

1965/2



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბ ო ა ე ბ ე



76

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР



BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR



XXXVII:3

მარტი 1965 MART

С. Б. ТОПУРИЯ

СИНГУЛЯРНЫЕ ДВОЙНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ, РАСПРОСТРАНЕННЫЕ НА БЕСКОНЕЧНУЮ ДВУМЕРНУЮ ОБЛАСТЬ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 17.4.1964)

В этой статье мы займемся вопросом о представлении функции $f(x, y) \in L(-\infty, \infty; -\infty, \infty)$ в виде предела сингулярного двойного интеграла, распространенного на бесконечную двумерную область.

Определение 1. Функцию $\Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y)$ ($\gamma > 0, \delta > 0$), суммируемую на $R = (-\infty < t < \infty; -\infty < \tau < \infty)$ для любых x и $y, -\infty < x < \infty; -\infty < y < \infty$, назовем ядром, если

$$\lim_{(\gamma, \delta)_\lambda \rightarrow 0} \int_a^b \int_c^d \Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y) dt d\tau = 1$$

для любых a, b, c и d , где $a < x < b; c < y < d$.

Символ $(\gamma, \delta)_\lambda \rightarrow 0$ означает такое стремление γ и δ к нулю, при котором $\frac{1}{\lambda} < \frac{\gamma}{\delta} < \lambda$, где λ — данное число > 1 .

Интеграл вида

$$U(f; x, y, \gamma, \delta) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y) f(t, \tau) dt d\tau,$$

где $\Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y)$ есть ядро, назовем сингулярным интегралом.

Справедлива следующая

Теорема. Если ядро $\Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y)$ обладает свойством

$$\Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y) = \begin{cases} O\left(\frac{1}{\gamma\delta}\right), & |t-x| < \gamma, \quad |\tau-y| < \delta, \\ O\left[\frac{\gamma\delta}{(t-x)^2(\tau-y)^2}\right], & |t-x| > \gamma, \quad |\tau-y| > \delta, \\ O\left[\frac{\gamma}{(t-x)^2\delta}\right], & |t-x| > \gamma, \quad |\tau-y| < \delta \\ & \frac{1}{\lambda} < \frac{\gamma}{\delta} < \lambda, \\ O\left[\frac{\delta}{\gamma(\tau-y)^2}\right], & |t-x| < \gamma, \quad |\tau-y| > \delta, \\ & \frac{1}{\lambda} < \frac{\gamma}{\delta} < \lambda, \end{cases}$$

тогда для любой суммируемой функции $f(t, \tau)$ почти для всех $(x, y) \in R$ справедливо равенство

$$\lim_{(\gamma, \delta)_\lambda \rightarrow 0} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y) f(t, \tau) dt d\tau = f(x, y). \quad (1)$$



Доказательство этой теоремы будет опираться на ряд нижеприводимых лемм.

Лемма 1. Если $\varphi(x, y)$ — непрерывная функция класса $L(R)$, то по условиям теоремы равномерно для всех точек (x, y)

$$\lim_{(\gamma, \delta)_{\lambda} \rightarrow 0} U(\varphi; x, y, \gamma, \delta) = \varphi(x, y).$$

Лемма 2. Пусть функция $f(x, y) \in L(R)$. Рассмотрим числовую последовательность $\{\lambda_n\}$, где

$$\lambda_n = 2^{n-1} \quad (n=1, 2, 3, \dots).$$

Для любой точки $(x, y) \in R$ и для любого λ_n мы положим

$$L_{\lambda_n}(f; x, y) = \frac{1}{|r|} \iint_r |f(\alpha, \beta)| d\alpha d\beta,$$

причем точка (x, y) принадлежит λ_n -регулярному¹⁾ сегменту $r \subset R$. Тогда функция

$$L(f; x, y) = \text{Sup} \left\{ L_{\lambda_1}(f; x, y), \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} L_{\lambda_2}(f; x, y), \dots, \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} L_{\lambda_n}(f; x, y), \dots \right\}$$

является почти всюду конечной и выполняется неравенство

$$m_{(x, y)} E [L(f; x, y) > a, (x, y) \in R] \leq \frac{K}{a} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |f(t, \tau)| dt d\tau,$$

где K — абсолютная постоянная.

Лемма 3. Пусть $f(x, y) \in L(R)$. Рассмотрим следующие интегралы

$$A_\varepsilon(f; x, y) = \int_0^\varepsilon d\alpha \int_\varepsilon^\infty \frac{|f(x \pm \alpha, y \pm \beta)|}{\beta^2} d\beta,$$

$$B_\varepsilon(f; x, y) = \int_0^\varepsilon d\beta \int_\varepsilon^\infty \frac{|f(x \pm \alpha, y \pm \beta)|}{\alpha^2} d\alpha,$$

$$C_\varepsilon(f; x, y) = \varepsilon^2 \int_\varepsilon^\infty \int_\varepsilon^\infty \frac{|f(x \pm \alpha, y \pm \beta)|}{\alpha^2 \beta^2} d\alpha d\beta,$$

$$D_\varepsilon(f; x, y) = \frac{1}{\varepsilon^2} \int_0^\varepsilon \int_0^\varepsilon |f(x \pm \alpha, y \pm \beta)| d\alpha d\beta.$$

¹⁾ Двумерный сегмент r называют λ -регулярным (λ — данное число ≥ 1) сегментом, если отношение длин его непараллельных сторон находится между $\frac{1}{\lambda}$ и λ , число λ называют параметром регулярности сегмента r .

Тогда функции

$$A(f; x, y) = \sup_{0 < \varepsilon < \infty} \{A_\varepsilon(f; x, y)\}, \quad B(f; x, y) = \sup_{0 < \varepsilon < \infty} \{B_\varepsilon(f; x, y)\},$$

$$C(f; x, y) = \sup_{0 < \varepsilon < \infty} \{C_\varepsilon(f; x, y)\}, \quad D(f; x, y) = \sup_{0 < \varepsilon < \infty} \{D_\varepsilon(f; x, y)\}$$

почти всюду конечны на R и

$$A(f; x, y) \leq 64L(f; x, y), \quad B(f; x, y) \leq 64L(f; x, y),$$

$$C(f; x, y) \leq KL(f; x, y), \quad D(f; x, y) \leq 4L(f; x, y).$$

Лемма 4. Если $f(x, y) \in L(R)$, а $\Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y)$ удовлетворяет условиям теоремы, то функция

$$U_\lambda(f; x, y) = \sup |U(f; x, y, \gamma, \delta)|$$

$$0 < \gamma < \frac{1}{4}$$

$$0 < \delta < \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{\lambda} \equiv \frac{\gamma}{\delta} \equiv \lambda$$

почти всюду конечна.

Доказательство леммы 3. Для доказательства леммы достаточно рассмотреть двойной интеграл

$$V(f; x, y, \gamma, \delta) = \int_0^\infty \int_0^\infty f(x+\alpha, y+\beta) \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta) d\alpha d\beta.$$

Для данного положительного числа δ , удовлетворяющего условию $0 < \delta < \frac{1}{4}$, мы можем найти такое положительное целое число k , что

$$\frac{N}{2^{k+1}} < \delta \equiv \frac{N}{2^k},$$

где N — фиксированное положительное число.

Пусть, далее, число γ удовлетворяет условию

$$\frac{1}{\lambda} \equiv \frac{\gamma}{\delta} \equiv \lambda, \quad (3)$$

где λ — данное фиксированное число ≥ 1 .

Имеем неравенство

$$|V_N(f; x, y, \gamma, \delta)| = \left| \int_0^N \int_0^N f(x+\alpha, y+\beta) \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta) d\alpha d\beta \right| <$$

$$\leq \int_0^{\frac{N}{2^k}} d\alpha \int_0^{N-\alpha} |f(x+\alpha, y+\beta) \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta)| d\beta + \int_0^{\frac{N}{2^k}} d\beta \int_0^N |f(x+\alpha, y+\beta) \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta)| d\alpha +$$

$$+ \int_{\frac{N}{2^k}}^N \int_{\frac{N}{2^k}}^N |f(x+\alpha, y+\beta)| \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta) |d\alpha d\beta| + \int_0^{\frac{N}{2^k}} \int_0^{\frac{N}{2^k}} |f(x+\alpha, y+\beta)| \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta) |d\alpha d\beta|.$$

На основании неравенств (2), (3) и условий теоремы легко получить следующие неравенства:

$$\int_0^{\frac{N}{2^k}} d\alpha \int_{\frac{N}{2^k}}^N |f(x+\alpha, y+\beta)| \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta) |d\beta| < M\lambda \int_0^{\frac{N}{2^k}} d\alpha \int_{\frac{N}{2^k}}^{\infty} \frac{|f(x+\alpha, y+\beta)|}{\beta^2} d\beta < \\ \cong 64M\lambda L(f; x, y),$$

$$\int_0^{\frac{N}{2^k}} d\beta \int_{\frac{N}{2^k}}^N |f(x+\alpha, y+\beta)| \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta) |d\alpha| < M\lambda \int_0^{\frac{N}{2^k}} d\beta \int_{\frac{N}{2^k}}^{\infty} \frac{|f(x+\alpha, y+\beta)|}{\alpha^2} d\alpha < \\ \cong 64M\lambda L(f; x, y),$$

$$\int_{\frac{N}{2^k}}^N \int_{\frac{N}{2^k}}^N |f(x+\alpha, y+\beta)| \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta) |d\alpha d\beta| < \frac{\lambda N^2}{2^{2k}} \int_{\frac{N}{2^k}}^{\infty} \int_{\frac{N}{2^k}}^{\infty} \frac{|f(x+\alpha, y+\beta)|}{\alpha^2 \beta^2} d\alpha d\beta < \\ \cong M\lambda L(f; x, y),$$

$$\int_0^{\frac{N}{2^k}} \int_0^{\frac{N}{2^k}} |f(x+\alpha, y+\beta)| \Phi_{\gamma, \delta}(\alpha, \beta) |d\alpha d\beta| < 4\lambda \frac{2^{2k}}{N^2} \int_0^{\frac{N}{2^k}} \int_0^{\frac{N}{2^k}} |f(x+\alpha, y+\beta)| |d\alpha d\beta| < \\ < 16\lambda L(f; x, y),$$

где M — абсолютная константа.

Следовательно,

$$|V_N(f; x, y, \gamma, \delta)| < M_0 L(f; x, y). \quad (4)$$

Неравенство (4) имеет место для любого положительного N , поэтому

$$|V(f; x, y, \gamma, \delta)| < M_0 L(f; x, y),$$

причем M_0 — абсолютная постоянная. Следовательно,

$$V_\lambda(f; x, y) = \text{Sup} |V(f; x, y, \gamma, \delta)| < M_0 L(f; x, y).$$

$$0 < \gamma < \frac{1}{4}$$

$$0 < \delta < \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{\lambda} \cong \frac{\gamma}{\delta} \cong \lambda$$

Так как $L(f; x, y)$ почти всюду конечна, то и $V_\lambda(f; x, y)$ будет также почти всюду конечной.

Доказательство теоремы. Пусть $f(\alpha, \beta) \in L(R)$. Тогда функцию $f(\alpha, \beta)$ мы можем представить в виде

$$f(\alpha, \beta) = \varphi(\alpha, \beta) + f_1(\alpha, \beta),$$

где $\varphi(\alpha, \beta)$ есть непрерывная функция класса $L(R)$, а $f_1(\alpha, \beta)$ — такая функция, что

$$m E_{(x, y)} [U_\lambda(f_1; x, y) > \varepsilon] < \varepsilon,$$

где ε — фиксированное, сколь угодно малое, положительное число.

В самом деле, пусть $f(\alpha, \beta) \in L(R)$, возьмем такую непрерывную функцию $\varphi(\alpha, \beta)$, которая для данного числа $\varepsilon > 0$ удовлетворяет неравенству

$$\iint_{(R)} |f(\alpha, \beta) - \varphi(\alpha, \beta)| d\alpha d\beta < \varepsilon^2.$$

Обозначим через

$$f_1(\alpha, \beta) = f(\alpha, \beta) - \varphi(\alpha, \beta).$$

Но

$$m E_{(x, y)} [U_\lambda(f_1; x, y) > \varepsilon] < m E_{(x, y)} [M_0 L(f_1; x, y) > \varepsilon] =$$

$$\Rightarrow m E_{(x, y)} \left[L(f_1; x, y) > \frac{\varepsilon}{M_0} \right] < \frac{KM_0}{\varepsilon} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |f_1(\alpha, \beta)| d\alpha d\beta < \frac{KM_0}{\varepsilon} \cdot \varepsilon^2 = KM_0 \varepsilon,$$

где K и M_0 — абсолютные постоянные.

Так как $U(\varphi; x, y, \gamma, \delta)$ равномерно стремится к $\varphi(x, y)$ и $|U(f_1; x, y, \gamma, \delta)| < \varepsilon$, за исключением множества меры $< \varepsilon$, то почти всюду выполняется равенство (1).

Пример 1. Интеграл Фурье

$$\frac{1}{\pi^2} \int_0^\infty \int_0^\infty dudv \int_{-\infty}^\infty \int_{-\infty}^\infty f(t, \tau) \cos u(x-t) \cos v(y-\tau) dt d\tau \quad (5)$$

называется C_λ -суммируемым в точке (x, y) к значению S , если

$$\lim_{(\gamma, \delta) \rightarrow 0} \sigma(f; x, y, \gamma, \delta) = S,$$

где

$$\sigma(f; x, y, \gamma, \delta) =$$

$$= \frac{1}{\pi^2} \int_0^\gamma \int_0^\delta (1-u\gamma)(1-v\delta) du dv \int_{-\infty}^\infty \int_{-\infty}^\infty f(t, \tau) \cos u(x-t) \cos v(y-\tau) dt d\tau =$$

$$= \frac{1}{\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{4\gamma\delta \sin^2 \frac{x-t}{2\gamma} \sin^2 \frac{y-\tau}{2\delta}}{(x-t)^2 (y-\tau)^2} f(t, \tau) dt d\tau.$$

Здесь

$$\Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y) = \frac{4\gamma\delta \sin^2 \frac{x-t}{2\gamma} \sin^2 \frac{y-\tau}{2\delta}}{\pi^2 (x-t)^2 (y-\tau)^2}.$$

Легко показать, что $\Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y)$ удовлетворяет всем условиям теоремы. Значит для любой $f(t, \tau) \in L(R)$ почти всюду выполняется равенство

$$\lim_{(\gamma, \delta)_\lambda \rightarrow 0} \sigma(f; x, y, \gamma, \delta) = f(x, y).$$

Пример 2. Интеграл Фурье — Лебега (5) называется суммируемым в точке (x, y) к значению S методом Коши, если

$$\lim_{(\gamma, \delta)_\lambda \rightarrow 0} V(f; x, y, \gamma, \delta) = S,$$

где

$$\begin{aligned} V(f; x, y, \gamma, \delta) &= \frac{1}{\pi^2} \int_0^\infty \int_0^\infty e^{-\gamma u - \delta v} du dv \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(t, \tau) \cos u(x-t) \cos v(y-\tau) dt d\tau = \\ &= \frac{1}{\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\gamma\delta}{[\gamma^2 + (t-x)^2][\delta^2 + (\tau-y)^2]} f(t, \tau) dt d\tau. \end{aligned}$$

Для этого метода

$$\Phi_{\gamma, \delta}(t-x, \tau-y) = \frac{\gamma\delta}{\pi^2 [\gamma^2 + (t-x)^2][\delta^2 + (\tau-y)^2]}.$$

Нетрудно проверить, что и в этом случае удовлетворяются все условия теоремы. Следовательно, для любой $f(t, \tau) \in L(R)$ почти всюду

$$\lim_{(\gamma, \delta)_\lambda \rightarrow 0} V(f; x, y, \gamma, \delta) = f(x, y).$$

Пример 3. Интеграл Фурье — Лебега (5) называется суммируемым в точке (x, y) к значению S методом Вейерштрасса, если

$$\lim_{(\gamma, \delta)_\lambda \rightarrow 0} U(f; x, y, \gamma, \delta) = S,$$

где

$$\begin{aligned} U(f; x, y, \gamma, \delta) &= \\ &= \frac{1}{\pi^2} \int_0^\infty \int_0^\infty e^{-\gamma^2 u^2 - \delta^2 v^2} du dv \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(t, \tau) \cos u(x-t) \cos v(y-\tau) dt d\tau = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{4\pi\gamma\delta} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \exp \left\{ -\frac{(t-x)^2 + (\tau-y)^2}{4\gamma^2\delta^2} \right\} f(t, \tau) dt d\tau.$$

В этом случае

$$\Phi_{\gamma,\delta}(t-x, \tau-y) = \frac{1}{4\pi\gamma\delta} \exp \left\{ -\frac{(t-x)^2 + (\tau-y)^2}{4\gamma^2\delta^2} \right\}.$$

И нетрудно проверить выполнение условий теоремы. Значит для любой $f(t, \tau) \in L(R)$ почти всюду

$$\lim_{(\gamma, \delta)_\lambda \rightarrow 0} U(f; x, y, \gamma, \delta) = f(x, y).$$

Следствие. Пусть

$$f^*(x, y) = \begin{cases} f(x, y), & \text{если } (x, y) \in R_0 = [a, b; c, d], \\ 0, & \text{если } (x, y) \in CR_0, \end{cases}$$

тогда почти всюду в R_0 имеет место равенство

$$\lim_{(\gamma, \delta)_\lambda \rightarrow 0} \int_a^b \int_c^d \Phi_{\gamma,\delta}(t-x, \tau-y) f^*(t, \tau) dt d\tau = f^*(x, y). \quad (6)$$

1) Из равенства (6) в том частном случае, когда $\Phi_{\gamma,\delta}(t-x, \tau-y)$ есть ядро Фейра, получается теорема Марцинкевича—Зигмунда [1].

2) Равенство (6) в том случае, когда $\Phi_{\gamma,\delta}(t-x, \tau-y)$ есть ядро Пуассона, было доказано В. Г. Челидзе [2].

3) Пусть $f(x, y) \in L[0, 2\pi; 0, 2\pi]$ и имеет период 2π как по x , так и по y . Двойной ряд Фурье—Лебега этой функции

$$f(x, y) \sim \sum_{m, n=0}^{\infty} \lambda_{m,n} A_{m,n}(x, y)$$

называется суммируемым методом Бернштейна—Рогозинского к сумме $S(x, y)$, если

$$\lim_{(m, n)_\lambda \rightarrow \infty} B_{m,n}(f; x, y) = S(x, y),$$

где

$$B_{m,n}(f; x, y) = \frac{1}{4} \left[S_{m,n}(x, y) + S_{m,n} \left(x + \frac{2\pi}{2m+1}, y \right) + S_{m,n} \left(x, y + \frac{2\pi}{2n+1} \right) + S_{m,n} \left(x + \frac{2\pi}{2m+1}, y + \frac{2\pi}{2n+1} \right) \right] =$$

$$= \frac{1}{\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x + \alpha, y + \beta) \Phi_m(\alpha) \Phi_n(\beta) d\alpha d\beta,$$

и

$$\Phi_m(\alpha) = \frac{\left[\sin\left(\frac{\alpha}{2} - \frac{\pi}{2m+1}\right) - \sin\frac{\alpha}{2} \right] \sin\frac{2m+1}{2}\alpha}{4\sin\frac{\alpha}{2} \sin\left(\frac{\alpha}{2} - \frac{\pi}{2n+1}\right)}$$

Легко проверить, что $\Phi_{m,n}(\alpha, \beta)$ удовлетворяет условиям теоремы. Следовательно, для любой $f(x, y) \in L[0, 2\pi; 0, 2\pi]$ почти всюду выполняется равенство

$$\lim_{(m, n) \rightarrow \infty} B_{m,n}(f; x, y) = f(x, y).$$

Сухумский государственный
педагогический институт
им. А. М. Горького

(Поступило в редакцию 17.4.1964)

მათემატიკა

ს. თოფუჩია

უსასრულო არეზე გავრცელებული ორჯერადი
სინგულარული ინტეგრალი

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში განიხილება ორი ცვლადის ჯამებადი ფუნქციის სინგულარული ინტეგრალის ზღვრული სახით წარმოდგენის საკითხი, უსასრულო არეების შემთხვევაში და მისი გამოყენება ფურიეს მწკრივებისა და ინტეგრალების შეჯამებადობაში.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. Marcinkiewicz, A. Zygmund; On the summability of double Fourier series. Fund. Math., t. 32, 1939.
2. В. Г. Челидзе. Метод Абеля—Пуассона суммирования двойных рядов Фурье. Труды Тбилисского математического института, т. XV, 1946.

Э. Г. ГОРДАДЗЕ

О СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛАХ С ЯДРОМ КОШИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 4.4.1964)

Условимся обозначать через Γ_{ab} непрерывную разомкнутую дугу, имеющую концами a и b , причем порядок букв будем выбирать так, чтобы положительное направление вело от a к b . Мы будем рассматривать лишь спрямляемые дуги; поэтому в качестве параметра s можно взять длину дуги, отсчитываемую, например, от начальной точки a . Тогда уравнение дуги Γ_{ab} можно записать в виде $t=l(s)$, $0 \leq s \leq \gamma_{ab}$, где γ_{ab} — длина дуги Γ_{ab} .

Как обычно (см., например, работу [1]), будем говорить, что Γ_{ab} является дугой Ляпунова, если функция $t'(s)$ удовлетворяет условию Гельдера. Далее, будем говорить, что дуга Γ_{ab} принадлежит классу K , $\Gamma_{ab} \in K$, если существует такое положительное число k , что для любых точек $t_1, t_2 \in \Gamma_{ab}$ имеем

$$\frac{|t_1 - t_2|}{\gamma_{t_1 t_2}} > k. \tag{1}$$

Будем говорить, что плоская линия Γ принадлежит классу L , если

$$\Gamma = \sum_{i=1}^n \Gamma_{a_i b_i}, \tag{2}$$

где $\Gamma_{a_i b_i}$ — дуги Ляпунова, не имеющие общих внутренних точек. Таким образом, очевидно, что линии класса L могут иметь конечное число особых точек: кратных, угловых и точек возврата.

Наконец, введем еще одно определение. Будем говорить, что плоская линия Γ принадлежит классу R , если: R_1) Γ представляется равенством (2), где, как и выше, спрямляемые дуги $\Gamma_{a_i b_i}$ ($i=1, \dots, n$) не имеют общих внутренних точек; R_2) в особых точках линии Γ существуют односторонние касательные, и эти точки не являются точками возврата; R_3) для дуг $\Gamma_{a_i b_i}$ ($i=1, \dots, n$) справедливо неравенство Рисса [2]

$$\left\{ \int_{\Gamma_{a_i b_i}} \left| \int_{\Gamma_{a_i b_i}} \frac{\varphi(t) dt}{t - \tau} \right|^p |d\tau| \right\}^{1/p} < M_p \left\{ \int_{\Gamma_{a_i b_i}} |\varphi(t)|^p |dt| \right\}^{1/p} \tag{3}$$



где $p > 1$, M_p — постоянная, зависящая от p и не зависящая от функции $\varphi(t)$, а интеграл в левой части (3) понимается в смысле главного значения по Коши.

Известно, что условию R_3 удовлетворяют дуги Ляпунова [3], а также некоторые более широкие классы дуг [4].

В настоящее время хорошо изучены основные свойства сингулярных интегралов с ядром Коши, когда плотность интеграла удовлетворяет условию Гельдера, а линия интегрирования — кусочно-гладкая (см. [1]); свойства сингулярных интегралов изучены также в случае, когда плотность принадлежит классам Лебега L_p , а линия интегрирования является линией Ляпунова [3] или более общей линией [4], но в предположении, что эти линии не имеют общих точек.

В этой заметке мы обобщим указанные результаты для случая, когда линия интегрирования принадлежит классу L или R .

Лемма 1. Если спрямляемые дуги Γ_{ca} и Γ_{ab} принадлежат классу K и угол между односторонними касательными этих дуг в точке a отличен от π , то для всякой функции $\varphi(t) \in L_p(\Gamma_{ab})$, $p > 1$, справедливо неравенство

$$\left\{ \int_{\Gamma_{ca}} \left| \int_{\Gamma_{ab}} \frac{\varphi(t) dt}{t - \tau} \right|^p |d\tau| \right\}^{1/p} \equiv M_p \left\{ \int_{\Gamma_{ab}} |\varphi(t)|^p |dt| \right\},$$

где M_p — постоянная, не зависящая от функции $\varphi(t)$.

В самом деле, в наших условиях $\Gamma_{ca} + \Gamma_{ab} \in K$. Рассмотрим теперь интеграл

$$J^p \equiv \int_{\Gamma_{ca}} \left| \int_{\Gamma_{ab}} \frac{\varphi(t) dt}{t - \tau} \right|^p |d\tau|.$$

Учитывая условие (1), будем иметь

$$J^p \equiv \frac{1}{k^p} \int_{\Gamma_{ca}} \left[\int_{\Gamma_{ab}} \frac{|\varphi(t)| |dt|}{\gamma_{t\tau}} \right]^p |d\tau|.$$

Если $t = t(s)$, $0 \leq s \leq \gamma_{ca} + \gamma_{ab}$ является уравнением линии $\Gamma_{ca} + \Gamma_{ab}$, тогда

$$J^p \equiv \frac{1}{k^p} \int_0^{\gamma_{ca} + \gamma_{ab}} \left[\int_{\gamma_{ca}}^{\gamma_{ca} + \gamma_{ab}} \frac{\varphi(s) ds}{s - \sigma} \right]^p d\sigma,$$

где $\varphi(s) \equiv \varphi(t(s))$.

Введем функцию

$$\psi(s) \equiv \begin{cases} |\varphi(s)| & \text{для } \gamma_{ca} \leq s \leq \gamma_{ca} + \gamma_{ab}, \\ 0 & \text{для } -\infty \leq s < \gamma_{ca} \text{ и } \gamma_{ca} + \gamma_{ab} < s < \infty. \end{cases}$$

Ясно, что $\psi(s) \in L_p(-\infty, \infty)$. Как легко видеть,

$$J^p < \frac{1}{k^p} \int_{-\infty}^{\infty} \left| \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\psi(s) ds}{s - \sigma} \right|^p d\sigma, \quad (5)$$

Используя известное неравенство Рисса [2]

$$\int_{-\infty}^{\infty} \left| \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\psi(s) ds}{s - \sigma} \right|^p d\sigma < A_p^p \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(s)|^p ds, \quad (6)$$

из (5) в силу (6) получим

$$J^p < \frac{A_p^p}{k^p} \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(s)|^p ds = M_p^p \|\varphi\|_{L_p(\Gamma_{ab})}^p,$$

т. е. доказываемое неравенство (4).

Лемма 2. Если Γ_{ca} и Γ_{ab} — дуги Ляпунова и точка a является точкой возврата линии $\Gamma_{ca} + \Gamma_{ab}$, то для каждой функции $\varphi(s) \in L_p(\Gamma_{ab})$, $p > 1$, справедливо неравенство

$$\left\{ \int_{\Gamma_{ca}} \left| \int_{\Gamma_{ab}} \frac{\varphi(t) dt}{t - \tau} \right|^p d\sigma \right\}^{1/p} < M_p \left\{ \int_{\Gamma_{ab}} |\varphi(t)|^p ds \right\}^{1/p},$$

где M_p — постоянная, не зависящая от функции $\varphi(t)$.

В самом деле, примем за ось абсцисс общую касательную в точке a . Пусть $\Gamma_{ab'} \subset \Gamma_{ab}$ и $\Gamma_{ac'} \subset \Gamma_{ac}$ будут стандартные дуги (см. [1], стр. 19), соответствующие углу $\alpha < \frac{\pi}{4}$, и пусть точки b' и c' имеют одинаковые абсциссы. Предположим, что $y = \psi_1(x)$ и $y = \psi_2(x)$ являются уравнениями дуг Γ_{ab} и Γ_{ac} соответственно.

Рассмотрим интеграл

$$J^p \equiv \int_{\Gamma_{ac'}} \left| \int_{\Gamma_{ab'}} \frac{\varphi(t) dt}{t - \tau} \right|^p |d\tau|. \quad (8)$$

Произведем замену переменной $\tau = \zeta + i([\psi_1(x) - \psi_2(x)])$, где x — абсцисса точки τ . Тогда получим

$$J^p < 2 \int_{\Gamma_{ab'}} \left| \int_{\Gamma_{ab'}} \frac{\varphi(t) dt}{t - \zeta - i\xi} \right|^p |d\zeta|, \quad (9)$$

где $\xi \equiv \psi_1(x) - \psi_2(x)$.

Пусть $\xi(\sigma) \equiv \xi(x(\sigma))$, где σ — дуговая абсцисса точки ζ , $\zeta = t(\sigma)$. Пусть $\gamma(\sigma)$ — часть дуги Γ_{ab} , которая получается, если от точки ζ в обе стороны отложить дуги длины $\xi(\sigma)$



Легко заметить, что

$$J \cong 2 [J_1 + J_2 + J_3], \quad (10)$$

где

$$J_1 \equiv \left\{ \int_{\Gamma_{ab'}} \left| \int_{\Gamma_{ab'} - \gamma(\sigma)} \frac{i\bar{\xi}(\sigma) \varphi(t(s)) t'(s) ds}{|t(s) - t(\sigma) - i\bar{\xi}(\sigma)| |t(s) - t(\sigma)|} \right|^p d\sigma \right\}^{1/p}$$

$$J_2 \equiv \left\{ \int_{\Gamma_{ab'}} \left| \int_{\Gamma_{ab'} - \gamma(\sigma)} \frac{\varphi(t(s)) t'(s)}{t(s) - t(\sigma)} \right|^p d\sigma \right\}^{1/p}$$

$$J_3 \equiv \left\{ \int_{\Gamma_{ab'}} \left| \int_{\gamma(\sigma)} \frac{\varphi(t(s)) t'(s) ds}{t(s) - t(\sigma) - i\bar{\xi}(\sigma)} \right|^p d\sigma \right\}^{1/p}.$$

Можно доказать, что

$$J_1 \cong \frac{6}{k^2 \cos \alpha} \frac{P}{P-1} \left\{ \int_{\Gamma_{ab'}} |\varphi(t)|^p |dt| \right\}^{1/p}, \quad (11)$$

где k — постоянная из неравенства (1), если его рассматривать для дуги $\Gamma_{ab'}$.

При помощи неравенства Кальдерона и Зигмунда (см. [6], стр. 116) можно убедиться, что

$$J_2 \cong C_p \left\{ \int_{\Gamma_{ab'}} |\varphi(t)|^p |dt| \right\}^{1/p}, \quad (12)$$

где C_p — постоянная, не зависящая от $\varphi(t)$.

Можно также показать, что

$$J_3 \cong \frac{2}{1 - \sin \alpha} \frac{P}{P-1} \left\{ \int_{\Gamma_{ab'}} |\varphi(t)|^p |dt| \right\}^{1/p}. \quad (13)$$

Из неравенства (10), (11), (12) и (13) получаем

$$J \cong D_p \left\{ \int_{\Gamma_{ab'}} |\varphi(t)|^p |dt| \right\}^{1/p},$$

где постоянная D_p не зависит от $\varphi(t)$. Из последнего неравенства вытекает доказываемое неравенство (7).

Теперь, учитывая вышедоказанные леммы, а также неравенство (3), легко убеждаемся, что имеет место

Теорема 1. Если $\Gamma \in L$ или $\Gamma \in R$, то для любой функции $\varphi(t) \in L_p(\Gamma)$, $P > 1$ справедливо неравенство

$$\left\{ \int_{\Gamma} \left| \int_{\Gamma} \frac{\varphi(t) dt}{t-\tau} \right|^p |d\tau| \right\}^{1/p} < M_p \left\{ \int_{\Gamma} |\varphi(t)|^p |dt| \right\}^{1/p}, \quad (15)$$

где постоянная M_p не зависит от функции $\varphi(t)$.

Имеет место также

Теорема 2. Если $\Gamma \in L$ или $\Gamma \in R$, $\varphi(t) \in L_p(\Gamma)$, $f(t) \in L_q(\Gamma)$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$, то справедливо равенство

$$\int_{\Gamma} \varphi(t) dt \int_{\Gamma} \frac{f(\tau) d\tau}{\tau-t} = \int_{\Gamma} f(\tau) d\tau \int_{\Gamma} \frac{\varphi(t) dt}{t-\tau}. \quad (17)$$

Как известно [1, 4], равенство (17) справедливо, если функции $\varphi(t)$ и $f(t)$ удовлетворяют условию Гельдера.

Далее, от функций, удовлетворяющих условию Гельдера, к функциям из L_p и L_q переходим с помощью предельного перехода в соответствующих пространствах. Эти предельные переходы осуществимы в силу теоремы 1.

Заметим, наконец, что по определению классов L и R , если линия Γ принадлежит одному из этих классов и $\varphi(t) \in L_p(\Gamma)$, $p > 1$, то сингулярный интеграл

$$S\varphi \equiv \int_{\Gamma} \frac{\varphi(t) dt}{t-\tau}$$

существует почти для всех $\tau \in \Gamma$. Отсюда, в свою очередь, в силу известного результата И. И. Привалова, вытекает, что почти всюду на Γ справедливы формулы Сохоцкого—Племеля

$$F^{\pm}(t_0) = \pm \frac{1}{2} \varphi(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(t) dt}{t-t_0}, \quad (18)$$

где $F^+(t_0)$ и $F^-(t_0)$ обозначают соответственно правые и левые угловые граничные значения интеграла типа Коши

$$F(\zeta) \equiv \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(t) dt}{t-\zeta}.$$

Из (17) и (18) применением пути, указанного в работе [3] (стр. 30), непосредственно получается

Теорема 3. Если $f(t) \in L_p(\Gamma)$, $\varphi(t) \in L_q(\Gamma)$, $\Gamma \in R$ или $\Gamma \in L$, то почти всюду на Γ имеет место формула

$$\int_{\Gamma} \frac{f(t) dt}{t-t_0} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau-t} = -\pi^2 f(t_0) \varphi(t_0) + \int_{\Gamma} \varphi(\tau) d\tau \int_{\Gamma} \frac{f(t) dt}{(t-t_0)(\tau-t)}.$$

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

(Поступило в редакцию 4.4.1964)

მათემატიკა

მ. გორდაძე

კოზის გულიანი სინგულარული ინტეგრალების შესახებ

შრომში განხილულია კოზის ტიპის ინტეგრალის თვისებები ისეთ წირებზე, რომლებსაც აქვთ განსაკუთრებული წერტილები. ასეთი წირებისათვის ნაჩვენებია რისის უტოლობა, რისის ტოლობა და პუნკარე-ბერტრანის ფორმულა.

დამოუკიდებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1962.
2. M. Riesz. Sur les fonctions conjuguées. Math. Z., Bd. 27, 1927, 218–244.
3. Б. В. Хведелидзе. Линейные разрывные граничные задачи теории функций, сингулярные интегральные уравнения и некоторые их приложения. Труды Тбилисского математического института им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. XXIII, 1956.
4. А. Г. Джваршейшвили. Об особом интеграле. Труды Тбилисского гос. университета, т. 84, 1961.
5. A. Calderon and A. Zygmund. On the existense of certain singular integrals. Acta Math., 88, № 1–2, 1952.

ГВИДОН ШЕФЕР

О ПРИБЛИЖЕННОМ РЕШЕНИИ ОСНОВНОЙ
 БИГАРМОНИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 24.11.1964)

1. В работе дано применение нового метода решения граничных задач, изложенного в работах [1, 2], к первой основной бигармонической проблеме для односвязной конечной области. Применяя свойства бигармонических потенциалов, изученных Лауричелла [3], мы строим некоторую полную систему функций, а затем — решение в виде обобщенного ряда по этой системе. Доказывается равномерная сходимость ряда.

2. Пусть B_i есть плоская односвязная конечная область, ограниченная контуром Ляпунова S . Дополнение области до целой плоскости обозначим через B_e .

Первая основная бигармоническая задача для области B_i состоит, как известно, [4], в следующем: найти регулярное в B_i решение уравнения

$$\Delta \Delta u(x) = 0, \quad x \in B_i \quad (1)$$

при граничных условиях

$$\begin{aligned} \lim_{B_i \ni x \rightarrow y \in S} u(x) &= f(y), \\ \lim_{B_i \ni x \rightarrow y \in S} \frac{\partial u(x)}{\partial n} &= g(y), \quad y \in S, \end{aligned} \quad (2)$$

где x, y — точки с координатами $(x_1, x_2), (y_1, y_2)$ в декартовой системе координат, $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}$, n — нормаль к S , $f(y)$ — дифференцируемая, $g(y)$ — интегрируемая и ограниченная заданные функции.

Под регулярным в B_i решением $u(x)$ мы понимаем функцию, имеющую непрерывные частные производные до четвертого порядка включительно. Задачу построения решения (1) при условиях (2) будем в дальнейшем называть задачей (А). Как доказал Лауричелла [3], всякую задачу (А), при выполнении указанных выше предположений относительно функций $f(y)$ и $g(y)$ можно привести к эквивалентной задаче (В)

$$\begin{aligned} \frac{\partial U(x)}{\partial x_2} &= \frac{\partial V(x)}{\partial x_1}, \quad \Delta \theta(x) = 0, \quad x \in B_i, \quad (3) \\ \lim_{B_i \ni x \rightarrow y} U(x) &= f_1(y), \quad \lim_{B_i \ni x \rightarrow y} V(x) = g_1(y), \quad y \in S, \quad (4) \end{aligned}$$

для двух неизвестных функций $U(x) = \frac{\partial u(x)}{\partial x_1}$, $V(x) = \frac{\partial u(x)}{\partial x_2}$,

где

$$\begin{aligned}\theta(x) &= \frac{\partial U(x)}{\partial x_1} + \frac{\partial V(x)}{\partial x_2}, \\ f_1(y) &= g(y) \cos(n, x_1) + \frac{df(y)}{ds} \cos(n, x_2), \\ g_1(y) &= g(y) \cos(n, x_2) - \frac{df(y)}{ds} \cos(n, x_1).\end{aligned}$$

Согласно формулам Грина, всякое решение уравнений (3) можно представить в виде

$$\begin{aligned}\alpha(x) U(x) &= \frac{1}{2\pi} \int_S \left\{ \left[\ln r + \left(\frac{\partial r}{\partial y_1} \right)^2 \right] X(y) + \left(\frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2} \right)^2 Y(y) \right\} ds_y - \\ &- \frac{1}{2\pi} \int_S \left[2 \left(\frac{\partial r}{\partial y_2} \right)^2 \frac{\partial \ln r}{\partial n_y} U(y) - 2 \frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2} \frac{\partial \ln r}{\partial n_y} V(y) \right] ds_y, \quad (5)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha(x) V(x) &= \frac{1}{2\pi} \int_S \left\{ \left(\frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2} \right) X(y) + \left[\ln r + \left(\frac{\partial r}{\partial y_2} \right)^2 \right] Y(y) \right\} ds_y - \\ &- \frac{1}{2\pi} \int_S \left[-2 \frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2} \frac{\partial \ln r}{\partial n_y} U(y) + 2 \left(\frac{\partial r}{\partial y_1} \right)^2 \frac{\partial \ln r}{\partial n_y} V(y) \right] ds_y, \quad (6)\end{aligned}$$

где

$$r = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2}, \quad \alpha(x) = 1, \quad x \in B_i, \quad \alpha(x) = 0, \quad x \in B_e,$$

$$\begin{aligned}X(x) &= \frac{1}{2} \left[\frac{\partial U(x)}{\partial x_1} - \frac{\partial V(x)}{\partial x_2} \right] \cos(n, x_1) + \\ &+ \left[\frac{\partial U(x)}{\partial x_1} - \frac{1}{2} \chi(x) \right] \cos(n, x_2), \\ Y(x) &= \left[\frac{\partial V(x)}{\partial x_1} + \frac{1}{2} \chi(x) \right] \cos(n, x_1) + \\ &+ \frac{1}{2} \left[\frac{\partial V(x)}{\partial x_2} - \frac{\partial U(x)}{\partial x_1} \right] \cos(n, x_2), \quad (7)\end{aligned}$$

$\chi(x)$ — функция, сопряженная с $\theta(x)$,

$$\frac{\partial \theta}{\partial x_1} = \frac{\partial \chi}{\partial x_2}, \quad \frac{\partial \theta}{\partial x_2} = - \frac{\partial \chi}{\partial x_1}.$$

Согласно (4), вторые интегралы в (5) и (6) известны. Если обозначим их

$$\begin{aligned}F_1(x) &= \frac{1}{2\pi} \int_S \left[2 \left(\frac{\partial r}{\partial y_2} \right)^2 \frac{\partial \ln r}{\partial n_y} f_1(y) - 2 \frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2} \frac{\partial \ln r}{\partial n_y} g_1(y) \right] ds_y, \\ F_2(x) &= \frac{1}{2\pi} \int_S \left[-2 \frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2} \frac{\partial \ln r}{\partial n_y} f_1(y) + 2 \left(\frac{\partial r}{\partial y_1} \right)^2 \frac{\partial \ln r}{\partial n_y} g_1(y) \right] ds_y, \quad (8)\end{aligned}$$

а далее

$$\frac{1}{2\pi} X(y) = \varphi_1(y), \quad \frac{1}{2\pi} Y(y) = \varphi_2(y) \quad (9)$$

и введем матрицу и векторы

$$\Gamma(x, y) = \left\| \begin{array}{cc} \ln r + \left(\frac{\partial r}{\partial y_1}\right)^2, & \frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2} \\ \frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2}, & \ln r + \left(\frac{\partial r}{\partial y_2}\right)^2 \end{array} \right\| \quad (10)$$

$$\bar{U}(U, V), \quad \bar{\varphi}(\varphi_1, \varphi_2), \quad \bar{F}(F_1, F_2), \quad (11)$$

то уравнения (5) и (6) запишутся в виде

$$\bar{U}(x) = \int_{\bar{S}} \bar{\varphi}(y) \Gamma(x, y) ds_y - \bar{F}(x), \quad x \in B_i, \quad (12)$$

$$\bar{0} = \int_{\bar{S}} \bar{\varphi}(y) \Gamma(x, y) ds_y - \bar{F}(x), \quad x \in B_e. \quad (13)$$

Неизвестный вектор $\bar{\varphi}(y)$ будем искать из функционального уравнения (13).

3. Возьмем произвольный контур S_1 , охватывающий область B_i , и на нем последовательность точек x^k , лежащих всюду плотно на S_1 . Построим далее матрицу (10) для точек $x = x^k$, $\Gamma(x^k, y)$ и составим совокупность ее вектор-столбцов, обозначив их через

$$\bar{\Gamma}^i(x^k, y) = \bar{\omega}_{ik}(y) \quad (i = 1, 2; k = 1, 2, 3, \dots) \quad (14)$$

(индекс i обозначает номер столбца). Пусть, кроме того, $\bar{\omega}_0(y)$ есть вектор

$$\begin{pmatrix} -\delta \cos(ny_2) \\ \delta \cos(ny_1) \end{pmatrix}, \quad \text{где } \delta = \text{const} \neq 0.$$

Докажем следующую теорему.

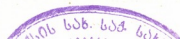
Теорема. Совокупность векторов $\{\bar{\omega}_0(y) \bar{\omega}_{ik}(y)\}$ при счетном множестве точек x^k , всюду плотно расположенных на S_1 , линейно-независима и полна в пространстве L_2 интегрируемых с квадратом векторов, определенных на S .

Предположим, что система векторов $\{\bar{\omega}_0(y) \bar{\omega}_{ik}(y)\}$ линейно-зависима. Тогда для любого N найдутся такие постоянные $C_{ik} = (i = 1, 2; k = 1, 2, \dots, N)$, среди которых хотя бы одна, допустим $C_{ik'}$ $k' \equiv N$, не равна нулю, что

$$-C_0 \bar{\omega}_0(y) + \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^N C_{ik} \bar{\omega}_{ik}(y) = \bar{0} \quad (15)$$

для всех $y \in S$. В силу первого равенства (3) $C_0 = 0$. В этом случае регулярное в B_i решение уравнений (3)

$$v(x) = \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^N C_{ik} \bar{\omega}_{ik}(x), \quad x \in B_i, \quad (16)$$





согласно теореме единственности, будет тождественным нулем в B_i . Ввиду аналитичности вектора (16) получим

$$\bar{v}(x) \equiv \bar{0}, \quad x \in B, \quad (17)$$

где через B обозначена область внутри S_1 . Приблизив точку x к $x^{k'}$ достаточно близко, заметим, что в выражениях для составляющих вектора (16)

$$v_1(x) = \sum_{k=1}^N C_{1k} \omega_{1k,1}(x) + C_{2k} \omega_{2k,1}(x),$$

$$(v_2 x) = \sum_{k=1}^N C_{1k} \omega_{1k,2}(x) + C_{2k} \omega_{2k,2}(x)$$

все слагаемые остаются ограниченными, кроме $\omega_{1k',1}(x)$ и $\omega_{2k',2}(x)$, которые станут сколь угодно большими по модулю ввиду наличия $\ln r_{k'}$; поэтому, согласно (17), $C_{1k'} = C_{2k'} = 0$ и ввиду произвольности $x^{k'}$ $C_{1k} = C_{2k} = 0$, что противоречит предположению. Таким образом, система $\bar{\omega}_0(y), \bar{\omega}_{ik}(y)$ линейно-независима. Для доказательства полноты системы $\{\bar{\omega}_0(y), \bar{\omega}_{ik}\}$ в L_2 рассмотрим произвольный непрерывный на S вектор $\bar{\alpha}(y)$ и покажем, что из условий ортогональности

$$\int_S \bar{\alpha}(y) \bar{\omega}_0 ds = 0; \quad \int_S \bar{\alpha}(y) \bar{\omega}_{ik}(y) = 0 \quad (i=1, 2; k=1, 2, \dots) \quad (18)$$

вытекает, что

$$\bar{\alpha}(y) \equiv \bar{0}, \quad y \in S.$$

Рассмотрим бигармонический потенциал простого слоя [3]

$$\bar{V}(x) = \int_S \bar{\alpha}(y) \Gamma(x, y) ds_y. \quad (19)$$

Прежде всего докажем, что из (18) вытекает равенство

$$\int_S \bar{\alpha}(y) ds = \bar{0}, \quad (20)$$

что обеспечивает обращение в нуль на бесконечности потенциала (19). Для этого возьмем некоторое частное решение уравнений (3) вида

$$U_0(x) = mx_1 + n, \quad V_0(x) = mx_2 + l, \quad (21)$$

где m, n, l — произвольные постоянные. Из результатов Лауричелла вытекает, что это решение всегда можно представить в виде бигармонического потенциала простого слоя. Поэтому можем писать

$$\bar{V}_0(x) = \int_{S_1} \bar{\beta}(y) \Gamma(x, y) ds_y, \quad (22)$$

где вектор $\bar{V}_0(x)$ имеет составляющие U_0, V_0 , а $\bar{\beta}(y)$ есть отличное от нуля решение некоторого разрешимого интегрального уравнения.

Для $x = x^k$, согласно (18), будем иметь

$$\bar{V}(x^k) = \bar{0}, \quad (23)$$

и так как эти равенства выполняются почти всюду на S_1 , а $\bar{V}(x)$ непрерывен вместе с производными, получим

$$\bar{V}(x) \equiv \bar{0}, \quad x \in S_1. \quad (24)$$

Умножим (24) на $\bar{\beta}(x)$, $x \in S_1$ и проинтегрируем по контуру S_1 :

$$\int_{S_1} \bar{\beta}(x) \left[\int_S \bar{\alpha}(y) \Gamma(x, y) ds_y \right] ds_x = 0.$$

Изменив порядок интегрирования, получим

$$\int_S \bar{\alpha}(y) \left[\int_{S_1} \bar{\beta}(x) \Gamma(x, y) ds_x \right] ds_y = \int_S \bar{\alpha}(y) \bar{V}_0(y) ds_y = 0,$$

откуда ввиду произвольности m, n, l следует (20).

Рассмотрим сейчас поведение потенциала (19) на бесконечности. Составляющие вектора (19) имеют вид

$$U_1(x) = \int_S \left\{ \alpha_1(y) \left[\ln r + \left(\frac{\partial r}{\partial y_1} \right)^2 \right] + \alpha_2(y) \frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2} \right\} ds_y, \quad (25)$$

$$V_1(x) = \int_S \left\{ \alpha_1(y) \frac{\partial r}{\partial y_1} \frac{\partial r}{\partial y_2} + \alpha_2(y) \left[\ln r + \left(\frac{\partial r}{\partial y_2} \right)^2 \right] \right\} ds_y. \quad (26)$$

Преобразование первого слагаемого в (25) дает

$$\int_S \alpha_1(y) \ln \frac{r}{R} ds_y + \ln R \int_S \alpha_1(y) ds_y + \int_S \alpha_1(y) \left[\frac{(x_1 - y_1)^2}{r^2} - \frac{(x_1 - x_1^k)^2}{R_1^2} \right] ds_y + \frac{(x_1 - x_1^k)^2}{R_1^2} \int_S \alpha_1(y) ds_y,$$

где R — расстояние точки x от начала координат, R_k — расстояние точки x от $x^k \in S_1$.

Ввиду (20) второй и последний члены исчезают, а третий, как легко вычислить, имеет порядок $o(r^{-1})$. Аналогично, второе слагаемое (25) имеет тот же порядок; остальные члены также стремятся к нулю. Аналогичный результат получим для (26). Таким образом, вектор $\bar{V}(x)$, определенный равенством (19), принимающий нулевые значения на S_1 и на бесконечности, по теореме единственности равен нулю:

$$\bar{V}(x) \equiv \bar{0}, \quad x \in B_e - B.$$

Вследствие аналитичности

$$\bar{V}(x) \equiv \bar{0}, \quad x \in B_e,$$

а вследствие непрерывности потенциала простого слоя



$$\bar{V}(x) \equiv \bar{0}, \quad x \in S,$$

и по теореме единственности $\bar{V}(x) \equiv \bar{0}$, $x \in B_i$.

Произведя над (25) операцию $X(x)$, а над (26) операцию $Y(x)$ по формулам (7) и переходя к пределу при $x \rightarrow y \in S$ соответственно изнутри и извне, получаем

$$\lim_{B_i \ni x \rightarrow y \in S} X(x) = -\alpha_1(y) + X_1(y) = -C \cos(n, y_2),$$

$$\lim_{B_e \ni x \rightarrow y \in S} X(x) = \alpha_1(y) + X_1(y) = C \cos(n, y_2),$$

$$\lim_{B_i \ni x \rightarrow y \in S} Y(x) = -\alpha_2(y) + Y_1(y) = C \cos(n, y_1),$$

$$\lim_{B_e \ni x \rightarrow y \in S} Y(x) = \alpha_2(y) + Y_1(y) = -C \cos(n, y_1),$$

где $X_1(y)$, $Y_1(y)$ — некоторые регулярные интегралы [3], откуда ввиду первого условия (18)

$$\alpha_1(y) = \alpha_2(y) = 0.$$

Когда $\bar{\alpha}(y) \in L_2$, все использованные выше свойства потенциала (19) сохраняются и $\bar{\alpha}(y) \equiv \bar{0}$ на S почти всюду. Это и означает полноту системы $\{\bar{\omega}_0(y), \bar{\omega}_{ik}(y)\}$.

Таким образом, теорема доказана.

4. Приступая к построению решения задачи (B), введем сначала некоторые новые обозначения. А именно пронумеруем систему $\{\bar{\omega}_{ik}(y)\}$

$$\bar{\omega}_{1k}(y) = \bar{\psi}_{2k-1}(y), \quad \bar{\omega}_{2k}(y) = \bar{\psi}_{2k}(y), \quad k = 1, 2, \dots \quad (27)$$

Совокупность $\{\bar{\psi}_k(y)\}$ заменим эквивалентной ортонормированной системой $\{\bar{\varphi}_i(y)\}$

$$\bar{\varphi}_i(y) = \sum_{j=1}^i A_{ij} \bar{\psi}_j(y), \quad i = 1, 2, \dots, \quad (28)$$

где A_{ij} — известные постоянные. К этой системе добавляем нормированный вектор $\bar{\varphi}_0(y) = \frac{\bar{\omega}_0(y)}{\|\bar{\omega}_0(y)\|}$.

Кoeffициенты Фурье Φ_i разложения неизвестного вектора $\bar{\varphi}(y)$ по функциям $\bar{\varphi}_i(y)$ можно найти из функционального уравнения (13), которое запишем теперь в виде

$$\bar{F}(x) = \int_S \bar{\varphi}(y) \Gamma(x, y) ds_y, \quad x \in B_e.$$

Придав переменной x значения $x^1, x^2, \dots, x^k \in S_1$, перепишем (29) в виде

$$\int_S \{ [\varphi_1(y) \psi_{2k-1,1}(y) + \varphi_2(y) \psi_{2k-1,2}(y)] \bar{i}_1 + [\varphi_1(y) \psi_{2k,1}(y) + \varphi_2(y) \psi_{2k,2}(y)] \bar{i}_2 \} ds_y = \bar{F}(x^k), \quad k = 1, 2, \dots$$

Имея в виду найти i -й коэффициент Фурье, где $i = 2s - 1$ или $i = 2s$, умножим первое равенство на вектор $\bar{A}_{i,1} = A_{i,1} \bar{i}_1 + A_{i,2} \bar{i}_2$, второе — на вектор $\bar{A}_{i,2} = A_{i,3} \bar{i}_1 + A_{i,4} \bar{i}_2$ и т. д., i -е равенство — на вектор $\bar{A}_{i,i} = A_{i,i} \bar{i}_1$ при i нечетном и на вектор $\bar{A}_{i,i} = A_{i-1,i} \bar{i}_1 + A_{i,i} \bar{i}_2$ при i четном; сложим полученные i равенства:

$$\int_S \left[\varphi_1(y) \sum_{k=1}^i A_{i,k} \psi_{k,1}(y) + \varphi_2(y) \sum_{k=1}^i A_{i,k} \psi_{k,2}(y) \right] ds_y = \sum_{k=1}^i \bar{A}_{i,k} \cdot \bar{F}(x^k),$$

$$\Phi_i = \sum_{k=1}^i \bar{A}_{i,k} \bar{F}(x^k), \quad \Phi_0 = \int_S \bar{\varphi}(y) \cdot \bar{\varphi}_0(y) ds. \quad (30)$$

Введем обозначения

$$\bar{\varphi}_N(y) = \sum_{i=0}^N \Phi_i \bar{\varphi}_i(y) \quad (31)$$

$$\bar{U}_N(x) = \int_S \bar{\varphi}_N(y) \Gamma(x, y) ds_y - \bar{F}(x) = \int_S \left[\sum_{i=0}^N \Phi_i \bar{\varphi}_i(y) \right] \Gamma(x, y) ds_y - \bar{F}(x), \quad x \in B_i. \quad (32)$$

$\bar{U}_N(x)$ есть регулярное в B_i решение уравнений (3). Легко доказать, что, когда $N \rightarrow \infty$, $\bar{U}_N(x) \rightarrow \bar{U}(x)$. Для этого нужно составить разность $\bar{U}(x) - \bar{U}_N(x)$, $x \in B_i$ и рассмотреть модуль проекций на оси координат

$$\begin{aligned} |U_j(x) - U_{Nj}(x)| &= \left| \int_S \left[\varphi_1(y) - \sum_{i=0}^N \Phi_i \varphi_{i,1}(y) \right] \Gamma_{j,1}(x, y) ds_y + \right. \\ &+ \left. \int_S \left[\varphi_2(y) - \sum_{i=0}^N \Phi_i \varphi_{i,2}(y) \right] \Gamma_{j,2}(x, y) ds_y \right| \cong \int_S \left| \varphi_1(y) - \right. \\ &- \left. \sum_{i=0}^N \Phi_i \varphi_{i,1}(y) \right| ds_y + \int_S \left| \varphi_2(y) - \sum_{i=0}^N \Phi_i \varphi_{i,2}(y) \right| |\Gamma_{j,2}(x, y)| ds_y, \quad j = 1, 2, \end{aligned}$$

откуда в силу неравенства Шварца—Буняковского, ограниченности величин Γ_{j1} и Γ_{j2} в B_i и сходимости в среднем рядов

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^N \Phi_i \varphi_{i1}(y) = \varphi_1(y), \quad \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^N \Phi_i \varphi_{i2}(y) = \varphi_2(y),$$

получаем

$$|U_j(x) - U_{Nj}(x)| < \varepsilon.$$

Следовательно,

$$\bar{U}(x) = \lim_{N \rightarrow \infty} \int_S \left[\sum_{i=0}^N \Phi_i \bar{\varphi}_i(y) \right] \Gamma(x, y) ds_y - \bar{F}(x), \quad x \in B_i, \quad (33)$$

является точным, а (32)—приближенным решением задачи.

В силу первого равенства (3) интеграл с членом $\bar{\varphi}_0(y)$ исчезает и решение определяется однозначно.

Наконец заметим, что, пользуясь существованием функции Грина, можно дать одно видоизменение решения нашей задачи в виде разложения граничных функций по способу Пиконе. Данный нами метод решения бигармонической задачи может найти применение в плоских задачах теории упругости и теории плит.

Краковский политехнический институт
Польша

(Поступило в редакцию 24.11.1964)

მათემატიკა

გვიდონ შეფერი

ძირითადი ბიჰარმონიული ამოცანის მიახლოებით
ამოხსნის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში მოცემულია ძირითადი ბიჰარმონიული სასაზღვრო ამოცანის ახალი მიახლოებითი ამოხსნა.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Д. Купрадзе. Методы потенциала в теории упругости. ФМ, М., 1963.
2. В. Д. Купрадзе. О приближенном решении предельных задач математической физики. III Всесоюзн. симп. по дифракции волн. Тбилиси, 24—30. IX. 1964. Рефераты докладов, изд. „Наука“, 1964.
3. G. Lauricella. Sur l'integration de l'equation relative à l'équilibre des plaques élastiques encastrées. Acta mathematica. 32, 1909.
4. P. Frank. R. Mises. Die Differential- und integralgleichungen der Mechanik und Physik. Braunschweig, 1930.

Л. А. ПЛАТАШВИЛИ

О ПРИБЛИЖЕННОМ РЕШЕНИИ ОДНОЙ ОБЩЕЙ
 ЗАДАЧИ СОПРЯЖЕНИЯ, ВСТРЕЧАЮЩЕЙСЯ В ЗАДАЧАХ
 ДИФФРАКЦИИ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 16.7.1964)

Пусть S есть гладкая замкнутая поверхность — общая граница конечной области B_i и бесконечной области B_a , дополняющей B_i до полного пространства.

Ищется функция $u(x)$, регулярная в $(B_i + B_a)$, из следующих условий:

1⁰. В области $(B_i + B_a)$ $u(x)$ есть решение уравнения колебаний с разрывным коэффициентом

$$\Delta u + k^2(x) u = F(x), \quad (1)$$

где

$$k^2(x) = \begin{cases} k_1^2, & x \in B_i, \\ k_2^2, & x \in B_a, \end{cases}$$

и $F(x)$ — заданная локальная функция.

2⁰. В точках поверхности S предельные изнутри (i) и извне (a) значения $u(x)$ и $\frac{\partial u(x)}{\partial n}$ выполняют условия сопряжения

$$u_i = u_a, \quad \frac{1}{k_1^2} \frac{\partial u}{\partial n_i} = \frac{1}{k_2^2} \frac{\partial u}{\partial n_a}. \quad (2)$$

3⁰. На бесконечности $u(x)$ удовлетворяет условию излучения.

К этой задаче приводится ряд важных задач математической физики, в частности задача дифракции электромагнитных волн (плоская задача), задача о распространении звука в неоднородной среде и др.

Теоремы существования и единственности для рассматриваемой задачи доказаны в работах [1, 2]. При достаточной гладкости S и функции $F(x)$ можно показать, что решение представляется формулами

$$u(x) = \frac{1}{4\pi} \int_S \varphi(y) \frac{\partial}{\partial n_y} \frac{e^{-ik_1 r}}{r} dS_y - \frac{1}{4\pi} \int_S \psi(y) \frac{e^{-ik_1 r}}{r} dS_y - \\ - \frac{1}{4\pi} \int_{B_i} F(y) \frac{e^{-ik_1 r}}{r} dv_y, \quad x \in B_i \quad (3)$$



$$u(x) = -\frac{1}{4\pi} \int_{S'} \varphi(y) \frac{\partial}{\partial n_y} \frac{e^{-ik_2 r}}{r} dS_y + \frac{c^2}{4\pi} \int_S \psi(y) \frac{e^{-ik_2 r}}{r} dS_y - \\ - \frac{1}{4\pi} \int_{B_a} F(y) \frac{e^{-ik_2 r}}{r} dv_y, \quad x \in B_a \quad (4)$$

где приняты обозначения

$$\varphi(y) = u_i(y), \quad \psi(y) = \frac{\partial u}{\partial n_i}, \quad c^2 = \frac{k_2^2}{k_1^2}$$

и нормаль направлена из B_a в B_i . При этом доказывается, что $(\varphi(y), \psi(y))$ является единственным решением системы функциональных уравнений

$$0 = \frac{1}{4\pi} \int_S \varphi(y) \frac{\partial}{\partial n_y} \frac{e^{-ik_1 r}}{r} dS_y - \frac{1}{4\pi} \int_{S'} \psi(y) \frac{e^{-ik_1 r}}{r} dS_y - \\ - \frac{1}{4\pi} \int_{B_i} F(y) \frac{e^{-ik_1 r}}{r} dv_y, \quad x \in B_a, \quad (3a)$$

$$0 = \frac{1}{4\pi} \int_S \varphi(y) \frac{\partial}{\partial n_y} \frac{e^{-ik_2 r}}{r} dS_y - \frac{c^2}{4\pi} \int_S \psi(y) \frac{e^{-ik_2 r}}{r} dS_y + \\ + \frac{1}{4\pi} \int_{B_a} F(y) \frac{e^{-ik_2 r}}{r} dv_y, \quad x \in B_i. \quad (4i)$$

В настоящей статье мы даем приближенное решение поставленной задачи в виде конечного отрезка некоторого равномерно сходящегося обобщенного ряда Фурье, который строится эффективно.

Это достигается распространением на граничные задачи с кусочно-неоднородными средами нового метода решения граничных задач, указанного в работе [3].

Пусть S_1 — произвольная гладкая замкнутая по верхности, лежащая в B_a — граница конечной области B_1 , содержащей строго внутри область B_i , и S_1' — произвольная гладкая замкнутая поверхность, лежащая в B_i и ограничивающая область B_i' , заключенную строго внутри B_i .

Пусть $\{x_a^{(k)}\}_{k=1,2,3,\dots}$ — счетное множество точек, расположенных всюду плотно на поверхности S_1 , а $\{x_i^{(k)}\}_{k=1,2,3,\dots}$ — счетное множество точек, расположенных всюду плотно на S_1' .

Введем векторы

$$\bar{\Phi}(y) = \begin{pmatrix} \varphi(y) \\ \psi(y) \end{pmatrix}$$

$$\Omega(x_a, x_i) = \left(\frac{1}{4\pi} \int_{B_i} F(y) \frac{e^{-ik_1 r}}{r} dv_y, - \frac{1}{4\pi} \int_{B_a} F(y) \frac{e^{-ik_2 r}}{r} dv_y \right),$$

где $x_a \in B_a$ — переменная точка внешней области, $x_i \in B_i$ — переменная точка внутренней области, и матрицу

$$\Gamma(x_a, x_i, y) = \left\| \begin{array}{cc} \frac{1}{4\pi} \frac{\partial}{\partial n} \frac{e^{-ik_1 r}}{r(x_a, y)}, & - \frac{1}{4\pi} \frac{e^{-ik_1 r}}{r(x_a, y)} \\ - \frac{1}{4\pi} \frac{\partial}{\partial n} \frac{e^{-ik_2 r}}{r(x_i, y)}, & \frac{c^2}{4\pi} \frac{e^{-ik_2 r}}{r(x_i, y)} \end{array} \right\|.$$

В этих обозначениях систему функциональных уравнений $\{(3_a), (4_i)\}$ можно записать в форме

$$\int_S \Gamma(x_a, x_i, y) \bar{\Phi}(y) dS_y = \Omega(x_a, x_i). \quad (*)$$

Пусть $\Gamma^{(1)}(x_a, y)$ и $\Gamma^{(2)}(x_i, y)$ — первая и вторая строки-векторы матрицы $\Gamma(x_a, x_i, y)$ соответственно и $\bar{v}_j(y)$ — последовательность векторов

$$\bar{v}_j(y) = \begin{cases} \Gamma^{(1)}(x_a^{(k)}, y), & k = \frac{j+1}{2}, \\ \Gamma^{(2)}(x_i^{(k)}, y), & k = \frac{j}{2}, \end{cases}$$

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

Теорема. Система $\{\bar{v}_j(y)\}_{j=1,2,3,\dots}$ линейно-независима и полна в пространстве $L_2(S)$ интегрируемых с квадратом и определенных на S векторов.

Предположим, что система $\{\bar{v}_j(y)\}$ линейно-зависима. Тогда найдутся постоянные $c_j (j=1, 2, \dots, N)$, среди которых по крайней мере одна отлична от нуля, такие, что

$$\sum_{j=1}^N c_j \bar{v}_j(y) \equiv 0 \quad (5)$$

для всех $y \in S$ и для хотя бы одного конечного N .

Очевидно, тождество (5) можно записать еще в виде

$$\sum_{m=1}^{N'} c_m \Gamma^{(1)}(x_a^{(p_m)}, y) + \sum_{m=1}^{N''} c'_m \Gamma^{(2)}(x_i^{(q_m)}, y) \equiv 0 \quad (6)$$

$(N' + N'' = N, p_m, q_m$ — целые числа) или в проекциях



$$\sum_{m=1}^{N'} c_m \frac{\partial}{\partial n} \frac{e^{-ik_1 r}}{r(x_a^{(p_m)}, y)} - \sum_{m=1}^{N''} c'_m \frac{\partial}{\partial n} \frac{e^{-ik_2 r}}{r(x_i^{(q_m)}, y)} \equiv 0, \quad (7)$$

$$\sum_{m=1}^{N'} c_m \frac{e^{-ik_1 r}}{r(x_a^{(p_m)}, y)} - c^2 \sum_{m=1}^{N''} c'_m \frac{e^{-ik_2 r}}{r(x_i^{(q_m)}, y)} \equiv 0. \quad (8)$$

Введем функцию

$$v(x) = \sum_{m=1}^{N'} c_m \frac{e^{-ik_1 r}}{r(x_a^{(p_m)}, x)} - c^2 \sum_{m=1}^{N''} c'_m \frac{e^{-ik_2 r}}{r(x_i^{(q_m)}, x)},$$

определенную для всех $x \in (S_1 + S'_1)$.

Обозначим

$$v_1(x) = \sum_{m=1}^{N'} c_m \frac{e^{-ik_1 r}}{r(x_a^{(p_m)}, x)}, \quad v_2(x) = c^2 \sum_{m=1}^{N''} c'_m \frac{e^{-ik_2 r}}{r(x_i^{(q_m)}, x)}.$$

Для $v_1(x)$ и $v_2(x)$ имеем

$$\Delta v_1 + k_1^2 v_1 = 0, \quad x \in B_i,$$

$$\Delta v_2 + k_2^2 v_2 = 0, \quad x \in B_a.$$

Кроме того, в силу (8)

$$(v_1)_i = (v_2)_a$$

и в силу (7)

$$\frac{1}{k_1^2} \frac{\partial v_1}{\partial n_i} = \frac{1}{k_2^2} \frac{\partial v_2}{\partial n_a}.$$

Рассмотрим функцию

$$V(x) = \begin{cases} v_1(x), & x \in B_i, \\ v_2(x), & x \in B_a. \end{cases}$$

$V(x)$ удовлетворяет уравнению

$$\Delta V + k^2(x) V = 0, \quad x \in (B_i + B_a),$$

$$k^2(x) = \begin{cases} k_1^2, & x \in B_i, \\ k_2^2, & x \in B_a, \end{cases}$$

условиям сопряжения на S

$$V_i = V_a, \quad \frac{1}{k_1^2} \frac{\partial V}{\partial n_i} = \frac{1}{k_2^2} \frac{\partial V}{\partial n_a}$$

и условию излучения на бесконечности.

Известно [3], что такая функция есть тождественный нуль и, следовательно, $V \equiv 0$, $x \in (B_i + B_a)$.

Таким образом,

$$v_1(x) \equiv 0, \quad x \in B_i; \quad v_2(x) \equiv 0, \quad x \in B_a.$$

Легко видеть, что $v_1(x)$ будет нулем во всей области метагармоничности, и в частности в области B_1 . Приближая точку $x \in B_1$ к $x_a^{(p_s)}$ достаточно близко и считая $c_s \neq 0$, мы можем сделать слагаемое $c_s \frac{e^{-ik_1 r}}{r(x_a^{(p_s)}, x)}$

сколь угодно большим по модулю, в то время как остальные слагаемые при этом будут ограниченными. Это противоречит доказанному выше равенству нулю функции $v_1(x)$. Аналогично $v_2(x)$ равна нулю во всей области метагармоничности, и в частности в области $(B_1 - B'_1)$. Приближая

точку x из этой области к $x_i^{(q_s)}$ достаточно близко и считая $c'_s \neq 0$, слагаемое $c'_s \frac{e^{-ik_2 r}}{r(x_i^{(q_s)}, x)}$ можем сделать сколь угодно большим по модулю,

оставляя остальные слагаемые ограниченными. Это противоречит доказанному равенству нулю функции $v_2(x)$ и, следовательно, $c_s = 0$, $c'_s = 0$. Это доказывает линейную независимость последовательности $\{\bar{v}_j(y)\}$.

Для доказательства полноты совокупности $\{\bar{v}_j(y)\}$ в пространстве $L_2(S)$ достаточно рассмотреть [4] пространство $C_{L_2}(S)$.

Пусть $\bar{\alpha}(y)$ — произвольный непрерывный вектор, определенный на S , ортогональный ко всем векторам системы $\{\bar{v}_j(y)\}$,

$$\int_S (\bar{v}_j(y) \bar{\alpha}(y), dS_y) = 0, \quad j = 1, 2, 3, \dots \quad (9)$$

Рассмотрим вектор

$$W(x_a, x_i) = \int_S \Gamma(x_a, x_i, y) \bar{\alpha}(y) dS_y = \left(\int_S (\Gamma^{(1)}(x_a, y) \bar{\alpha}(y)) dS_y, \int_S (\Gamma^{(2)}(x_i, y) \bar{\alpha}(y)) dS_y \right).$$

Для точек $\{x_a^{(k)}\}_{k=1,2,3,\dots}$ и $\{x_i^{(k)}\}_{k=1,2,3,\dots}$

в силу (9) имеем

$$\begin{aligned} W(x_a^{(k)}, x_i^{(k)}) &= \left(\int_S (\Gamma^{(1)}(x_a^{(k)}, y) \bar{\alpha}(y)) dS_y, \int_S (\Gamma^{(2)}(x_i^{(k)}, y) \bar{\alpha}(y)) dS_y \right) = \\ &= \left(\int_S (\bar{v}_{2k-1}(y) \bar{\alpha}(y)) dS_y, \int_S (\bar{v}_{2k}(y) \bar{\alpha}(y)) dS_y \right) = 0. \end{aligned}$$

Ввиду непрерывности $W(x_a, x_i)$ вместе с производными на S_1 и S_1' и так как точки $\{x_a^{(k)}\}_{k=1,2,3,\dots}$ и $\{x_i^{(k)}\}_{k=1,2,3,\dots}$ расположены всюду плотно на S_1 и S_1' соответственно, из предыдущих равенств имеем

$$W(x_a, x_i) \equiv 0, \quad x_a \in S_1, \quad x_i \in S_1'.$$

$W(x_a, x_i)$ — метагармоническая функция, удовлетворяющая условию излучения на бесконечности. В силу известных теорем единственности (см. [1]) для метагармонических функций и произвольности S_1' отсюда вытекает

$$W(x_a, x_i) \equiv 0, \quad x_a \in (B_a - B_1), \quad x_i \in B_1'.$$

Следовательно, $W(x_a, x_i) \equiv 0$ во всей области метагармоничности, и поэтому

$$\int_S \Gamma(x_a, x_i, y) \bar{\alpha}(y) dS_y = 0, \quad x_a \in B_a, \quad x_i \in B_i.$$

Проектируя это равенство на координатные оси, мы приходим к однородной системе функциональных уравнений, соответствующей системе $\{(3_a), (4_i)\}$. Отсюда вытекает, что $\bar{\alpha}(y) \equiv 0, y \in S$, и полнота совокупности $\{\bar{v}_j(y)\}$ доказана.

Применяя ортонормирование по Шмидту, строим новую ортонормированную полную совокупность

$$\bar{\varphi}_j(y) = \sum_{l=1}^j A_{jl} \bar{v}_l(y), \quad j=1, 2, 3, \dots$$

Пусть Φ_j — коэффициенты Фурье в разложении $\bar{\Phi}(y)$ по функциям $\{\bar{\varphi}_j(y)\}$:

$$\Phi_j = \int_S (\bar{\Phi}(y) \bar{\varphi}_j(y)) dS_y.$$

Следуя В. Д. Купрадзе [3], из (*) получаем

$$\Phi_j = \sum_{l=1}^s \bar{A}_{jl} \Omega(x_a^{(j)}, x_i^{(j)}),$$

где

$$\bar{A}_{jl} = A_{j, 2l-1} i_1 + A_{j, 2l} i_2, \quad s = \left[\frac{j+1}{2} \right],$$

i_1, i_2 — координатные орты. Искомый ряд Фурье для вектора $\Phi(y)$ имеет следующий вид:

$$\sum_{j=1}^{\infty} \sum_{l=1}^s (\bar{A}_{jl} \Omega(x_a^{(j)}, x_i^{(j)}) \bar{\varphi}_j(y)).$$

Но в полном гильбертовом пространстве ряд Фурье любого элемента по полной ортонормированной системе базисных элементов сходится среднеквадратически к этому элементу.

Пользуясь этим и неравенством Шварца—Буляковского, устанавливаем следующую теорему.

Теорема. Для точек $x \in (B_i + B_a)$ и для любого $\epsilon > 0$ найдется такое N_0 , что при $N > N_0$ будет выполняться неравенство

$$|u(x) - u^{(N)}(x)| < \epsilon,$$

где

$$u_N(x) = \int_S \Gamma(x_a, x_i, y) \left(\sum_{j=1}^N \Phi_j \bar{\varphi}_j(y) \right) dS_y - \Omega(x_a, x_i).$$

Это означает, что

$$u(x) = \lim_{N \rightarrow \infty} \int_S \Gamma(x_a, x_i, y) \left(\sum_{j=1}^N \Phi_j \bar{\varphi}_j(y) \right) dS_y - \Omega(x_a, x_i),$$

что мы и стремились показать.

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 17.7.1964)

დრეკადობის თეორია

ლ. პაატაშვილი

მიახლოებითი ამოხსნა შეუღლებების ერთი ზოგადი ამოცანისა, რომელიც აღწერს დიფრაქციის მოვლენას

რ ე ბ ი უ მ ე

ვთქვათ S შეკრული გლუვი ზედაპირია, რომელიც ჰყოფს სასრულ B_i და უსასრულო B_a არეს.

ვეძებთ რეგულარულ $u(x)$ ფუნქციას, რომელიც 1^0 . $(B_i + B_a)$ არეში ამოხსნა დიფერენციალური განტოლებისა

$$\Delta u + k^2(x) u = F(x),$$

$$k^2(x) = \begin{cases} k_1^2, & x \in B_i \\ k_2^2, & x \in B_a; \end{cases}$$

და $F(x)$ მოცემული ლოკალური ფუნქციაა.

2^0 . $u(x)$ და $\frac{\partial u(x)}{\partial n}$ -ის ზღვრული მნიშვნელობები S -ის წერტილებში შიგნიდან (i) და გარედან (a) აკმაყოფილებენ შეუღლების შემდეგ პირობებს:

$$u_i|_S = u_a|_S \quad \frac{1}{k_1^2} \frac{\partial u}{\partial n_i} = \frac{1}{k_2^2} \frac{\partial u}{\partial n_a}.$$

3^o. უსასრულობაში $u(x)$ აკმაყოფილებს გამოსხივების პირობებს. ამ ამოცანის ამოსახსნელად შრომაში [3] მოცემულ სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნის მეთოდს ჩვენ ვავრცელებთ უზნობრივ არაერთგვაროვან არეებზე და მიახლოებით ამოხსნას ვღებულობთ თანაბრად კრებადი განზოგადებული ფურიეს მწკრივის სასრული მონაკვეთის სახით.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Д. Купрадзе. Граничные задачи теории колебаний и интегральные уравнения. Гостехиздат, 1950.
2. Д. З. Авазашвили. Вторая основная граничная задача теории электромагнитных колебаний. Труды Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина, № 8 (93), 1963.
3. В. Д. Купрадзе. Методы потенциала в теории упругости. М., 1963.
4. В. Д. Купрадзе. О полноте некоторых классов функций. Сообщения АН ГССР, XXXVII:2, 1965.

Т. Г. ЖГЕНТИ, Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ

АНАЛИЗ РАБОТЫ АВТОГЕНЕРАТОРА НА ТУННЕЛЬНОМ ДИОДЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ¹

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 10.9.1964)

1. С целью графического или аналитического исследования зависимости амплитуды и частоты колебаний автогенератора на туннельном диоде можно использовать экспериментальные вольт-амперные характеристики диода при разных значениях температуры или исходить из теоретической зависимости для туннельного эффекта [1] и диодной теории выпрямления на $p-n$ -переходе [2].

В первом случае полученные результаты могут быть рекомендованы для практических расчетов, которые, однако, будут пригодны только для данного типа диода.

Во втором случае полученные результаты будут более общими, однако практическое использование их, как будет показано ниже, сталкивается с некоторыми трудностями.

В этой работе рассмотрены оба случая, причем для аналитической записи вольт-амперной характеристики туннельного диода произведено суммирование туннельного и диффузионного токов. Этим приемом получена явная зависимость силы тока от температуры.

2. На рис. 1 представлена принципиальная схема автогенератора на туннельном диоде. Уравнение движения для принятых на указанном рисунке обозначений имеет следующий вид:

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + u = -\omega_0^2 \left(RC + L \frac{dI}{dt} \right) \frac{du}{dt} - R \cdot I(u) + u_0, \quad (1)$$

где $t = \omega_0 t_1$; t_1 —текущее время, $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$.

Введя новое переменное $x = u - u_0$, вместо (1) получим

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + x = -\omega_0^2 \left(RC + L \frac{dI}{dt} \right) \frac{dx}{dt} - R \cdot I(x). \quad (2)$$

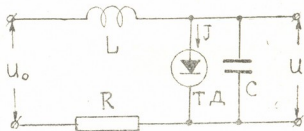


Рис. 1

¹ Доложено на II научной конференции физиков вузов ГССР в мае 1963 г.



Для решения этого уравнения необходимо аналитическое задание функциональной зависимости $I=f(x, T)$, где T —абсолютная температура. На рис. 2 приведены вольт-амперные характеристики туннельного диода при разных значениях температуры, заимствованные из работы [3]. Аппроксимируя эти характеристики полиномом третьей степени

$$I(x) = -x(a - bx^2), \quad (3)$$

подставляя (3) в (2) и решая полученное дифференциальное уравнение методом, предложенным в работе [4], для амплитуды и частоты стационарных колебаний находим

$$A = 2\sqrt{(LA - RC)/3Lb}, \quad (4)$$

$$f = f_0 \sqrt{1 + R\left(a - \frac{3}{4}bA^2\right)}. \quad (5)$$

Входящие в эти выражения величины a и b , которые фигурируют также в (3), являются функциями температуры (зависимостью остальных параметров генератора от температуры мы пренебрегаем).

На рис. 3 построены графики зависимостей $a=a(T)$ и $b=b(T)$ с помощью характеристик, представленных на рис. 2. Вычисление коэффициентов a и b проводилось при помощи формул

$$a = (3/2)(I_m/I_0),$$

$$b = \frac{1}{2} I_m/u_0^3,$$

где величины I_m и u_0 определялись из вольт-амперных характеристик в предположении, что рабочая точка лежит в середине подающего участка (рис. 4).

Из формулы (3) нетрудно усмотреть, что величина a представляет собой крутизну характеристики в рабочей точке, а из приведенных графиков (рис. 3) следует, что она монотонно

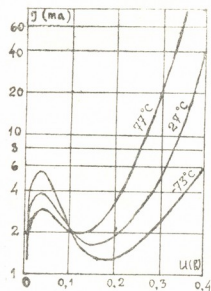


Рис. 2

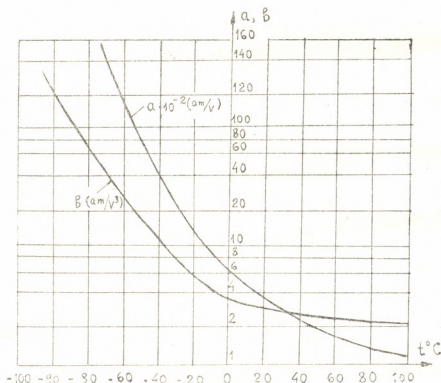


Рис. 3

убывает с ростом температуры. Согласно (4), при фиксированных значениях L , R и C реализуется убывание амплитуды автоколебаний; при температуре $t=t^*$, определяемой из уравнения

$$a(t^*) = RC/L,$$

наступит срыв колебаний, так как в данном случае амплитуда последней обращается в нуль. Так, например, если $R=5$ ом, $C=10^{-9}$ р, $L=250$ мкги для температуры, при которой наступает срыв колебаний, получаем $t^*=45^\circ\text{C}$.

На рис. 5 построен график зависимости амплитуды колебаний как функции температуры при вышеприведенных значениях параметров R , C , L . Из графика видно, что в довольно широком интервале изменения температуры ($-70^\circ\text{C} \div -30^\circ\text{C}$) амплитуда колебаний изменяется незначительно.

Относительные изменения амплитуды и частоты колебаний в соответствии с (4) и (5) имеют вид

$$\frac{\Delta A}{A} = -\frac{\Delta b}{b} + L \Delta a / L a - RC,$$

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{1}{2} R \left[\Delta a - 0,75 A^2 \left(3 \Delta b - \frac{2}{3} \frac{\Delta a}{A^2} \right) \right] \cong \frac{1}{2} \Delta a \cdot R,$$

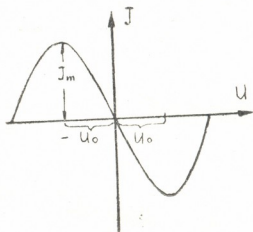


Рис. 4

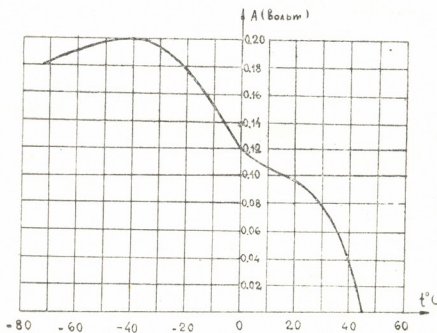


Рис. 5

откуда по заданным Δa и Δb , а также при фиксированных L , R и C легко определяются величины $\frac{\Delta A}{A}$ и $\frac{\Delta f}{f}$.



3. Для нахождения аналитической зависимости амплитуды и частоты автоколебаний от температуры используем известные соотношения для диодного тока [1], [2]

$$i_1 = A_1^* \operatorname{sh} \left(\frac{qu}{2kT} \right) \left(\frac{\Delta E - qu}{2kT} \right) I_1 \left(\frac{\Delta E - qu}{2kT} \right) \quad (\text{при } \Delta E \ll kT), \quad (6)$$

$$i_2 = A_2^* (\Delta E - qu)^2 (1 - e^{-qu/kT}) \quad (\text{при } \Delta E \gg kT), \quad (7)$$

где $i_1(u)$ и $i_2(u)$ — туннельные токи; q — заряд электрона; k — постоянная Больцмана; T — абсолютная температура, u — разность потенциала на диоде; A_1^* и A_2^* — некоторые постоянные, выражения которых приводятся ниже.

Кроме токов (6) и (7), в туннельном диоде течет так называемый диффузионный ток [2], определяемый формулой

$$i(u) = i_s (e^{qu/kT} - 1), \quad (8)$$

где

$$i_s = q \left(n_p \frac{D_n}{l_n} + \frac{D_p}{l_p} p_n \right) \cdot F,$$

причем n_p — концентрация электронов в p -области; p_n — концентрация дырок в n -области; D_n и D_p — коэффициенты диффузии для электронов и дырок; l_n и l_p — диффузионная длина пробега для электрона и дырки соответственно, F — площадь перехода.

Теперь можно принять, что сумма $I(u) = i_1(u) + i(u)$ представляет собой вольт-амперную характеристику диода при $\Delta E \ll kT$, а сумма $I(u) = i_2(u) + i(u)$ при $\Delta E \gg kT$.

Рассмотрим сперва случай $\Delta E \ll kT$, тогда, разлагая функции $\operatorname{sh}(qu/2kT)$, $I_1\left(\frac{\Delta E - kT}{2kT}\right)$ и $e^{qu/kT}$ в ряд по степеням $\Delta E/kT$ и ограничиваясь кубическим членом разложения, получаем

$$I(u) = A^{(1)}u - A^{(2)}u^2 + A^{(3)}u^3, \quad (9)$$

где

$$\begin{aligned} A^{(1)} &= \frac{qA_1^* \Delta E^2}{(2kT)^2} \frac{1}{4kT} (1 - \Delta E^2/16k^2T^2) + i_s q/kT, \\ A^{(2)} &= \frac{q^2 A_1^* \Delta E}{(2kT)^2} \frac{\Delta E}{4kT} (1 - \Delta E^2/16k^2T^2) + \\ &+ \frac{q^2 A_1^* \Delta E}{(2kT)^2} \frac{1}{4kT} \left(1 - \frac{3\Delta E^2}{16k^2T^2} \right) - i_s q^2/2(kT)^2, \\ A^{(3)} &= \frac{\Delta E}{2kT} \frac{i_s}{6} \left(\frac{q}{2kT} \right)^3 \frac{\Delta E}{4kT} (1 - \Delta E^2/16k^2T^2) + \\ &+ \frac{A_1^* q^3}{(2kT)^2} \frac{1}{4kT} (1 - 3\Delta E^2/16k^2T^2) - \frac{A_1^* q}{2kT} \frac{3q^2 \Delta E^2}{64k^2T^3} \times \\ &\times \frac{\Delta E}{4kT} (1 - \Delta E^2/16k^2T^2) + (i_s/6) (q/kT)^3. \end{aligned} \quad (10)$$

Введя новую переменную $x = u - u_0$, вместо (9) получим

$$I(x) = -x(a - bx^2), \quad (11)$$

где

$$a = \frac{1}{3} \frac{[A^{(2)}]^2}{A^{(3)}} - A^{(1)}, \quad b = A^{(3)}. \quad (12)$$

В выражении (11) отсутствует квадратичный член. Это означает, что работа генератора реализована в мягком режиме самовозбуждения, когда рабочая точка находится в середине прямолинейного участка характеристики диода. Это, в свою очередь, реализуется путем соответствующего подбора величины смещения u_0 , который в данном случае удовлетворяет условию

$$u_0 = A^{(2)}/3 A^{(3)}.$$

Подставляя его в (12), получаем $a = 3 A^{(3)} u_0^2 - A^{(1)}$. Учитывая теперь, что $\Delta E/kT \ll 1$ и что в данном случае диффузионный ток мал, получаем

$$\left. \begin{aligned} a &\approx \frac{A_1^* q}{16 k^3 T^3} (3 q u_0^2 - \Delta E^2), \\ b &\approx A_1^* q^3 / 16 k^3 T^3. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Подставляя эти выражения в (4) и (5), окончательно находим

$$A = 2 \sqrt{\frac{(L A_1^* q / 16 k^3 T^3) (3 q^2 u_0^2 - \Delta E^2) - R C}{3 L A_1^* q^3 / 16 k^3 T^3}}, \quad (14)$$

$$f = f_0 \sqrt{1 + R \left\{ \frac{q A_1^*}{16 k^3 T^3} (3 q^2 u_0^2 - \Delta E^2) - \frac{3}{4} A^2 A_1^* q^3 / 16 k^3 T^3 \right\}}. \quad (15)$$

Величина A_1^* , входящая в эти выражения, дается формулой [1]

$$A_1^* \approx \frac{q \tau}{\pi^{5/2}} \frac{(m_n m_p)^{3/2}}{h^6} k^2 T^2. \quad (q < 0). \quad (16)$$

Здесь Z —вероятность перехода электрона из зоны проводимости в валентную зону с энергией E ; m_n —эффективная масса электрона; m_p —эффективная масса дырки; h —постоянная Планка.

Итак, выражения (14) и (15) с учетом (16) определяют аналитические зависимости амплитуды и частоты колебаний генератора от температуры.

Сделаем несколько замечаний относительно полученных результатов:
а) величина

$$S = \frac{q^2 \tau}{16 \pi^{5/2} h^6} (3 q^2 u_0^2 - \Delta E^2) / k T \quad (*)$$

представляет собой крутизну характеристики диода в рабочей точке; при $u_0 \rightarrow \Delta E/q \sqrt{3}$ имеем $S \rightarrow 0$, следовательно, ухудшится условие самовозбуждения схемы;

б) если величина S будет определена экспериментально для данного типа диода, тогда формула (*) даст возможность определения величины ζ при фиксированных значениях остальных членов, входящих в (*).

Рассмотрим теперь второй случай $\Delta E \gg kT$, тогда характеристика диода описывается формулой

$$I(u) = A_2^* (\Delta E - qu)^2 (1 - e^{-qu/kT}) + i_s (e^{qu/kT} - 1). \quad (17)$$

Введя опять переменную $x = u - u_0$, выражение (19) можно свести к виду

$$I(x) = A_0 - A_1 x + A_2 x^2 - A_3 e^{-\gamma x} + A_4 x e^{-\gamma x} - A_5 x^2 e^{-\gamma x}, \quad (18)$$

где

$$\left. \begin{aligned} A_0 + A_2^* (\Delta E^2 - 2 \Delta E qu_0 + q^2 u_0^2) - i_s, \\ A_1 = 2 (\Delta E - qu_0) A_2^*, \quad A_2 = q^2 A_1^*, \\ A_3 = e^{-qu_0/kT} A_2^* (\Delta E^2 - 2 \Delta E qu_0 + q^2 u_0^2), \\ A_4 = 2 (\Delta E - qu_0) e^{-qu_0/kT} A_2^*, \quad A_5 = A_2^* q^2 e^{-qu_0/kT}, \\ A_6 = i_s e^{qu_0/kT}. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Подставляя (18) в (2) и совершая интегрирование, для стационарно-го режима находим, что амплитуда колебаний определяется уравнением

$$\frac{B_0 \gamma}{2} A - B_1 I_1(\gamma A) + B_2 A I_2(\gamma A) - B_3 A^2 [I_1(\gamma A) - I_2(\gamma A)] = 0, \quad (20)$$

где

$$B_0 = RC - LA_1, \quad B_1 = \gamma LA_3 + A_4 + L\gamma A_6; \quad B_2 = L(\gamma A_4 + 2A_5) \quad B_3 = \gamma LA_5;$$

$I_1(\gamma A)$ — модифицированная функция Бесселя.

При малых значениях для амплитуды колебаний из (20) получаем

$$A = \sqrt{Q/D}, \quad (21)$$

где

$$Q = \frac{\gamma}{2} (L\gamma A_3 + A_4 + LA_6\gamma - RC + LA_1), \quad (22)$$

$$D = \frac{\gamma^3}{16} (L\gamma A_3 + A_4 + L\gamma A_6) - \frac{\gamma^2 L}{4} (\gamma A_4 + 2A_5) + \frac{L\gamma^2}{2} A_5. \quad (23)$$

Частота колебаний в данном случае определяется формулой

$$f = f_0 \sqrt{1 - 2RA_2^* (\Delta E - qu_0) (1 + e^{-qu_0/kT})}. \quad (24)$$

Величина A_2^* определяется формулой $A_2^* = \frac{q\zeta}{16\pi^3} (m_n m_p)^{5/2} / h^6$.

Если в (21) мы подставим значения (20) и (21) с учетом (19), получим явную зависимость амплитуды колебаний от температуры.

თ. ჟღანტი, ბ. ჭვანიშვილი

გვირაბულ დიოდზე აგებული ავტოგენერატორის მუშაობის
ანალიზი სხვადასხვა ტემპერატურაზე

რ ე ზ ი უ მ ე

გვირაბულ დიოდზე მომუშავე ავტოგენერატორის რხევების ამპლიტუდისა და სიხშირის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების დასადგენად შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს დიოდის ექსპერიმენტული ვოლტამპერული მახასიათებლები ტემპერატურის სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის, ან შეიძლება დავეყრდნოთ გვირაბულ ეფექტის და $p-n$ გადასასვლელზე გამართვის დიოდურ თეორიას.

ამის შედეგად მიღებულ იქნა რხევების ამპლიტუდისა და სიხშირის დამოკიდებულებები ტემპერატურაზე. შესაძლებელი ხდება აგრეთვე დადგენილ იქნეს დიოდის მახასიათებლის დახრილობის დამოკიდებულების დადგენა ტემპერატურაზე.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Дешамп. Туннельные диоды. Зарубежная радиоэлектроника, № 10, 1961, 68—78.
2. Г. Е. Пикус. Контактные явления. Полупроводники в науке и технике, 1, 1957, изд. АН СССР, М., 148—220.
3. Туннельные диоды. Сб. статей под ред. В. И. Фистуля. ИЛ, М., 1961.
4. Г. Ш. Кеванишвили. К теории нелинейных колебаний. Радиотехника, № 9, 1959.

Ш. Л. БЕБИАШВИЛИ, О. М. НАМИЧЕЙШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 20.9.1964)

При повышении надежности и долговечности аппаратуры методами резервирования возникает задача обеспечения требуемых показателей работоспособности как можно более экономно, т. е. встает задача оптимального резервирования.

Впервые четкая математическая формулировка этой проблемы была дана в работе [1]. В последующем задачам оптимального резервирования было посвящено значительное число работ советских и зарубежных авторов [2—3]. Возможна постановка следующих двух инверсных по отношению друг к другу задач: 1) обеспечить резервированием системы, состоящей из n элементов, вероятность ее безотказной работы не менее Q_0 при минимальной „цене“, понимаемой в смысле стоимости, веса, габаритов; 2) обеспечить для той же системы резервированием максимально возможную вероятность безотказной работы так, чтобы „цена“ системы не превышала заранее оговариваемой величины W_0 (стоимости, веса, габаритов и т. д.).

В настоящей заметке применительно к задачам оптимального резервирования и некоторым смежным проблемам излагается графоаналитический метод. В предположении высокой надежности основных и резервных элементов удастся получить аналитические решения в замкнутой форме, а также предлагается алгоритм отбора целочисленных решений.

Основные задачи

Пусть задается сложная система, состоящая из n независимых и последовательно соединенных элементов A_1, A_2, \dots, A_n , с каждым из которых связаны вероятности отказа p_i ($0 < p_i < 1$).

Для любого фиксированного момента времени t вероятность надежной работы этой системы есть

$$Q' = \prod_{i=1}^n (1 - p_i), \quad (1)$$

а „цена“ ее составляет величину

$$W' = \sum_{i=1}^n r_i, \quad (2)$$

где r_i ($r_i > 0$) — „цена“ i -го элемента системы.

Предполагается, что с целью повышения надежности применяется схема элементарного резервирования с переключающими устройствами, вероятность отказа π_i которых отлична от нуля. При этом за повреждение элемента полагается обрыв.



Тогда вероятность надежной работы указанной системы примет вид

$$Q = \prod_{i=1}^n (1 - p_i P_i^{k_i - 1}), \quad (3)$$

а „цена“ ее возрастет до величины

$$W = \sum_{i=1}^n k_i (r_i + R_i) - \sum_{i=1}^n R_i, \quad (4)$$

где R_i ($R_i > 0$) — „цена“ переключающего устройства, примененного в i -м узле системы; k_i — количество элементов в любом i -м узле, а $P_i = p_i + \pi_i - p_i \pi_i$.

Требуется найти такое распределение элементов в узлах $k_i = k_i(p_i, \pi_i)$, при котором выражаемая формулой (4) „цена“ резервированной поэлементно системы окажется минимальной $W = W_{\min}$, а нужный уровень надежности ее $Q = Q_0$ будет обеспечен.

Пусть k_i есть искомое распределение элементов в узлах сложной резервированной поэлементно системы, обеспечивающее заданный уровень надежности ее $Q = Q_0$. Тогда (3) и (4) примет вид

$$W = k_v (r_v + R_v) + \sum_{i=1}^{n'} k_i (r_i + R_i) - \sum_{i=1}^n R_i, \quad (5)$$

$$Q_0 = (1 - p_v P_v^{k_v - 1}) \cdot \prod_{i=1}^{n'} (1 - p_i P_i^{k_i - 1}). \quad (6)$$

Здесь $\sum_{i=1}^{n'} \dots \left(\prod_{i=1}^n \dots \right)$ означает, что в данной сумме (в произведении)

отсутствует член с индексом v .

Вставив значение k_v из (6) в (5) и приравняв нулю частные производные W по k_i , получим

$$\frac{p_i P_i^{k_i - 1} \ln P_i}{(1 - p_i P_i^{k_i - 1}) \cdot (r_i + R_i)} = \frac{p_v P_v^{k_v - 1} \ln P_v}{(1 - p_v P_v^{k_v - 1}) \cdot (r_v + R_v)}, \quad (*)$$

что выражает собой закон постоянства

$$\frac{\partial Q_i}{\partial k_i} \cdot \frac{1}{Q_i (r_i + R_i)} = \text{Const},$$

где $Q_i = 1 - p_i P_i^{k_i - 1}$.

В обозначениях $X_i = 1/p_i P_i^{k_i - 1}$; $X_v = 1/p_v P_v^{k_v - 1}$ соотношение (*) примет вид

$$\frac{1 - X_i}{\ln P_i} (r_i + R_i) = \frac{1 - X_v}{\ln P_v} (r_v + R_v) \equiv u.$$

Следовательно,

$$X_i = 1 - \frac{u}{r_i + R_i} \cdot \ln P_i, \quad k_i = 1 - \frac{\ln X_i + \ln p_i}{\ln P_i}.$$

По условию, $Q = Q_0$, т. е.

$$Q_0 = \prod_{i=1}^n \left(1 - p_i P_i^{-\frac{\ln X_i + \ln p_i}{\ln P_i}} \right). \quad (8)$$

Пересечение прямой $y = Q_0$ с кривой

$$y = \prod_{i=1}^n \left(1 - p_i P_i^{-\frac{\ln p_i + \ln \left(1 - \frac{u}{r_i + R_i} \ln P_i \right)}{\ln P_i}} \right)$$

дает на координатной плоскости (u, y) некоторую точку $u = U_0$. Это есть то значение u , при котором распределение k_i -элементов в узлах системы обеспечивает нужный уровень надежности ее при минимальной „цене“. Для любого $X_i (i = 1, 2, \dots, n)$ через U_0 имеем

$$X_{i/u=U_0} = 1 - \frac{U_0}{r_i + R_i} \cdot \ln P_i. \quad (9)$$

Искомое распределение определится формулой

$$k_i = 1 - \frac{\ln X_{i/u=U_0} + \ln p_i}{\ln P_i}. \quad (10)$$

Рассмотренная задача допускает решение в замкнутой аналитической форме, если надежность элементов и переключателей системы весьма высока:

$$p_i \ll 1; \quad P_i \ll 1; \quad 1 \gg p_i P_i^{k_i - 1}. \quad (11)$$

В этом случае соотношение (*) примет вид

$$\frac{p_i P_i^{k_i - 1} \ln P_i}{r_i + R_i} = \text{Const}, \quad (12)$$

а требуемая надежность —

$$Q_0 = \prod_{i=1}^n (1 - p_i P_i^{k_i - 1}) \cong 1 - \sum_{i=1}^n p_i P_i^{k_i - 1}. \quad (13)$$

Решение системы уравнений (12) и (13) дает

$$k_i = \frac{\left[\frac{A_i}{B_i} (1 - Q_0) \right]}{\ln P_i}, \quad (14)$$

где $A_i = P_i \frac{r_i + R_i}{\ln P_i}$ и $B_i = p_i \sum_{i=1}^n \frac{r_i + R_i}{\ln P_i}$.

Легко видеть, что выражение (14) является обобщением формулы, полученной в работе [3], и при $R_i = 0$, $P_i = p_i$ переходит в ту, которая приведена в последней.

Значения k_i , определяемые по соотношениям (10) и (14), являются, вообще говоря, нецелочисленными. По смыслу же задачи интерес представляют только целочисленные значения $k_i = k_{ic}$.



Целочисленные значения k_{ic} , обеспечивающие минимум функции (4) при условии $Q=Q_0$, следует искать среди целых чисел, отличающихся от k_i не более чем на единицу [2].

В последовательности n чисел k_1, k_2, \dots, k_n , каждый элемент может быть округлен до целого k_{ic} двумя способами: в сторону уменьшения— O_i и в сторону увеличения— I_i . Поэтому имеется возможность составить искомое целочисленное распределение в 2^n вариантах:

	1	2	3	...	$n-1$	n
1	O_1	O_2	O_3	...	O_{n-1}	O_n
2	O_1	O_2	O_3	...	O_{n-1}	I_n
3	O_1	O_2	O_3	...	I_{n-1}	O_n
4	O_1	O_2	O_3	...	I_{n-1}	I_n
...
2^{n+1}	I_1	I_2	I_3	...	I_{n-1}	O_n
2^n	I_1	I_2	I_3	...	I_{n-1}	I_n

Здесь каждый последующий ряд получается из предыдущего формальным правилом логического сложения по модулю два.

Строгое решение задачи подразумевает рассмотрение всех 2^n вариантов и отбор такой системы $\{k_{ic}\}$, которая удовлетворяет требованиям

$$Q_c \equiv \prod_{i=1}^n (1 - p_i P_i^{k_{ic}-1}) \equiv Q_0, \quad (15)$$

$$0 \equiv \sum_{i=1}^n (k_{ic} - k_i) \cdot (r_i + R_i) = \min \quad (16)$$

и дополнительному условию

$$\sum_{i=1}^n (k_{ic} - k_i) = \min, \quad (17)$$

если несколько систем $\{k_{ic}\}$ дадут одинаковый положительный минимум (16).

Для решения в форме (14) условие (15) можно написать в следующем виде:

$$Q_c \equiv 1 - \sum_{i=1}^n p_i P_i^{k_{ic}-1} \equiv Q_0. \quad (15^*)$$

Что касается второй задачи, в ней требуется найти такое распределение элементов в узлах $k_i = k_i(p_i, \pi_i)$, при котором задаваемая формулой (4) «цена» резервированной системы не превысит заранее оговариваемой величины $W = W_0$, а обеспечиваемая при этом надежность ее максимальна: $Q = Q_{\max}$. Решение дается формулой

$$k_i = 1 - \frac{\ln p_i + \ln \left(1 - \frac{U_o}{r_i + R_i} \ln P_i \right)}{\ln P_i}, \quad (18)$$

где U_o определяется как точка пересечения прямой $y = W_o$ с кривой

$$y = \sum_{i=1}^n (r_i + R_i) \left[1 - \frac{\ln p_i + \ln \left(1 - \frac{u}{r_i + R_i} \ln P_i \right)}{\ln P_i} \right] - \sum_{i=1}^n R_i$$

на координатной плоскости (u, y) .

Рассматриваемая задача, как и первая, допускает решение в замкнутой аналитической форме, если предполагать, что надежность элементов и переключателей системы удовлетворяет условиям (II).

В этом случае для определения k_i получаем следующую систему уравнений с неизвестными Const и k_i :

$$\left. \begin{aligned} p_i P_i^{k_i - 1} \ln P_i &= \text{Const} (r_i + R_i), \\ \sum_{i=1}^n k_i (r_i + R_i) &= W_o + \sum_{i=1}^n R_i, \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Окончательный результат представляется в замкнутой аналитической форме

$$k_i = \frac{1}{\ln P_i} \left\{ \ln \left(\frac{A_i}{p_i} \right) + \frac{p_i}{B_i} \left[W_o + \sum_{i=1}^n R_i - \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{P_i} \ln \left(\frac{A_i}{p_i} \right) \right] \right\}. \quad (20)$$

Пренебрегая вероятностью отказов переключателей, получаем

$$k_i = \frac{1}{\ln p_i} \left\{ \ln \left(\frac{r_i}{\ln p_i} \right) + \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{r_i}{\ln p_i}} \left[W_o - \sum_{i=1}^n \frac{r_i}{\ln p_i} \ln \left(\frac{r_i}{\ln p_i} \right) \right] \right\}. \quad (20^*)$$

Соотношение, приведенное для рассматриваемого случая в работе [3], может быть получено из (20*) при дополнительном ограничении:

$$\ln \left(\frac{r_i}{\ln p_i} \right) \approx \text{Const}.$$

В этом случае

$$k_i \approx \frac{W_o / \ln p_i}{\sum_{i=1}^n \frac{r_i}{\ln p_i}}. \quad (21)$$

Отбор целочисленных распределений проводится по условиям

$$W_c \equiv \sum_{i=1}^n (r_i + R_i) k_{ic} - \sum_{i=1}^n R_i \leq W_o, \quad (22)$$



$$O \cong \prod_{i=1}^n (1 - p_i P_i^{k_i-1}) - \prod_{i=1}^n (1 - p_i P_i^{k_{ic}-1}) = \min. \quad (23)$$

Если несколько систем $\{k_{ic}\}$ дадут одинаковый положительный минимум, то среди них придется выбрать ту, которая удовлетворит дополнительному условию

$$\sum_{i=1}^n (k_i - k_{ic}) = \max. \quad (24)$$

Для решений в форме (20) условие (23) следует написать в виде

$$O \cong \sum_{i=1}^n p_i (P_i^{k_{ic}-1} - P_i^{k_i-1}) = \min. \quad (23^*)$$

Учет восстановления отказавших элементов

Предыдущие задачи были решены без учета восстановления поврежденных элементов, хотя на практике последнее применяется весьма часто, поскольку эффективность резервирования при этом значительно повышается. Для систем с восстановлением поврежденных элементов основной характеристикой надежности служит вероятность Q заставить систему в нормальном состоянии в произвольный момент времени. В литературе для этой характеристики распространено название коэффициента готовности.

Для системы, состоящей из n независимых и последовательно соединенных элементов с k_i — i -резервами при каждом из них, указанная величина является функцией k_i , которая определяет „цену“ сложной системы.

Если τ_i есть среднее время ремонта элемента i -го типа, а T_i —среднее время безотказной работы его, то вероятность p_i заставить этот элемент в поврежденном состоянии в произвольный момент времени представится отношением

$$p_i = \frac{\tau_i}{T_i + \tau_i}.$$

Аналогично выразится вероятность заставить в поврежденном состоянии i -й переключатель в произвольный момент времени

$$p_{ni} = \frac{\tau_{ni}}{T_{ni} + \tau_{ni}}.$$

Коэффициент готовности системы

$$Q = \prod_{i=1}^n (1 - p_i P_i^{k_i-1}), \quad (25)$$

где $P = p_i + p_{ni} - p_i p_{ni}$.

„Цена“ же содержания ее в готовности определится как

$$W = \sum_{i=1}^n k_i (r_i + R_i) - \sum_{i=1}^n R_i. \quad (26)$$

Здесь $r_i (r_i > 0)$ есть „цена“ содержания одного элемента i -го типа в исправном состоянии, а $R_i (R_i > 0)$ — „цена“ содержания одного переключателя i -го типа в исправном состоянии.

Если за время ремонта любого элемента или переключателя вторичные отказы не возникают, то задачу оптимального резервирования с учетом восстановления в первом случае можно сформулировать как требование найти такое распределение $k_i = k_i(p_i, p_{pi})$, при котором нужный уровень готовности системы $Q = Q_0$ обеспечен, а „цена“ этой готовности, определяемая выражением (26), минимальна.

В другом случае ищется распределение, обеспечивающее максимум коэффициента готовности при заранее оговариваемой „цене“ $W = W_0$ содержания сложной системы в исправном состоянии.

Из приведенных формулировок следует, что методика отыскания решений данных задач ничем не отличается от описанной в предыдущем параграфе. В частности, в первом приближении можно ограничиться результатами (14) и (20).

Если отказы i -го типа устраняются k_i -ремонтными бригадами, то получаемые соотношения можно трактовать и как оптимальное число ремонтных бригад, необходимых для устранения отказов i -го типа. Методика отбора целочисленных значений k_i тоже полностью переносится.

В заключение следует отметить, что при решении задач оптимального резервирования с учетом восстановления отказавших элементов результаты существенно не зависят от времени и, следовательно, они справедливы при произвольных законах отказов.

О некоторых применениях рассмотренного метода

Изложенный в предыдущих параграфах метод решения задач оптимального резервирования может быть применен к ряду смежных проблем, в частности, к расчету оптимального количества запасных элементов.

Задачи по обеспечению системы запасными элементами ставятся аналогично задачам оптимального резервирования:

1. При минимальной „цене“ $W = W_{\min}$ обеспечить сложную систему таким количеством запасных частей, при котором вероятность наличия необходимого элемента или, что все равно, вероятность безотказной работы системы Q была бы не менее заданной величины Q_0 .

2. Обеспечить максимальную вероятность безотказной работы $Q = Q_{\max}$ той же системы, т. е. максимальную вероятность наличия необходимого элемента, таким количеством запасных частей, при котором „цена“ системы не превышает заранее задаваемой величины W_0 (стоимости, площади, необходимой для хранения, и т. д.).

Легко видеть, что элементы, оптимальное количество которых требуется определить в сформулированных задачах, можно рассматривать в качестве резервных, находящихся в „холодном“ режиме, и, следовательно, может быть использован математический аппарат прежних задач.

При „цене“ $W = \sum_{i=1}^n k_i r_i$ (27)

вероятность безотказной работы системы за расчетное время t составляет величину

$$Q(t) = \prod_{i=1}^n Q_i(t) = \prod_{i=1}^n \left[\exp(-k_i \lambda_i t) \sum_{k=0}^{k_i-1} \frac{(k_i \lambda_i t)^k}{k!} \right], \quad (28)$$

где $k_i - 1$ есть число запасных элементов i -го типа, идентичных с основным и характеризующихся интенсивностью отказов λ_i .

Предполагается, что распределение отказов подчиняется пуассоновскому закону.

Решение первой задачи сводится к определению k_i из системы уравнений

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial Q_i}{\partial k_i} \frac{1}{Q_i r_i} &= \text{Const}, \\ Q_o &= \prod_{i=1}^n Q_i \end{aligned} \right\}, \quad (29)$$

а решение второй задачи предполагает разрешение следующей системы уравнений относительно k_i и Const :

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial Q_i}{\partial k_i} \frac{1}{Q_i r_i} &= \text{Const}, \\ W_o &= \sum_{i=1}^n k_i r_i \end{aligned} \right\}. \quad (30)$$

При условии (28) решения систем (29) и (30) не могут быть получены в замкнутой аналитической форме. Здесь наиболее целесообразным может оказаться метод динамического программирования.

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 20.9.1964)

შიზიკა

შ. ბებიაშვილი, ო. ნამიჩეიშვილი

ოპტიმალური დარეზერვების ფორმირების საკითხი

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით გადაწყვეტილია ოპტიმალური დარეზერვების ამოცანები გადამრთველ ელემენტთა დაზიანების მხედველობაში მიღებით.

დადოვებული ლიტერატურა--ЛИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. F. Moskowitx, T. B. Lean. Some Reliability of sistem Design, JRE, Trans. RGRQC-8, Sept. 1956.
2. X. Л. Смолицкий, П. А. Чукреев. К вопросу об оптимальном резервировании аппаратуры. Изв. АН СССР, Энергетика и автоматика. № 4, 1959.
3. Д. Г. Поляк. О двух задачах теории надежности радиоэлектронного оборудования. Радиотехника, т. 15, № 10, 1969.

И. Д. КИРВАЛИДЗЕ, И. Л. МАХАТАДЗЕ

К МЕТОДИКЕ ИЗМЕРЕНИЯ МИКРОТВЕРДОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА КРЕМНИЯ

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 5.11.1964)

Методика исследования микротвердости хрупких и достаточно высокотвердых веществ, как например кремния, изучена недостаточно. Не изучено влияние способов подготовки поверхностного слоя образца на микротвердость кремния [1, 2, 3].

В настоящем сообщении приводятся результаты изучения влияния обработки поверхности на микротвердость монокристалла кремния при различных прилагаемых нагрузках на алмазную пирамиду.

Для исследования выбиралась поверхность плоскости {111}.

Предварительная шлифовка поверхности образца проводилась порошком карбида бора-12, затем более тонкая шлифовка—карбидом кремния М14. Шлифованную поверхность полировали двумя способами: механическим и химическим.

Механическая полировка поверхности монокристалла кремния осуществлялась сухим порошком окиси магния.

Для получения химически полированной поверхности образец кремния после шлифовки помещался на 2 минуты в раствор следующего состава: 3 мл HF (40%-ная), 4 мл HNO₃ (концентрированная) и 3 мл CH₃COOH (ледяная). Через две минуты исходный раствор разбавляли дистиллированной водой до 40% и держали в нем образец еще 1 минуту, после чего хорошо промывали.

Кроме того, нами применялся еще один метод поверхностной обработки. Механически полированный образец подвергался термообработке на воздухе при температуре 950°C в течение 10 часов и охлаждался с печью до комнатной температуры. Поверхностный окисный слой кремния снимался во фтористой кислоте.

Измерения микротвердости велись на приборе ПМТ-3. Нагрузка прикладывалась по возможности плавно. Для плавного нагружения алмазной пирамиды и снижения влияния вибраций применялось speciali-



альное демпферное устройство. Поршень цилиндрического демпфера из дюралюминия навинчивался на верхнюю часть вертикального держателя алмазной пирамиды, закрепленного на раме двумя горизонтальными пружинными полосами. Корпус демпфера опирался на раму. Образец выдерживался под нагрузкой в течение 5 секунд. Число микротвердости H под-

считывалось по известной формуле (для алмазной пирамиды с углом при вершине между противоположащими гранями 136°)

$$H = \frac{1854 \cdot P}{C^2} \text{ кг/мм}^2,$$

где P —нагрузка в граммах, C —диагональ отпечатка в микронах. Величины C брались из графической зависимости диагональ—нагрузка, построенной по экспериментальным точкам. Ввиду хрупкости кремния измерения велись при нагрузках 30—125 г. Перед измерениями была выверена правильность показаний прибора с помощью монокристалла каменной соли при нагрузках 20 и 50 г.

Результаты измерения микротвердости кремния представлены на рис. 1, 2 и 3.

На рис. 1 дается зависимость микротвердости монокристалла кремния от нагрузки: на механически полированной поверхности (кривая 1) и на той же поверхности после термообработки на воздухе с последующим растворением окисного слоя в HF (кривая 2).

Как видно из рис. 1 на полированной поверхности при уменьшении нагрузки от 75 до

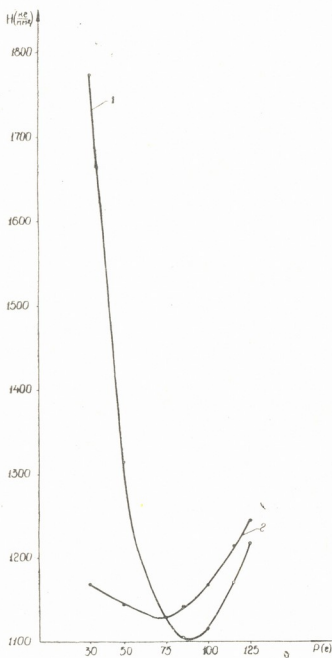


Рис. 1. Изменение числа микротвердости в зависимости от нагрузки для монокристалла кремния: 1—после обычного механического полирования вручную на окиси магния; 2—после термообработки на воздухе и снятия окисного слоя.

30 г. микротвердость увеличивается от 1100 до 1800, тогда как после отжига это увеличение не достигает 1200.

Аналогичные результаты получены на другом образце кремния, вырезанном из того же монокристалла. На рис. 2 приводятся результаты этих измерений. Кривая 1 соответствует зависимости микротвердость—нагрузка на механически полированной поверхности, а кривая 2 получена на химически полированной поверхности. На рис. 3 дается изменение числа микротвердости в зависимости от нагрузки на сколе монокристалла кремния до (кривая 1) и после (кривая 2) термообработки на воздухе.

Таким образом, наклепанный поверхностный слой можно снять как химическим травлением, так и термообработкой на воздухе при последующем снятии оксидного слоя в HF. Во втором случае во время термообработки происходит отжиг и частичное снятие верхнего слоя кристалла, который окисляется во время отжига на воздухе. Некоторая зависимость микротвердости от нагрузки в интервале от 75 до 30 г наблюдается и после удаления поверхностного слоя.

Это явление нельзя связать с влиянием остаточного поверхностного наклепа; скорее оно есть влияние упругой деформации верхних слоев, которые находятся в напряженном состоянии в процессе испытания на вдавливание, по отношению к внутренним слоям образца, в результате чего после удаления нагрузки за счет упругого восстановления диагональ отпечатка уменьшается.

При измерении микротвердости кремния наблюдаются трещины, параллельные диагонали наконечника. Эти трещины образуются обычно около углов отпечатка квадратной пирамиды. Заметное явление трещинообразования на кремнии начинается при нагрузках 40—45 г, а при на-

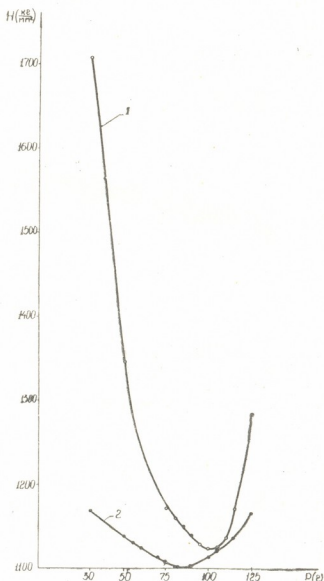


Рис. 2. Изменение числа микротвердости в зависимости от нагрузки для монокристалла кремния: 1—после обычного механического полирования вручную на окиси магния; 2—после химической полировки поверхности

грузках свыше 70 г трещины наблюдаются почти на каждом отпечатке. При нагрузках выше 100 г трещины часто достигают длины, в несколько раз превышающей диагональ отпечатка.

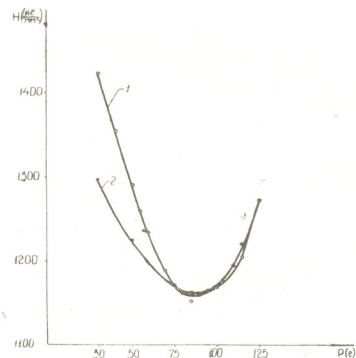


Рис. 3. Изменение числа микротвердости в зависимости от нагрузки на естественном сколе монокристалла кремния: 1—на поверхности без обработки; 2—на той же поверхности после термообработки на воздухе и снятия окисного слоя

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 5.11.1964)

ზივიკა

ი. კირვალიძე, ი. მახათაძე

სილიციუმის მონოკრისტალის მიკროსისალის გაუმჯობესების
 მეთოდების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

მეიფე და საკმარისად დიდი სისალის ნივთიერებების, მაგალითად, სილიციუმის, მიკროსისალის შესწავლის მეთოდთა ჯერჯერობით არასაკმარისადაა შესწავლილი. ჩვენ მიერ შესწავლილია ზედაპირული დამუშავების სხვადასხვა მეთოდების გავლენა სილიციუმის მიკროსისალზე.

ცდების შედეგებმა ცხადჰყვეს, რომ ნაპარაკების „ღრეკადობა“ იწვევს სილიციუმის მონოკრისტალის მიკროსისალის მოჩვენებით ზრდას დატვირთვით ინტერვალში 85—125 გრ.

დაზოფხვაზული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Вагнер, В. И. Александр. Твердость германиево-кремниевых сплавов при комнатной температуре. Acta metall., 3, 1955.
2. М. Г. Мильвидский, Л. В. Лайнер. Микротвердость и плотность дислокаций в монокристаллах кремния. Физика металлов и металловедение, т. 2, вып. 6, 1961.
3. М. С. Аблова. Анизотропия микротвердости германия. ФТТ, т. 3, вып. 6, 1961.

Ц. С. ХЕЦУРИАНИ

ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОНТУРОВ ЛИНИЙ ПАШЕНОВСКОЙ СЕРИИ ВОДОРОДА В СОЛНЕЧНОМ СПЕКТРЕ

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 20.12.1964)

Изучение профилей линий Пашеновской серии водорода в солнечном спектре представляет большой интерес, поскольку они отличаются от профилей нормальных солнечных и атмосферных линий. Изучение этих профилей позволяет проверить теорию расширения высоких уровней водорода в силу эффекта Штарка, а также сравнить коэффициенты возбуждения линий с коэффициентом непрерывного поглощения в атмосфере Солнца. Наблюдения этих линий затруднительны, поскольку они неглубоки и широки и часто сильно блендируются атмосферными линиями, особенно линиями водяного пара. Известно несколько попыток определения контуров этих линий. Лучшей в этом направлении является работа де Ягера и Невена [1], в которой построены контуры по двум или по одной записи для центра солнечного диска. Мы постарались измерить изменения этих контуров при переходе от центра к краю солнечного диска.

Первая линия серии Пашена, обусловленная переходом $3-4 \lambda 18751 \text{ \AA}$, попадает в полосу полного поглощения земной атмосферой и с поверхности Земли не наблюдается. Нам удалось пронаблюдать следующие линии серии Пашена: $3-5$, $3-6$, $3-7$ ($\lambda \lambda 12818 \text{ \AA}$, 10938 \AA , 10049 \AA), которые относительно меньше блендированы, и более высокие члены серии $3-8$, $3-9$, $3-10$ и $3-11$ ($\lambda \lambda 9546 \text{ \AA}$, 9292 \AA и 8863 \AA), которые из-за бленд трудно различимы. Были наблюдаемы также одна линия серии Бреккета $4-7$ ($\lambda 21655 \text{ \AA}$) и триплет ионизованного кальция $\lambda \lambda 8498 \text{ \AA}$, 8542 \AA , 8662 \AA .

Наблюдательный материал получен на собранном нами солнечном инфракрасном спектрофотометре Абастуманской астрофизической обсерватории [2].



Наблюдения проводились в трех точках солнечного радиуса: в центре Солнца, на половине радиуса и на 1,5 мм от края, с соблюдением режима, исключающего эффект, связанный с инерционностью приемно-регистрирующей системы.

	Центр диска	Середина диска	Край диска
Экв. ширина в Å	5,51	4,32	1,20
Расстояние от центра линии в Å	Интенсивность в долях непрерывного спектра		
0	0,612	0,631	0,677
0,2	622	643	685
0,7	689	705	779
1,0	729	744	830
1,5	774	807	888
2,0	807	835	915
3,0	846	875	946
4,0	874	901	956
5,0	893	918	964
6,0	907	928	970
8,0	928	941	981
10,0	938	951	991
12,0	951	959	996
14,0	953	965	
16,0	959	969	
20,0	966	975	
30,0	982	987	
40,0	985	992	
55,0	990	993	

Положения крыльев наблюдаемых линий были установлены по Атласу [3]. Рассеянный свет в инструменте не превосходил 0,2% и был учтен при вычислениях.

Инструментальный контур исследован по линиям поглощения атмосферного кислорода. Ширина его приблизительно 0,1 Å около 1 мк во втором порядке спектра. Исправление наблюдаемых контуров производилось по методу Брейсвелла [4]. Величина поправки составляла 0,4—0,5% около центра линий и была исчезающе мала по направлению крыла. Поправки были внесены только для

линий 3—5 и 3—7, а для остальных, которые менее глубоки и более широки и наблюдались во втором порядке спектра, они вовсе незначительны.

В качестве примера поведения этих линий приведем изменение линий 3—5 (λ 12818 Å) (см. табл.).

Все наблюдаемые профили линий серии Пашена резко меняются при переходе от центра к краю солнечного диска: в центре они представляются в виде неглубоких, но очень широких линий; в середине радиуса крылья линий 3—5, 3—6, 3—7 уменьшаются, центральная остаточная интенсивность повышается, а на краю протяженные крылья почти исчезают, остаточная интенсивность еще более повышается и вся линия

заметно уменьшается; более высокие члены серий вовсе исчезают или становятся незаметными в пределах точности измерений.

Академия наук Грузинской ССР
Абастуманская астрофизическая
обсерватория

(Поступило в редакцию 20.12.1964)

ასტროფიზიკა

ვ. ხვიციანი

მზის სპექტრში პაშენის სერიის წყალბადის
ხაზების კონტურთა ცვლილების
შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის სამხეო ინფრაწითელ სპექტროფოტომეტრზე დაკვირვებულია პაშენის სერიის რამდენიმე წყალბადის ხაზი, ბრეკეტის სერიის ერთი ხაზი და იონიზებული კალციუმის ტრიპლეთი.

შესწავლილია აღნიშნული ხაზების კონტურების ცვლილება მზის დისკოს ცენტრიდან კიდისაკენ გადანაცვლების დროს.

დადოწმებული ლიტერატურა— ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. C. De Jager and L. Neven. The profiles of the Paschen and Brackett series of hydrogen in the solar spectrum. Koninkl. Ned. Akad. Wetenschappen, vol. 43, №. 10, 1950, 1—16.
2. П. С. Хвцириани. Солнечный инфракрасный спектрофотометр, сконструированный и изготовленный в Абастуманской обсерватории. Бюлл. Абаст. астрофиз. обс., № 26, 1961, 129—159.
3. O. C. Mohler, A. K. Pierce, R. R. Mcmath, L. Goldberg. Photometric Atlas of infrared solar spectrum 8465 Å to 25242 Å. Michigan, 1950.
4. R. N. Bracewell. Simple Graphical Method of Correcting for Instrumental Broadening. Journ. Opt. Soc. Am., vol. 45, № 10, 1955, 873—876.

В. П. ГОГУАДЗЕ, Т. Н. ИВАНОВ, Н. В. ВИТУЛЬСКАЯ, В. М. КВЕСЕЛАВА,
 Д. Р. НАТРОШВИЛИ, А. Г. ПАНКВЕЛАШВИЛИ

РАСТВОРИМОСТЬ ГИДРОКСИЛАМИНСУЛЬФАТА В
 ЦИКЛОГЕКСАНОНЕ И ВЫДЕЛЕНИЕ
 КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ
 ЦИКЛОГЕКСАНОНОКСИМА

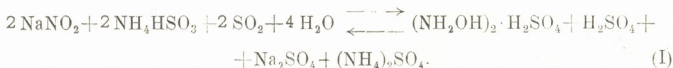
(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. И. Арешидзе 15.6.1964)

Целью настоящей работы являлось установление количественных данных по растворению гидроксилaminsульфата в циклогексаноне. Результаты опытов приведены в таблице.

Было замечено, что при добавлении диэтилового эфира к раствору гидроксилaminsульфата в циклогексаноне имеет место образование трех слоев: верхнего, являющегося эфирным раствором продуктов реакции исходных компонентов; среднего, представляющего водный раствор серной кислоты; нижнего, твердого осадка кристаллов, выпавших из равновесной системы. Известно, что в органических соединениях комплексообразующей группой чаще всего являются группы: —ОН (спиртовый или фенольный гидроксил), —COOH (карбоксильная), —SH (сульфгидрильная) и =NOH (оксимная) и др.

В случае циклогексаноноксима комплексообразующей группой является группа =N—OH [1, 2]. Все это наводило нас на мысль, что, вероятно, в случае растворения гидроксилaminsульфата в циклогексаноне образуется некий комплексный полупродукт по пути образования соответствующего оксима и при действии эфира этот комплекс разрушается.

Исходя из этого, мы интересовались выяснением возможности растворения гидроксилaminsульфата в циклогексаноне методом экстракции из сухого гидроксилaminsульфата (ГАСа), а его водного раствора, получаемого по методу Рашига в соответствии со следующей реакцией:



При синтезе ГАСа по методу Рашига согласно уравнению (I) на практике получается смесь нижеперечисленных компонентов со следую-



шим процентным составом: $(\text{NH}_2\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ —11,05%; H_2SO_4 —7,2%; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —9,65%; Na_2SO_4 —10,35%; H_2O —61,75%.

При добавлении к этому раствору эквивалентного ГАСу количества циклогексанона, последний полностью растворяется в этой смеси, и никакой экстракции не наблюдается.

Опыты, проведенные нами в этом направлении, показали, что по мере повышения концентрации составных частей в вышеотмеченном растворе Рашига, т. е. по мере удаления воды из этого раствора, и после

Температура в °С	Растворимость гидроксилaminsульфата в циклогексаноне	
	в г на 50 г циклогексанона	в %
20	0,3553	0,71
30	8,3514	14,31
40	8,5886	14,67
50	10,3062	16,34
60	12,3300	19,78
70	14,0610	21,35
80	16,9078	25,27
90	19,1316	27,67

добавления к этому более концентрированному раствору эквивалентного ГАСу количества циклогексанона в определенных температурных условиях имеет место частичное высаливание из раствора сульфатов натрия и аммония и образование истинного водного раствора циклогексанона в высоленном концентрированном растворе Рашига. При этом вышеуказанный раствор Рашига можно упарить до такой степени и смешение последнего с циклогексаном можно ве-

сти при такой температуре, что высаливаться будут только соли. Опыты показали, что оптимальным пределом упаривания раствора Рашига является концентрирование его до следующего содержания составных компонентов: $(\text{NH}_2\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ —164 г (1 моль)—19,14%; H_2SO_4 —98 г (1 моль)—11,45%; Na_2SO_4 —142 г (1 моль)—16,59%; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —132 г (1 моль)—15,42%; H_2O —320 г (17,8 моль)—37,38%.

Если к этому раствору добавить эквивалентное содержащемуся в нем ГАСу количество циклогексанона, т. е. 196 г (2 моля), в зависимости от температуры смешивания будет иметь место или высаливание более или менее нейтральных солей или же разделение этой смеси на два жидких слоя. Причем в случаях разделения смеси на два жидких слоя основная часть серной кислоты будет содержаться в нижнем водном слое.

Динамика распределения весовых частей указанной смеси по слоям представлена на рисунке.

В дальнейшем экстракт, полученный после высаливания нейтральных солей при 20°, мы подвергли удалению воды в вакууме и при 60—70° (повышение температуры выше указанного предела взрывоопасно). Почти все количество воды отгонялось без особых затруднений. После удаления воды мы получили полустуденистую, вязкую и вместе с тем частично кристаллическую массу.

Анализ высушенного при 20° осадка показал, что в нем содержится 3—5% циклогексанопоксида, около 10—15% влаги, а остальную часть составляет смесь сульфатов натрия и аммония в соотношении приблизительно 1 моль: 1 моль.

Потенциометрическое титрование полученной после отгонки воды вышеуказанной полукристаллической вязкой массы (см. рис.) выявило резкий перегиб кривой, отвечающий быстрому скачку потенциала, характерного для процесса титрования сильных кислот сильными основаниями. Подобной сильной кислотой, содержащейся в исследуемом объекте, является серная кислота или ее кислые соли. Кислотность полукристаллической вязкой массы методом титрования составляла в пересчете на серную кислоту 34,5%.

Исследования показали, что вязкая полукристаллическая масса растворима и устойчива в воде; в неполярных растворителях: эфире, бензоле и толуоле—эта масса нерастворима. В таких полярных растворителях, как этанол и бутанол, исследуемая масса растворима, но неустойчива. При

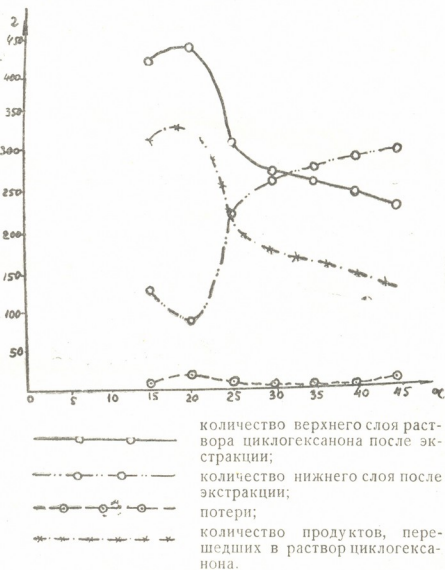
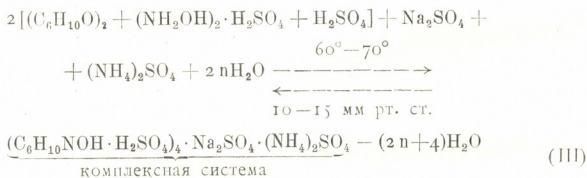
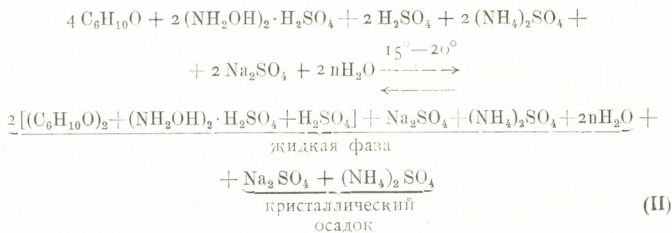


Рис. Распределение весовых количеств по слоям при экстракции конечных продуктов синтеза гидроксилсульфата циклогексаном



растворении в указанных спиртах из вязкой полукристаллической массы выпадает около 40% белого кристаллического осадка.

Сопоставление всех вышеизложенных данных приводит к заключению, что в процессе высаливания и упаривания смеси циклогексанона и упаренного раствора Раннига, по-видимому, имеет место образование комплексной системы согласно следующей схеме:



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1. Определение растворимости ГАСа в циклогексаноне. К навеске циклогексанона около 50 г, взвешенной на аналитических весах, добавляли навеску ГАСа около 20 г, взвешенную на тех же весах. Для опыта брали циклогексанон и ГАС химически чистые, отвечающие соответствующим показателям ГОСТа. Полученную смесь нагревали на водяной бане в течение 30 минут при заданной температуре бани с точностью $\pm 1^\circ$ и при постоянном помешивании стеклянной палочкой. Отдельные опыты проводили в интервале температур от 20 до 90° .

Далее смесь переносили в термостат, нагретый до заданной температуры, где была помещена прогретая до соответствующей температуры колба с воронкой и взвешенной фильтровальной бумагой.

Смесь переносили на фильтр и фильтровали в термостате при заданной температуре. По окончании фильтрации колбу и воронку с филь-

тром выносили из термостата и оставшийся на фильтре осадок промывали сухим эфиром.

По разности весов взятого количества ГАСа и оставшегося после растворения осадка устанавливали количество ГАСа, растворенное при заданной температуре в циклогексаноне. Точность термостатирования $\pm 1^\circ$.

2. Выделение комплексной системы циклогексанон-оксима. 428 г концентрированного раствора продуктов реакции получения ГАСа по методу Рашига, имеющего следующий процентный состав компонентов: $(\text{NH}_4\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ — 19,14%; H_2SO_4 — 11,45%; Na_2SO_4 — 16,59%; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — 15,42%; H_2O — 37,38%, нагревали до $80-85^\circ$ и помешали в делительную воронку. К горячей смеси добавляли 100 г циклогексанона и интенсивно встряхивали. При этом образовывалась гомогенная смесь. После постепенного охлаждения до 20° из раствора выпадали кристаллы сульфатов натрия и аммония. Вес выпавших солей 95—100 г. Выпавшие соли отделяли фильтрованием, а раствор переносили в колбу Вюрца емкостью 1000 мл и отгоняли воду при разрежении 10—15 мм рт. ст. и температуре греющей водяной бани $60-70^\circ$ (повышение температуры выше 70° взрывоопасно!). Вес отогнанной воды с примесью циклогексанона 145—155 г. Процентное содержание циклогексанона в водном отгоне составляет около 5,5%.

В перегонную колбу к образовавшейся вязкой полукристаллической массе добавляли циклогексанон в количестве, несколько превосходящем или равном количеству циклогексанона, отогнанного вместе с водой. Далее вакуум-разгонку продолжали в условиях, аналогичных вышеуказанным.

После отгонки воды содержимое колбы выгружали и брали пробу на предмет определения процентного содержания циклогексанон-оксима. Выход циклогексанон-оксима составлял 90—92%.

Выводы

Установлены количественные показатели растворимости гидроксилaminsульфата в циклогексаноне в температурном интервале от 20 до 90° .

Вместе с тем показано, что при экстракции концентрированных продуктов реакции получения гидроксилaminsульфата по Рашигу эквивалентным количеством циклогексанона имеет место высаливание части сульфатов натрия и аммония. После упаривания высушенного раствора выделяется комплексная система циклогексанон-оксима, представляющая собой вязкую полукристаллическую массу.

Академия наук Грузинской ССР
Институт прикладной химии и
электрохимии
Тбилиси

(Поступило в редакцию 15.6.1964)

პ. გოგუაძე, თ. ივანოვი, ნ. ვიტულსკაია, ვ. კვიციანი,
 დ. ნატროშვილი, ა. ვანკველაშვილი

ჰიდროქსილამინსულფატის ციკლოჰექსანონში ხსნადობა
 და ციკლოჰექსანონოქსიმის კომპლექსური სისტემის
 გამოყოფა

რეზიუმე

წინამდებარე შრომის მიზანს ჰიდროქსილამინსულფატის ციკლოჰექსანონში ხსნადობის ოდენობრივ მაჩვენებელთა გამოვლინება შეადგენდა. ამასთან ერთად ჩვენ დაგვიანტერესა საკითხმა იმის შესახებ, თუ რამდენად შესაძლოა ჰიდროქსილამინსულფატის წყალხსნარებიდან მისი ციკლოჰექსანონით ამოწობა.

ჰიდროქსილამინსულფატის პრაქტიკაში ჩვეულებრივ იღებენ ნატრიუმის ნიტრატის, ამონიუმის ბისულფატის, გოგირდორჟანგისა და წყლის ურთიერთქმედებით, ე. წ. რაშიგის მეთოდით. ამ რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ჰიდროქსილამინსულფატის, გოგირდმჟავისა და ნატრიუმისა და ამონიუმის სულფატების წყალხსნარი. ამ ნარევი ჰიდროქსილამინსულფატის ოდენობა 11 პროცენტამდე აღწევს.

სვენმა ცდებმა უჩვენეს, რომ, თუ ზემოხსენებულ ნარევი ჰიდროქსილამინსულფატის კონცენტრაციას გავზრდით 19 პროცენტამდე და შემდეგ 80°-მდე შეცხელებულ ასეთ ხსნარზე ვიმოქმედებთ, ჰიდროქსილამინსულფატის ექვივალენტური ოდენობა 80°-მდე შეცხელებულ ციკლოჰექსანონოქსიმით, ამ ნარევის შენჯღრევისა და 20°-მდე გაცივების დროს აღვიღო აქვს აღებულ ხსნარიდან თითქმის ნახევარი ოდენობა ნატრიუმისა და ამონიუმის სულფატების თეთრი კრისტალების სახით გამოლექვას. ამრიგად, ნარევი იყოფა ორ ფაზად, ზედა—თხევად ფაზად და ქვემო—მყარ ფაზად.

ნახსენებ თხევადი ფაზიდან ვაკუუმში 60—70°-ზე წყლის მოცილების შემდეგ მიღებულ იქნა ციკლოჰექსანონოქსიმისა, გოგირდმჟავასა და ნატრიუმისა და ამონიუმის სულფატებისაგან შედგენილი კომპლექსური სისტემა, რომლის შედგენილობა შესაძლოა შემდეგი სახით ვივარაუდოთ: $(C_6H_{10}NOH \cdot H_2SO_4)_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

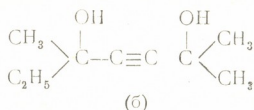
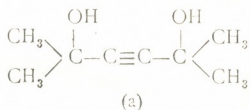
1. А. А. Гринберг. Введение в химию комплексных соединений. М., 1951.
2. В. Н. Алексеев. Курс качественного аналитического полумикроанализа. Госхимиздат, М., 1958.

А. И. КАХНИАШВИЛИ, Д. Я. БУГИАНИШВИЛИ,
 Р. МАЧАРАДЗЕ

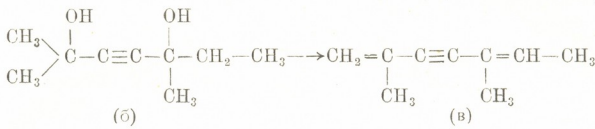
КОНДЕНСАЦИЯ ФЕНОЛОВ С АЦЕТИЛЕНОВЫМИ γ-ГЛИКОЛЯМИ В ПРИСУТСТВИИ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. И. Арешидзе 1.7.1961)

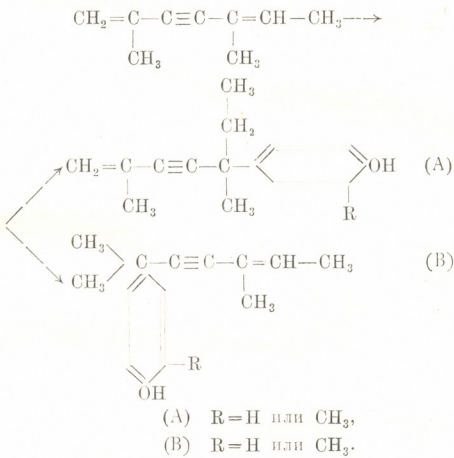
Одним из нас были изучены конденсации фенола [1] и гваякола [2] с тетраметилбутиндиолом в присутствии фосфорной кислоты. Было показано, что конденсация фенола с тетраметилбутиндиолом протекает в двух направлениях: 1) путем дегидратации ацетиленового гликоля в диенин и последующей конденсацией этого диенина с фенолом с образованием пара-замещенного винилацетиленового фенола и 2) путем присоединения фенола по тройной связи ацетиленового гликоля с последующей циклизацией этиленового гликоля в фурановое соединение. При этом преобладает первое направление реакции. При конденсации гваякола с тетраметилбутиндиолом был выделен только п-замещенный винилацетиленовый гваякол. Было интересно исследовать конденсацию тетраметилбутиндиола (а) с о-крезолом, триметилэтилбутиндиола (б) с фенолом и о-крезолом в присутствии фосфорной кислоты:



Можно было ожидать, что при конденсации о-крезола с тетраметилбутиндиолом вместе с винилацетиленовым о-крезолом (I) образуется и фурановый крезол, как и в случае фенола [1], однако нами выделен только п-замещенный винилацетиленовый о-крезол-2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гексен-3-ин (II), гидрированием которого в присутствии $\text{Pd}[\text{CaCO}_3]$ получается 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-гексан (III), при конденсации соединения (I) с монохлоруксусной кислотой получен 2,5-диметил-2-(3-метил-4-карбоксиметоксифенил)-5-гексен-3-ин (III), а метилированием (I) получен метиловый эфир (IV), окислением которого получают 3-метил-4-метоксибензойная, муравьиная и уксусная кислоты:

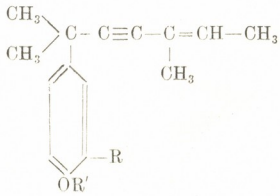


который при конденсации с фенолом или с о-крезолом мог дать соединение (А) или (В):



(А) R = H или CH₃,
 (В) R = H или CH₃.

Оказалось, что конденсация триметилэтилбутиндиола (б) протекает с образованием продукта (в). Таким образом, при конденсации триметилэтилбутиндиола с фенолом и о-крезолом в присутствии фосфорной кислоты образуются п-замещенный фенол (V) и о-крезол (VI), метилированием которых получены 2,5-диметил-2-(4-метоксифенил)-5-гептен-3-ин (VII) и 2,5-диметил-2-(3-метил-4-метоксифенил)-5-гептен-3-ин (VIII). При окислении (VII) перманганатом калия образуются п-метоксибензойная и уксусная кислоты, а при

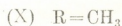
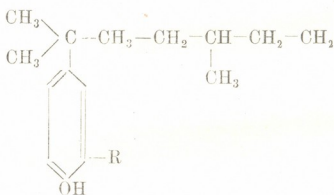


№ веще- ства	Т. плав. 90°—91°	Т. кип. (Р в мм)	n _D ²⁰	d ₄ ²⁰	MR _D		Формула	Найдено, %			Вычислено, %		
					найде- но	вычис- лено		С	Н	ОН	С	Н	ОН
I		116—120(2)	1.5465	0.9963	68.67	67.3	C ₁₃ H ₁₃ O	84.42	8.52	8.5	84.11	8.41	7.9
II		135—138(4)	1.5133	0.9434	70.12	69.54	C ₁₅ H ₂₁ O	81.68	10.75	—	81.81	10.90	—
III							C ₁₇ H ₂₃ O ₃	74.95	7.60	—	75.00	7.35	—
IV		105—109(1)	1.5345	0.9582	74.00	72.21	C ₁₆ H ₂₀ O	84.30	8.56	—	84.21	8.77	—
V		132—136(3)	1.5443	0.9824	68.70	67.28	C ₁₃ H ₁₈ O	84.19	8.5	7.96	84.11	8.41	7.97
VI		128—130(2)	1.5400	0.9780	73.10	72.14	C ₁₆ H ₂₀ O	84.38	8.61	8.2	84.21	8.77	7.4
VII		121—122(2)	1.5310	0.9586	73.36	72.11	C ₁₆ H ₂₀ O	84.53	8.63	—	84.21	8.77	—
VIII		134—136(4)	1.5310	0.9571	76.35	75.30	C ₁₇ H ₂₂ O	84.44	9.68	—	84.29	9.09	—
IX		114—117(2)	1.5200	0.9561	69.92	69.52	C ₁₅ H ₂₁ O	81.86	10.28	—	81.81	10.90	—
X		125—130(2)	1.5170	0.9227	74.30	74.22	C ₁₆ H ₂₀ O	82.28	10.78	—	82.05	11.11	—



окисления (VIII) — 3-метил-4-метокси-бензойная и уксусная кислоты, не обнаружена муравьиная кислота, что говорит о (B)-строении.

При гидрировании соединений (V и VI) получены 2,5-диметил 2-(4-оксифенил)-гептан (IX) и 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-гептан (X).



О предлагаемом строении продуктов (V) и (VI) говорят результаты излучения ИК-спектров¹ поглощения этих соединений в области 2000—4000 см⁻¹ на двухлучевом спектрометре ИКС-14 с призмой из фтористого лития. Эти вещества исследовались в жидком состоянии при толщине слоя 0,012 мм. В ИК-спектрах этих веществ в области 3040—3010 см⁻¹ не обнаружено поглощение, соответствующее CH₃, что подтверждает строение (B). Константы и данные анализа синтезированных веществ приведены в таблице.

¹ Спектроскопические исследования проведены Д. Кахнашвили.

Конденсация тетраметилбутидиола с о-крезолом в присутствии фосфорной кислоты. К смеси 76 г о-крезола и 42 г фосфорной кислоты было прибавлено постепенно при 48—50° и непрерывном размешивании 115 г тетраметилбутидиола (с т. пл. 93—95°). Смесь перемешивалась при 40—50° в течение 39 часов. После охлаждения продукт был извлечен эфиром, эфирный раствор промыт водой, а затем несколько раз 10%-ным раствором едкого натра для извлечения кислых продуктов реакции. Щелочные вытяжки объединены, подкислены разбавленной соляной кислотой и экстрагированы эфиром. Эфирный раствор высушен поташом и после отгонки эфира перегнан в вакууме. Выделено 32 г 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гексен-3-ина (I).

Гидрирование 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гексен-3-ина (I). При гидрировании 5 г вещества (I) в 30 мл этилового спирта в присутствии $pd(CaCO_3)$ поглощено требуемое количество водорода. После отгонки спирта продукт перегнан в вакууме. Выделено 3,9 г 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-гексана (II).

Конденсация 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гексен-3-ина (I) с монохлоруксусной кислотой. 1 г вещества (I) растворен в 50 мл 10%-ного раствора едкого натра, добавлено 1,5 г монохлоруксусной кислоты. Смесь нагревалась на кипящей водяной бане в течение 1,5 часа. Затем жидкость была подкислена, экстрагирована эфиром. Эфирный раствор промыт разбавленным раствором соды, и полученная щелочная вытяжка подкислена разбавленной соляной кислотой. Выпали белые кристаллы 2,5-диметил-2-(3-метил-4-карбоксиметоксифенил)-5-гексен-3-ина (III) (из изооктана).

Метилирование 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гексен-3-ина (I). 6 г вещества (I) растворены в 35 мл 10%-ного раствора едкого натра, добавлено 9 мл диметилсульфата. Смесь встряхивалась в течение 0,5 часа. Затем прибавлен раствор едкого натра до щелочной реакции, и жидкость нагрета до кипения. Продукт извлечен эфиром, эфирный раствор высушен поташом и перегнан в вакууме. При этом выделено 4,45 г 2,5-диметил-2-(3-метил-4-метокси-фенил)-5-гексен-3-ина (IV).

Окисление соединения (IV) перманганатом. 10 г вещества (IV) растворены в 100 мл 1%-ного раствора поташа и постепенно при непрерывном размешивании и охлаждении ледяной водой прибавлено 35 г измельченного перманганата. Окисление продолжалось 17 часов. Перекись марганца отфильтрована, промыта несколько раз горячей водой. Фильтраты были объединены, выпарены до небольшого объема и подкислены разбавленной соляной кислотой. При этом выделилось масля-



нистое вещество, которое закристаллизовалось. После перекристаллизации из горячей воды оно плавилось при 193—194°. Смешанная проба этого вещества с известным образцом 3-метил-4-метоксибензойной кислоты плавилась при 192—194°.

Фильтрат после отделения 3-метил-4-метоксибензойной кислоты был нейтрализован содой, выпарен на водяной бане до небольшого объема, подкислен разбавленной соляной кислотой и экстрагирован эфиром. После отгонки эфира оставшаяся смесь с сулемой дает характерный белый осадок каломели (муравьиная кислота), а с As_2O_3 —характерный запах какодила (уксусная кислота).

Конденсация триметилаэтилбутидиола с фенолом в присутствии фосфорной кислоты. К смеси 50,7 г фенола и 36,9 г фосфорной кислоты при 55—60° постепенно прибавлено 70 г триметилаэтилбутидиола (т. кип. 110—113° при 11 мм, n_D^{20} 1,4570).

Смесь перемешивалась при 55—60° в течение 23 часов.

Реакционная масса была обработана так же, как в предыдущем опыте. Выделено 32 г 2,5-диметил-2-(4-оксифенил)-5-гептен-3-ина (V).

Гидрирование соединения (V). При гидрировании 5 г вещества (V) в 40 мл этилового спирта в присутствии 1 г рф ($CaCO_3$) выделено 4,2 г 2,5-диметил-2-(4-оксифенил)-гептана (IX).

Метилирование 2,5-диметил-2-(4-оксифенил)-5-гептен-3-ина (V). При метилировании 5 г вещества (V) выделено 4 г 2,5-диметил-2-(4-метоксифенил)-5-гептен-3-ина (VII).

Окисление 2,5-диметил-2-(4-метоксифенил)-5-гептен-3-ина (VII) перманганатом. Окисление 10 г вещества (VIII) и исследование продуктов окисления были проведены таким же способом, как в предыдущем опыте. Выделена кислота с т. пл. 180—182°, проба смешения которой с *p*-метоксибензойной кислотой плавилась при 180—182°. После отделения *p*-метоксибензойной кислоты фильтрат нейтрализован содой, выпарен до небольшого объема, подкислен разбавленной соляной кислотой, экстрагирован эфиром. После отгонки эфира оставшаяся смесь с сулемой не дает осадка (муравьиная кислота), а с As_2O_3 дает характерный запах какодила (уксусная кислота).

Конденсация триметилаэтилбутидиола с *o*-крезолом в присутствии фосфорной кислоты. К смеси 53,0 г *o*-крезола и 39 г фосфорной кислоты было прибавлено постепенно при комнатной температуре и непрерывном перемешивании 78 г триметилаэтилбутидиола. После прибавления гликоля перемешивание продолжалось 24 часа. Реакционная масса обработана так же, как в предыдущих опытах.

Выделено 27,5 г 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гептен-3-ина (VI).

Гидрирование 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гептен-3-ина (VI). При гидрировании 5 г вещества (VI) в 30 мл этилового спирта в присутствии 1 г рд (CaCO_3) выделено 3,4 г 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-гептана.

Метилирование 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гептен-3-ина (VI).

При метилировании 8 г вещества (VI) выделено 6,7 г 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гептен-3-ина (VIII).

Окислением 10 г вещества (VIII) были выделены кислоты с т. пл. $192-194^\circ$, пробы смешения которых с известным образцов 3-метил-4-метоксибензойной кислоты плавилась при $192-194^\circ$, а также уксусная кислота.

В ы в о д ы

1. При конденсации тетраметилбутидиола с о-крезолом в присутствии фосфорной кислоты образуется 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гексен-3-ин (I).

2. При конденсации триметилэтилбутидиола с фенолом и о-крезолом образуются соответственно 2,5-диметил-2-(4-оксифенил)-5-гептен-3-ин (V) и 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-5-гептен-3-ин (VI).

3. При гидрировании (I, V, VI) получены 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-гексан (II) 2,5-диметил-2-(4-оксифенил)-гептан (IX) и 2,5-диметил-2-(3-метил-4-оксифенил)-гептан (X).

4. Метилированием продуктов конденсации (I, V, VI) получены 2,5-диметил-2-(3-метил-4-метоксифенил)-5-гексен-3-ин (IV), 2,5-диметил-2-(4-метоксифенил)-5-гептен-3-ин (VII) и 2,5-диметил-2-(3-метил-4-метоксифенил)-5-гептен-3-ин (VIII).

5. Окислением метиловых эфиров (VI, VII, VIII) доказано строение п-замещенных фенолов (I, V, VI).

6. При конденсации соединения (I) с монохлоруксусной кислотой получен 2,5-диметил-2-(3-метил-4-карбоксиметоксифенил)-5-гексен-3-ин (III).

7. Изучены ИК-спектры продуктов конденсации (V, VI).

Тбилисский государственный
университет

(Поступило в редакцию 2.7.1964)

ა. კახნიაშვილი, ჯ. ბუგნიანიშვილი, რ. მახარაძე

აცეტილენური γ -გლიკოლების კონდენსაცია
 ფენოლებთან ფოსფორმჟავას
 თანდასწრებით

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია ტეტრამეთილბუტინდიოლის კონდენსაცია α -კრებოლთან, ტრიმეთილეთილბუტინდიოლის კონდენსაცია დენოლთან და α -კრებოლთან ფოსფორმჟავას თანდასწრებით.

ტეტრამეთილეთილბუტინდიოლის კონდენსაციის შედეგად α -კრებოლ-თან წარმოიქმნება 2,5-დიმეთილ-2-(3-მეთილ-4-ოქსიფენილ)-5-ჰექსენ-3-ინი (I).

ტრიმეთილეთილბუტინდიოლის კონდენსაციით ფენოლთან და α -კრებოლთან ფოსფორმჟავას თანდასწრებით მიიღება: 2,5-დიმეთილ-2-(4-ოქსიფენილ)-5-ჰექტენ-3-ინი (V) და 2,5-დიმეთილ-2-(3-მეთილ-4-ოქსიფენილ)-5-ჰექტენ-3-ინი (VI).

კონდენსაციის პროდუქტების (I, V, VI) ჰიდრირებით $\text{Pd}(\text{CaCO}_3)$ -ის თანდასწრებით მიიღება: 2,5-დიმეთილ-2-(3-მეთილ-4-ოქსიფენილ)-ჰექტანი (II), 2,5-დიმეთილ-2-(4-ოქსიფენილ)-ჰექტანი (IX) და 2,5-დიმეთილ-2-(3-მეთილ-4-ოქსიფენილ)-ჰექტანი (X), ხოლო მეთილირებით მიიღება შესაბამისი მეთილის ეთერები (IV, VII, VIII).

მეთილირებული პროდუქტების (IV, VII, VIII) დაჟანგვით და კონდენსაციის პროდუქტების (V, VI) შთანქმის ინფრაწითელი სპექტრების შესწავლით დადგენილია პ-ჩანაცვლებული ფენოლების აგებულება.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Н. Назаров и А. И. Кахниашвили. Конденсация тетраметилбутиндиола и 2,5-диметил-1,5-гексаиден-3-ина с фенолом в присутствии фосфорной кислоты. ЖОХ, 22, 1952, 454.
2. А. И. Кахниашвили и Д. С. Парджикия. Конденсация гваякола с тетраметилбутиндиолом в присутствии фосфорной кислоты. Труды Тбилисского государственного университета, т. 80, 1961, стр. 111.

დ. შ. შაგარეიშვილი, გ. გ. გველესიანი

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
 ТЕПЛОЕМКОСТЕЙ ТВЕРДЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ
 СОЕДИНЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландия 14.12.1964)

Для многих твердых неорганических соединений нет уравнений высокотемпературной теплоемкости, составленных на основе экспериментальных данных [1, 2]. Известен ряд приближенных методов для расчета теплоемкостей твердых тел при высоких температурах [2-6].

В настоящей работе предложен ускоренный метод определения коэффициентов a , b и c эмпирического уравнения Майера и Келли [7] для зависимости атомной теплоемкости вещества при постоянном давлении $C_p^{ат}$ от абсолютной температуры T :

$$C_p^{ат} = a + bT - cT^{-2}. \quad (1)$$

Использовано уравнение зависимости атомной теплоемкости вещества при постоянном объеме $C_v^{ат}$ от величины $\frac{\Theta}{T}$, выведенное в упрощенной форме для функции Дебая в работе [8]:

$$C_v^{ат} = \frac{120}{18,5 + \left(\frac{\Theta}{T}\right)^2} - 0,5, \quad (2)$$

где Θ — характеристическая температура в $^{\circ}\text{K}$. Уравнению (2) можно придать вид

$$C_v^{ат} = 5,96 - \frac{(C_v^{ат} + 0,5) \Theta^2}{18,5} T^{-2}.$$

Для перехода от $C_v^{ат}$ к $C_p^{ат}$ применено полуэмпирическое соотношение Нернста и Линдемана [9]:

$$C_p^{ат} = C_v^{ат} + 0,0214 (C_p^{ат})^2 \frac{T}{T_{пл}},$$

где $T_{пл}$ — температура плавления соединения в $^{\circ}\text{K}$. Следовательно,

$$C_p^{ат} = 5,96 + \frac{0,0214 (C_p^{ат})^2}{T_{пл}} T - \frac{(C_v^{ат} + 0,5) \Theta^2}{18,5} T^{-2}. \quad (3)$$

Уравнение (3), содержащее члены T и T^{-2} , по форме подобно (1), по существу отличается от него, так как стоящие перед T и T^{-2} выра-



жения содержат зависящие от температуры величины C_p^{at} и C_v^{at} . С целью упрощения уравнения (3) член $(C_p^{at})^2$ представляем в виде произведения $C_{p298}^{at} \cdot C_v^{at}$. Для компенсации погрешности, получаемой в результате этого допущения, следует подыскать новое значение K коэффициента ко второму слагаемому, а множитель перед T^{-2} определять из C_{p298}^{at} , как коэффициент c в уравнении (1):

$$C_p^{at} = 5,96 + \frac{K \cdot C_{p298}^{at} \cdot C_v^{at}}{T_{пл}} T - cT^{-2}. \quad (4)$$

Если в (4) величину C_v^{at} заменить выражением [6]:

$$C_v^{at} = 6,6 - 0,87 \cdot \frac{\Theta}{T},$$

получим

$$C_p^{at} = \left(5,96 - \frac{a_0 \cdot C_{p298}^{at} \cdot \Theta}{T_{пл}} \right) + \frac{b_0 \cdot C_{p298}^{at}}{T_{пл}} T - cT^{-2},$$

где коэффициенты a_0 и b_0 соответственно равны $0,87 \cdot K$ и $6,6 \cdot K$. Для установления их значений использовано уравнение температурной зависимости C_p^{at} корунда $\alpha - Al_2O_3$ как наиболее достоверное. Кроме того, температурный ход его теплоемкости в интервале $298-2000^\circ K$ удовлетворительно ($\pm 0,5\%$) выражается уравнением (1). Таким образом, значения коэффициентов $a = 5,50$ и $b = 0,564 \cdot 10^{-3}$ для атомной теплоемкости корунда [1] являются вполне надежными. Дебаевская характеристическая температура Θ при расчете C_p настоящим методом рассчитывается по величине стандартной атомной энтропии S_{298}^{at} согласно формуле [8]

$$\Theta = 1130 \left[\exp\left(\frac{S_{298}^{at}}{3}\right) - 0,78 \right]^{-1/2}. \quad (5)$$

Вычисленная по (5) величина Θ для корунда оказалась равной $931^\circ K$. Следовательно,

$$a_0 = (5,96 - a) \frac{T_{пл}}{C_{p298}^{at} \cdot \Theta} = (5,96 - 5,5) \frac{2305}{3,78 \cdot 931} = 0,3;$$

$$b_0 = \frac{T_{пл} \cdot b}{C_{p298}^{at}} = \frac{2305 \cdot 0,564 \cdot 10^{-3}}{3,78} = 0,34.$$

Таким образом, коэффициенты a и b уравнения (1) следует определять из следующих соотношений:

$$a = 5,96 - \frac{0,3 \cdot C_{p298}^{at} \cdot \Theta}{T_{пл}}, \quad (6)$$

$$b = \frac{0,34 \cdot C_{p298}^{at}}{T_{пл}}. \quad (7)$$

Коэффициент c вычисляется по величине C_{p298}^{at} из (1):

$$c = 0,9 (a + b \cdot 298 - C_{p298}^{at}) \cdot 10^5. \quad (8)$$

Если полученные по корунду значения коэффициентов a_0 и b_0 окажутся постоянными для разных типов соединений, метод можно рекомендовать к применению. Поэтому проверка точности расчетных формул (6), (7) и (8) является необходимой. С этой целью из составленных по (6), (7) и (8) уравнений (1) вычислялись теплоемкости при 400, 600, 800°K и т. д. и сопоставлялись с экспериментальными данными [1]. При этом рассчитывалось в процентах от сительное отклонение δ расчетной величины C_p от экспериментальной, а также среднее расхождение $\bar{\delta}$ для

Таблица 1

Расхождения между рассчитанными и экспериментальными величинами высокотемпературных теплоемкостей для некоторых твердых неорганических соединений

Вещество	δ , % макс.	$\bar{\delta}$, %	Интервал °K	Вещество	δ , % макс.	$\bar{\delta}$, %	Интервал °K
Li ₂ O	-11.6	-5.7	298-1000	MnS	+ 2.7	+ 1.6	298-1800
BeO	- 9.9	±3.9	238-1200	B ₄ C	- 8.5	± 4.5	298-2000
MgO	+ 3.9	±2.0	298-2000	TiC	- 3.7	- 3.0	298-2000
CaO	- 1.6	-1.1	298-2000	Cr ₇ C ₃	-13.0	- 7.8	298-1400
SrO	- 4.1	-3.3	298-1800	VN	- 8.2	- 4.2	298-2000
BaO	- 3.4	-2.5	298-2000	ZrN	- 7.1	- 3.4	298-2000
ZnO	- 2.0	±1.0	298-2000	LiAlO ₂	- 1.2	- 0.8	298-1800
MnO	- 1.3	±0.5	298-2000	MgAl ₂ O ₄	- 6.1	± 2.5	298-2000
V ₂ O ₃	- 8.9	-6.2	298-2000	CaAl ₂ O ₄	+ 4.4	+ 3.1	298-1800
La ₂ O ₃	- 1.2	±0.5	298-2000	Na ₂ SiO ₃	- 5.5	- 2.7	298-1200
TiO ₂	+12.2	±4.8	298-2000	Mg ₂ SiO ₄	- 2.9	± 1.6	298-2000
HfO ₂	- 5.9	±3.8	298-2000	CaSiO ₃	+ 3.8	+ 2.8	298-1400
ThO ₂	- 6.5	±2.6	298-2000	CaFe ₂ O ₄	+ 7.3	+ 3.4	298-1400
Nb ₂ O ₅	+ 7.0	+4.9	298-1600	FeCr ₂ O ₄	- 2.5	- 1.0	298-1800
Ta ₂ O ₅	+ 2.3	±1.1	298-2000	Fe ₂ SiO ₄	- 2.6	± 0.9	298-1400
MoO ₃	+ 2.4	+1.9	298-1000	Na ₂ CO ₃	- 6.4	± 2.6	298-1000
LiF	- 7.1	-4.1	298-1000	Ba(NO ₃) ₂	+ 8.1	+ 4.4	298- 800
NaF	- 4.8	-2.1	298-1200	Al ₂ (SO ₄) ₃	+ 5.4	+ 3.0	298-1000
NaCl	- 0.3	-0.1	298-1000	MgTiO ₃	- 4.3	- 2.6	298-2000
KF	+ 3.1	±1.1	298-1000	BaTiO ₃	+ 8.5	+ 3.7	298-1800
KCl	+ 2.3	±1.2	298-1000	Ba ₂ TiO ₄	+10.5	± 4.6	298-1800
AgCl	- 4.6	-2.4	298- 700	Al ₂ TiO ₅	+ 0.9	± 0.6	298-1800
CaCl ₂	+ 9.9	+4.8	298-1000	FeTiO ₃	+ 1.6	± 0.7	298-1600
MnCl ₂	+ 7.0	+3.1	298- 900	CaTiSiO ₆	+ 6.3	+ 3.9	298-1600
FeCl ₂	+ 8.1	±3.5	298- 900	CaB ₄ O ₇	+ 7.6	+ 4.2	298-1200
NiCl ₂	+ 3.4	±1.2	298-1200	Ag ₃ Al	+ 0.6	+ 0.4	298- 900
FeCl ₃	- 3.8	-2.5	298- 550	MgZn ₂	+ 2.4	+ 1.8	298- 800
UCl ₄	+ 5.7	+3.5	298- 700	MoSi ₂	+ 1.7	± 0.8	298-1200

рассмотренного температурного интервала. Результаты этих расчетов приведены в табл. I, в которой рассмотрены основные типы неорганических соединений; окислы, галогениды, карбиды, нитриды, алюминаты, силикаты и т. д. При подборе этих соединений обращалось внимание на то обстоятельство, что в некоторых случаях экспериментальные значения высокотемпературных теплоемкостей могут сильно отличаться от истинных, если они получены путем дифференцирования не особенно точных уравнений энтальпий.

Как видно из табл. I, предложенный ускоренный метод расчета C_p для большинства соединений дает вполне удовлетворительные результаты ($\bar{\delta} < 5\%$), а среднее значение расхождений $\bar{\delta}$ для 56 рассмотренных веществ не превышает $\pm 3,0\%$.

В тех случаях, когда в веществах в интервале $298 - T_{пл}$ наблюдается полиморфное превращение⁽¹⁾, в уравнениях (6) и (7) следует температуру плавления заменить температурой полиморфного превращения $T_{пр}$ [6], тогда получается уравнение типа (1) для низкотемпературной α -модификации вещества в интервале $298 - T_{пр}$.

Определение расчетным путем уравнения теплоемкости для высокотемпературной β -модификации вещества является более трудноразрешимой задачей. Однако с некоторым приближением формулы (6) и (7) могут быть использованы с целью составления уравнения типа $C_p^{ст} = a + bT$ для β -формы вещества, если в них величину $C_p^{ст298}$ заменить значением теплоемкости в точке перехода, рассчитанной по уравнению α -модификации соединения, а Θ — величиной Θ_β , характерной для β -формы вещества. Приближенную формулу для расчета Θ_β легко получить, если распространить гипотезу Линдемана [10] о плавлении кристалла на полиморфное превращение. Тогда для α и β -формы соединения известная формула Линдемана [10] для характеристической температуры может быть представлена в виде уравнений

$$\Theta_\alpha = 133 (T_{пр} \cdot M^{-1} \cdot V_\alpha^{-2/3})^{1/2}, \quad (9)$$

$$\Theta_\beta = 133 (T_{пл} \cdot M^{-1} \cdot V_\beta^{-2/3})^{1/2}, \quad (10)$$

где M — атомная масса, а V — атомный объем соединения. Комбинируя уравнениями (9) и (10) при допущении, что $V_\alpha \approx V_\beta$, получим

$$\Theta_\beta = \Theta_\alpha \left(\frac{T_{пл}}{T_{пр}} \right)^{1/2},$$

где Θ_α рассчитывается по формуле (5).

С учетом этих поправок составлялись уравнения высокотемпературных теплоемкостей для веществ, имеющих в интервале $298 - T_{пл}$ полиморфное превращение. Рассчитанные величины C_p сравнивались с экспериментальными [1]. Результаты подсчетов для 12 соединений приведены

(¹ Вещества с ферромагнитным превращением в настоящей работе не рассматриваются.)

в табл. 2, согласно которой средняя величина $\bar{\delta}$ для α -модификации рассмотренных веществ составляет $\pm 3,5\%$, а для β -модификации — $\pm 8,0\%$. Как видим, предложенный метод расчета C_p характеризуется относительно невысокой точностью для β -формы соединения. Это обусловлено приближенным характером как предложенных расчетных формул, так и используемых при сравнении некоторых экспериментальных данных.

Таблица 2

Расхождение между рассчитанными и экспериментальными величинами высокотемпературных теплоемкостей для некоторых твердых веществ с полиморфным превращением в интервале $298-T_{пл}$

Вещество	δ , % макс.	$\bar{\delta}$, %	Интервал К	Вещество	δ , % макс.	$\bar{\delta}$, %	Интервал К
α -TiO	- 9,2	- 5,3	298-1264	β -Ca ₃ (PO ₄) ₂	-14,1	\pm 6,0	298-1373
β -TiO	-16,8	-16,2	1264-2000	β -Ca ₃ (PO ₄) ₂	+12,2	+ 9,9	1373-1600
α -кварц	+ 6,3	+ 3,6	298-848	α -Na ₂ TiO ₃	- 4,4	- 2,2	298-560
β -кварц	+14,2	+ 9,7	848-1800	β -Na ₂ TiO ₃	-14,6	- 9,4	560-1300
α -AlF ₃	- 1,5	\pm 0,5	298-727	Na ₂ SO ₄ ·III	- 5,0	\pm 1,6	298-514
β -AlF ₃	+ 6,8	+ 3,3	727-1400	Na ₂ SO ₄ ·I	- 7,8	- 3,9	514-1100
α -SnS	+ 3,0	\pm 1,7	298-875	α -K ₂ SO ₄	- 4,6	\pm 1,8	298-856
β -SnS	+12,7	+12,5	875-1150	β -K ₂ SO ₄	+ 2,2	+ 1,4	856-1300
α -CaC ₂	+11,1	+ 6,1	298-720	α -Ca ₂ P ₂ O ₇	+ 4,5	+ 2,6	298-1413
β -CaC ₂	+10,5	+ 8,7	720-2000	β -Ca ₂ P ₂ O ₇	+ 6,2	+ 4,3	1413-1600
α -CaTiO ₃	+ 7,9	\pm 3,1	298-1530	α -Mn ₂ C	-10,3	- 7,7	298-1310
β -CaTiO ₃	+15,8	+11,4	1530-2000	β -Mn ₂ C	-24,9	-23,5	1310-1500

При отсутствии экспериментальной величины $S_{298}^{ст}$ для исследуемого вещества в расчетах C_p по данному методу может быть использовано ее приближенное значение, определяемое известными в литературе эмпирическими способами [2, 11, 12]. С помощью специальных расчетов установлено, что колебание значений величины $S_{298}^{ст}$ и $T_{пл}$ в пределах $\pm 10\%$ приводит к ухудшению точности, полученных уравнений C_p в среднем на $\pm 0,5-1,0\%$. Если используется расчетная величина $S_{298}^{ст}$, она должна характеризоваться погрешностью $< 5\%$. Наиболее пригодным для приближенного расчета $C_{p,298}^{ст}$ следует считать разработанный одним из авторов [13] аддитивно-энтропийный способ, который характеризуется точностью $\pm 5,0\%$ и может быть с успехом использован при данном методе составления уравнений высокотемпературных теплоемкостей твердых неорганических соединений.

დ. ცაგარეიშვილი, ბ. ზმელსიანი

მზარდი არაკორგანული ნაერთების მაღალტემპერატურული
 სითბოტემპერატურული ანბარიშის სწრაფი მეთოდი

რ ე ზ ი უ მ ე

ნახევრადემპირიული წესით მიღებულია ფორმულები a , b და c კოეფიციენტების სწრაფად განსასაზღვრავად მყარი არაკორგანული ნაერთების მაღალტემპერატურული სითბოტემპერატურული განტოლებისათვის $C_p = a + bT - cT^{-2}$, სადა C_p ნაერთის სითბოტემპერატურული T K ტემპერატურაზე. მოცემული მეთოდით შედგენილი განტოლებები ტემპერატურულ ინტერვალში 298°K-დან პირველ დაზურ გარდაქმამდე (დნობა ან არამაგნიტური პოლიმორფული გარდაქმნა) ხასიათდებიან საშუალო ცდომილებით $\pm 3,0 - 3,5\%$, ხოლო პირველი დაზური გარდაქმნის შემდეგ — $\pm 8,0\%$.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. K. K. Kelley. High-temperature heat-content, heat-capacity, and entropy data for the elements and inorganic compounds. Washington. U. S. Bur. Mines, Bull., 584, 1960.
2. А. Н. Крестовников, Л. П. Владимиров, Б. С. Гуляницкий, А. Я. Фишер. Справочник по расчетам равновесий металлургических реакций. Металлургиздат, М., 1963.
3. Н. А. Ландия. Расчет высокотемпературных теплоемкостей неорганических веществ по одному значению низкотемпературной теплоемкости. Журнал физической химии, т. 27, 1953, 624.
4. В. А. Киреев. Термодинамика одноптиных химических реакций и одноптиных соединений. Журнал физической химии, т. 35, 1961, 1395.
5. Л. И. Иванова. Зависимость между теплоемкостью твердых веществ и температурой первого фазового перехода. Журнал физической химии, т. 35, 1961.
6. Н. А. Ландия. Расчет высокотемпературных теплоемкостей твердых неорганических веществ по стандартной энтропии. Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1962.
7. G. Maier, K. K. Kelley. An equation for the representation of high-temperature heat-content data. Journ. Amer. Chem. Soc., vol. 52, 1932, 3243.
8. Н. А. Ландия, Д. Ш. Цагарейшвили. Упрощенные уравнения для расчета теплоемкости, энтропии и характеристической температуры твердых веществ. Труды Института металлургии АН ГССР, т. XII, 1961, 45.
9. W. Nernst, F. A. Lindemann. Spezifische Wärme und Quantentheorie. Zeitschrift für electrochemie, 17, 1911, 817.
10. F. A. Lindemann. Über die Berechnung molekularer Eigenfrequenzen. Physikalische Zeitschrift, 11, 1910, 609.
11. М. Х. Карапетьянц. Химическая термодинамика. Госхимиздат, М., 1953.
12. В. М. Латимер. Окислительные состояния элементов и их потенциалы в водных растворах. ИЛ, М., 1954.
13. Д. Ш. Цагарейшвили. Новый метод расчета теплоемкости при 298°K для некоторых кристаллических неорганических соединений. Труды Грузинского института металлургии, т. XIV, 1965.

М. А. БОКУЧАВА (член-корреспондент АН ГССР), Г. Н. ПРУИДЗЕ

ЗЕЛЕНЫЙ БЫСТРОРАСТВОРИМЫЙ СУХОЙ КОНЦЕНТРАТ ЧАЯ ИЗ ФОРМОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Быстрорастворимый концентрат чая представляет собой сухой экстракт натурального чая. Он портативен, без остатка растворяется в горячей воде. Чайный напиток из него легко приготовить, так как не требуется предварительной заварки и поэтому имеется ряд преимуществ перед обычным чаем [1, 2]. Чай такого вида получают в промышленном масштабе и широко применяют в разных странах мира — в США, Англии, Швеции, Швейцарии, на Цейлоне и т. д. [3]. У нас быстрорастворимый сухой концентрат чая до настоящего времени не производится. Между тем, организация производства быстрорастворимого концентрата чая является весьма целесообразной.

Г. Гарлер [4] считает, что в настоящее время начался новый период развития чайной промышленности — период перехода к производству быстрорастворимого сухого концентрата чая.

Министр сельского хозяйства Цейлона Г. де Сильва [5] сообщает, что в связи с большой популярностью быстрорастворимого сухого концентрата чая среди потребителей разных стран правительство Цейлона оказывает большую помощь чайной промышленности в деле развития производства быстрорастворимого чая и что на Цейлоне ассигнуется 1,5 миллиона рупий на строительство фабрик по производству быстрорастворимого сухого концентрата чая.

Следует отметить, что за границей быстрорастворимый сухой концентрат получают из готовой продукции чая [6]. Мы считаем целесообразным использовать для этой цели формовочный материал осенней и весенней подрезки чайных кустов и некондиционный чайный лист, полученный после сортировки листа механизированного сбора.

По данным ВНИИЧ и СК, каждый гектар чайной плантации ежегодно дает 3—4 тонны формовочного материала. Следовательно, ежегодно можно заготовить более 200 тысяч тонн. В настоящее время лишь очень небольшое количество этого материала используется для производства зеленого кирпичного чая и кофеина, большая же часть остается на плантации в качестве удобрений. Из этого материала можно получить растворимую часть, а остальную использовать как удобрение.

Ясно, что получение быстрорастворимого сухого концентрата чая из вышеуказанного сырья, которое в настоящее время является отходом чайного хозяйства, имеет большое народнохозяйственное значение. Это мероприятие даст возможность существенно увеличить чайные ре-



сурсы и поможет удовлетворить постоянно растущие потребности нашей страны отечественным чаем.

По данным академика А. И. Опарина [2], грубый чайный лист и формовочный материал бедны ценными веществами — танином и кофеином. Но это, как указывает А. И. Опарин, зависит главным образом от высокого содержания в них сырой клетчатки и других нерастворимых веществ. Поэтому, если сравнить только количества переходящих в экстракт растворимых веществ, различие между молодыми побегами, огрубевшим листом и формовочным материалом не будет таким разительным. Следовательно, из формовочного материала можно получить качественный продукт быстрорастворимого сухого концентрата чая.

Нами был разработан способ получения зеленого быстрорастворимого сухого концентрата чая из формовочного материала весенней и осенней подрезки чайных кустов и несортového чайного листа, полученного после сортировки листа механизированного сбора.

В основе способа лежит принцип максимального использования положительно действующих начал и разрушения и удаления отрицательно действующих на вкус и аромат чая веществ. Достигается это специальной обработкой сырья и экстракта. Важным моментом при этом является применение метода сублимационной сушки [7]. Продукт, высушенный этим методом, сохраняет все свои биологические и питательные свойства, что обычно не достигается при тепловой сушке.

Основные преимущества метода сублимационной сушки следующие:

1. Сухие концентраты сохраняют свои первоначальные качества (аромат, вкус, цвет, физиологическую ценность и т. д.).
2. Полностью сохраняется химический состав продукта.
3. Высушенный концентрат быстро и хорошо растворяется.
4. Полученный продукт устойчив при длительном хранении.

Зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая, полученный из формовочного материала, по своему вкусу, аромату и цвету настоя не уступает концентрату зеленого байхового чая, полученного из сортового сырья. Результаты органолептического анализа представлены в табл. I.

Из данных табл. I видно, что зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая, полученный из формовочного материала, обладает всеми свойствами напитка зеленого байхового чая.

Специальные сравнительные опыты показали, что сухой концентрат быстрорастворимого чая из формовочного материала по органолептическим показателям — вкусу, аромату и цвету настоя — существенно не отличается от первосортного зеленого байхового чая, а по химическому составу часто превосходит его. Органолептические анализы были проведены В. Д. Размадзе и Н. В. Фомичевым титестерами Московской чаеразвесочной фабрики им. В. И. Ленина. Опробование образцов проводилось в зашифрованном виде. Этот факт дает основание думать, что, если будет организовано производство зеленого быстрорастворимого сухого концентрата чая, он найдет своего потребителя.

Изучение химического состава полученных нами образцов зеленого быстрорастворимого сухого концентрата чая показало, что они по

своему химическому составу и физиологическому значению для организма человека являются полноценным продуктом.

Таблица 1
 Результаты опробования зеленого быстрорастворимого сухого концентрата чая

Наименование образца	Доза заварки	Вкус	Цвет настоя	Аромат
Быстрорастворимый чай из формовочного материала	0,6	Терпкий, горечи нет, достаточно полный, характерный для натурального зеленого чая	Светло-желтый, характерный для нормального зеленого байхового чая	Приятный, зеленого чая
Быстрорастворимый чай из грубого листа осеннего сбора	0,6	Терпкий, характерный для нормального зеленого байхового чая	Светло-желтый	"
Быстрорастворимый чай из несортного чайного листа, полученного после сортировки листа механизированного сбора	0,4	Терпкий, сильный, характерный для нормального чая	Светло-желтый, нормальный	Зеленого чая

В табл. 2 приведены данные о содержании танина зеленого быстрорастворимого сухого концентрата чая.

Таблица 2
 Содержание танина в зеленом быстрорастворимом сухом концентрате чая

№ образца	Наименование образца	Танин в % от сухого веса концентрата	Выход сухого концентрата в % от сухого материала
57	Сухой концентрат из несортного чайного листа механизированного сбора	53,62	31,70
58	"	54,71	37,40
62	"	57,29	39,62
66	Сухой концентрат из зеленого байхового чая 1-го сорта	54,97	37,59
73	Сухой концентрат из грубого листа осеннего сбора	41,63	32,01
74	"	43,65	42,02
76	"	42,40	28,70
78	Сухой концентрат из формовочного материала	38,23	31,36
80	"	39,22	28,50
82	"	29,12	27,25
84	"	33,92	21,50

Как видно из табл. 2, содержание танина в сухих концентратах в зависимости от качества сырья составляет от 29 до 58%. Вместе с тем, эти концентраты имеют вкус, пастой и аромат натурального зеленого чая.

В результате исследования количественного содержания катехинов чая выяснилось, что зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая, полученный из формовочного материала, содержит до 20—25% катехинов, а из несортového чайного листа механизированного сбора— до 45% (табл. 3). Определение катехинового состава в концентрате чая проводилось с помощью хроматографии на бумаге по методу М. Н. Запротова [8].

Таблица 3

Содержание катехина в зеленом быстрорастворимом сухом концентрате

К а т е х и н ы	Быстрорастворимый чай из несортového чайного листа механизированного сбора		Быстрорастворимый чай из формовочного мате- риала	
	в мг на 1 г сухого веса	в % от сум- мы катехи- нов	в мг на 1 г сухого веса	в % от сум- мы катехи- нов
l — эпигаллокатехин	130,81	29,38	77,46	34,72
dl — галлокатехин	35,35	8,00	16,80	7,53
l — эпикатехин + d l-катехин	38,21	8,65	36,60	16,32
l — эпигаллокатехин-галлат	177,60	40,20	72,44	32,47
l — эпикатехингаллат	59,80	11,27	19,80	8,88
Сумма катехинов	441,77	—	223,10	—

Высокое содержание танина и катехинов говорит о том, что зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая по своему физиологическому значению является полноценным продуктом. Так как танино-катехиновый комплекс чая обладает сильно выраженным Р-витаминным действием [9], то зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая представляет собой важнейший источник витамина Р. Кроме того, танино-катехиновый комплекс чая обладает другими полезными свойствами.

В настоящее время имеется много данных, говорящих о благоприятном действии танино-катехинового комплекса чая при лечении разных болезней. Показано, что танино-катехиновый комплекс зеленого чая обладает высокими бактериостатическими и бактерицидными свойствами [10]. Важное значение имеет исследование профессоров фармацевтического Института Шибзоника (Япония)—доктора Тейджи Уган, президента Института и фармацевта доктора Энци Хаяши [11]. Внимание этих ученых привлекло заявление группы людей, пострадавших во время атомных взрывов в Хиросиме и Нагасаки, о том, что «от чая им стало лучше». В результате многочисленных опытов эти ученые пришли к выводу, что чайный танин полностью ликвидирует вредное действие на организм радиоактивного изотопа, стронция 90, так как абсорбирует и обезвреживает его раньше, чем он успевает дойти до костного мозга. Испытания атомных бомб в свое время вызвали увеличение количества стронция 90, который попадает в организм человека с разными пищевыми продуктами и приводит к заболеваниям. Японские ученые считают, что содержание стронция 90 в организме можно держать ниже допустимого уровня, если организм получит достаточное количество чая. Зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая, как мы видели, характеризуется большим содержанием та-

вино-катехинового комплекса (табл. 2, 3) и поэтому его успешно можно использовать для профилактики.

Интересные результаты дали исследования качественного состава простых сахаров сухого зеленого концентрата чая. Выяснилось, что в зеленом быстрорастворимом сухом концентрате чая содержатся все растворимые формы сахаров чая.

Определение сахаров в сухом концентрате чая проводилось методом хроматографии на бумаге с применением денситометра по М. А. Бокучава и Н. И. Скобелевой [12]. На рис. 1 и 2 приведены хроматограммы разделенных сахаров.

Как видно из рис. 1 и 2, содержание рафинозы, сахарозы, глюкозы и фруктозы в зеленом быстрорастворимом сухом концентрате чая из формовочного материала больше, чем из сортового чайного листа механизированного сбора.



Рис. 1. Хроматограммы сахаров зеленого быстрорастворимого сухого концентрата чая: А — быстрорастворимый сухой концентрат из зеленого байхового чая; Б — быстрорастворимый сухой концентрат из III фракции отсортированного чайного листа машинного сбора; В — быстрорастворимый сухой концентрат из грубого листа осеннего сбора; Г — быстрорастворимый сухой концентрат из формовочного материала; а — рафиноза; б — сахароза; в — фруктоза

При дальнейшем исследовании химического состава зеленого быстрорастворимого сухого концентрата чая мы определяли в нем содержание кофеина, хлорофилла и пектиновых веществ. Результаты представлены в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая содержит достаточное количество кофеина, в пределах от 2,5

до 3,9%. Содержание хлорофилла незначительно, так как основное количество его остается в разварке. Это также является положительным моментом, ибо высокое содержание хлорофилла отрицательно влияет на качество чая.

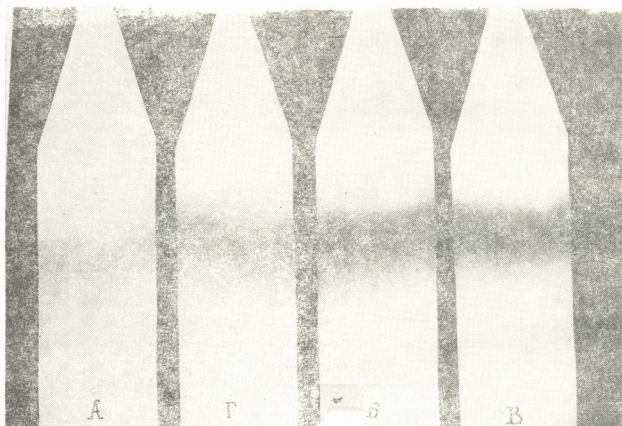


Рис. 2. Хроматограммы глюкозы быстрорастворимого сухого концентрата чая: А — быстрорастворимый сухой концентрат из зеленого байхового чая; Б — быстрорастворимый сухой концентрат из III фракции отсортированного чайного листа машинного сбора; В — быстрорастворимый сухой концентрат из формовочного материала; Г — быстрорастворимый сухой концентрат из грубого листа осеннего сбора

Таблица 4
Содержание кофеина, хлорофилла и пектиновых веществ в зеленом быстрорастворимом сухом концентрате чая
(в % от сухого вещества)

Наименование образца	Кофеин	Хлорофилл	Пектиновые вещества
Сухой концентрат из полуфабриката зеленого байхового чая	3,90	0,077	9,49
Сухой концентрат из несортного чайного листа механизированного сбора	3,42	0,026	6,33
Сухой концентрат из формовочного материала	2,51	0,007	4,55

Выводы

1. Зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая, полученный из формовочного материала весенней и осенней подрезки чайных кустов и из несортного чайного листа механизированного сбора является полноценным продуктом, обладающим всеми свойствами натурального зеленого чая.

2. Высокое содержание танина (29—58%) и катехинов (20—45%) говорит о том, что зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая по своему физиологическому значению является полноценным продуктом. Он представляет собой важнейший источник витамина Р.

3. Хроматографические исследования показали, что в зеленом быстрорастворимом сухом концентрате чая содержатся все растворимые сахара чая.

4. Содержание хлорофилла в быстрорастворимом сухом концентрате чая незначительно, так как основное количество его остается в разварке.

5. Разработан метод получения из формовочного материала зеленого быстрорастворимого сухого концентрата чая с применением сублимационной сушки. Путем внедрения в производство этого метода можно значительно расширить чайные ресурсы за счет резервов чайного хозяйства. Поэтому можно рекомендовать промышленности организацию производства этого вида чая.

6. Организация производства зеленого быстрорастворимого сухого концентрата чая из формовочного материала позволит значительно увеличить производство и черного чая, ибо в связи с использованием формовочного материала для получения зеленого быстрорастворимого чая высвобождается значительное количество сортового сырья, которое можно использовать для приготовления черного чая.

Всесоюзный н.-и. институт
чайной промышленности

(Поступило в редакцию 12.9.1964)

ბოლოში

მ. ბოკუჩავა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ბ. ფრუიძე

სწრაფადხსნადი მწვანე ჩაის მშრალი კონცენტრატის მიღება
ბანასხლავი მასალისაგან

რეზიუმე

დამუშავებული იქნა ჩაის განასხლავი მასალისგან სწრაფადხსნადი მწვანე ჩაის მშრალი კონცენტრატის მიღების მეთოდი სუბლიმაციური შრობის გამოყენებით. ამ მეთოდით ჩაის ბუჩქის განასხლავი მასალისგან და მექანიზირებულად ნაკრები ფოთლის უხეში ფრაქციიდან მიღებული სწრაფადხსნადი მწვანე ჩაი ხასიათდება მწვანე ბაიხის ჩაის ყველა თვისებით.

აღნიშნული პროდუქტი შეიცავს 20 — 45 % კატეხინებს, ხოლო ტანინის საერთო რაოდენობა 58% -მდე აღწევს. ამიტომ ის თავისი ფიზიოლოგიური მოქმედებით სრულფასოვანი პროდუქტია და წარმოადგენს ვიტამინ P-ს მნიშვნელოვან წყაროს.

ქრომატოგრაფიული და ქიმიური გამოკვლევებით ნაჩვენებია, რომ სწრაფადხსნადი მწვანე ჩაის მშრალი კონცენტრატი შეიცავს ჩაიში არსებულ ყველა ხსნად ნივთიერებას.

სწრაფადხსნადი მწვანე ჩაის ზილების მეთოდი შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს წარმოებაში დასაწერად. ამ მეთოდის წარმოებაში დანერგვით მნიშვნელოვანდ გაიზრდება ჩაის რესურსები ზეურნეობის რეზერვების — განასხლავი მასალისა და უკონდიციო ნედლეულის ხარჯზე.

სწრაფადხსნადი მწვანე ჩაის წარმოების ორგანიზაცია გაზრდის შავი ჩაის წარმოებასაც, რადგან ჩაის განასხლავი მასალის მწვანე ჩაისათვის გამოყენებასთან დაკავშირებით გათავისუფლდება ხარისხოვანი ჩაის ფოთლის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რომლისგანაც ამჟამად მწვანე ბაიხის ჩაის ლეზულობენ.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Бокучава. Биохимия чая и чайного производства. Изд. АН СССР, 1958, стр. 522.
2. А. Н. Опарин. Получение чайного концентрата из формовочного материала. Биохимия чайного производства, 5, 1946, 153.
3. „Crystal tea“ plant for Ceylon. Food Technology in Australia, 10, № 10, 1958, 553.
4. C. R. Harler. Four phases in the development of tea industry. Tea and Rubber Mail, vol. 84, № 4335, 6, 1961.
5. Start of a new development soluble tea in the tea industry. Assam Review and Tea News, vol. 50, № 2, 95, 1961.
6. Coffee and Tea Patents.. 1959—Part Two— Coffee and Tea Industries and The Flavor Field, vol. 83, 1960, 46.
7. Г. Н. Приудзе. Получение сухого концентрата чая методом сублимационной сушки. Биохимия чайного производства 9, 1962, 177.
8. М. Н. Запрометов. Количественное определение катехинов при их разделении хроматографией на бумаге. Физиология растений, т. 5, вып. 3, 1958, 298.
9. А. Л. Курсанов, В. Н. Букин, К. Л. Поголоцкая и М. Н. Запрометов. Биологическое действие чайного танина. Биохимия чайного производства, 6, 1953, 170.
10. М. А. Бокучава и С. И. Бердыева. Бактериостатические и бактерицидные свойства отдельных фракций чайного танина по отношению к некоторым микробам кишечной группы. Биохимия чайного производства, 7, 1959, 209.
11. Чай как противоядие против действия стронция 90. В кн.: „Выращивание и производство чая за рубежом“, ГОСИНТИ, М., 1960, стр. 38.
12. М. А. Бокучава и Н. И. Скобелева. Исследование углеводов методом хроматографии на бумаге с применением денситометра. Биохимия, 26, 1961, 361.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Т. В. ИОНАТАМИШВИЛИ, Ц. С. НАЧКЕБИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ КАТИОНОВ
НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА АНИОНООБМЕННЫМИ СМОЛАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландия 27.5.1964)

Слабоосновные аниониты в гидроксильной форме поглощают молекулу кислоты по уравнению



(черточка сверху означает принадлежность к фазе ионита) [1]. Предположилось, что и другие катионы подобным образом могут сорбироваться слабоосновными анионообменными смолами. Это соображение было положено в основу нового направления по сорбции некоторых металлов анионитами.

Сусман [2] кратко сообщает об адсорбции катионов меди анионитами. Дж. Анделли и Н. Давидсон провели ориентировочные опыты по сорбции катионов меди и ртути слабоосновным анионитом IR-4B в статических условиях и получили положительные результаты. Обстоятельные работы в этом направлении проведены К. М. Салдадзе с сотрудниками [3—6], которыми установлена возможность сорбции некоторых катионов слабо- и среднеосновными анионитами из нейтральных и слабокислых растворов.

Описанное новое свойство анионитов поглощать наряду с анионами и катионы некоторых металлов открывает новые перспективы в технологии и аналитике для очистки, извлечения, концентрирования и разделения различных металлов.

Целью настоящей работы являлось изучение процесса сорбции никеля и кобальта отечественными ионообменными смолами в статических и динамических условиях. В данной статье приводятся результаты исследований, проведенных в статических условиях.

Методика эксперимента. Используемые аниониты подвергались предварительной обработке по известной методике [6]. Навеска воздушно-сухого анионита, соответствующая 1 г сухого ионита, помещалась в 100-миллилитровые колбы с притертыми пробками, затем заливалась определенным объемом (обычно 50 мл) испытываемого раст-



вора—сульфата никеля или кобальта известной концентрации. После перемешивания в течение определенного времени на механическом перемешивателе раствор анализировался на содержание испытываемых катионов для подсчета количества поглощенного элемента, рН растворов измерялся стеклянным электродом с помощью лампового потенциометра марки ЛП-58. Анализ никеля и кобальта производился комплексометрическим титрованием трилоном Б [7].

Подбор марки анионита. С целью подбора анионита, обладающего максимальной сорбционной способностью к катионам никеля и кобальта, испытывался ряд отечественных слабо- и среднеосновных анионообменных смол.

Таблица 1

Подбор марки анионита

Условия опытов: исходные растворы — сульфат кобальта 1,09 г/л Со (опыты 1 — 6), сульфат никеля 0,99 г/л Ni; объем 50 мл, продолжительность контакта 24 часа

№ опыта	Марка анионита	Карбонатная форма			Гидроксильная форма		
		Конечный раствор		Поглощено катиона, мг-экв/г	Конечный раствор		Поглощено катиона, мг-экв/г
		Концентрация, г/л	рН		Концентрация, г/л	рН	
1	ЭДЭ — 10П	0,29	7,3	1,35	0,29	7,9	1,35
2	АН — 17	0,44	7,5	1,09	0,40	7,6	1,15
3	АН — 2Ф	0,70	7,3	0,65	0,47	7,8	1,05
4	АН — 9	1,09	7,2	0	0,58	7,8	0,85
5	АН — 1	1,09	7,3	0	1,05	7,4	0,09
6	ЭДЭ — 10П	0,23	7,5	1,29	0,23	8,1	1,29
7	АН — 17	0,47	7,7	0,90	0,47	8,2	0,90
8	АН — 2Ф	0,65	7,6	0,60	0,38	7,7	1,05
9	АН — 9	0,99	7,5	0	0,47	7,9	0,90
10	АН — 1	0,99	7,5	0	0,94	7,6	0,09

При прочих равных условиях максимальная сорбция катионов никеля и кобальта наблюдалась на анионите ЭДЭ-10П, хотя статическая обменная емкость ЭДЭ-10П и АН-2Ф одинакового порядка: оба являются низкоосновными анионитами конденсационного типа и содержат вторичные и третичные аминогруппы.

На основе полученных данных (табл. 1) можно заключить, что наилучшим анионитом для осуществления процесса сорбции никеля и кобальта являются ЭДЭ-10П и АН-17. Выбор остановили на первом, так как его производство осуществлено в промышленном масштабе и сорбционная способность по никелю и кобальту выше.

Влияние формы анионита ЭДЭ-10П. На процесс поглощения катионов форма анионита оказывает значительное влияние [3—6].

Для подбора наиболее приемлемой формы испытывались кислотные (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , CO_3^{2-}) и гидроксильная формы анионита. Наилучшие результаты получались на гидроксильной и карбонатной формах анионита (табл. 2). При этом наблюдалось резкое повышение рН конечных растворов, что обусловлено протеканием процесса ионообмена между сульфат-ионами раствора и гидроксильными или карбонатными ионами анионита. Наряду с этим протекает второй процесс—сорбция катионов, вероятнее, сорбция молекулы соли. При применении анионита в гидроксильной форме в большинстве случаев наблюдается некоторое помутнение конечных растворов, а в случае работы с карбонатной формой ионита в подавляющем большинстве опытов растворы остаются прозрачными. Поэтому более приемлемым следует считать использование карбонатной формы анионита, которая впервые применялась авторами данной статьи.

Таблица 2
Влияние формы анионита ЭДЭ-10П на поглощение катионов никеля и кобальта.
Продолжительность контакта 24 часа

№ опыта	Форма анионита ЭДЭ-10П	Кобальт -- 1,09 г/л, рН 3,5			Никель -- 0,99 г/л, рН 5,0		
		Конечный раствор		Поглощено, мг-экв/г	Конечный раствор		Поглощено мг экв/г
		г/л	рН		г/л	рН	
1	Cl^-	1,06	2,4	0,05	0,58	4,7	0,70
2	NO_3^-	1,03	2,4	0,10	0,67	4,0	0,55
3	SO_4^{2-}	1,03	2,4	0,10	0,58	3,8	0,70
4	OH^-	0,206	7,9	1,49	0,147	7,3	1,45
5	CO_3^{2-}	0,206	7,3	1,49	0,205	6,8	1,35

Влияние кислотности растворов. Величина рН растворов значительно влияет на показатели процесса ионообмена. Отмечалось [4—6], что с ростом рН исходных растворов увеличивается сорбируемость катионов анионитами, хотя общеизвестно, что поглощательная способность слабоосновных анионитов понижается с ростом рН растворов. Это несоответствие еще раз указывает на своеобразие процесса сорбции катионов анионитами.

С целью установления влияния рН исходных растворов на сорбцию никеля и кобальта снимались кривые потенциометрического титрования при постоянной ионной силе, с одновременным определением изменения концентрации катионов в растворе (рис. 1).

В пределах рН исходных растворов 1,8—2,35 конечный рН растет, соответственно повышается количество поглощенного кобальта. Дальнейшее понижение кислотности не оказывает влияния на рН конечных

растворов, и количество поглощенного кобальта постоянно. Аналогичная зависимость количества поглощенного катиона от рН конечных растворов наблюдается и для сульфата никеля. Однако в данном случае с ростом рН исходных растворов происходит некоторое снижение кислотности конечных растворов и соответственно увеличивается и количество поглощенного анионитом никеля.

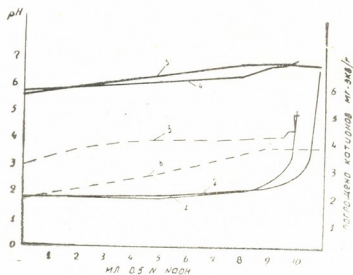


Рис. 1. Зависимость емкости анионита ЭДЭ-10П в карбонатной форме по никелю и кобальту от рН растворов. рН: 1 — исходного раствора никеля; 2 — исходного раствора кобальта; 3 — конечного раствора никеля; 4 — конечного раствора кобальта. Поглощено, мг-экв/г: 5 — никеля; 6 — кобальта

Исходя из полученных результатов, можно предположить, что количество поглощенных катионов в основном является функцией рН конечных растворов.

После 24-часового контакта растворов сульфатов никеля и кобальта с карбонатной формой анионита не наблюдалось их помутнения, очевидно, вследствие того что при данной концентрации катионов достигаемый рН растворов недостаточен для образования карбонатов или основных солей. Снятие обычных кривых потенциометрического титрования подтвердило это предположение.

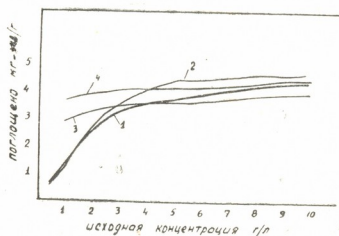


Рис. 2. Зависимость поглощения никеля и кобальта карбонатной формой анионита ЭДЭ-10П от концентрации и разбавления; 1, 2 — постоянный объем; 3, 4 — переменный объем (абсолютное количество катиона постоянно)

Влияние концентрации и разбавления на сорбцию катионов никеля и кобальта карбонатной формой анионита ЭДЭ-10П. Проводились две серии опытов по исследова-

нию влияния концентрации на сорбцию никеля и кобальта (рис. 2): в первой серии объем растворов был постоянным (50 мл), изменение концентрации достигалось увеличением количества испытываемого элемента; во второй серии количество элемента во всех образцах было постоянным, изменение концентрации достигалось разбавлением. Опыты проводились в равновесных условиях.

Кривые 1, 2, 3 и 4 (рис. 2) можно разбить на два участка: первый — до пересечения кривых 1, 2 и 3, 4; второй — выше точки пересечения. На первом участке из растворов с постоянным объемом (кривые 1 и 2) сорбция никеля и кобальта ниже, чем из растворов с переменным объемом (кривые 3 и 4). На втором участке наблюдается обратная картина.

Из полученных данных следует, что количество поглощенных анионитом катионов в основном является функцией не концентрации, а абсолютного количества катионов в растворе. В этом аспекте легко объяснить полученные результаты (рис. 2). А именно при постоянном объеме с ростом концентрации увеличивается количество катионов в данном объеме, соответственно возрастает адсорбция катионов. При изменении концентрации путем разбавления растворов, вследствие того что абсолютное количество катионов остается постоянным, изменение концентрации почти не влияет на поглощаемость катионов анионитом.

Извлечение сорбированных катионов из анионита. В работах, посвященных сорбции тяжелых металлов анионитами, отмечается [6], что катионы, поглощенные анионитом ЭДЭ-10П, не извлекаются растворами едкого натра и не образуют гидрата окиси металла. Следовательно, при практическом осуществлении процесса для проведения многократных циклов процесс регенерации необходимо проводить в двух стадиях: 1) кислотная обработка для извлечения катионов, 2) щелочная — для перевода ионита в гидроксильную форму, так как в солевой форме, за исключением карбонатной, поглощаемость катионов анионитом низкая.

С целью подбора наилучшего регенерирующего раствора для извлечения сорбированных анионитом катионов проводилась серия ориентировочных опытов по вымыванию изучаемых катионов различными реагентами: растворами NaOH (2,5—5%), Na_2CO_3 (3—5%), аммиачной водой, серной кислотой (0,5 н). Предварительные исследования показали, что растворы серной кислоты и аммиачная вода полностью вымывают исследуемые катионы из анионита. Растворами едкого натра и карбоната натрия практически не удается осуществить вымывание никеля и кобальта. Однако при промежуточной обработке, между процессами сорбции щелочными растворами (NaOH, Na_2CO_3) происходит



увеличение сорбционной способности аннионита. Для проверки этих данных и определения полной статической обменной емкости аннионита ЭДЭ-10П по исследуемым катионам была проведена дополнительная серия опытов с промежуточной обработкой аннионита между процессами сорбции растворами NH_4OH , Na_2CO_3 , NaOH и для сравнения серной кислотой с последующей обработкой карбонатом натрия для перевода ионита в карбонатную форму.

Всего было проведено 11 циклов. После этого все образцы аннионита тщательно промывались водой и регенерировались кислотой для более точного определения количества поглощенного никеля и кобальта.

Таблица 3

Изменение поглощенного аннионитом катионов во времени при промежуточной обработке различными реагентами.

Условия опытов: исходные растворы: сульфат кобальта 1,0 г/л Co, сульфат никеля 0,997 г/л Ni; объем раствора 50 мл, начальные образцы ионита в карбонатной форме

	Время контакта, час	Сорбировано Co, мг					Сорбировано Ni, мг				
		Ионит обработан между процессами сорбции					Ионит обработан между процессами сорбции				
		NH_4OH	NaOH	Na_2CO_3	H_2SO_4 Na_2CO_3	H_2O	NH_4OH	NaOH	Na_2CO_3	H_2SO_4 Na_2CO_3	H_2O
1	1	20,62	19,14	19,14	19,14	17,67	16,14	15,41	15,41	16,14	15,41
2	1	22,09	31,66	22,09	22,09	10,31	23,48	29,36	14,68	16,68	11,74
3	1	21,35	29,56	20,62	33,88	8,8	22,02	27,89	16,14		11,74
4	24	32,40	38,29	33,88	37,82	26,51 ^в	38,16	42,57	29,36		23,48
5	18	30,90	33,88	29,46	31,66	7,30	33,76	39,63	23,48	32,29	13,21
6	40	35,35	33,88	35,35	35,30	5,89	39,63	39,63	29,36		11,74
7	22	33,80	38,29	29,46			33,76	39,63	26,42	33,76	7,30
8	24	30,90	33,88	30,90			36,70	41,60	30,82	33,76	8,80
9	24	27,90	38,29	26,50			35,96	41,60	27,89	33,76	8,80
10	24	32,30	36,80	33,70			35,60	41,60	29,36		8,80
11	24	32,30	36,80	33,70			35,60	41,60	29,36		8,8
Кислотной регенерацией вымыто, мг		36,80	235,7	235,7	44,19	36,80	44,04	249,6	242,2	44,04	66,06
Всего сорбировано, мг-экв/г		1,25	8,0	8,0	1,5	1,26	1,5	8,5	8,5	1,5	1,22

Из данных табл. 3 следует, что при промежуточной обработке аннионитов серной кислотой или аммиачным раствором поглощаемость катионов составляет 1,25—1,5 мг-экв на 1 г сухого ионита. Это

объясняется тем, что в данном случае после каждого цикла сорбции происходит практически полное вымывание катионов. Интересная картина наблюдается при промежуточной обработке анионита едким натром или карбонатом натрия. В данном случае количество поглощенных катионов составляло 8—8,5 мг-экв на 1 г ионита, т. е. близко к максимальной статической обменной емкости анионита (9—9,5 мг-экв/г). Однако после 11 циклов процесс еще не завершен, так что, по-видимому, можно добиться получения большей степени концентрирования.

На основе полученных результатов можно предположить, что сорбированные катионы связываются со всеми аминогруппами анионита, определяющими его ионообменную способность. Относительно низкая сорбируемость при применении промежуточной обработки водой, очевидно, вызвана тем, что в данном случае не достигается требуемая величина рН конечных растворов, обуславливающая эффективность протекания процесса связывания катионов с аминогруппами анионита.

С практической точки зрения полученные результаты представляются весьма замечательными, открывающими большие перспективы по концентрированию ионов металлов на анионитах. Следует отметить, что возможность осуществления этого процесса подтвердили опыты, проведенные в динамических условиях.

Выводы

1. Из испытанных анионитов (ЭДЭ-10П, АН-17, АН-2Ф, АН-9, АН-1, АВ-17) максимальной поглотительной способностью по катионам никеля и кобальта характеризуются аниониты ЭДЭ-10П и АН-17.

2. Карбонатная форма анионита является наилучшей для процесса поглощения изученных катионов.

3. Количество поглощенных анионитом ЭДЭ-10П катионов никеля и кобальта является функцией рН равновесных растворов.

4. С повышением концентрации растворов при постоянном объеме растет поглотительная способность анионита, а с разбавлением при постоянном количестве катионов в растворе остается постоянной, следовательно, количество сорбированных анионитом катионов в основном является функцией не концентрации, а абсолютного количества катионов в растворе.

5. Поглощенные анионитом ЭДЭ-10П катионы практически полностью вымываются аммиачной водой и растворами кислот. Щелочные растворы (NaOH , Na_2CO_3) практически не вымывают поглощенных катионов, в данном случае происходит только переход анионита соответственно в гидроксильную или карбонатную форму. При промежуточ-



ной обработке анионита растворами NaOH и Na_2CO_3 (между процессами сорбции) поглощательная способность анионита резко возрастает, приближаясь к величине статической обменной емкости анионита.

Академия наук Грузинской ССР
Институт прикладной химии и
электрохимии

(Поступило в редакцию 27.5.1964)

ქიმიური ტექნოლოგია

თ. იონათამიშვილი, ც. ნაჭყვიაძე

ნიკელისა და კობალტის კათიონების ანიონაცვლითი ფისებით
შთანთქმის პროცესის გამოკვლევა

რეზიუმე

სტატიაში შესწავლილია ნიკელისა და კობალტის კათიონების ანიონიტებით შთანთქმის შესაძლებლობა და ამ პროცესზე სხვადასხვა ფაქტორების გავლენა. ამ მიზნისათვის საუკეთესო ანიონიტებად უნდა ჩაითვალოს ЭДЭ-1011 და АН-17 კარბონატულ ფორმაში. ანიონიტით შთანთქმული ნიკელისა და კობალტის ოდენობა ფუნქციურად ხსნარის წონასწორული pH-ისა და კათიონების აბსოლუტური ოდენობისა ხსნარში. ხსნარის მოცულობის მუდმივობისას, კონცენტრაციის ცვლილება იონიტის შთანთქმის უნარზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს. შთანთქმული კათიონების ამოღება ანიონიტიდან შესაძლოა მეავათა ხსნარებით და ამიაკის წყლით. ნატრიუმის ტუტისა და კარბონატის ხსნარებით დამუშავებისას პრაქტიკულად არ წარმოებს იონიტის რეგენერაცია, მაგრამ სორბციის პროცესებს შორის ანიონიტის დამუშავება აღნიშნული რეაგენტებით მკვეთრად ზრდის მის შთანთქმის უნარს ნიკელისა და კობალტის კათიონების მიმართ.

დასოფნებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Гельферих. Иониты, ИЛ, М., 1962.
2. Дж. Анделин, Н. Давидсон. Адсорбция ионов меди и ртути слабоосновными ионообменными смолами. Journ. Am. Chem. Soc., 75, № 21, 5413, 1953.
3. К. М. Салдадзе, З. Г. Демонтерик, З. В. Климова. К вопросу о поглощении катионов тяжелых металлов анионитами. В сб.: «Исследования в области ионообменной хроматографии», изд. АН СССР, 48, 1957.
4. К. М. Салдадзе. К вопросу о влиянии структуры ионитов на процесс ионообмена между ионитами и растворами электролитов. В сб.: «Международный симпозиум по микромолекулярной химии», секц. 3, М., 107, 1960.
5. К. М. Салдадзе, К. М. Ольшеванова, В. Д. Копылева, Г. М. Мурманцова. Взаимодействие анионитов с солями неорганических кислот. В кн.: «Ионообменные сорбенты в промышленности», изд. АН СССР, М., 66, 1963.
6. К. М. Салдадзе, А. Б. Пашков, В. С. Титов. Ионообменные высокомолекулярные соединения. Гос. науч.-техн. изд-во хим. лит-ры, М., 1960.
7. Р. Пришибл. Комплексоны в химическом анализе. ИЛ, М., 1960.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Н. Д. ДАНГАДЗЕ, В. М. КАКАБАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ УПЛОТНЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ НА
 КОКСУЕМОСТЬ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 19.11.1964)

Увеличение масштаба использования слабоспекающихся углей при производстве металлургического кокса является важной проблемой рационального использования угольных ресурсов и расширения сырьевой базы коксования. При решении этой задачи особое значение придается подготовке углей к коксованию; причем определенный интерес представляет повышение насыпного веса угольной загрузки путем уплотнения. В связи с этим весьма важно установление влияния повышения насыпного веса угольной загрузки уплотнением на физико-механические свойства кокса.

В настоящей статье рассматриваются результаты лабораторных исследований по влиянию уплотнения угольной загрузки на физико-механические свойства кокса из грузинских углей. При изучении этого вопроса были взяты угольные концентраты Ткибульской и Ткварчельской ЦОФ, характеристика которых дана в табл. 1.

Таблица 1

Наименование угольного концентрата	Технический анализ, %				Пластометрические показатели, мм		Число Рога	Содержание класса 0—3 мм, %
	W ^p	A ^c	V ^c	S ^c	X	Y		
Ткибульская ЦОФ „Г“	10,0	13,0	35,0	1,3	51	9	31,0	85,0
Ткварчельская ЦОФ „Ж“	9,0	11,9	29,0	1,0	16	28	62,0	85,0

Как видно из табл. 1, означенные угольные концентраты сильно отличаются друг от друга по спекаемости, но оба характеризуются высоким выходом летучих веществ.

Лабораторное коксование производили по методу прямого определения коксуемости углей и шихт [1]. В опытах изменялся только насыпной вес угольной загрузки при постоянстве всех других условий. Температурный режим обеспечивал скорость коксования 13,7—14,0 мм/час. При этом период коксования составлял 220—240 минут, а конечная температура в центре коксуемой массы 930—960°. Для получения заданного насыпного веса уголь или шихта загружались в ящик насыпью и уплотнением, причем объем загрузки сохранялся постоянным.



Испытание полученного кокса производили на основе гидравлического принципа [1].

Для определения твердости вещества тела кокса пользовались копровым методом [2].

Индивидуальное коксование грузинских угольных концентратов

Для изучения влияния уплотнения угольной загрузки на коксуюемость грузинских углей ткибульский и т кварчельский угольные концентраты подвергали индивидуальному коксованию. Результаты опытов даны в табл. 2 и на рис. 1.

Таблица 2

Зависимость физико-механических свойств кокса от насыпного веса угольной загрузки углей и шихт при грубом измельчении

Наименование угольных концентратов и варианты шихт	Насыпной вес угольной загрузки, кг/м ³	Ситовый состав кокса (%) по классам, мм						d ₃₀₀ — средний диаметр кусков кокса после 300 оборотов в барабане, мм	П — прочность кускового кокса, кг. обор./дм ²	Выход фракции кокса < 0,5 мм после испытания копровым методом, %
		после одного сбрасывания			после 300 оборотов в барабане					
		>40	40—25	25—0	>40	M ₂₅ >25	M ₁₀ <10			
Ткибульская ЦОФ "Г"ч	770	57,1	11,8	31,0	23,9	49,0	41,3	10,0	6,3	28,0
	830	62,7	10,2	27,0	19,1	61,8	30,3	12,2	7,8	23,5
	900	73,6	19,4	6,8	27,5	79,2	10,8	20,5	17,6	17,2
	1000	79,7	12,2	7,8	27,5	82,5	9,0	22,4	20,0	15,7
	1100	74,5	17,7	7,8	27,5	79,5	9,8	21,0	19,3	14,5
Т кварчельская ЦОФ "Ж"ч	770	84,5	8,9	5,5	54,0	87,1	8,6	24,8	24,7	24,8
	930	77,5	14,2	8,3	43,2	74,9	13,6	19,8	16,8	19,5
	1100	75,6	17,5	6,9	36,5	67,3	14,7	17,7	13,9	18,7
I	770	90,9	3,9	4,8	72,8	89,1	9,1	26,0	26,3	22,9
	880	86,1	10,3	3,2	59,5	88,8	8,7	25,4	26,7	20,4
	1000	86,1	10,4	3,5	57,3	88,0	6,6	27,0	31,5	19,3
	1100	81,4	13,2	4,5	33,1	81,5	10,5	21,2	18,0	17,7
II	770	86,4	10,5	3,1	69,1	90,6	8,5	26,3	29,6	24,2
	880	91,3	5,5	2,9	67,0	88,6	8,2	26,2	27,2	20,6
	1000	82,5	14,1	3,2	37,0	86,0	7,2	24,5	25,5	17,8
	1100	93,0	3,5	3,4	40,0	78,0	12,9	20,0	16,5	17,0
A	770	87,1	9,4	3,2	71,0	92,0	7,5	27,8	32,0	22,8
B	770	88,7	9,7	1,6	60,0	90,5	7,5	26,7	29,3	22,5

Как видно из табл. 2 и рис. 1, повышение насыпного веса уплотнением оказывает значительное влияние на спекаемость и коксуюемость

Тквибульский угольный концентрат

Ткварчельский угольный концентрат

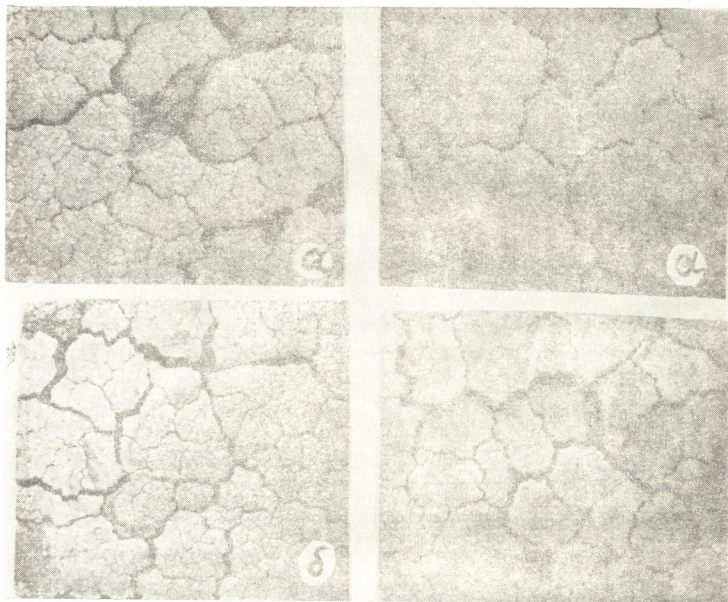


Рис. 2. Изменение трещиноватости корольков кокса с повышением насыпного веса: а—770 кг/м³, б—1100 кг/м³

Как видно из рис. 2, трещиноватость корольков кокса из ткварчельского концентрата с повышением насыпного веса возрастает в большей степени, чем из корольков тквибульского концентрата. При повышении твердости тела кокса с повышением насыпного веса показатель истираемости M_{10} повышается. Данное явление вызвано в классе 0—10 мм повышением фракции кокса > 4 мм в результате повышения дробимости кокса.

Таким образом, повышение насыпного веса уплотнением угольной загрузки эффективно лишь для слабоспекающегося газового угля.

Коксование шихт из тквибульского и ткварчельского угольных концентратов

В дальнейшем мы поставили себе целью изучить влияние уплотнения на коксуюемость шихт из грузинских угольных концентратов. Уголь-

ные концентраты дробились отдельно до содержания класса 0—3 мм 85% и смешивались в соотношениях «Г» Ткибульской ЦОФ и «Ж» Ткварчельской ЦОФ в % соответственно 70:30 (I вариант) и 50:50 (II вариант).

В табл. 2 даны физико-механические свойства кокса, полученного из вышеуказанных шихт при коксовании насыпью и уплотнением. Полученные результаты показывают, что для обоих вариантов с повышением насыпного веса происходит повышение спекаемости — понижение истираемости и увеличение твердости тела кокса. Повышение показателя M_{10} при насыпном весе 1100 кг/м^3 вызвано увеличением в классе 0—10 мм кусков кокса $>4,0 \text{ мм}$.

Повышение насыпного веса для обоих вариантов шихт приводит к увеличению трещиноватости и дробимости кокса. Из табл. 2 видно, что кокс после обработки в лабораторном барабане (300 оборотов) с повышением насыпного веса получается малоистирающийся, но мелкий. Выход кокса класса $>40 \text{ мм}$ снижается и возрастает выход классов 25—40 и 10—25 мм. Повышение трещиноватости и дробимости кокса в большей степени наблюдается у кокса, получаемого из шихты II варианта.

Согласно данным табл. 2, при коксовании шихт из грузинских угольных концентратов грубого измельчения с повышением степени уплотнения происходит заметное повышение спекаемости шихты и структурной прочности кокса. Наряду с этим повышается трещиноватость и дробимость кокса. Повышение дробимости кокса тем выше, чем больше в шихте хорошоспекающегося угля и выше насыпной вес.

Несмотря на повышение дробимости кокса с уплотнением, при насыпном весе 1000 кг/м^3 из шихты с содержанием газового угля 70% получается кокс, по механическим свойствам аналогичный с коксом из производственной шихты. Для сравнения в табл. 2 приводятся данные по качеству кокса из производственных шихт при лабораторном коксовании насыпью (770 кг/м^3).

Состав производственных шихт (%):

вариант А: Г—39, Ж—42, К—19,

Вариант Б: Г—36, Ж—45, К—19.

Анализ данных табл. 2 и визуальное изучение коксовых кромок дают возможность заключить, что при повышении насыпного веса угольной загрузки для изучаемых углей и шихт грубого измельчения происходит увеличение общей и особенно поперечной трещиноватости кокса. Повышение поперечной трещиноватости отрицательно сказывается на физико-механических свойствах кокса, и уплотнение не дает желаемых результатов.

При применении уплотнения угольной загрузки весьма важным является проведение мероприятий, снижающих общую и особенно поперечную трещиноватость. В литературе указывается, что в странах, использующих трамбование угольных шихт, большое значение придается вопросу измельчения шихты и его компонентов [5, 6].

Понижение спекаемости с тонким измельчением шихты или ее компонентов [7], а также отсутствие крупных зерен, особенно газового угля, уменьшает усадочные напряжения и тем самым степень растрескивания кокса. Для успешного применения трамбования измельчение



угольной шихты должно быть тем более тонким, чем выше спекаемость и выход летучих веществ [6].

В последующей серии опытов угольные концентраты подвергали тонкому измельчению отдельно и затем смешивали. Степень измельчения ткибульского концентрата была <2,0 мм—100%, Ткварчельского <3,0 мм—100%. Результаты коксования насыпью и уплотнением шихт I и II вариантов с высокой степенью измельчения представлены в табл. 3.

Таблица 3
Зависимость физико-механических свойств кокса от насыпного веса шихты при тонком измельчении

Варианты угольных шихт	Насыпной вес угольной загрузки, кг/м ³	Ситовый состав кокса (%) по классам, мм						d ₃₀₀ —средний диаметр кусков кокса после 300 оборотов в барабане, мм	II—прочность кускового кокса, кг · обор/дм ²	Выход фракции кокса <0,5 мм после испытания копровым методом, %
		после одного сбрасывания			после 300 оборотов в барабане					
		>40	40—25	25—0	>40	M ₂₅ >25	M ₁₀ <10			
I	740	91,8	3,7	4,4	65,5	89,0	10,0	24,4	23,7	28,7
	880	90,4	0,1	3,4	75,0	92,0	6,5	29,4	38,0	18,5
	1000	89,4	8,1	2,5	68,8	90,3	6,2	28,7	36,5	19,7
	1100	86,4	9,5	4,0	67,5	87,5	5,0	29,6	39,4	19,5
II	740	89,2	6,6	4,0	60,0	87,5	9,6	24,3	24,3	22,8
	880	81,6	14,5	3,7	69,2	87,7	6,3	36,8	31,1	18,8
	1000	84,6	12,7	2,6	67,9	93,0	5,0	26,6	42,5	19,8
	1100	92,5	4,3	3,0	64,0	84,0	10,5	23,2	21,1	17,8

Сопоставление данных табл. 2 и 3 по коксованию шихт насыпью грубого и тонкого измельчения показывает, что тонкое измельчение шихты приводит к понижению спекаемости, следовательно, к повышению истираемости.

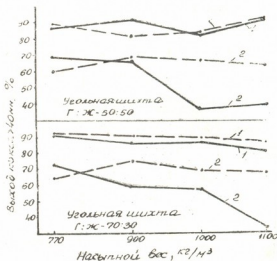
Из табл. 3 видно, что сочетание тонкого измельчения шихты и уплотнения заметно улучшает физико-механические свойства кокса из шихты I и II вариантов—повышается спекаемость шихты и прочность кокса, одновременно значительно снижается трещиноватость и дробимость кокса.

Следует отметить, что кокс после обработки в барабане остается довольно крупным. Несмотря на некоторое понижение выхода кокса >40 мм (выше насыпного веса 880 кг/м³), все же этот показатель остается более высоким, чем для кокса, полученного из шихты при загрузке насыпью.

На рис. 3 приведены кривые выхода кокса >40 мм (после одного сбрасывания и 300 оборотов в барабане) для изучаемых шихт крупного и тонкого измельчения. Как видно из рисунка, крупность кокса значительно возрастает при уплотнении шихт тонкого измельчения.

Кокс, полученный по I варианту, при тонком измельчении шихты и насыпном весе 880 кг/м^3 (табл. 3) по физико-механическим свойствам лучше кокса, полученного из производственной шихты А и Б (табл. 2). Таким образом, при коксовании шихт из грузинских углей грубого измельчения повышение насыпного веса путем уплотнения угольной загрузки приводит к повышению спекаемости и структурной прочности и одновременно к увеличению трещиноватости и дробности кокса.

Рис. 3. Изменение крупности кокса при грубом и тонком измельчении шихты; 1 — после одного сбрасывания; 2 — после 300 оборотов в барабане; — — — грубое измельчение; — — — тонкое измельчение



Сочетание тонкого измельчения и повышение насыпного веса уплотнением угольной загрузки дает возможность из шихты грузинских углей с содержанием в ней до 70% газового угля получать металлургический кокс по механическим свойствам лучшего качества, чем из производственной шихты при загрузке насыпью.

Выводы

1. С повышением насыпного веса путем уплотнения угольной загрузки коксуюемость ткибульского слабоспекающегося угольного концентрата улучшается, в то время как кварчельского хорошо спекающегося ухудшается.

2. Уплотнение угольной загрузки повышает спекаемость шихты и структурную прочность кокса из грузинских углей, одновременно повышает степень трещиноватости кокса, причем тем больше, чем выше насыпной вес и содержание в шихте хорошо спекающегося угля.

3. Сочетание тонкого измельчения и повышения насыпного веса уплотнением угольной загрузки дает возможность получить из шихты грузинских углей с содержанием 70% газового угля металлургический кокс лучшего качества, чем из производственной шихты.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило в редакцию 30.11.1964)

6. დანბადი 8. კაპაბადი

ნახშირის შემჭიდროების გავლენა კოქსვადობაზე

რ ე ზ ი უ მ ე

შემჭიდროების გზით ნახშირის ყრილი წონის გადიდებით ტყიბულის სუსტადშეცხობადი ნახშირის კონცენტრატის კოქსვადობა უმჯობესდება, ხოლო კარგადშეცხობადი ტყვარჩელის ნახშირისა — უარესდება.

შემჭიდროებით ყრილი წონის გადიდება ზრდის საქართველოს ნახშირების კაჰმის შეცხობადობას და კოქსის სტრუქტურულ სიმტკიცეს. იმავე დროს იზრდება კოქსის დაბზარვის ხარისხი, და მით უფრო, რაც მეტია კაჰმში კარგადშეცხობადი ნახშირი და ყრილი წონა.

სათუთი დაწვრილმანებისა და შემჭიდროებით ნახშირის ყრილი წონის გადიდების შეხამება საშუალებას იძლევა საქართველოს ნახშირების კაჰმიდან (70 % ტყიბულის ნახშირის შემცველობით) მივიღოთ მეტალურგიული კოქსი უფრო მაღალი ხარისხისა, ვიდრე ნახშირის საწარმოო კაჰმიდან.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Николаев. Лабораторный метод определения коксуетности углей. Известия АН СССР, ОТН, 5, 1952.
2. Е. М. Тайц. Свойства каменных углей и процесс образования кокса. Металлургия, 1961.
3. А. С. Брук, Я. М. Обуховский и др. Влияние насыпного веса шихты на механические свойства кокса. Кокс и химия, 11, 1960.
4. Л. М. Сапожников, Г. В. Сперанская. Исследование современных принципов коксования углей. Изд. АН ССР, 1953.
5. А. Шпилевич. Трамбование угольных шихт в Польской Народной Республике. Кокс и химия, 10, 1959.
6. Л. Е. Еркин и др. Коксование восточных углей с применением трамбования. Коксохимическое производство. Metallurgizdat, 1959.
7. Н. С. Грязнов. Пластическое состояние и спекание углей. Metallurgizdat. 1962.

Л. А. ВЛАДИМИРОВ

К МЕТОДИКЕ СОСТАВЛЕНИЯ ВОДНОГО БАЛАНСА ГРУЗИИ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 10.9.1964)

Составление водного баланса горной страны представляет обычно значительные трудности из-за слабой освещенности территории наблюдениями над атмосферными осадками.

Территориальное распределение осадков в большинстве горных и в особенности высокогорных областей Грузии освещено весьма схематично из-за отсутствия наблюдений.

На территории Абхазии имеется только одна станция (Гагрский хребет) на высоте 1640 м, высота же остальных станций не превышает 1000 м. Между тем, 50% площади Абхазии находится в диапазоне 1000—4000 м. В бассейне р. Ингури самая высокая метеостанция расположена на высоте 2100 м, а почти 50% площади бассейна р. Ингури заключено между изогипсами 2100—4500 м.

Аналогичные примеры можно привести и по рекам бассейна Каспийского моря. Так, например, в бассейне Алазани в горной части существует всего одна метеорологическая станция, остальные же размещены в равнинной части бассейна. Поэтому южный склон кахетинской части Главного хребта, высота которого достигает здесь 3000 м, не освещен метеорологическими наблюдениями.

Не лучше положение и во многих районах Южно-Грузинского нагорья. Это относится к рекам северного склона Триалетского хребта, а также к бассейнам р.р. Паравани и Храми, в верхних частях которых совершенно нет метеорологических станций.

Почти во всех горных областях Грузии средние высоты изученных в отношении стока бассейнов значительно выше высот расположения метеорологических станций.

В Абхазии средние высоты изученных бассейнов достигают 2160 м, в бассейне р. Ингури — 2680 м, Риони—2500 м, Алазани — 2600 м, Те-река—3300 м, Паравани—2400 м, Храми—2070 м и т. д.



Следовательно, территориальное распределение стока в горных районах Грузии может быть охарактеризовано (на основании локальной связи между стоком и высотой бассейна) значительно более надежно, по сравнению с территориальным распределением осадков, в особенности в высокогорной (выше 2000 м) зоне.

Имеется немало попыток составления водного баланса или установления коэффициентов стока (для чего требуются те же элементы, что и для водного баланса) по горным странам, слабо освещенным в отношении осадков и стока.

Одной из первых таких попыток является работа В. К. Давыдова и Л. А. Владимирова [1], само название которой «Основные контуры водного баланса Армении» говорит о ее большой схематичности. Осадки и сток подсчитаны здесь по картам изогий и изолиний стока, а испарение вычислено по разности.

Таковыми же приближенными являются коэффициенты стока, определенные Г. Е. Риненбергом [2] для бассейна р. Храми, по которому сток и осадки очень сильно экстраполированы.

На северном склоне Кавказа, так же как и на южном, атмосферные осадки очень слабо изучены. Поэтому приводимые Л. К. Давыдовым [3] данные по коэффициентам стока, заимствованные из «Справочника по водным ресурсам Северного Кавказа», нельзя считать достоверными.

В. П. Валесян [4] установил единую для всей территории Армении связь между коэффициентом стока и средней высотой бассейна, что находится в противоречии с выявленной многими исследователями (Лютчг, Б. Д. Зайков, А. Кутань и Э. де Мартон, М. И. Булыко и др.) тесной связью коэффициента стока с осадками, так как в зависимости от географического положения и в особенности от экспозиции одной и той же высоте соответствуют различные величины осадков.

Локальность связи между средней высотой бассейна и осадками, средней высотой и стоком выявлена целым рядом исследований по горным странам. Поэтому связь между коэффициентом стока и высотой бассейна должна быть локальной.

Исследуя испарение с поверхности суши на территории Грузии, Г. Н. Хмаладзе [5] установил зависимость между коэффициентом стока и высотой бассейна и определил величину испарения по осадкам и коэффициенту стока.

Из-за слабой освещенности горной части территории Грузии наблюдениями над атмосферными осадками подсчитанные в этой работе коэффициенты стока по большинству горных районов являются весьма условными.

Следовательно, и эту попытку использования зависимости между коэффициентом стока и высотой для подсчета испарения и водного баланса нельзя признать удачной.

П. С. Кузин [6] приводит в своей работе элементы водного баланса Кавказа, осредненные по большим горным областям, в которых осадки мало изучены, а величины их стока изменяются в очень больших пределах.

Из сказанного следует, что в слабо изученных в отношении атмосферных осадков горных районах нельзя рекомендовать при составлении водного баланса ни непосредственное использование данных по атмосферным осадкам, ни определение коэффициентов стока, так как для этой цели необходимо установить локальные связи между осадками и высотой и между коэффициентом стока и высотой. Установление таких локальных связей возможно только по ограниченному числу районов или бассейнов, в целом же по территории горной страны в большинстве случаев невозможно, поскольку вызывает необходимость такой значительной экстраполяции, что достоверность полученных результатов не обеспечивается.

Поэтому необходимо искать зависимости более универсального характера, которые позволили бы полнее использовать данные по исследуемой территории и воспользоваться результатами исследований по другим горным странам.

Очень интересны в этом отношении исследования А. Кутаня и Э. де Мартона [7], которые отмечают, что «в среднем коэффициент стока зависит от количества осадков», и в подтверждение этого приводят средние значения осадков и коэффициентов стока, вычисленные Парде для рек Франции.

Отчетливая связь между осадками и коэффициентом стока получается и по данным исследований Шпильмана в бассейне р. Ааре [8]. Исследования Шпильмана характеризуются полнотой материалов наблюдений, большим диапазоном средних высот исследованных бассейнов и весьма ценными результатами [9].

В исследованиях по стоку рек Кавказа Б. Д. Зайков [10] указывает, что распределение среднего годового стока по территории Кавказа в общем соответствует распределению годовых сумм осадков, в свою очередь, тесно связанных с географическим положением и высотной зональностью.

По мнению М. И. Будыко [11], наблюдаемые изменения сумм стока и коэффициентов стока полностью объясняются по многим горным бассейнам ростом осадков.

Если существует связь между осадками и коэффициентом стока, то должна иметь место связь и между стоком и коэффициентом стока. По-

добную зависимость можно получить по данным Парде и Шпильмана.

По Парде, зависимость коэффициента стока от годового стока следующая (табл. 1).

Таблица 1

Годовой сток и коэффициент стока по Парде

Годовой сток, мм	210	312	520	665	880	1040	1360
Коэффициент стока	0,30	0,39	0,52	0,58	0,63	0,65	0,72

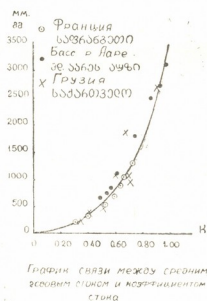
По Шпильману, зависимость коэффициента стока от годового стока может быть дана для большего диапазона высот (табл. 2).

Таблица 2

Годовой сток и коэффициент стока по Шпильману

Годовой сток, мм	660	745	856	1120	1790	2500	2750	3150
Коэффициент стока	0,49	0,52	0,55	0,60	0,73	0,85	0,92	0,96

Нанесенные на график данные Парде и Шпильмана позволяют провести одну общую кривую связи между модулем среднего стока и коэффициентом стока (см. рис.).



В верхней части кривая асимптотически приближается к прямой $K=1$, а в нижней части проходит через начало координат, так как при годовом стоке $Y_0=0$ коэффициент стока также равен нулю.

Для сопоставления полученной зависимости с данными по территории Грузии В. К. Гвахария и автором было подобрано ограниченное число таких бассейнов, по которым представлялось возможным полу-

читать относительно достоверные данные по осадкам, стоку и коэффициенту стока (табл. 3). При этом учитывалась необходимость располагать большим диапазоном величины годового стока.

Таблица 3

Осадки, сток и коэффициент стока

Река—пункт	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота бассейна, м	Годовая сумма осадков, мм	Годовой сток, мм	Коэффициент стока
Чхоуши—Зугдиди	68	250	1764	1060	0,60
Чаква—Хала	120	920	3185	2697	0,85
Абаносцкали—Махинджаури	4,2	170	2800	1875	0,67
Аджарисцкали—Хуло	251	1600	1485	1020	0,69
Оцхе—Абастумани	100	1800	971	387	0,40
Боржомисцкали—Боржоми	165	1800	913	460	0,50
Алгети—Парцхиси	360	1330	661	222	0,34
Терек—Казбеги	769	2820	1480	963	0,65

Нанесенные на график данные по годовому стоку и коэффициентам стока рек Грузии ложатся на кривую или располагаются близ кривой $K=f(Y_0)$, построенной по данным Парде и Шпильмана, что указывает на почти универсальный характер связи и позволяет использовать ее при составлении приближенного водного баланса Грузии.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии им. Вахушти

(Поступило в редакцию 10.9.1964)

ბიომგრაფია

ლ. ვლადიმეროვი

საქართველოს წყლის ბალანსის მეთოდისათვის

რეზიუმე

საფრანგეთის, მდ. აარეს აუზისა და საქართველოს მდინარეებზე დაკვირვებათა მასალების მიხედვით დადგენილია თითქმის უნივერსალური ხასიათის კავშირი წლიურ ჩამონადენსა და ჩამონადენის კოეფიციენტს შორის, რაც საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნეს აღნიშნული დამოკიდებულება საქართველოს წყლის ბალანსის შედგენისათვის.

დავითიანი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. К. Давыдов и Л. А. Владимиров. Основные контуры водного баланса Армении. Зап. ГГИ, т. X, 1933.
2. Г. Е. Риненберг. Гидрология бассейна р. Кция-Храм. Водный кадастр Закавказья, т. 1, вып. 4, Тбилиси, 1932.



3. Л. К. Давыдов. Водоносность рек СССР, ее колебания и влияние на нее физико-географических факторов. Л., 1947.
4. В. П. Валесян. Исследование стока горных рек Армянской ССР. М., 1955.
5. Г. Н. Хмаладзе. Испарение с поверхности суши на территории Грузии. Тезисы докл. Закавказ. геогр. конференции, Тбилиси, 1956.
6. П. С. Кузин. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР. Л., 1960.
7. Coutagne M. M. A. et Martonne Emm. de. Evaporation et deficit d'écoulement. Union International de Recherches, Union Géodesique et geophysique Internationale. Bulletin, № 20, 1934.
8. Spillman Walter G. Der natürliche Wasserhaushalt im oberen Aaregebiet. Wasserkraft und Wasserwirtschaft, № 17 — 23, München, 1936.
9. Л. А. Владимиров. К истории исследований закономерностей стока в горных областях. Тбилиси, 1960.
10. Б. Д. Зайков. Средний сток и его распределение в году на территории Кавказа. Труды НИУ ГМС, серия IV, 40, Л., 1946.
11. М. И. Будыко. О климатических факторах стока. Проблемы физической географии, т. XVI, 1951.

Д. Г. ИОСЕБИДЗЕ

МОРФОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ВЕРХНЕЮРСКИХ ПЛЕЧЕНОГИХ ЗАПАДНОЙ АБХАЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. К. Габуния 29.12.1964)

Плеченогие имеют довольно широкое распространение в верхнеюрских отложениях Абхазии. Из указанных отложений во время полевых исследований 1960—1963 гг. нами были собраны плеченогие в районе развития верхнеюрских отложений западной части Абхазии.

Детальное изучение захоронений юрских плеченогих и тщательный анализ самих раковин позволяют значительно расширить наши представления об их развитии и образе жизни в морских бассейнах позднеюрского времени, уточнить сведения об условиях осадконакопления. Эта группа животных довольно чувствительна даже к незначительным изменениям среды обитания.

Изучение экологии плеченогих является заслугой преимущественно советских ученых Н. Н. Яковлева, Р. Ф. Геккера, В. П. Макридина, Н. П. Кянсеп, Е. А. Иванова и других.

Е. А. Иванова [1], изучая плеченогих карбона, выделила четыре эволюционных типа: якорный, зарывающийся, прирастающий и свободноежащий. Подобные же типы удастся выделить и среди юрских плеченогих.

Наиболее распространенными являются плеченогие, характеризующиеся якорным типом прикрепления, и большинство родов, населявших современные морские бассейны и бассейны прошлого, относятся к этому типу. Морфология раковин верхнеюрских плеченогих Абхазии показывает, что они не составляют в этом отношении исключения.

Ввиду того что в каждом семействе верхнеюрских плеченогих встречаются представители, характеризующиеся разными способами прикрепления, имеющиеся у нас эволюционные типы плеченогих разберем по семействам.

Семейство *Terebratulidae* Gray, 1840, в верхней юре Абхазии представлено родами: *Lobothyris* Buckman, 1914; *Postepithyris* Makridin, 1958; *Juralina* Kyanser, 1961.

По строению раковин юрские теребратулиды подразделяются на три группы, отличающиеся друг от друга по образу жизни.

I группа. Сюда относятся формы, которые в течение почти всей жизни прикреплялись к субстрату при помощи короткой ножки. Наиболее характерными из них являются представители рода *Postepithyris*, населявшие твердый субстрат коралловых рифов. Для этих форм характерны небольшая средняя толщина раковины, отсутствие или



слабая складчатость переднего края, прямые или слабо загнутые макушки. Функции складок ограничиваются сопротивлением взаимному смещению створок и разделением токов воды, несущих питательные частицы внутрь раковины и выносящих из нее экскременты. Благодаря размещению тела организма преимущественно в задней трети раковины, ее центр тяжести при наличии прямой или мало загнутой макушки совпадал с вертикальной осью ножки, создавая этим устойчивое, выгодное положение для животного.

В Абхазии плеченогие населяли коралловые рифы в больших количествах. При полевых палеоэкологических наблюдениях в изучаемом районе в кораллово-зоогенных известняках нами были обнаружены представители *Postepothyris cincta* Cott., ориентированные макушками вниз, т. е. в прижизненной ориентировке. Массовому захоронению плеченогих в прижизненной ориентировке способствовало, по-видимому, быстрое накопление известковистого вещества, образовавшегося за счет известковистых водорослей и самих плеченогих, обильно населявших эти участки бассейна.

К этой группе, по нашему мнению, следует отнести и представителей рода *Juralina* Куансер, 1961, так как и для них характерна небольшая вздутость створок и малая изогнутость макушек, свидетельствующие о якорном способе прикрепления.

Во вторую более обширную группу входят формы, переходившие на той или иной стадии развития раковины от первичного якорного способа прикрепления к опорному. Сюда относятся формы, которым свойственна большая вынуклость брюшной створки по сравнению со спинной, хорошо развитые складки переднего края и сильно загнутая макушка. Наиболее характерно эти признаки выражены у группы *Lobothyris zietenii* Lor. (Из этой группы в Абхазии нами обнаружены *Lobothyris subformosa* Roll. и *Lobothyris schmidti* Sim.). Сильно загнутая макушка указывает на переход от якорного способа прикрепления к опорному. Юные особи, пользовавшиеся первичным якорным способом прикрепления, имели мало загнутую макушку, но в результате перехода животного к опорному способу прикрепления макушка сильно изгибалась, происходило быстрое развитие складок переднего края. Эти складки, кроме разделения токов воды, несущих питательные частицы внутрь раковины и выносящих из нее экскременты, при опорном способе прикрепления служили для увеличения площади сцепления раковины с субстратом.

Способ прикрепления плеченогих зависит от среды обитания. Не только разные виды, но и особи одного и того же вида, обитавшие в более подвижной водной среде, на менее устойчивом грунте прибегали к опорному способу прикрепления раньше, чем населявшие относительно спокойные и устойчивые участки дна. Переход от якорного к опорному способу прикрепления был обусловлен главным образом характером грунта и наличием течений водных потоков. Конечно, могли влиять и другие факторы, но пока они не поддаются учету на каменном материале.

К третьей группе относятся формы, переходившие в процессе индивидуального развития от первичного якорного способа прикрепления, сперва к опорному, а затем к свободнолежащему образу жизни. Сюда относятся выделенный В. П. Макридиным род *Uralella*.

Семейство *Zeilleridae* Rollier, 1919, в верхнеюрских отложениях Абхазии представлено родами: *Zeilleria* Bayle, 1878, *Jsmenia* King, 1850. В семействе *Zeilleridae* с эволютической точки зрения можно выделить две группы.

В первую группу входит много видов рода *Zeilleria* и малочисленный род *Jsmenia*. Представители рода *Zeilleria* характеризуются различно загнутой макушкой с макушечно или замакушечно расположенным маленьким фораменом, из которого выступала тонкая нитевидная ножка, которая могла служить самостоятельной опорой для раковин только на первых этапах ее развития. В процессе дальнейшего роста эти животные должны были быстро переходить к опорному способу прикрепления. Они лежали на брюшной или спинной створке, а тоненькая ножка служила зацепкой с субстратом.

Для рода *Jsmenia* характерно наличие короткой, почти прямой макушки с большим округлым фораменом. Каждая створка несет несколько грубых радиальных ребрышек. Представители рода *Jsmenia*, по данным Симонеску [2] и В. П. Макридина [3], жившие преимущественно в малоудаленных от берега областях, где отлагались мергели и известняки, более или менее богатые триггениным материалом, в течение большей части жизни в той или иной мере сочетали якорный и опорный способы прикрепления. Надежность опорного способа прикрепления обеспечивалась у них не только погружением в субстрат сильно развитых ребер, но также в меньшей мере короткой и сильной ножкой.

Таким образом, мы полагаем, что ребристая скульптура *Jsmenia* служила не только для повышения прочности створок, но и выполняла существенную роль при сцеплении раковины с грунтом. По аналогии с большинством других плеченогих, относящихся к якорному эволюционному типу, *Jsmenia*, по-видимому, чаще ложилась на брюшную створку; на это указывает ее большая выпуклость по сравнению со спинной створкой.

Толкостворчатые представители этого рода приурочены к фациям глинисто-мергелистых известняков, отлагавшихся вблизи коралловых рифов, на несколько больших глубинах, примерно около 100 м, в то время как толкостворчатые формы населяли краевые зоны самих рифовых сооружений. Последние представляли собой твердый субстрат и развивались в обстановке постоянного движения водных потоков, причем глубины вряд ли превышали 35—40 м. Так что наличие грубой ребристости у *Jsmenia* может служить примером прямой связи строения раковины с характером субстрата и динамикой водной среды.

Во вторую группу входят *Zeilleria royeriana* Orb. и некоторые другие формы с сильно загнутой макушкой, конец которой соприкасается со спинной створкой. Подобный загиб макушки указывает на переход к лежачему на дне образу жизни. Загнутая макушка, разумеется, затрудняла деятельность ножки и в конце концов даже приводила к ее полной атрофии, и следовательно, зрелые особи этой группы переходили к свободноележачему образу жизни.

Семейство *Rhynchonellidae* Gray, 1848, в верхнеюрских отложениях Абхазии представлено подсемействами *Rhynchonellinae* Gray, 1848^a *Cyclothyrinae* Makridin, 1955.



Среди якорных плеченогих, кроме теребратулидного способа прикрепления, существует и ринхонеллидный. При ринхонеллидном способе прикрепления характерна постепенная атрофия ножки, которая была способна удерживать в вертикальном состоянии раковину лишь в юном возрасте. При дальнейшем росте раковина опиралась на грунт выступами брюшной створки, а роль ножки ограничивалась удерживанием раковины на месте.

Все известные в настоящее время находки ринхонеллид в прижизненной ориентировке показывают, что молодые особи, пользовавшиеся первичным якорным способом прикрепления, обладали тонкой раковиной и лишены синуса и возвышения, а у взрослых особей пользовавшихся опорным способом прикрепления, имеется синус на брюшной створке и соответственно возвышение на спинной створке. Следовательно, появление синуса и возвышения является показателем перехода от первичного якорного способа прикрепления к опорному или к свободнолежащему образу жизни. Синус и два выступа по бокам раковины предназначались для увеличения площади сцепления брюшной створки с субстратом.

Кроме этого, синусообразный изгиб в возвышенности спинной створки приводил к поднятию лофофор, так что дыхательный аппарат занимал наиболее выгодное для жизнедеятельности высокое положение над субстратом. Развитый вместе с синусом язычок брюшной створки служил барьером, разделяющим токи воды внутрь раковины и из нее, препятствовал доступу инородных мелких частиц с переднего края к внутренним органам животного. Наряду с другими функциями язычок, входя при замыкании раковины в соответствующий изгиб спинной створки, препятствовал взаимному смещению створок, опасность чего возрастала при опорном способе прикрепления.

По мере просмотра собственного палеонтологического материала и литературных данных мы пришли к мысли, что в смене якорного способа прикрепления опорным главную роль играло явление прогрессивного нарастания в процессе роста раковины диспропорции между ее размерами, с одной стороны, и размерами ножки с другой.

Смена способов прикрепления и соответствующие ей морфологические изменения раковины осуществлялись различными темпами на различных этапах роста раковины не только у разных видов, но даже подвидов одного и того же вида. Палеоэкологические наблюдения в поле позволяют различать способ прикрепления на различных стадиях роста.

При палеоэкологическом исследовании ринхонеллидных плеченогих нам удалось подметить, что, чем выше была подвижность водной среды или чем менее устойчивым был субстрат, на котором жили данные формы, тем раньше в процессе индивидуального развития их особей совершалась смена способов прикрепления. Прекрасным примером в этом отношении служит *Rhynchonelloidella varians* var. *popiliana* Pusch., найденная нами в известковистых конгломератах на р. Гага. Эта форма приобрела синус и другие приспособительные признаки опорного прикрепления еще на очень ранней стадии развития раковины.

Наряду с этим имеются формы (*Lacumosella arolica* Oppel и др.) даже взрослые особи которых длительное время сохраняют

юный облик раковины: небольшую толщину, отсутствие или слабое развитие складок переднего края и т. д. Найденные нами формы населяли твердый субстрат у коралловых рифов, где они не нуждались в применении опорного способа прикрепления; они могли населять и относительно глубоководные и спокойные участки неритовой зоны, где влистый материал накапливался медленно.

Коснемся еще некоторых вопросов палеоэкологии плеченогих.

Изучение захоронений плеченогих играет большую роль в восстановлении их образа жизни и обстановки образования вмещающих их пород. Большинство местонахождений плеченогих создавалось захоронением их на месте обитания. При массовых скоплениях плеченогих на их раковинах не замечалось следов транспортировки. Это объясняется тем, что ископаемые плеченогие, как и современные, жили сообществами, густота поселений которых была разной. Кроме банок плеченогих, часты случаи находок отдельных плеченогих. Это указывает на то, что, по-видимому, личинки большинства плеченогих, подобно личинкам современных плеченогих, были довольно подвижными.

Во время образования банок у отдельных особей плеченогих при густоте поселений вырабатывалось асимметричное строение раковины. Но известны случаи асимметричного строения раковин риахонеллид, которые нельзя объяснить густотой поселений особей, так как нами они были встречены в единичных экземплярах.

Наиболее характерным примером в этом отношении является несимметричное строение переднего края раковины *Septaliphoria asteriana* Orb. и *Rhactorhynchia corallina* var. *neocomiensis* Jac. et Fall. Эта асимметричность переднего края не могла вредно влиять на внутренние органы, поскольку они расположены в задней трети полости раковины. Так что двудольная асимметрия переднего края обусловлена определенными условиями существования в зоне действия течений.

Расселение плеченогих в большой степени зависело от характера дна. Верхнеюрские плеченогие явно предпочитали песчано-известковое или мергелистое дно песчано-глинистому и тем более глинистому. При фациальном сопоставлении местонахождений верхнеюрских плеченогих Абхазии можно сделать следующий вывод: наиболее богатые местонахождения плеченогих связаны с чистыми известковистыми осадками, более бедные — с их песчанистыми разностями и известковистыми песчаниками, а участки с терригенным субстратом (песчано-глинистым и глинистым) совершенно не заселены. Как это наблюдается в Абхазии, примесь терригенного материала в осадках губительно влияла на жизнь плеченогих.

Таким образом, намечается определенная связь между некоторыми морфологическими признаками строения раковин плеченогих и их образом жизни. Выводы, сделанные нами на основании анализа материала из верхнеюрских отложений Абхазии, коротко можно изложить следующим образом.

Верхнеюрские плеченогие были жителями чистых, хорошо аэрируемых вод нормально-соленых морей, где они обитали на глубине около 100 м.

Форма раковины отдельных представителей плеченогих была часто обусловлена влиянием условий обитания. В частности, слабо загнутые

или прямые макушки и более или менее уплощенные створки указывают, что виды с такими морфологическими признаками обладали ярким способом прикрепления и подобные формы населяли твердый грунт. Формы с выпуклой брюшной створкой, с загнутой макушкой и изогнутым передним краем обладали опорным способом прикрепления и населяли субстрат с более мягким, илистым грунтом.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт палеобиологии

(Поступило в редакцию 29.12.1964)

გეოლოგია

ჯ. იოსებიძე

დასავლეთ აფხაზეთის ზედაიურული მხარეთფხიანების
 მორფოლოგიური-მკოლოგიური თავისებურებები

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია აფხაზეთის ზედაიურული მხარეთფხიანების მორფოლოგიურ-ეკოლოგიური თავისებურებანი. მიმაგრების წესის მიხედვით ეტოლოგიური კლასიფიკაციისას გამოყოფილია ოთხი ტიპი: ღუზური, ფლობადი, მიზრდადი და თავისუფლადმდებარე. აფხაზეთში მოპოვებული ქვიერი მასალის დამუშავებისას დადგენილია მხოლოდ ღუზური და თავისუფლად მდებარე ეტოლოგიური ტიპები. ეტოლოგიური ტიპები განხილულია ოჯახების მიხედვით.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. А. Иванова. Условия существования, образ жизни и история некоторых брахиопод среднего и верхнего карбона Подмосковной котловины. Труды Палеонтологического института АН СССР, т. XXI, М., 1949.
2. J. Simionescu. Studii geologice si Paleontologice Din Dobrogea. Lamelibranchiatele, Gastropodele, Brachiopodele si Echinodermele, din paturile jurasice dela Hârsova. 1909.
3. В. П. Макридин. Новые данные по систематике, географическому и стратиграфическому распространению и экологии юрских брахиопод Русской платформы. Труды I сессии Всесоюзного палеонтологического общества. Госгеолиздат, 1957.

მ. თოფჩიშვილი

ძირულის მასივის სამხრეთ პერიფერიის ლიასური ტერიტორიული
წყების ასაკის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. გამყრელიძემ 18.1.1964)

ძირულის მასივის სამხრეთ პერიფერიაზე ლიასურ წითელ კირქვებს ქვეშ უდევს ტერიგენული ნალექები, რომელთა ასაკი პალეონტოლოგიურად დღემდე არაა დასაბუთებული. მართალია, ჯერ კიდევ პ. გამყრელიძესა და ს. ჩიხელიძეს [1] ქვიშაქვების ზედა ნაწილებში ნაპოვნი ჰქონდათ ამონიტი, რამდენიმე ორსავდულიანი და ბელემნიტი, მაგრამ, როგორც ჩანს, ცუდი დაცულობის გამო მათი განსაზღვრა ვერ მოხერხდა. ამავე წყებაში გ. ძოწენიძეს, ნ. სხირტლადესა და ი. ჩეჩელაშვილს [2], რომლებმაც დეტალურად შეისწავლეს წყების ლითოლოგია, გლინავის დელეში და სოფ. შროშაში ნაპოვნი აქვთ შუალაიასური ფაუნა, მაგრამ, სამწუხაროდ, მისი სია მკვლევარებს მოცემული არა აქვთ.

ცხადია, ფაუნის სიღარიბე აძნელებდა ტერიგენული წყების ზუსტი ასაკის დადგენას და იწვევდა მკვლევართა შორის აზრთა სხვადასხვაობას.

წყების ასაკის დადგენის პირველ ცდას ვხვდებით მ. ნეიმაირისა და ვ. ულიგის [3], შემდეგ კი პ. გამყრელიძისა და ს. ჩიხელიძის [1] შრომებში, სადაც ის პირობითად ქვედა ლიასურად არის დათარიღებული.

ი. კახაძე [4], ითვალისწინებდა რა ამ წყების განლაგებას დომერულად დათარიღებული ნალექების ქვეშ, ფიქრობდა, რომ ის პლინსბახური სართულის შესატყვისი უნდა ყოფილიყო.

მოგვიანებით პ. გამყრელიძე [5], ასევე სტრატეგრაფიული მოსაზრებებიდან გამომდინარე, მივიდა დასკვნამდე, რომ ტერიგენული წყებისათვის ადგილი ქვედა ლიასში ან შუა ლიასის ქვედა ნაწილში რჩება, ვინაიდან ის თანხმობით ქვეშ უდევს წითელ კირქვებს, ხოლო ტრანსგრესიულად ფარავს „ქვედა ტუფიტებსა“ და კრისტალური მასივის ქანებს. აქვე ხსენებული მკვლევარი დასძენს „იმ შემთხვევაში, თუ შროშის წითელ კირქვებში აღმოჩნდა პლინსბახური სართული, მაშინ 200 მ ბაზალური ფორმაცია სრულიად ბუნებრივია მიეკუთვნოს ქვედა ლიასს“.

1960 წ. დ. ჯილაური და რ. თოროზოვი მდ. ნარულას ხეობაში გაშიშვლებული ტერიგენული წყების ზედა ნაწილებიდან ასახელებენ შუა ლიასურ *Lima hausmanni* Dunk. და ამ ფორმის შემცველ შრეებს შუა ლიასურად მიიჩნევენ, თუმცა ქვედა ნაწილებში არ გამორიცხავენ ქვედა ლიასის არსებობასაც. ასეთივე შეხედულებასა ტერიგენული წყების ასაკზე ქ. ნუცუბიძე [6].



1961—63 წწ. ჩვენ შესაძლებლობა მოგვეცა ტერიგენულ წყებაში დენიმი ადგილას დაგვეგროვებინა საკმაოდ მრავალფეროვანი ფაუნა და ზოგიერთ მათგანზე დაყრდნობით წყების ასაკზე გამოგვეტანა დასკვნები, რომელთა შესახებ ქვემოთ აღვნიშნავთ.

ზემოხსენებული წყება თითქმის უწყვეტი ზოლის სახით მიუყვება ძირულის მასივის სამხრეთ პერიფერიას და უმეტეს შემთხვევაში ღია ფერის არკოზული ქვიშაქვებით იწყება, მაგრამ ზოგან გამოჩნდება ცვალებადი სიმძლავრის კონგლომერატებიც. ეს ქვიშაქვები ზევით იცვლება წვრილმარცვლოვანი ან ალვერიტული ქარსიანი ქვიშაქვების დასტით, რომლის ფერი თითქმის ყოველთვის რუხია, გამონაკლისს ზოგიერთი უბნები წარმოადგენენ, სადაც ქანები ჰემატიტის არსებობის გამო მოწითალოდ არიან შეფერილნი.

ამ ნაღვეების ფუძე, სადაც კი ის გაშიშვლებულია, ყველგან ტრანსგრესიულადაა განლაგებული კრისტალური მასივის ქანებზე, ხოლო შრომა—მარტოთუბან—ნარულის ზოლში—„ქვედა ტუფიტებზე“.

მდ. ყვირილის ხეობის მარჯვენა ფერდზე, რკინიგზის ხაზის გასწვრივ, სოფ. მარტოთუბანთან, „ქვედა ტუფიტებზე“ 2 მ ხარვეზის შემდეგ განლაგებულია მუქი რუხა ფერის, მცენარეული დეტრიტუსით მდიდარი, ალვერიტული ხასიათის, კვარც-ქარსიანი ქვიშაქვების დასტა. მასში შემოჭრილია 50 მ სისქის დიორიტ-პორფირიტის შრეძარღვი, რის გამოც აღნიშნული დასტის სიმძლავრე საგრძნობლად მატულობს (80—88 მ). ამ წყების ფუძიდან 6 მ სიმაღლეზე აღმოჩნდა—*Spiriferina cf. walkotti* Sow., *Pholadomya cf. idea* d'Orb., *Pleuromya sp.*, *Pleurotomaria sp.*, *Arnioceras ceratitoides* (Quenst.) *subsp. mexicanum* Erb.

სტრატეგრაფიულად უფრო მაღლა, ამავე დასტის ზედა ნაწილის ნაყარში ვიპოვეთ—*Pinna sp.*, *Aequipecten priscus* Schloth., *Microderoceras sp.* ჩამოთვლილი ფორმებიდან *Spiriferina cf. walkotti* Sow. და *Pholadomya cf. idea* d'Orb. ფართო ვერტიკალური გავრცელებით სარგებლობენ. პირველი დასავლეთ ევროპაში ცნობილია ქვედა სინემურულიდან შუა ლიასამდე, მეორე კი ქვედა ბაიოსურშიც გვხვდება. *Arnioceras ceratitoides* (Quenst.) *subsp. mexicanum* Erb.-ს მექსიკის ქვედა სინემურულიდან აღნიშნავენ [7]. უკანასკნელი ფორმა სახელმძღვანელო ნამარხია და ის შემცველი შრეების ქვედა სინემურულ ასაკზე მიუთითებს. *Aequipecten priscus* Schloth. დასავლეთ ევროპაში და ჩრდილო კავკასიაში ქვედა და, ძირითადად, შუა ლიასშია გავრცელებული. ამიტომ მას ზუსტი სტრატეგრაფიული დასკვნებისათვის ვერ გამოვიყენებთ. რაც შეეხება *Microderoceras*, ეს გვარი ზედა სინემურულისათვისა (ლოტარინგულისათვის) დამახასიათებელი.

ამრიგად, აღნიშნული პალეონტოლოგიური მასალის მიხედვით სოფ. მარტოთუბანთან გაშიშვლებული ქარსიანი ქვიშაქვები სინემურულ სართულს უნდა მივაკუთვნოთ.

უფრო დასავლეთით, მდ. ნარულის ხეობაში, ტერიგენული წყება ზუსტად იმავე ფაციესით არის წარმოდგენილი, როგორც მდ. ყვირილაზე, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ აქ, ფუძეში კონგლომერატები და არკოზული ქვიშაქვები

ჩნდება. უკანასკნელნი, როგორც ჩანს, ქარსიანი ქვიშაქვების ფუძის ფორმაციას წარმოადგენენ და მათი ერთმანეთისაგან გათიშვა არ იქნებოდა მართებული. აქედან გამომდინარე, ეს ნალექები ერთ სტრატეგრაფიულ ერთეულს უნდა მივაკუთვნოთ და სრულიად ბუნებრივი იქნება, რომ კვარციანი ქვიშაქვების ასაკიც სინემურულად ჩავთვალოთ.

ანალოგიური ნალექებით წარმოდგენილი ტერიგენული წყება (სიმძლავრე 56 მ) გაიდენება მდ. ყვირილას აღმოსავლეთით, სოფ. წითლავაკისაკენ მიმავალ სამანქანო გზაზე, მდ. მაჭარულაზე (სისქე 64—69 მ) და სოფ. უბისას მიდამოებში (აქ აღნიშნული ნალექები სრულად არ არის გაშიშვლებული), სადაც მას ზევით ფაუნისტურად დახასიათებული პლინსბახური ნალექები მოსდევს. მართალია, ამ ადგილებში ტერიგენული წყების ფაუნისტური დათარიღება არ მოხერხდა, მაგრამ, თუ მხედველობაში მივიღებთ მის ლითოლოგიურ მსგავსებას მდ. ყვირილაზე გავრცელებულ ქვიშაქვებთან, წყების სტრატეგრაფიულ მდებარეობას, მისი ასაკიც სინემურულად უნდა მივიჩნიოთ.

აღწერილი ზოლის სამხრეთით, მდ. ჩხერიმელას მარჯვენა შენაკად წილის ღელეში (სოფ. მოლითის მიდამოები) გრანიტებზე განლაგებულია კონგლომერატისა და უხეშმარცვლოვანი არკოზული ქვიშაქვების დასტა, რომელიც აღმავალ ჭრილში, მცენარეული დეტრიტუსით მდიდარ რუხი ფერის ალევრიტულ ქვიშაქვებში გადადის. უკანასკნელის ზედა ნაწილებში კარბონატული ქარსიანი ქვიშაქვების ლინზები გამოერევა, სადაც ნაპოვნია ზედალიასური *Mytiloides gryphoides* Schloth. და *Pleuromya goldfussi* Rol. მთელი ამ წყების სიმძლავრე 150 მ აღწევს.

წილის ღელის დასავლეთით სოფ. ქარტალისაკენ მიმავალ საურმე გზაზე, ისევ ტერიგენული წყების ზედა ნაწილებში აღმოჩნდა ზედალიასური *Mytiloides quenstedti* Pcel., *M. amygdaloides* Goldf., *M. gryphoides* Schloth., *M. cf. cinctus* Goldf., *Pleuromya goldfussi* Rol.

აღნიშნული ზოლის ტერიგენული წყების ქვედა ნაწილში ფაუნის უქონლობა არ გვაძლევს ზუსტი დათარიღების საშუალებას, მაგრამ ნარულა-უბისას რაიონის ქვიშაქვებთან ანალოგია და ნალექთა დიდი სისქე გვაფიქრებინებს, რომ ამ ზოლის ტერიგენული წყების ქვედა ჰორიზონტები სინემურულსაც მოიცავს.

ამრიგად, ძირულის მასივის სამხრეთ პერიფერიაზე გავრცელებული ტერიგენული წყების ასაკი ნარულა-უბისას მონაკვეთზე მხოლოდ სინემურულია, ხოლო უფრო სამხრეთით, მოლითის მიდამოებში, მისი ზედა ნაწილი შუა და ზედალიასურსაც მოიცავს.

შრომა — მარტოთუბან — ნარულის ზოლში, როგორც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, ტერიგენულ წყებას ქვეშ უდევს ე. წ. „ქვედა ტუფიტები“.

მართალია, ამ უკანასკნელის შესწავლა ჩვენ ამოცანას არ შეადგენს, და ამიტომაც მისი კვლევა არ გვიწარმოებია, მაგრამ „ქვედა ტუფიტების“ ზევით მდებარე ქარსიანი ქვიშაქვების ფუძეში ნაპოვნი ფაუნა შესაძლებელს ხდის აზრი გამოვთქვათ მის ასაკზე.

„ქვედა ტუფიტები“ რომ სინემურულზე ძველი ფორმაციაა, ეს ეჭვს არ იწვევს, ვინაიდან მასზე ტრანსგრესიულადაა განლაგებული ფაუნისტურად დათარიღებული ქვედასინემურული ნალექები. მაშასადამე, ხსენებული წყებისა-



თვის ლიასის სულ ქვედა ჰეტანგურ სართულში რჩება ადგილი და რომ მისი ასაკი ამ სართულის ფარგლებს არ უნდა სცილდებოდეს, გვიჩვენებს მდ. ნარულაზე გაშიშვლებული „ქვედა ტუფიტების“ ფუძეში ა. ყანჩაველის [8] მიერ შეგროვილი ფლორის ნაშთები, რომელშიც *C. სვანიძემ* განსაზღვრა—*Cladophlebis denticulata* (Brongn.) Font., *Nilssonia mediana* (Zek. et Bean) Fox str., *Nilssonia sp.* ყველა ესენი გვხვდებიან მთელ იურაში, ხოლო *Dictyophyllum rugosum* Z. et H., *Dictyophyllum sp.* და *Anomozamites sp.* ვერტიკალური გავრცელება ქვედა იურულს არ ცილდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოლოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 18.1.1964)

ГЕОЛОГИЯ

М. В. ТОПЧИШВИЛИ

О ВОЗРАСТЕ ЛЕЙАСОВОЙ ТЕРРИГЕННОЙ СВИТЫ ЮЖНОЙ ПЕРИФЕРИИ ДЗИРУЛЬСКОГО МАССИВА

Резюме

Терригенная свита южной периферии Дзирульского массива, представленная аркозовыми и слюдистыми песчаниками, трансгрессивно налегает на породы кристаллического массива или на вулканогенную толщу, известную под названием „нижних туффитов“.

На основе изучения палеонтологического материала, собранного нами из терригенной свиты, можно заключить, что на южной периферии Дзирульского массива в полосе Нарула-Убиса, указанная свита датируется синемюрмом, а южнее в окрестностях Молити—от синемюра до верхнего лейаса включительно.

დაამუშავებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. პ. გამყრელიძე და ს. ჩიხელიძე. ძირულის ხეობის ნაწილის გეოლოგიისათვის. საქართველოს გეოლ. ინსტიტუტის მოამბე, ტ. I, ნაკვ. 2, 1933.
2. გ. ძოწენიძე, ნ. სხირტლაძე და ი. ჩეჩელაშვილი. ძირულის მასივის ლიასური ნალექების ლითოლოგია. საქართველოს სსრ გეოლ. ინსტ-ის შრომები, მინ.-პეტროგრ. სერია, ტ. III, 1953.
3. M. Noumayer und V. Uhlig. Über die von H. Abich im Kaukasus gesammelten Jurafossilien. Denkschrift der mat.-nat. Classe K. Akad. Wiss., Bd. LIX, Wien, 1892.
4. И. Р. Кахадзе. Грузия в юрское время. Труды Геологического института, т. III (VIII), 1947.
5. П. Д. Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Институт геологии и минерологии АН ГССР, монографии, № 2, Тбилиси, 1949.
6. К. Ш. Нуцубидзе. Зоны лейаса в Грузии и прилегающих районах Кавказа. Геологический институт АН ГССР. Докл. советских геологов к I межд. коллоквиуму по юрской системе. Стратиграфия юрской системы, Тбилиси, 1962.
7. H. Eggen. El Jurásico inferior de México y sus Amonitas. XX congreso geológico Internacional. México, 1956.
8. ა. ყანჩაველი. ახალი მასალები შრომა-ნარულის ზოლის „ქვედა ტუფიტების“ შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXXIII:3, 1964.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

И. А. САНАДЗЕ

К ИССЛЕДОВАНИЯМ ПО СУЛЬФАТОСТОЙКОСТИ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

(Представлено академиком К. С. Завриевым 23.6.1964)

В данном и других периодических изданиях мы сообщали о результатах исследований по сульфатостойкости портланд-цемента и его производных, которые проводились в течение ряда лет в Институте строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР. В этой статье сообщаются результаты дополнительных исследований по сульфатостойкости портландцемента, проведенных в последнее время. В частности, было исследовано влияние на сульфатостойкость портландцемента жирности раствора, ввода в состав цемента железосодержащих веществ и в состав строительного раствора бикарбоната натрия согласно ГОСТу 2156--52.

Представление о влиянии жирности раствора на сульфатостойкость портландцемента, составе руставского шлако-портландцемента и каспского пуццоланового цемента, принятых составах растворов дают табл. 1 и 2. В дополнение к указанным таблицам отметим, что руставский шлако-портландцемент содержал в своем составе 50% граншлака Руставского металлургического завода, а каспский пуццолановый портландцемент—анийскую пемзу в количестве 26%. В клинкере каспского портланд-цемента содержалось 13% C_3A и 14% C_4AF . Грунтовая вода как среда хранения была взята в одном из шурфов, заложенных на территории промышленной площадки Руставского металлургического завода, и в среднем по четырехкратному анализу за 10 месяцев показала следующий ионный состав в мг/л: Cl^- —1664, SO_4^{2-} —4479, HCO_3^- —330, агр. CO_2 —0, Na^+ — K^+ (по разности)—2328, Ca^{2+} —481 и Mg^{2+} —227.

Как показывают данные табл. 2, повышение жирности раствора, безусловно, имеет значение для придания сульфатостойкости смешанным видам цементов. Это убедительно подтверждается коэффициентами стойкости растворов 1:2 при хранении образцов в 5%-ном растворе Na_2SO_4 .

Таблица 1

Химико-минералогический состав и другие показатели цементов и их составляющих

Вещества	Химический состав, вес. %										Минералогический состав по подсчету					Св. СаО	КН	Силик., мол.	Глиноз. мод.	Мод. осн.	Мод. актив.
	пот. при прок.	гидр. вода	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	Mn ₂ O ₃	Σ	C ₂ S	C ₃ S	C ₂ A	C ₄ AF	Σ						
Руставский шлако-портландцемент																					
Цемент	—	—	28,30	9,23	2,01	52,20	3,83	2,25	1,96	99,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Клинкер	—	—	20,58	6,54	3,70	64,21	2,60	0,50	1,86	99,99	54	19	11	11	95	0,52	0,89	2,01	1,77	—	
Гипс	—	—	—	—	—	32,60	—	43,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Шлак	—	—	36,30	11,85	0,41	44,24	4,05	—	3,28	100,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00	0,33
Каспский пуццолановый портландцемент																					
Цемент	3,28	—	31,92	9,13	3,83	44,90	2,85	4,04	—	99,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Клинкер	0,92	—	21,58	6,96	4,40	63,95	2,10	0,34	—	100,25	45	26	11	13	95	0,65	0,85	1,90	1,58	—	
Гипс	—	20,58	0,24	0,60	—	32,37	0,77	45,20	—	99,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Пемза	3,80	—	68,57	18,69	3,25	4,20	0,62	0,91	—	100,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Примечание: По имеющимся данным, минералогический состав клинкеров подсчитан для руставского клинкера с учетом свободной окиси кальция, а для каспского — с учетом свободной окиси кальция и свободной окиси кремния.



Цементы и среда хранения	Соотношение цемент: песок	Прочность на изгиб в кг/см ² через					Коэффициенты стойкости		
		15 дней	3 месяца	6 месяцев	10 месяцев	12 месяцев	KC ₁₅	KC ₃₀	KC ₁₂
Руставский шлако-портландцемент									
Пресная вода	1:3,5	32,70	44,00	44,50	45,0	—	—	—	—
"	1:2	51,90	57,70	74,76	—	74,3	—	—	—
Грунтовая вода	1:3,5	—	33,05	35,84	38,50	—	0,80	0,86	—
"	1:2	—	70,44	79,98	—	78,31	1,07	—	1,05
1 %-ный раствор Na ₂ SO ₄	1:3,5	—	34,50	22,47	30,70	—	0,50	0,68	—
"	1:2	—	71,44	78,87	—	80,19	1,06	—	1,08
5 %-ный " "	1:2	—	71,47	74,31	—	77,50	0,99	—	1,04
Каспский пуццолановый портландцемент									
Пресная вода	1:3,5	28,68	43,00	45,20	46,45	—	—	—	—
"	1:2	37,20	74,87	76,20	—	77,20	—	—	—
Грунтовая вода	1:3,5	—	44,50	46,87	48,50	—	1,04	1,04	—
"	1:2	—	70,28	78,62	—	78,70	1,02	—	1,02
1 %-ный раствор Na ₂ SO ₄	1:3,5	—	40,08	38,61	43,25	—	0,85	0,93	—
"	1:2	—	67,05	80,58	—	78,82	1,05	—	1,02
5 %-ный " "	1:2	—	71,18	76,88	—	79,20	1,00	—	1,03
Каспский портландцемент									
Пресная вода	1:3,5	41,34	53,22	51,20	—	55,86	—	—	—
3 %-ный раствор Na ₂ SO ₄	"	—	27,72	22,30	—	25,14	0,43	—	0,45
" MgSO ₄	"	—	—	—	—	—	0,00	—	0,00
Пресная вода	1:3	45,18	57,92	60,18	—	57,87	—	—	—
3 %-ный раствор Na ₂ SO ₄	"	—	40,40	29,22	—	25,48	0,48	—	0,44
" MgSO ₄	"	—	28,38	—	—	—	0,00	—	0,00
Пресная вода	1:2,5	51,26	60,48	74,46	—	66,81	—	—	—
3 %-ный раствор Na ₂ SO ₄	"	—	59,09	38,25	—	33,45	0,51	—	0,50
" MgSO ₄	"	—	37,80	—	—	—	0,00	—	0,00
Пресная вода	1:2	68,70	73,56	62,91	—	75,36	—	—	—
3 %-ный раствор Na ₂ SO ₄	"	—	82,29	72,52	—	58,32	1,15	—	0,77
" MgSO ₄	"	—	44,52	—	—	—	—	—	—

Р а з р у ш и л и с ь

Р а з р у ш и л и с ь

Р а з р у ш и л и с ь

Р а з р у ш и л и с ь

Среда хранения	% Na HCO_3 от веса цемента	Прочность на изгиб в кг/см^2 через				Коэффициенты стойкости	
		15 дней	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев	K_{C_6}	$\text{K}_{\text{C}_{12}}$
Пресная вода	0	41,34	53,22	51,20	55,86	—	—
3%-ный раствор Na_2SO_4	"	—	27,72	22,30	25,14	0,43	0,45
Пресная вода	0,25	36,00	41,66	43,41	46,00	—	—
3%-ный раствор Na_2SO_4	"	—	27,82	18,21	22,82	0,42	0,50
Пресная вода	0,5	36,78	42,15	45,24	46,89	—	—
3%-ный раствор Na_2SO_4	"	—	33,72	27,87	23,64	0,61	0,50
Пресная вода	1	29,16	37,60	40,25	45,44	—	—
3%-ный раствор Na_2SO_4	"	—	18,84	19,00	18,86	0,47	0,41
Пресная вода	2	29,42	36,57	35,88	42,59	—	—
3%-ный раствор Na_2SO_4	"	—	Разрушились			0,00	0,00
Пресная вода	4	30,12	35,95	36,82	42,48	—	—
3%-ный раствор Na_2SO_4	"	—	Разрушились			0,00	0,00
Пресная вода	8	32,40	38,20	39,79	38,90	—	—
3%-ный раствор Na_2SO_4	"	—	Разрушились			0,00	0,00

В отношении портландцемента, по-видимому, можно сказать, что жирность раствора несколько повышает сульфатостойкость, но отнюдь не делает цементный раствор сульфатостойким. Так или иначе, можно считать, что цементные растворы на высокоалюминатном портландцементе с повышением жирности не становятся сульфатостойкими.

Некоторые исследователи, для придания сульфатостойкости портландцементу вводили в состав строительных растворов кальцинированную соду Na_2CO_3 . Но при этом неизменным остается R_{II} и сильно возрастает ион Na^+ в составе общей массы твердеющего цементного камня. Поэтому было решено взамен Na_2CO_3 использовать бикарбонат натрия NaHCO_3 , в результате применения которого в цементном камне одновременно снижаются R_{II} и содержание иона Na^+ . Помимо последнего, NaHCO_3 является отходом содового производства и, следовательно, более выгоден для широкого применения.

Результаты исследований по NaHCO_3 сведены в табл. 3, где также показаны проценты добавок его, которые вводились в состав сухих строительных растворов 1:3,5 в виде порошка.

Как видно из табл. 3, добавка NaHCO_3 , как правило, снижает прочность образцов при хранении в пресной воде. Такое снижение прочно-

Таблица 4

Химический состав дашкесанской руды и колчеданных огарков

Определения	Материал и процентный состав	
	Дашкесанская магнетитовая руда	Колчеданные огарки
Потеря при прок.	—	1,44
SiO_2	9,06	16,02
Al_2O_3	2,17	1,49
Fe_2O_3	58,50	70,71
FeO	23,94	6,12
CaO	4,91	1,12
MgO	1,01	0,13
SO_2	0,25	3,31
Сумма	99,84	100,34
Тонкость помола:		
Ост. на сите № 021	2	0,4
Прошло через сито № 0085	85,96	91,60
Уд. поверхность см /г	1502	—

сти в пределах 15—30% прослеживается до одного года и, видимо, практически остается неизменным. Что же касается сульфатостойкости, то здесь замечается некоторое повышение ее в пределах добавки 0,25—1% NaHCO_3 . Однако нет каких-либо оснований к тому, чтобы рекомендовать NaHCO_3 как и Na_2CO_3 , в качестве добавки, придающей сульфатостойкость портландцементу и, следовательно, бетону на его основе.

Влияние железосодержащих веществ на сульфатостойкость портланд-цемента

Цементы и их состав в весовом процентном отношении	Среда хранения	Прочность на изгиб в кг/см ² через				Коэффициенты стойкости	
		15 дней	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев	КС ₆	КС ₁₂
Портландцемент 100%	Пресная вода	41,34	53,22	51,20	55,86	—	—
" " "	3%-ный Na ₂ SO ₄	—	27,72	22,30	25,14	0,43	0,45
Портландцемент 90% + магнетитовая руда 10%	Пресная вода	33,64	37,30	43,68	45,80	—	—
" " " + " " "	3%-ный Na ₂ SO ₄	—	13,15	20,88	18,27	0,48	0,40
" " 80% + " " 20%	Пресная вода	31,70	37,71	42,60	48,65	—	—
" " " + " " "	3%-ный Na ₂ SO ₄	—	20,50	21,30	19,11	0,50	0,30
" " 70% + " " 30%	Пресная вода	28,30	38,64	41,01	42,30	—	—
" " " + " " "	3%-ный Na ₂ SO ₄	—	26,69	27,24	22,42	0,66	0,53
" " 60% + " " 40%	Пресная вода	27,42	35,31	38,40	42,22	—	—
" " " + " " "	3%-ный Na ₂ SO ₄	—	28,78	27,36	20,60	0,71	0,49
" " 90% + колчеданные огарки 10%	Пресная вода	32,06	38,34	40,08	43,41	—	—
" " " + " " "	3%-ный Na ₂ SO ₄	—	20,33	19,20	18,30	0,48	0,42
" " 85% + " " 15%	Пресная вода	32,28	37,71	42,58	43,56	—	—
" " " + " " "	3%-ный Na ₂ SO ₄	—	22,32	19,68	21,17	0,46	0,49
" " 80% + " " 20%	Пресная вода	30,60	37,14	39,90	42,50	—	—
" " " + " " "	3%-ный Na ₂ SO ₄	—	22,60	24,24	22,22	0,61	0,52
" " 70% + " " 30%	Пресная вода	28,28	40,35	46,92	53,80	—	—
" " " + " " "	3%-ный Na ₂ SO ₄	—	29,13	26,10	21,91	0,55	0,41

В некоторых исследованиях у нас и за рубежом придается большое значение в составе цементов железосодержащим добавкам. При этом называются сравнительно дорогие химикалии железа. Поэтому мы остановили наш выбор на магнетитовой железной руде Дашкесанского месторождения и на колчеданных огарках сернокислотного производства, химические анализы и другие показатели которых приводятся в табл. 4.

Порошки портландцемента, руды и колчеданных огарков в пропорциях, указанных в табл. 5, тщательно смешивались в лабораторной шаровой мельнице с загрузкой из резиновых пробок для предотвращения перемола при смешении.

Данные табл. 5 показывают, что добавка магнетитовой руды вызывает снижение прочности образцов, чего нельзя сказать о колчеданных огарках, которые при годовалом возрасте для 30%-ной добавки показали прочность, почти равную прочности образцов на чистом портланд-цементе. Возможно, что это вызвано более грубым помолом магнетитовой руды.

В отношении сульфатостойкости можно заметить, что с повышением содержания в цементе железосодержащих добавок к шестимесячному сроку намечается некоторое повышение сульфатостойкости смешанных цементов. Но такое повышение сульфатостойкости не оправдывает себя вообще и особенно по годовичному сроку испытания, когда коэффициент стойкости $K_{C_{12}}$ приближается к величине образцов на чистом портланд-цементе и в одном случае (20%-ной добавки магнетитовой руды) даже намного уступает ему. Поэтому добавки в портланд-цемент железосодержащих веществ в виде магнетитовой руды и колчеданных огарков не могут быть рекомендованы в качестве средств для придания сульфатостойкости высокоалюминатным портландцементам.

Таким образом, на основании предыдущих и настоящих исследований для придания сульфатостойкости бетонам на высокоалюминатном портланд-цементе и его производных в общем устанавливаются следующие мероприятия: 1) повышение плотности бетонов путем снижения В/Ц и вибрирования; 2) воздушно-влажная выдержка бетонов до соприкосновения их с агрессивными водами в течение одного месяца; 3) повышение жирности растворов и бетонов и 4) применение карбонатных заполнителей вместо обычного строительного песка и гравия или щебня при полной или частичной замене последних.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости



ი. სანაძე

პორტლანდცემენტის სულფატმედდებობის კვლევებისათვის

რეზიუმე

დულაბის პოხიერობის გავლენის შესახებ (პორტლანდცემენტის სულფატმედდებობაზე) არსებობს აზრთა სხვადასხვაობა. ამ უკანასკნელის გამოსაკვლევად ჩატარდა რამდენიმე ექსპერიმენტი. ცდებმა დაადასტურა, რომ დულაბის პოხიერობას შეუძლია მინიჭოს სულფატმედდებობა დულაბებს, რომელიც შედგენილია შერეულ ცემენტებზე (სახელდობრ, რუსთავეის წიდა-პორტლანდცემენტზე და კასპის პუცოლან პორტლანდცემენტზე). რაც შეეხება დულაბებს, რომელიც შედგენილია მაღალალიუმინატურ პორტლანდცემენტზე პოხიერობის ამაღლებით, სულფატმედდებობა არ მიიღება.

დანამატებიდან გამოვიყენეთ ნატრიუმის ბიკარბონატი, დაშქესანის რკინის მაგნეტიტური მადანი და რკინის ალმადანის ნამწვი. როგორც ცდებმა უჩვენა, ეს დანამატები მცირედ ამაღლებენ პორტლანდცემენტის სულფატმედდებობას, მაგრამ მას არ ანიჭებენ სრულყოფილ სულფატმედდებობას. უკანასკნელის გამო დასახელებული დანამატები არ შეიძლება რეკომენდირებულ იქნეს მაღალალიუმინატურ პორტლანდცემენტისა და მისი წარმოებულები-სათვის სულფატმედდებობის მიმნიჭებელ ნივთიერებად.

А. З. БАНЕТИШВИЛИ

ПОГРЕШНОСТИ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДОВ И ИХ
 ВЕКТОРНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 2.10.1964)

Обозначения, принятые в статье [1], опубликованной ранее, оставим в силе, тогда суммарные смещения координат i -го пункта за счет ошибок $m_{\beta i}$ и m_{li} будут иметь вид

$$M_{yi} = \pm \sqrt{M_{xli}^2 + M_{\beta i}^2}, \quad (1)$$

$$M_{xi} = \pm \sqrt{M_{\beta i}^2 + M_{yli}^2}. \quad (2)$$

Найдем сначала компоненты $M_{x\beta i}$ и $M_{y\beta i}$. На фиг. 1 видно, что ошибка $m_{\beta i}$, допущенная при измерении угла β_i (где $i = A, B, C, \dots$ — индексы вершин полигона), влечет за собой перемещение пункта A в пункт A' , пункта B в пункт B' , пункта C в пункт C' и т. д.

Выражая указанные перемещения в векторной форме, будем иметь

$$\begin{aligned} |\overline{AA'}| &= |\overline{AA'}|, \\ |\overline{BB'}| &= |\overline{BB'}| + |\overline{B'B''}| = |\overline{AA'}| + |\overline{B'B''}|, \\ |\overline{CC''}| &= |\overline{CC'}| + |\overline{C'C''}| = |\overline{AA'}| + |\overline{B'B''}| + |\overline{C'C''}|, \\ &\dots \\ &\dots \\ |\overline{NN''}| &= |\overline{NN'}| + |\overline{N'N''}| = |\overline{AA'}| + |\overline{B'B''}| + \dots + |\overline{N'N''}|, \end{aligned} \quad (4)$$

где длины векторов $|\overline{AA'}|$, $|\overline{B'B''}|$, $|\overline{C'C''}|$, ..., $|\overline{N'N''}|$ есть перемещения точек относительно предыдущих, вычисляемые формулами

$$\begin{aligned} |\overline{AA'}| &= l_A \cdot \sin m_{\beta A}, \\ |\overline{B'B''}| &= l_B \cdot \sin m_{\beta B}, \\ |\overline{C'C''}| &= l_C \cdot \sin m_{\beta C}, \\ &\dots \\ &\dots \\ |\overline{N'N''}| &= l_N \cdot \sin m_{\beta N}. \end{aligned} \quad (4)$$

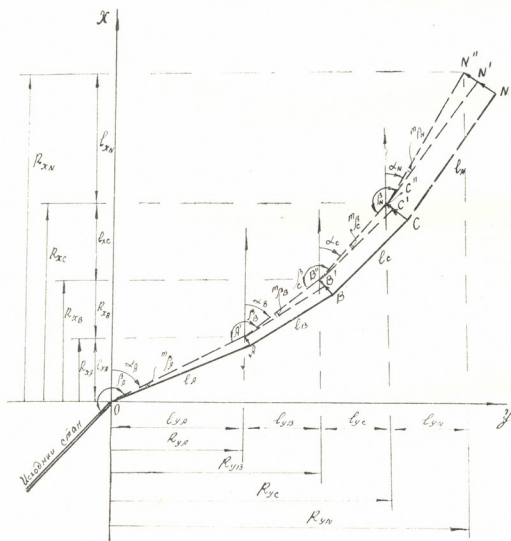
Ввиду малости углов $m_{\beta i}$, заменяя в формулах (4) $\sin m_{\beta i}$

$$m_{\beta i}'' \sin 1'' = \frac{m_{\beta i}''}{\rho''},$$

будем иметь.

$$\begin{aligned}
 |\overline{AA'}| &= \frac{l_A \cdot m''_{\beta A}}{\rho''}, \\
 |\overline{B'B''}| &= \frac{l_B \cdot m''_{\beta B}}{\rho''}, \\
 |\overline{C'C''}| &= \frac{l_C \cdot m''_{\beta C}}{\rho''}, \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 |\overline{N'N''}| &= \frac{l_N \cdot m''_{\beta N}}{\rho''}.
 \end{aligned} \tag{5}$$

Имея погрешности (5), после ряда преобразований и допущений можно получить абсолютные перемещения пунктов по осям координат



Фиг. 1

(последовательность преобразований и допущений более расширенно рассматривается в статье [1]), которые примут вид

ПО ОСИ x

$$\begin{aligned}
 |\overline{AA'_x}| &= \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{yA}, \\
 |\overline{BB'_x}| &= \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{yB}, \\
 |\overline{CC'_x}| &= \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{yC}, \\
 &\dots \dots \dots \\
 |\overline{NN'_x}| &= \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{yN},
 \end{aligned} \tag{6}$$

ПО ОСИ y

$$\begin{aligned}
 |\overline{AA'_y}| &= \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{xA}, \\
 |\overline{BB'_y}| &= \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{xB}, \\
 |\overline{CC'_y}| &= \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{xC}, \\
 &\dots \dots \dots \\
 |\overline{NN'_y}| &= \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{xN}.
 \end{aligned} \tag{7}$$

Абсолютная погрешность в координатах x и y точек A, B, C, \dots, N , обусловленная ошибками измерения углов β_i в матричной форме, будет представлена так:

$$W_N = \left\| \begin{array}{c} \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{xA} \\ \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{xB} \\ \dots \dots \dots \\ \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{xN} \end{array} \right\|, \tag{8}$$

$$V_N = \left\| \begin{array}{c} \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{yA} \\ \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{yB} \\ \dots \dots \dots \\ \frac{m''_{\beta}}{\rho} \cdot R_{yN} \end{array} \right\| \tag{9}$$

Так как нас интересует вероятная погрешность с учетом теории способа наименьших квадратов, произведем транспонирование указанных матриц, т. е.

$$V_N^* = \left\| \frac{m_\beta''}{\rho} \cdot R_{yA} \quad \frac{m_\beta''}{\rho} \cdot R_{yB} \cdots \frac{m_\beta''}{\rho} \cdot R_{yN} \right\|,$$

и

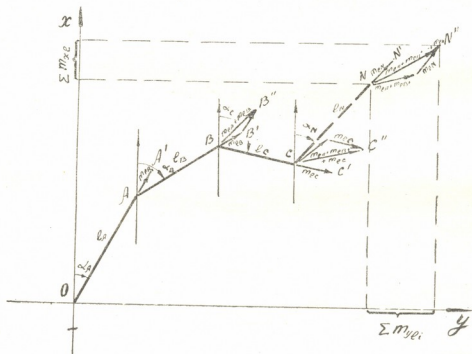
$$W_N^* = \left\| \frac{m_\beta''}{\rho} \cdot R_{xA} \quad \frac{m_\beta''}{\rho} \cdot R_{xB} \cdots \frac{m_\beta''}{\rho} \cdot R_{xN} \right\|.$$

Допущенные ошибки m_β при измерении углов β перемещают пункт N в пункт N'' на величину $\overline{NN''}$ -вектора, разлагаемого на две составные части $M_{x\beta}$ и $M_{y\beta}$, которые вычисляются по формулам

$$M_{x\beta}^2 = VV^*, \quad (10)$$

$$M_{y\beta}^2 = WW^*.$$

Найдем теперь значения M_{xI} и M_{yI} . Линейная ошибка m_I , допущенная при измерении длин сторон полигона, влечет за собой пере-



Фиг. 2

мещение пункта A в пункт A' , пункта B в пункт B' , пункта C в пункт C' и т. д. (фиг. 2). Длины указанных перемещений в векторной форме запишутся следующим образом:

$$|\overline{AA'}| = |\overline{m_{IA}}|,$$

$$|\overline{BB'}| = |\overline{m_{IB}}|,$$

$$|\overline{CC'}| = |\overline{m_{IC}}|,$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$|\overline{NN''}| = |\overline{m_{IN}}|.$$

(11)

$$P_{y\beta} = \frac{1}{M_{y\beta}},$$

$$P_{yl} = \frac{1}{M_{yl}}.$$
(16)

Имея веса (16) и фактические погрешности M'_x и M'_y , нетрудно получить долю фактических погрешностей по ошибкам измерения углов и длин сторон, вычисляемых формулами

$$M'_{x\beta} = \frac{M'_x \cdot P_{x\beta}}{P_{x\beta} + P_{xl}},$$

$$M'_{xl} = \frac{M'_x \cdot P_{xl}}{P_{x\beta} + P_{xl}},$$

$$M'_{y\beta} = \frac{M'_y \cdot P_{y\beta}}{P_{y\beta} + P_{yl}},$$

$$M'_{yl} = \frac{M'_y \cdot P_{yl}}{P_{y\beta} + P_{yl}}.$$
(17)

Определим коэффициенты распределения угловых и линейных невязок (погрешностей) путем деления соответствующих невязок хода, проложенного между двумя исходными пунктами на алгебраическую сумму векторов, помещенных (см. (8), (9), (13), (14)) в соответствующих матрицах

$$K_{\beta\beta} = \frac{M'_{y\beta}}{\sum V_0},$$

$$K_{\beta l} = \frac{M'_{yl}}{\sum H_0},$$

$$K_{\delta\beta} = \frac{M'_{x\beta}}{\sum W_0},$$

$$K_{\delta l} = \frac{M'_{xl}}{\sum D_0}.$$
(18)

С помощью формул (8), (9), (13), (14) для каждого пункта полученные погрешности переумножаются на соответствующие коэффициенты (18) и получаются соответствующие для каждого пункта поправки, зависящие от погрешности углов и длин сторон полигонометрии.

Особенности при уравнивании свободного полигонометрического хода, проложенного между двумя исходными пунктами. В том случае, когда фактические погрешности M'_β близки к нулю и резко отличаются от теоретически предрасчитанных M_β и угловая невязка относительно велика, вводятся вторичные поправки, величины которых определяются следующим образом.

Вначале составляется первый возможный полигонный ход, который максимально отклоняется от полученного полигона в одну сторону, при



считывая ординаты значений, записываем в первой строке таблицы. По полученным результатам, невязка в ординатах равна $+31,5$ мм. Учитывая принятые выше условия, уравниваем невязку, поправки которой по пунктам помещены во второй строке таблицы, а вводя поправки в ординаты, получаем ординаты уравненной полигонометрии, значения которых помещены в третьей строке.

На фиг. 3 ясно видно, что угловая невязка $21''$ при уравнивании существующим методом опускает всю полигонную систему ниже оси OY , а по предложенной теории, когда подсчитываем координаты с пункта O , полигонная система ложится прямо на ось OY .

После ввода вторичных поправок уравнений полигон примет значение ординат, помещенных в четвертой строке, и на фиг. 3 пройдет по пунктирной линии.

№	О	А	В	С	Д	М	Н
1	0,0	+1,5	+ 4,5	+ 9,0	+15,0	+22,5	+31,5
2	0,0	-5,25	-10,5	-15,75	-21,0	-26,25	-31,5
3	0,0	-3,75	- 6,0	- 6,75	- 6,0	- 3,75	0,0
4	0,0	-0,25	- 5,0	- 9,25	-11,0	- 8,25	0,0

Анализируя результаты уравнивательных операций по существующему и предложенному методам, следует отметить, что по существующему методу угол на пункте N при измерении был равен $180^{\circ}00'21''$, а после уравнивания путем решения обратной задачи оказался равным $180^{\circ}00'07''5$, т. е. получил поправку $13''5$, тогда как точность измерения угла находится в пределах $\pm 10''$.

Преимущества предлагаемой теории заключается в том, что после уравнивания полигона углы получают поправки в пределах допускаемой точности измерения углов.

В ы в о д ы

Теорию уравнивательных операций полигонометрии передаем в векторной интерпретации, с тем чтобы яснее определить ее преимущество.

Строительство ХрамГЭС-II

Поступило в редакцию 2.10.1964)

ტამბიბა

ა. ბანეთიშვილი

პოლიგონურ სვლათა ცდომილებანი და მათი ვმეტორული ინტერპრეტაცია

რეზიუმე

პოლიგონურ სვლათა შეუკვრელობის შეთანასწორების რეკომენდირებულ თეორიის ძირითადი უპირატესობა ისაა, რომ შეთანასწორების შემდეგ პოლიგონის გამოსავალ პუნქტებთან კუთხეები იღებენ შედარებით ალბათ მნიშვნელობებს, ვიდრე ეს ხდება არსებული თეორიის თანახმად.

დავოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. З. Банетишвили. Накопление погрешностей и уравнивательные операции в скалярных, векторных и тензорных величинах. Сообщения АН ГССР, т. XXVI, № 3, 1961

МЕТАЛЛУРГИЯ

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик Академии наук Грузинской ССР),
 З. Ш. ХЕРОДИНАШВИЛИ

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАГРЕВА ЛЕГКООКИСЛЯЮЩИХСЯ
 МАТЕРИАЛОВ В ВАКУУМЕ

Устройство предназначено для нагрева легкоокисляющихся материалов до температуры 1000° в высоком вакууме или в атмосфере инертного газа высокой чистоты. На рис. 1 приведена принципиальная схема устройства. Оно представляет собой кварцевую трубку (1) со шлифом (2) и отростком (3), куда помещается геттер (4) (обычно отожженная в вакууме титановая стружка), который нагревается съемной трубчатой печью сопротивления (5). Через шлиф (2) кварцевая трубка (1) соединяется с головкой (6) из молибденового стекла, имеющей вакуумметрические лам-

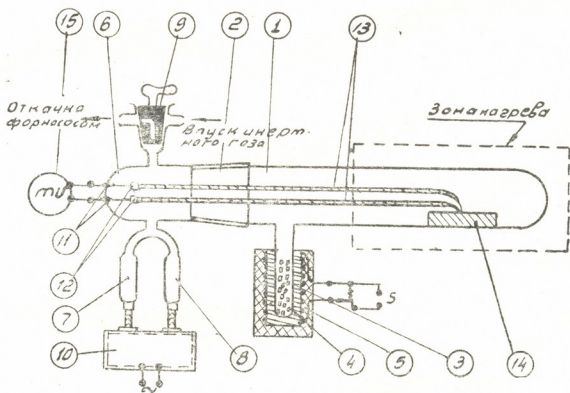


Рис. Схема устройства для нагрева легкоокисляющихся материалов
 в вакууме

пы ЛТ-2 (7) и ЛМ-2 (8), трехходовой стеклянный вакуумный кран (9) и два молибденовых ввода (11), соединенных через медные переходники (12) с терморпарой (13). Вакуум регистрируется вакуумметром типа ВИТ-1 (10).



Термопара (13) или приваривается к образцу (14), или кладется рядом с ним. Температура регистрируется милливольтметром (15).

После предварительной откачки системы до разряжения $1 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст. перекрывается вакуумный кран (9), на отросток (3) надвигается печь (5) и производится нагрев геттера до $900-1000^\circ$ в течение нескольких минут. При отсутствии течей в системе достигается остаточное давление не больше $1 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст. Весь процесс откачки занимает не более 10 минут. После этого кварцевая трубка (1) помещается в обычную печь и производится нагрев образца (14) до требуемой температуры (на схеме зона нагрева обведена пунктирной линией). Если в процессе нагрева происходит ухудшение вакуума (газовыделение из образца и стенок кварцевой трубки), то производится повторный нагрев геттера (4) печью (5).

При необходимости нагрева легкоокисляющихся материалов в атмосфере инертного газа после откачки системы через вакуумный кран (9) напускается обычный технически чистый инертный газ до требуемого давления (но с учетом того, чтобы при нагреве давление инертного газа не превысило атмосферного). После нагрева геттера (4) технически чистый инертный газ очищается от кислорода и азота до высокой степени чистоты.

Описанное устройство может быть изготовлено в любой стеклодувной мастерской и использовано вместо отпаянных кварцевых ампул, по сравнению с которыми оно обладает следующими преимуществами:

1. В описанном устройстве довольно просто и за короткое время достигается высокий вакуум. Достижение высокого вакуума в отпаянных кварцевых ампулах гораздо сложнее и занимает больше времени.

2. В процессе нагрева имеется возможность контролировать и регулировать вакуум, чего нельзя сделать в случае отпаянных кварцевых ампул.

3. Устройство может быть использовано многократно (пока не выйдет из строя кварцевая трубка) в противоположность отпаянным кварцевым ампулам, которые рассчитаны на одноразовое использование.

Грузинский металлургический институт

Тбилиси

(Поступило в редакцию 10.12.1964)

მეტალურგია

ფ. თავაძემ (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
ზ. ხეროდინაშვილი

მოსყობილობა ადვილად შესაძლებელი ნივთიერებების
გახურებისათვის გაკუთხუნი

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში აღწერილია მოწყობილობა, რომელიც მუშაობს გეტერული ამოტუმბვის პრინციპზე, ადვილად შენგვადი მასალების გასახურებლად 1000° -მდე მაღალ ვაკუუმში ან მაღალი სისუფთავის ინერტული აირების ატმოსფეროში.

Дж. В. БУАЧИДЗЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ ГАЗА В ИНЖЕКЦИОННЫХ ГОРЕЛКАХ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелия 8.10.1964)

В существующих конструкциях инжекционных горелок низкого давления степень предварительного смешения газа с воздухом составляет около 30—40% от необходимого для горения воздуха, что замедляет процессы смесеобразования и горения горючего газа и не исключает содержания окиси углерода в продуктах сгорания.

С увеличением степени предварительного смешения газа с воздухом процесс горения приближается к кинетической области, что в свою очередь позволяет организовать полное сжигание газа со значительным уменьшением содержания окиси углерода в продуктах сгорания.

Следует отметить, что перечисленные недостатки инжекционных горелок низкого давления вытекают из существующих методов их расчета [1, 2, 3], которые не регламентируют главного размера горелки—расстояния от сопла до горловины, на котором формируется образование газозвушной смеси заданного состава.

Кроме того, в настоящее время методы расчета инжекционных горелок низкого давления не обеспечивают управляемости ими.

Если учесть, что сжигание горючего газа является процессом не только химическим, но и газодинамическим, то становится очевидной необходимость применения для расчета инжекционных горелок низкого давления закономерностей свободной или стесненной затопленной струи.

Исследованием [4] аналитическим и экспериментальным путем установлена возможность применения теории свободной затопленной струи [5] к расчету инжекционных горелок низкого давления, что дает значительное увеличение коэффициента инжекции по сравнению с существующими конструкциями горелок.

В работе [4] даны расчетные зависимости в виде рабочих формул (1), (2) для расчета горелок указанного типа:

$$l_{см} = 0,229 \frac{d_0}{a} \left[(\xi V_0 + 1) \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_r}} - 0,632 \right], \quad (1)$$

$$d_{\text{горл}} = 7,14 d_0 \left(\frac{a l_{\text{см}}}{d_0} + 0,145 \right), \quad (2)$$

где

$l_{\text{см}}$ —длина участка смешения (расстояние от сопла до горловины горелки), мм;

d_0 —диаметр сопла, мм;

a —коэффициент турбулентной структуры струи, зависящий от типа сопла (для сопел горелок $a = 0,066 - 0,074$);

ξ —коэффициент инжекции;

V_0 —теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 м^3 газа, м^3 воздуха/ м^3 газа;

ξV_0 —кратность инжекции,

$\rho_{\text{в}}$, $\rho_{\text{г}}$ —плотности соответственно воздуха и газа, $\text{кг. сек}^2/\text{м}^4$;

$d_{\text{горл}}$ —диаметр горловины горелки, мм.

Для дополнительного подтверждения сделанных выводов [4] проведено экспериментальное исследование на огневой модели горелки в натурных условиях⁽¹⁾, задачей которого является сравнение характеристик существующей конструкции инжекционной горелки низкого давления и модифицированных горелок автора.

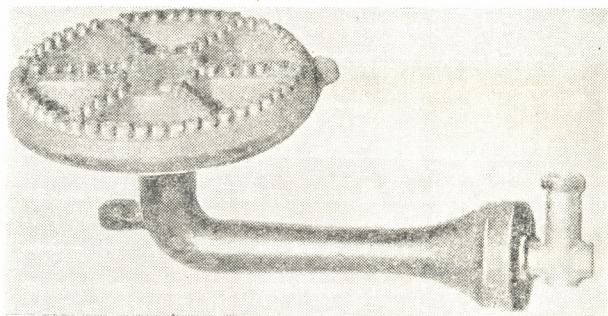


Рис. 1

Методика испытания состоит в определении: а) кратности инжекции по содержанию кислорода в холодной газозвушной смеси и б) полноты сжигания газа анализом продуктов сгорания на содержание CO , CO_2 , O_2 и других компонентов.

⁽¹⁾ Испытания проводились на производственной базе треста „Мингаз“.

Испытание проводилось на автоматическом газовом водонагревателе АГВ-80.

На аппарате АГВ-80 устанавливались поочередно: а) инжекционная горелка низкого давления, выпускаемая серийно для данного водонагревателя (рис. 1), б) инжекционные горелки, сконструированные на основе полученных выражений (1), (2) (рис. 2).

Опытные горелки выполнялись различных топоразмеров в зависимости от заранее заданных коэффициентов инжекции (табл. 1).

При испытании горелок проводился

анализ сжигаемого газа на газоанализаторе ВТИ-2. По данным анализа газа вычислялись характеристики газообразного топлива Q_p^n , γ_r , V_o .

Расход газа, сжигаемого горелкой, измерялся лабораторным газовым счетчиком ГРФ-6 и контролировался путем вычисления вытекающего из сопла объема газа по выражению [3]

$$v_r = 3600 \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma_r} p_r \cdot f_o}, \quad (3)$$

где

V_r —объем газа, $\text{м}^3/\text{час}$;

μ —коэффициент расхода;

g —ускорение силы тяжести, $\text{м}/\text{сек}^2$;

γ_r —удельный вес газа, $\text{кг}/\text{м}^3$;

p_r —давление газа, $\text{кг}/\text{м}^2$ или мм вод. ст.;

f_o —площадь сечения сопла, м^2 .

Тепловая нагрузка горелки определялась из известного выражения

$$Q = V_r \cdot Q_p^n, \quad (4)$$

где

Q —тепловая нагрузка горелки, $\text{ккал}/\text{час}$;

Q_p^n —теплотворность газа, $\text{ккал}/\text{м}^3$.

Коэффициент инжекции определялся по содержанию кислорода в холодной газоздушном смеси, выходящей из насадка горелки по выражению

$$\xi = \frac{O_2^{см}}{V_0(2\Gamma - O_2^{см})}, \quad (5)$$

где

$O_2^{см}$ — содержание кислорода в газовой смеси в процентах по объему.

Состав холодной газовой смеси определялся на газоанализаторе ВТИ-2.

Характер пламени определялся визуально.

Правильная организация процесса сжигания газа оценивалась при помощи газового анализа продуктов сгорания.

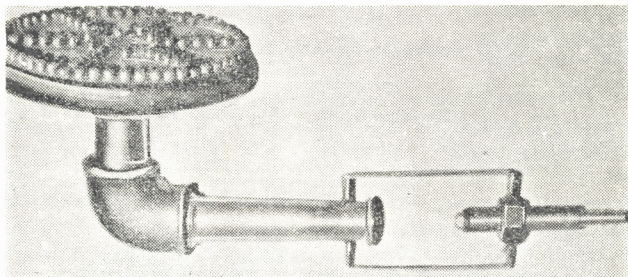


Рис. 2

Проба продуктов сгорания подвергалась общему газовому анализу на газоанализаторе ВТИ-2 и анализу на содержание в продуктах сгорания CO на микроприборе Реберга.

Коэффициент избытка воздуха определялся по известному выражению [6]

$$\alpha = \frac{\Gamma}{\Gamma - \frac{79}{2\Gamma} \frac{O_2 - 0,5 \cdot CO}{N_2}}, \quad (6)$$

где

O_2 , N_2 , CO — содержание соответственно кислорода, азота, окиси углерода в продуктах сгорания в объемных процентах.

Содержание CO в продуктах сгорания при $\alpha = 1$ определялось по выражению [1]

$$CO_{\alpha=1} = \frac{CO_{2\max} - CO_{\text{изм}}}{CO_{2\text{изм}}}, \quad (7)$$

где

$\text{CO}_2_{\text{макс}}$ — содержание CO_2 в продуктах сгорания при полном сгорании и $\alpha=1$ в объемных процентах;

$\text{CO}_2_{\text{изм}}$ и $\text{CO}_{\text{изм}}$ — измеренные содержания CO_2 и CO в продуктах сгорания при разбавлении их воздухом ($\alpha > 1$) в объемных процентах.

Испытания проводились при различных давлениях газа, имеющих место в городских газовых сетях низкого давления (табл. 2).

Сопоставление экспериментальных значений коэффициентов инжекции, приведенных в столбце 17 табл. 2, с заданными величинами коэффициентов инжекции (табл. 1) показывает их близкую сходимость, что свидетельствует о надежности предлагаемого метода расчета инжекционных горелок низкого давления.

Из табл. 2 видно, что с увеличением коэффициента инжекции содержание CO в продуктах сгорания уменьшается, доходя до минимального значения. Сравнение графы I табл. 2 с графами II, III, IV табл. 2 показывает, что с увеличением коэффициента инжекции содержание CO в продуктах сгорания уменьшается в опытных горелках по сравнению с существующей конструкцией, достигая минимального значения 0,010% в опытной горелке № 3 с заданным коэффициентом инжекции $\xi=0,6$.

В опытных горелках с увеличением давления газа содержание окиси углерода в продуктах сгорания практически не изменяется, в то время как в существующей конструкции это изменение довольно значительно, что подтверждается другими исследованиями [7].

Во всем диапазоне изменений конструктивных и режимных показателей горелок пламя сохраняло устойчивый характер, проскока и отрыва не наблюдалось.

В результате исследования [4] и настоящей работы предлагается следующая методика расчета инжекционных горелок низкого давления.

Исходными данными для расчета инжекционных горелок низкого давления являются: часовой расход сжигаемого горелкой газа V_r , $\text{м}^3/\text{час}$, его удельный вес γ_r , $\text{кг}/\text{м}^3$ и давление перед соплом p_r , мм вод. ст.

1. По величинам V_r , γ_r , p_r определяется скорость выхода газа из сопла по выражению [3]

$$W_0 = \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma_r} p_r}, \quad \text{м/сек.} \quad (7)$$

2. По полученной величине скорости выхода газа из сопла W_0 определяются площадь отверстия сопла f_0 и диаметр сопла d_0 по известным выражениям

$$f_0 = \frac{V_r}{3600 W_0}, \quad \text{м}^2, \quad (8)$$

Результаты натуральных испытаний инжекционных горелок низкого давления



№ горелок	Состав сжигаемого газа в об. %						Q_p ккал нм ³	γ_r кг нм ³	P_r мм вод. ст.	V_r нм ³ час	Q ккал час	V_0 нм ³ нм ³	Состав газозво- зодуш- ной смеси в об. %		ξV_0	η	Состав продуктов сгорания в об. %						α	$CO_{\alpha-1}$
	CO ₂	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂							CO ₂	O ₂			CO ₂	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I	0,10	0,46	—	0,10	96,32	3,02	8250	0,71	100	0,75	6200	9,2	0,10	16,0	3,22	0,35	6,2	9,5	0,015	—	—	84,3	1,73	0,0260
	0,10	0,46	—	0,10	96,32	3,02	8250	0,71	120	0,77	6350	9,2	0,10	16,1	3,40	0,37	8,0	6,6	0,017	—	—	85,4	1,39	0,0236
	0,10	0,46	—	0,10	96,32	3,02	8250	0,71	150	0,86	7100	9,2	0,10	16,5	3,66	0,40	6,9	9,0	0,018	—	—	84,1	1,68	0,0310
II	0,27	0,43	—	0,18	96,20	2,92	8250	0,71	100	0,75	6200	9,2	0,20	16,5	3,66	0,40	8,4	6,5	0,013	—	—	85,1	1,40	0,0182
	0,27	0,43	—	0,18	96,20	2,92	8250	0,71	120	0,77	6350	9,2	0,20	16,6	3,78	0,41	8,6	5,5	0,014	—	—	85,9	1,32	0,0185
	0,27	0,43	—	0,18	96,20	2,92	8250	0,71	150	0,86	7100	9,2	0,20	16,7	3,88	0,42	8,4	6,1	0,014	—	—	85,5	1,37	0,0192
III	0,10	0,36	—	—	96,80	2,74	8280	0,71	100	0,76	6300	9,25	0,10	17,2	4,53	0,49	7,4	8,2	0,011	—	—	84,4	1,57	0,0174
	0,10	0,36	—	—	96,80	2,74	8280	0,71	120	0,78	6400	9,25	0,10	17,3	4,72	0,50	8,5	6,2	0,012	—	—	85,3	1,37	0,0165
	0,10	0,36	—	—	96,80	2,74	8280	0,71	150	0,86	7100	9,25	0,10	17,2	4,53	0,49	8,4	6,5	0,013	—	—	85,1	1,40	0,0182
IV	0,07	0,13	0,07	0,10	97,14	2,49	8300	0,71	100	0,75	6200	9,3	0,10	17,8	5,58	0,60	7,5	8,1	0,010	—	—	84,4	1,57	0,0157
	0,07	0,13	0,07	0,10	97,14	2,49	8300	0,71	120	0,77	6400	9,3	0,10	17,8	5,58	0,60	8,7	5,7	0,011	—	—	85,6	1,35	0,0150
	0,07	0,13	0,07	0,10	97,14	2,49	8300	0,71	150	0,86	7100	9,3	0,10	17,9	7,77	0,62	9,2	4,7	0,011	—	—	86,0	1,26	0,0139

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 f_0}{\pi}}, \text{ м.} \quad (9)$$

3. По заданному коэффициенту инжекции вычисляется длина участка смешения по уравнению (1)

$$l_{\text{см}} = 0,229 \frac{d_0}{a} \left[(\xi V_0 + 1) \sqrt{\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{г}}}} - 0,632 \right], \text{ м.}$$

4. По полученной величине участка смешения определяется диаметр горловины по выражению (2)

$$d_{\text{горл}} = 7,14 d_0 \left(\frac{a l_{\text{см}}}{d_0} + 0,145 \right), \text{ м.}$$

Определение остальных размеров горелки производится по общепринятой методике [3].

Таким образом, проведенное исследование показывает, что использование теории свободной затопленной струи позволяет организовать процесс сжигания газа в инжекционных горелках низкого давления со значительным повышением инжекционной способности горелки.

Использование теории свободной затопленной струи дает возможность упростить конструкцию горелки путем отказа от встречного насадка во всасывающей камере.

Это обстоятельство создает возможность развития струи в свободных условиях, что увеличивает степень присоса воздуха по сравнению со стесненной струей и уменьшает потери на инжекцию.

Использование теории свободной затопленной струи дает возможность управлять процессом смесеобразования, устанавливая прямую связь между коэффициентом инжекции и длиной участка смешения.

Повышение инжекционной способности горелки низкого давления позволяет приблизить процесс сжигания к кинетической области и значительно снизить содержание окиси углерода в продуктах сгорания.

Инжекционные горелки низкого давления, сконструированные на основе закономерностей свободной струи, могут быть с успехом применены во многих теплотехнических установках, сжигающих газ, в особенности для целей газоздушного отопления, при котором используются продукты сгорания газа с минимально допустимым содержанием окиси углерода.

Грузинский институт энергетики
 им. А. И. Дидебулидзе
 Тбилиси

ჯ. ბუაჩიძე

დაბალი წნევის ინ�ექციური სანთურებში გაზის წვის პროცესის გამოკვლევის შედეგები

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში მოცემულია დაბალი წნევის ინ�ექციური სანთურებში გაზის წვის პროცესის შესწავლის შედეგები.

გამოკვლევის ამოცანაა დაბალი წნევის ინ�ექციური სანთურების არსებული კონსტრუქციისა და ჩვენ მიერ მოდიფიცირებული სანთურების დახასიათებების შედარება.

გამოკვლევით დადგენილია შესაძლებლობა დაბალი წნევის ინ�ექციური სანთურების გაანგარიშების თავისუფალი დატბორილი ჭავლის თეორიის გამოყენების საფუძველზე და მოცემულია აღნიშნული სანთურების გაანგარიშების მეთოდი.

გამოკვლევა ჩატარებულია სანთურის ცეცხლურ მოდელზე ნატურულ პირობებში.

გამოკვლევის შედეგად გამოვლინებულია შესაძლებლობა შეწოვილი ჰაერის რაოდენობის ზრდისა ნარევეწარმოქმნის გაუმჯობესებისათვის, რაც წვის პროცესს უახლოვებს კინეტიკურ არეს და ამცირებს გაზის წვის პროდუქტებში ნახშირჟანგის შემადგენლობას.

მოდიფიცირებული დაბალი წნევის ინ�ექციური სანთურები შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული ბევრ თბოტექნიკურ დანადგარში, განსაკუთრებით გაზჰაეროვანი ვათბობის მიზნებისათვის, რომლის დროს გამოიყენება გაზის წვის პროდუქტები ნახშირჟანგის მინიმალურად დასაშვები შემადგენლობით.

დასოფნებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Левин. Сжигание газа в атмосферных горелках. Госэнергоиздат, 1958.
2. В. П. Михеев. Сжигание природного газа в промышленных установках. Гостехиздат, 1962.
3. Э. Х. Одельский. Газоснабжение, ч. III. Минск, 1961.
4. Д. В. Буачидзе. К вопросу исследования аэродинамики потоков в инжекционных горелках низкого давления. Труды Института энергетики им. А. И. Дидебулидзе АН ГССР, т. XVII, 1963.
5. Г. Н. Абрамович. Турбулентные свободные струи жидкостей и газов. Госэнергоиздат, 1948.
6. Г. Ф. Кнорре. Топочные процессы. Госэнергоиздат, 1952.
7. Л. Н. Мироненкова. Эжекционные свойства газовых конфорочных горелок. В сб.: „Рациональное сжигание газа в бытовых и коммунальных установках“, МКХ РСФСР, 1958.

Г. В. РАТИАНИ, Д. И. АВАЛИАНИ

ЧИСЛО ДЕЙСТВУЮЩИХ ЦЕНТРОВ ПАРООБРАЗОВАНИЯ И КРИТИЧЕСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ ПРИ КИПЕНИИ В БОЛЬШОМ ОБЪЕМЕ НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелия 2.10.1964)

Высокие значения коэффициентов теплоотдачи при пузырьковом кипении обуславливаются эффектами, создаваемыми паровыми пузырьками, которые зарождаются на поверхности нагрева в так называемых центрах парообразования. В связи с этим определение зависимости числа действующих центров парообразования от тепловых нагрузок и физических свойств жидкостей представляет большой интерес.

Насколько нам известно, этот вопрос к настоящему времени для различных жидкостей изучен недостаточно. Данные, опубликованные в этой области, не дают возможности установить зависимость числа центров парообразования от различных факторов.

В связи с этим мы задались целью исследовать указанную зависимость. Опыты были проведены со следующими чистыми органическими жидкостями: фреон-112, гептан, дихлорэтан, бензол, этиловый спирт, фреон-113, п-пентан, п-гексан, ацетон, — а также со смесью фреона-113 с маслом марки ХФ-12 и со смесью этилового спирта с водой. Экспериментальная установка, созданная в лаборатории теплообмена Грузинского

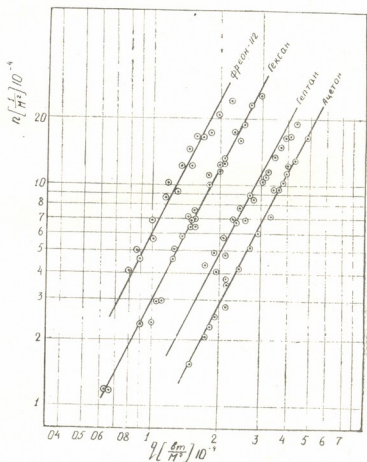


Рис. 1



института энергетики, представляла собой прозрачный стеклянный сосуд Дюара. Процесс кипения осуществлялся на пластине из нержавеющей фольги толщиной 0,13 мм, обогреваемой постоянным током. Общая площадь пластины составляла 3 см². Для удобства подсчета числа центров парообразования на экспериментальной пластине были выделены два рабочих участка площадью 1 см² каждый. Число действующих центров подсчитывалось на основе визуального наблюдения. Кроме того, характерные режимы кипения некоторых жидкостей были зафиксированы путем фотографирования.

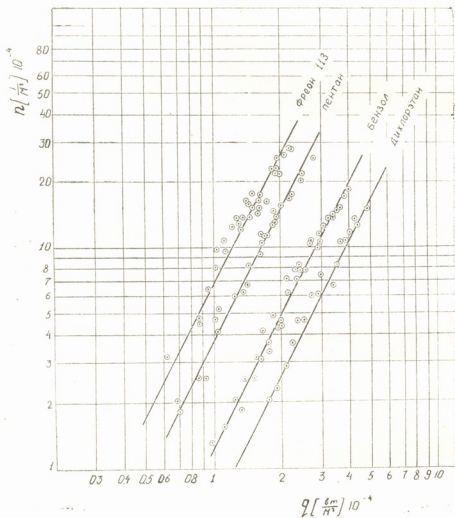


Рис. 2

для названных девяти чистых органических жидкостей. Как это видно из указанных графиков, зависимость числа центров парообразования $n \left(\frac{1}{\text{м}^2} \right)$ от величины теплового потока q для всех исследованных жидкостей удовлетворительно описывается уравнением

$$n = cq^2. \quad (1)$$

Соотношение (1) хорошо согласуется с результатом работы [1], проведенной на воде. Экспериментально было установлено, что изменение числа центров парообразования в зависимости от q для смесей фреона—113 с маслом и этилового спирта с водой имеет аналогичный характер. Эти результаты представлены на рис. 3 и 4. Как показывают графики, число центров парообразования убывает с увеличением концентрации

бочих участка площадью 1 см² каждый. Число действующих центров подсчитывалось на основе визуального наблюдения. Кроме того, характерные режимы кипения некоторых жидкостей были зафиксированы путем фотографирования.

На описанной установке были проведены эксперименты в интервале изменения теплового потока от $7 \cdot 10^3$ до $55 \cdot 10^3 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$.

На рис. 1, 2 и 3 в виде зависимости $n = f(q)$ представлены результаты рассматриваемых наблюдений

масла во фреоне и воды в спирте. Следует отметить, что зависимость числа центров парообразования от весовой концентрации подчиняется закономерности

$$n \sim \frac{I}{w},$$

где w —весовая концентрация масла во фреоне или воды в спирте. В наших опытах w для раствора фреон—масло изменялся в пределах (0÷12)%, а для раствора этиловый спирт—вода—(4÷25)%.

Насколько нам известно, эксперименты для фреона-112, гептана, дихлорэтана, бензола и для смесей проведены впервые.

Поскольку изменение шероховатости поверхности нагрева приводит к изменению числа действующих центров парообразования [1, 2, 3], следует отметить, что все результаты, представленные на рис. 1—4, получены на технически гладких поверхностях, обладающих практически одинаковой шероховатостью.

Существующие уравнения для расчета теплоотдачи при кипении не учитывают того влияния, которое оказывают на коэффициенты теплоотдачи степень шероховатости поверхности нагрева и добавка в кипящую жидкость

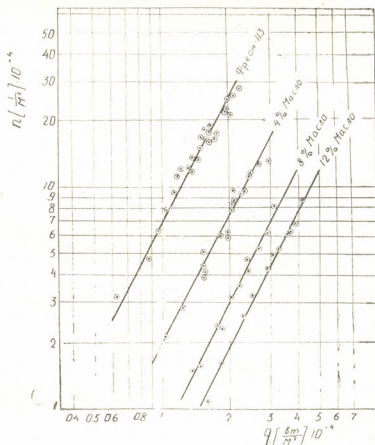


Рис. 3

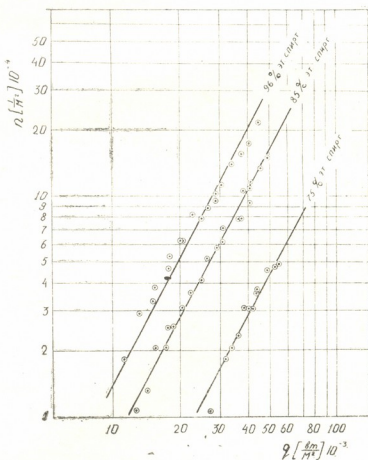


Рис. 4



другого вещества. Влияние шероховатости, как показали эксперименты Курихара и Майера [2], в основном связано с изменением числа действующих центров парообразования. На основании данных наших опытов аналогичный вывод может быть сделан относительно влияния содержания компонентов в кипящей смеси. Из сказанного следует, что наряду с физическими параметрами жидкости и значениями отрывного диаметра пузыря важным фактором, определяющим величину коэффициента теплоотдачи при кипении, является и число действующих центров парообразования, т. е. можно считать, что

$$\alpha = f(\lambda, \nu, a, d_0, n), \quad (2)$$

где

α —коэффициент теплоотдачи $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \right]$;

d_0 —отрывной диаметр пузыря [мм];

λ —коэффициент теплопроводности жидкости $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м} \text{ } ^\circ\text{C}} \right]$;

ν —кинетический коэффициент вязкости $\left[\frac{\text{м}^2}{\text{час}} \right]$;

a —коэффициент температуропроводности жидкости $\left[\frac{\text{м}^2}{\text{час}} \right]$;

n —число действующих центров парообразования $\left[\frac{1}{\text{м}^2} \right]$.

Анализ размерностей с учетом приведенных выше опытных данных по зависимости n от q позволяет установить, что величины, входящие в зависимость (2), могут быть сгруппированы в безразмерные комплексы

$$\left(\frac{\alpha}{\lambda \sqrt[3]{\frac{n}{d_0}}}, \frac{\nu}{a} \right). \quad (3)$$

Поскольку, согласно данным ряда авторов, можно принять, что $\alpha \sim P_r^{-0,33}$, то найденные безразмерные комплексы позволяют получить следующую зависимость для коэффициента теплоотдачи:

$$\alpha = c \cdot \lambda \cdot \sqrt[3]{\frac{n}{d_0}} \cdot P_r^{-0,33}. \quad (4)$$

Это уравнение при численном значении постоянного коэффициента $c=625$ хорошо подтверждается данными тех экспериментов, в которых в процессе исследования теплообмена фиксировалось число действующих центров парообразования [1, 2, 3].

В настоящее время накоплен большой экспериментальный материал по критическим тепловым нагрузкам, однако, насколько нам известно, в литературе нет данных по исследованию зависимости критических тепло-

вых нагрузок от числа действующих центров парообразования. Значительный интерес представляет также установление влияния на $q_{кр}$ и некоторых других факторов. В связи с этим на нашей установке были проведены эксперименты по определению зависимости между числом

центров парообразования и критическими тепловыми нагрузками. Было также изучено влияние свойств материала, состояния поверхности нагрева, наличия в жидкости примесей и величины недогрева на $q_{кр}$. Для чистых жидкостей критические тепловые нагрузки осуществлялись на платиновой проволоке диаметром 0,5 мм, а для смесей фреон—масло

и спирт—вода—на нихромовой проволоке диаметром 0,4 мм.

На рис. 5 представлены результаты обобщения рассматриваемых опытных данных по числу действующих центров парообразования и по величинам критических тепловых нагрузок для чистых жидкостей при атмосферном давлении. На этом рисунке по оси абсцисс отложено значение отношений числа действующих центров парообразования для данной жидкости к числу действующих центров для ацетона при одинаковых тепловых нагрузках $\left(\frac{n}{n_{\text{ацет}}}\right)_q$.

По оси ординат отложены соответствующие значения отношений критических тепловых нагрузок $\left(\frac{q_{кр}}{q_{кр. \text{ ацет}}}\right)$.

Кривая, представленная на рис. 5, показывает, что между относительным значением числа действующих центров парообразования и относительной величиной критической тепловой нагрузки существует однозначная связь, которая может быть выражена при помощи зависимости

$$\frac{q_{кр}}{q_{кр. \text{ ацет}}} = \left(\frac{n}{n_{\text{ацет}}}\right)^{-0,33} \quad (5)$$

Очевидно, что представляет интерес проверка справедливости этой зависимости для воды. Поэтому нами был использован эксперименталь-

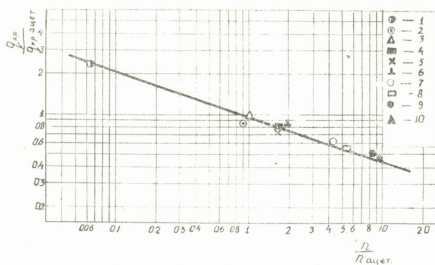


Рис. 5. Зависимость $\left(\frac{q_{кр}}{q_{кр. \text{ ацет}}}\right) = f\left(\frac{n}{n_{\text{ацет}}}\right)$: 1—вода, 2—дихлорэтан, 3—ацетон, 4—бензол, 5—гептан, 6—этиловый спирт 96%, 7—гексан, 8—пентан, 9—фреон-112, 10—фреон-113



ный материал Д. А. Лабунцова, установившего, что при $q = 135 \cdot 10^3 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$
 $n = 4,2 \cdot 10^4 \left[\frac{1}{\text{м}^2} \right]$. Поскольку на рис. 5 нанесены точки, для которых

числа центров парообразования соответствуют тепловым нагрузкам от

Таблица 1

Жидкость	Весовая концентрация II компонента	$q_{кр} \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$
Фреон-113	Масло ХФ-12	
	0%	200000
	4%	365000
	8%	400000
	12%	450000
Этиловый спирт	Дистиллированная вода	
	4%	490000
	15%	705000
	25%	1000000

$q = 6 \cdot 10^3$ до $q = 55 \cdot 10^3$

$\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$, то на основе указанного выше результата

Д. А. Лабунцова путем экстраполяции было найдено значение n воды при

$q = 20 \cdot 10^3 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$. При этом

была использована зависимость (1). Как видно из рис. 5, точка, найденная таким путем, вполне удовлетворительно сов-

пала с построенной кривой. Следует отметить, что, как показывают данные, приведенные в табл. 1, зависимость $q_{кр} \sim n^{-0,33}$ оказывается справедливой и для смесей фреон — масло и спирт — вода.

Разноречия в м являются также имеющиеся в литературе данные о влиянии материала и состояния поверхности нагрева на критическую тепловую нагрузку. На нашей экспериментальной установке были проведены опыты, которые показали, что степень шероховатости поверхности нагрева не оказывает существенного влияния на $q_{кр}$. Напри-

Таблица 2

Жидкость	Материал нагреваемой поверхности	Критическая нагрузка $q_{кр} \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right]$
Фреон-112	Алюминий	$d=0,775$ мм 290000
	Медь	$d=0,465$ мм 260000
	Константан	$d=0,51$ мм 235000
	Нихром	$d=0,50$ мм 230000
	Хромель	$d=0,48$ мм 225000
	Алюмель	$d=0,48$ мм 220000
	Платинородий	$d=0,49$ мм 220000
	Платина	$d=0,50$ мм 215000
Гептан	Алюминий	$d=0,775$ мм 450000
	Платинородий	$d=0,49$ мм 365000
	Нихром	$d=0,50$ мм 345000
	Хромель	$d=0,48$ мм 345000
	Константан	$d=0,51$ мм 340000
	Алюмель	$d=0,48$ мм 330000
	Платина	$d=0,50$ мм 310000
Этиловый спирт 96%	Платинородий	$d=0,49$ мм 490000
	Константан	$d=0,51$ мм 485000
	Нихром	$d=0,50$ мм 485000
	Хромель	$d=0,48$ мм 480000
	Алюмель	$d=0,48$ мм 470000
	Платина	$d=0,50$ мм 375000

мер, на константановой проволоке $d=0,5$ мм при разной степени шероховатости поверхности нагрева получалась практически одинаковая величина $q_{кр}$.

В целях получения данных о влиянии материала поверхности нагрева на $q_{кр}$ нами были проведены специальные опыты. В этих опытах критические нагрузки для указанных выше трех органических жидкостей были осуществлены на проволоках, изготовленных из восьми различных материалов. Данные по влиянию материала поверхности нагрева приводятся в табл. 2. Как показывает таблица, максимальные значения $q_{кр}$ были получены на алюминиевой и медной проволоках, а минимальные— на платиновой. Эти результаты согласуются с данными Е. К. Аверина и В. И. Яшнова, полученными в опытах с водой [4, 5].

В целях изучения влияния степени недогрева жидкости на $q_{кр}$ нами была проведена серия опытов с бензолом, гептаном и фреоном-112. Результаты экспериментов показывают, что влияние недогрева на $q_{кр}$ при кипении в большом объеме подчиняется следующей эмпирической зависимости:

$$q_{кр}^{нед} = c \cdot q_{крs} (\Delta t_{нед})^{0,47}, \quad (6)$$

где коэффициент $c=0,5$.

Формула, рекомендованная С. С. Кутателадзе и Шнейдерманом [6] для учета влияния недогрева на $q_{кр}$ при кипении в большом объеме, хорошо обобщает наши экспериментальные данные.

Полагаем, что приведенные выше экспериментальные данные по механизму процесса кипения и по критическим тепловым нагрузкам могут принести известную пользу в деле выявления сложных закономерностей, характеризующих этот процесс.

Грузинский институт энергетики
им. А. И. Дидебулидзе
Тбилиси

(Поступило в редакцию 2.10.1964)

შენიშვნები

ბ. რატიანი, ჯ. ავალიანი

ორთქლადგმვის მოქმედ ცენტრთა რიცხვი და
კრიტიკული თბური დატვირთვები დიდ
მოცულობაში ზოგიერთი ორბანული
სითხეების დუღილის დროს

რ ე ბ ი უ მ ე

შრომში მოცემულია ა. დიდებულის სახელობის საქართველოს ენერგეტიკის ინსტიტუტის თბოგადაცემის ლაბორატორიაში ჩატარებული ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები, რომლებიც ნათელჰყოფენ ორთქლად-

ქცევის მოქმედ ცენტრთა რიცხვის მნიშვნელოვან როლს დუდილის პროცესში. გაშუქებულია აგრეთვე სხვადასხვა ფაქტორების გავლენის საკითხი კრიტიკულ თბურ დატვირთვებზე ორგანული სითხეების დუდილის დროს.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. G. Gaertner, J. Wistwater. Population of active sities in nucleate boiling heat transfer. Chemical Engineering Progress Sumposium Series, vol. 56, № 30, 1960.
2. H. Kurihara, J. Myers. The Effects of superheat and surface Roughness on boiling coefficient. A. I. Ch. E. Journal, vol. 6, № 1, 1960.
3. Corty, A. Foust. Surface variables in nucleate boiling. Chemical Engineering Progress Symposium Series, vol. 51, № 17, 1955.
4. Е. К. Аверин. Влияние материала и механической обработки поверхности на теплоотдачу при кипении. Изв. АН СССР, ОТН, № 3, 1954.
5. В. И. Яшинов. Влияние смачиваемости поверхности нагрева на кризис кипения. Доклад на Всесоюзной конференции по теплообмену и гидравлическому сопротивлению при движении двухфазного потока в элементах энергетических машин и аппаратов. Л., 1964.
6. С. С. Кутателадзе. Основы теории теплообмена. Машиз, 1962.

Л. А. КОБАХИДЗЕ

К ЭМБРИОЛОГИИ *LILIUM SZOVITSIANUM* FISCH. ET LALL.

(Представлено академиком В. Л. Менабде 12.7.1964)

Несмотря на огромное число работ в области цитозембриологии, существует еще много пробелов в познании деталей спорогенеза, процесса оплодотворения и эмбриогенеза, в особенности, когда дело касается отдельных представителей того или иного рода растений.

Эмбриологическое изучение лилий было начато Трейбом и Мелликом [1] на *Lilium bulbiferum* еще в 1880 г. Эти исследователи показали, что все четыре ядра макроспор, образовавшиеся в результате мейоза, принимают участие в дальнейшем формировании зародышевого мешка.

Казалось бы, для образования восьмиядерного зародышевого мешка достаточно этим ядрам проделать лишь одно деление. Однако исследователями были отмечены различия в величине халазальных и микропиллярных ядер, а также наличие в развитии зародышевого мешка стадий, не укладывающихся в обычные рамки. Но лишь после работ Бамбачиони [1] на *Fritillaria persica*, а позднее на *Lilium candidum* стало ясно, что в четырехядерном зародышевом мешке расположение ядер—трех в халазальном конце и одного в микропиллярном — обуславливается ходом развития зародышевого мешка и не является отклонением или аномалией. Бамбачиони было установлено, что различия в величине микропиллярных и халазальных ядер зависят от слияния трех веретен, расположенных в халазальном конце зародышевого мешка, в одно триплоидное ядро и что в результате последующего деления ядер возникает вторично-четырёхядерная стадия с двумя гаплоидными ядрами на микропиллярном конце и двумя триплоидными на халазальном.

Многочисленные исследования рода *Lilium* не коснулись эндемичных для Кавказа видов, несмотря на то что последние благодаря ценным декоративным свойствам приобрели широкую известность. Поэтому нами было начато цитозембриологическое исследование этих видов.

В данной работе освещается процесс макроспорогенеза у одного из таких видов, а именно у *Lilium szovitsianum*.

Методика. Завязи разновозрастных бутонов фиксировались хроматетформолом. Срезы на микротоме брались толщиной 25—30 м. Препараты окрашивались по Фельгену, с подкраской светлым зеленым.

У *L. szovitsianum* археспориальная клетка непосредственно превращается в материнскую клетку зародышевого мешка, которая после короткого периода покоя вступает в мейоз (рис. 1—5).



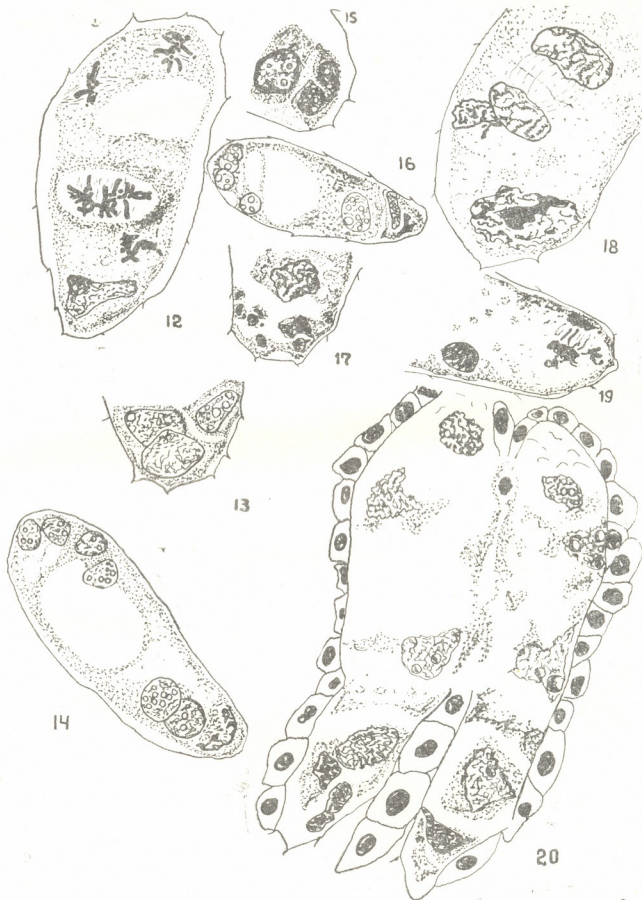
В результате первого деления мейоза образуется диада, ядра которой свободно лежат в полости зародышевого мешка. Оба они гаплоидны, одинакового размера и обнаруживают нежную хроматиновую структуру (рис. 6).



После недолгого периода покоя ядра диады приступают ко второму делению мейоза. На рис. 7 изображена анафаза этого деления.

В результате гомеотипического деления образуются четыре ядра, все они одинаковой величины и содержат большей частью от двух до

пяти ядрышек. Рис. 8 показывает стадию первично-четырёхядерного зародышевого мешка. Постепенно ядра располагаются в ряд друг над другом и лежат свободно в общей цитоплазме зародышевого мешка, вакуолизация которой на этом этапе еще не началась. Вслед за этим





начинается перемещение ядер. Однако ядро микропилярной части остается там же, второе же переходит в халазальный конец и, сближаясь с двумя халазальными ядрами, объединяется с ними в одно триплоидное ядро. На рис. 9 мы видим три халазальных ядра в стадии метафазы. По мнению П. Магешвари [2], слияние халазальных ядер может происходить в профазе или в ранней метафазе. К. Ю. Кострюкова [1] же считает, что они могут сливаться и в покоем состоянии.

В результате слияния трех ядер халазального конца возникает вторично двухядерный зародышевый мешок. После митотического деления его ядер образуется вторично-четырёхядерный зародышевый мешок, который в отличие от первичного имеет несколько вакуолей в цитоплазме, позже объединяющихся в большую центральную вакуоль. Микропилярные ядра вторично-четырёхядерного зародышевого мешка гаплоидны и отличаются от других халазальных триплоидных величиной и сферической формой (рис. 10, 11). Медианное халазальное ядро почти всегда принимает или трехугольную форму, или цилиндрическую и располагается поперек длинной оси зародышевого мешка. Метафазные пластинки вторично-четырёхядерного зародышевого мешка расположены в разных плоскостях (рис. 12). Все четыре ядра вступают в профазу неодновременно. Вначале микропилярные ядра, затем медианное, а нижнее халазальное ядро все еще сохраняет вид покоящегося (рис. 11). Асинхронное развитие вторично-четырёхядерного зародышевого мешка описывает К. Ю. Кострюкова [1] для *L. martagon* и И. Д. Романов [3] для *Rhinopetalum bucharicum*, *R. arianum*, *Erithronium sibiricum*, имеющих зародышевый мешок *Fritillaria*-типа.

По мнению И. Д. Романова [3], причиной асинхронности является различное физиологическое состояние цитоплазмы в разных участках зародышевого мешка.

Вторично-четырёхядерная стадия наблюдается довольно часто. На этой стадии в результате подавления формирования нормального митотического аппарата легко удается проследить дегенерацию халазального ядра. Рис. 12, 14—19 показывают различное проявление ранней дегенерации халазального ядра. По И. Д. Романову [3], в метафазе аномального митоза не обнаруживаются хромосомы, а хроматин в виде зерен и глыбок неправильной формы или более крупных образований разбросан чаще всего на поверхности веретена. Поэтому в анафазе они расходятся к полюсам неравномерно (рис. 19). Благодаря неправильному распределению хроматина, сильно варьируют форма и число возникающих ядер.

Однако в редких случаях нами все же наблюдалось формирование правильных метафаз, вследствие чего образовались три вполне нормальные антиподы (рис. 13).

Рис. 14 показывает результат последнего деления ядер зародышевого мешка. В микропилярной части зародышевого мешка видны четыре ядра, возникшие вследствие деления двух микропилярных ядер. Видны также фрагменты как между ядрами одной, так и между ядрами разных пар. Из двух сравнительно меньших ядер верхней пары одинакового размера и окраски, очевидно, разовьются синергиды, из верхнего ядра нижней пары — яйцеклетка, а из нижнего самого большого ядра — верхнее полярное ядро. Центральную часть зародышевого

мешка занимает одна крупная вакуоль. Медианное халазальное ядро поделилось. Ядро, которое должно было дать начало четвертой паре, скорее всего не поделится, так как несет признаки дегенерации.

Обращает на себя внимание отсутствие дифференциации ядер яйцевого аппарата. На это явление указывают исследователи [1, 3, 4]. Трудно отличить яйцеклетку также и по расположению, так как она занимает самое различное положение среди ядер яйцевого аппарата. Даже при формировании клеток последние морфологически не отличаются. Ядра яйцевого аппарата вакуолизированы и содержат 2—3 ядрышка. До оплодотворения они бедны хроматином и красятся по Фельгену сравнительно слабо. О физиологической близости ядер микропиллярного конца зародышевого мешка говорят факты апогамного развития зародышей из синергиды [4, 5]. Верхнее полярное ядро занимает самое нижнее положение среди группы ядер яйцевого аппарата и отличается большим размером и в большинстве случаев сравнительно слабой окраской. В центре зародышевого мешка расположено нижнее триплоидное ядро, которое чаще принимает шаровидную форму и содержит большое число ядрышек [6—9]. Халазальный конец зародышевого мешка представлен верхней триплоидной антиподой, интенсивно окрашенной по Фельгену, и дегенерирующими антиподами, в которых благодаря грубой структуре лишь в редких случаях удастся обнаружить ядрышки.

Как справедливо отмечает К. Ю. Кострюкова [1], лабильность в процессах развития зародышевого мешка лилий проявляется с ранних стадий его развития, а именно в первично-четырёхядерном зародышевом мешке может иметь место слияние лишь двух ядер халазального конца, вместо трех, и в этом случае наблюдается картина, показанная на рис. 19.

Значительно варьирует и процесс дегенерации халазальных ядер, в результате чего зрелые зародышевые мешки могут содержать три, две или одну антиподу.

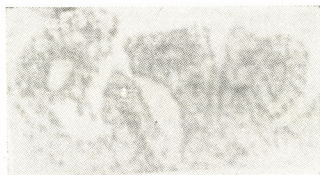
К. Ю. Кострюкова [1] рассматривает подобные явления не как аномалии, а как разные пути развития.

Итак, описанный путь развития женского гаметофита *L. szovitsianum* протекает в основном по типичному для рода *Lilium Fritillaria* типу. Однако отмечены были отклонения в развитии зародышевого мешка.

Так, наряду с закладыванием одной археспориальной клетки нередко наблюдались случаи закладывания двух, дальнейшее развитие которых подавлялось. Случаи заложения свыше одной археспориальной клетки были отмечены Саргант [6] для *L. martagon*, однако развитие из них зародышевых мешков достигало всего лишь четырехядерной стадии.

Нами было отмечено развитие близнецовых зародышевых мешков, которые лежали бок о бок, не отделенные друг от друга клетками нуцеллуса. Расположение ядер (рис. 20) в обоих зародышевых мешках симметричное. Помимо описанных выше случаев нами было также обнаружено развитие дополнительных семязпочек, число которых возрастало до 4—5 в пределах одного гнезда (микрофото). Во всех этих семязпочках намечались лишь полости зародышевых мешков. Но полного развития такие семязпочки, как видно, не достигали.

Среди ранее отмеченных нами путей развития зародышевых мешков нужно особо выделить образование трехядерных зародышевых мешков, возникающих вследствие слияния вместо 3—2 халазальных веретен. В результате в халазальном конце из двух ядер верхнее оказывается диплоидным, а нижнее — гаплоидным. Такой трехядерный зародышевый мешок с покоящимися ядрами был описан К. Ю. Кострю-



Микрофото

ковой [1] для *L. martagon*. Наши наблюдения над дальнейшим поведением подобных ядер у *L. szovitsianum* показали, что в стадию деления раньше входит нижнее халазальное ядро (рис. 18). На рис. 19 видна поздняя анафаза этого деления, во время которой отдельные хромосомы или их фрагменты не отходят к полюсам и образуют мосты. Позднее включается в деление и диплоидное ядро. Рис. 18 показывает нормальную телофазу этого деления с формированием фрагмопласта и клеточной пластинки. Халазальное ядро к этому времени уже поделилось, надо полагать, аномальным митозом. Микропилярное ядро в это время находится в профазе. Асинхронное деление ядер такого зародышевого мешка начинается не с микропилярной части зародышевого мешка, как обычно, а с халазальной. Наличие трехядерного зародышевого мешка говорит о возможности разных путей в развитии зародышевых мешков лилий. Первый путь — это формирование нормального зародышевого мешка, второй — развитие трехядерного зародышевого мешка, которое может протекать по-разному. Так как мы не знаем дальнейшей судьбы трехядерного зародышевого мешка, можно лишь полагать, что базальное ядро не включается в слияние и дегенерирует, в результате чего возникает пятиядерный зародышевый мешок. Если же оно делится, то возникает шестиядерный зародышевый мешок.

Выводы

1. Весь путь формирования женского гаметофита у *Lilium szovitsianum* в основном протекает по характерному для этого рода типу *Fritillaria*.

2. Однако у данного вида нами отмечаются следующие отклонения: а) образование добавочных зародышевых мешков в пределах одной семязпочки; б) развитие в пределах одного гнезда вместо двух 4—5 семязпочек. Эти явления говорят о тенденции к увеличению числа зародышей у вида *L. szovitsianum*.

3. В результате слияния не трех, а двух халазальных ядер в первично-четырёхядерной стадии развития формируются зародышевые мешки с различными числами ядер.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт ботаники

(Поступило в редакцию 12.7.1964)

ბოტანიკა

ლ. კობახიძე

LILIUM SZOVITSIANUM FISCH. ET LALL-ის
 ემბრიოლოგიური შესწავლისათვის

რ ე ხ ი უ შ ე

Lilium szovitsianum-ში მდედრობითი გამეტოფიტის განვითარების მოვლი პროცესი ძირითადად *Lilium*-ის გვარისათვის დამახასიათებელი *Fritillaria*-ს ტიპის მიხედვით მიმდინარეობს.

აღნიშნული სახეობის ემბრიოლოგიური გამოკვლევისას ჩვენ შევნიშნეთ შემდეგი გადახრები: ერთ თესლკვირტში დამატებითი ჩანასახის პარკის განვითარება, ერთ ბუდეში ორის ნაცვლად 4—5 თესლკვირტის წარმოქმნა.

აღნიშნული მოვლენები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც *L. szovitsianum* ის ტენდენცია ჩანასახების რიცხვის გადიდებისაკენ.

მდედრობითი გამეტოფიტის ფორმირებისას ზოგჯერ ადგილი აქვს ნაცვლად სამისა, ორი ხალაზური ბირთვის შეერთებას. ამის გამო შევასპოროვენების პირველად ოთხბირთვიან სტადიაში ხდება სხვადასხვა რაოდენობის ბირთვების მქონე ჩანასახის პარკების ფორმირება.

დავამუშავებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. Ю. Кострюкова. К эмбриологии *Lilium martagon* L. Изв. АН Армянской ССР, т. XIV, № 1, 1961.
2. П. Магешвари. Эмбриология покрытосемянных. М., 1954.
3. И. Д. Романов. Аномальные митозы и цитоплазматический градиент в зародышевых мешках некоторых цветковых растений. 1. Виды *Rhinopetalum* и *Eritivium sibirica*. Цитология, т. V, № 6, 1963.
4. Е. Н. Герасимова-Навашина. Цитологические данные о стимуле к развитию клеток зародышевого мешка. Труды Ботанического института им. Комарова АН СССР, вып. 5, 1962.
5. D. Cooper. Haploid-diploid twin embryos in *Lilium* and *Nicotiana*. Amer. Journ. Bot., 30, № 6, 1943.
6. E. Sargent. The formation of the sexual nuclei in *Lilium Martagon*. Ann. of Bot., vol. 10, 39, 1896.

მესამეული პერიოდის რელიქტის, თურანულას (*POPULUS TRANS-CAUCASICA* A. IARM) კორომი ვაშლოვანის ნაკრძალში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 15.12.1964)

ვერხვის (*Populus L.*) გვირიდან თურანულა დამოუკიდებელ ქვეგვარადაა გამოყოფილი (*Turanga Bge.*) და მასში გაერთიანებულია ისეთი სახეობები, რომელთათვისაც დამახასიათებელია ნაირფოთიანობა. ეს ნიშან-თვისება განსაკუთრებით მკვეთრად აქვს გამოხატული ამიერკავკასიაში გავრცელებულ თურანულას (*Populus transcaucasica* A. Iarm.). იგი ნორჩ ყლორტებზე ინვითარებს ვიწრო ლანცეტა ან ხაზურ ფოთლებს, ხოლო უფრო ხნიერ ტოტებზე რომბისებრ, კვერცხისებრ ან ოვალური მოხაზულობის ფოთლებს, ზოგჯერ კიდებზე 2—4 პატარა კბილაკით. ფოთლები აქვს სრულიად შიშველი, ოდნავ ხორცოვანი, ორივე მხრიდან მქრქალი მწვანე ფერისა.

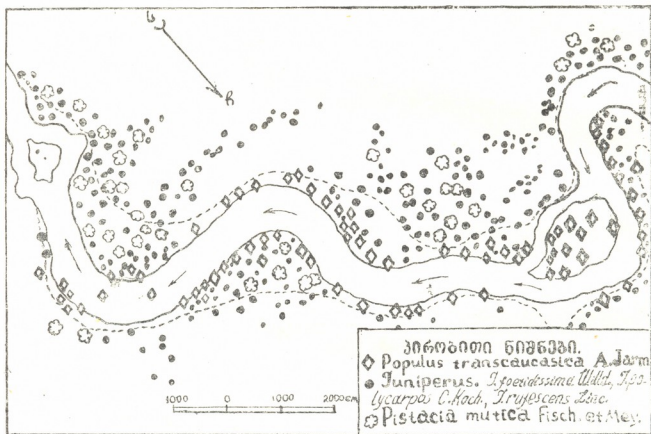
Turanga Bge. მესამეული პერიოდის რელიქტადაა აღიარებული [1,2,3]. იგი მცირე ჯგუფების სახით დაკავშირებულია ისეთ ადგილსამყოფელოსთან, სადაც ცოტად თუ ბევრად შემორჩა მისი არსებობისათვის ხელსაყრელი პირობები ან და შეეგუა ახალ პირობებს. მცირე კორომებად ან ცალკეული ეგზემპლარების სახით გვხვდება აზერბაიჯანის სსრ-ში ალინჯაჩაის და მდ. არაქსის ხეობებში, ჯულფის, ორდუბადისა და დიზავარას მიდამოებში, იყო აგრეთვე მდ. მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე მთა ზიულია თავას მიდამოებში, რაც შემდგომ, მინგეჩაურჰესის წყალსაცავმა დაჰფარა. სომხეთის სსრ-ში მეგრის რაიონშია შემორჩენილი, ხოლო სსრ კავშირის საზღვრებს გარეთ ჩრდ. ირანში იმავე მდ. არაქსის ბასეინიდანაა ცნობილი [2,3].

თურანულას არსებობის შესახებ საქართველოში დღემდე არაფერი ვიცოდით, მაგრამ ვინაიდან ა. ა. გროსჰეიმის (1941) მიერ აღწერილი უახლოესი რელიქტური ლაქა საქართველოს აღმოსავლეთ საზღვარს მეტად უახლოვდებოდა [1], მისი აღმოჩენა ჩვენთანაც იყო მოსალოდნელი.

1961 წელს ვაშლოვანის ნაკრძალში, პანტიშარას ხეობის ერთ-ერთი შენაკადის, დათვის ხევის სათავეში აღმოჩნდა თურანულას (*Populus transcaucasica* A. Iarm.) კორომი, რომელიც ხეცხმელას ორივე სანაპიროზე გაყოლებული 200 მეტრამდე მანძილზე (სურ. 1). ხეცხმელაში წყალი მხოლოდ წვიმების დროს მოედინება. წლის დანარჩენ პერიოდებში იგი მშრალია, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ იმ მცირე ნაეურებს, რომელიც წვიმის შემდეგ კიდევ დიდხანს მოწინწყარებს ხოლმე ხეცხმელის ცალკეულ უბნებში. ერთ-

ერთი ასეთი უბანია დათვის ხევის ის ნაწილი, სადაც თურანულას არსებობისათვის ხელსაყრელი პირობები უპოვნია.

ნიადაგი აქ ხირხატია, რაც შექმნილია ერთი მხრივ ფერდობებიდან ჩამორეცხილი ნიადაგის აკუმულაციური ნაფენებით, ხოლო მეორე მხრივ ღვაჭების მიერ მოტანილი ქვიშითა და ღორღით.



სურ. 1

მცენარეულობა წარმოდგენილია დაჯგუფებისაქენ, რაც დამახასიათებელია ნათელი ტყისათვის. ხევის მარცხენა მხარეს, სამხრეთ ფერდობებზე, ქსეროფიტული მცენარეულობაა განვითარებული *Caragana grandiflora* (M. B.) DC., *Atraphaxis spinosa* L., *Cotinus coggigria* Scop., *Paliurus spina-Christi* Mill., *Astragalus caucasicus* Pall., *Stachys fruticulosa* M. B., *Zigophyllum fabago* L., *Rubia transcaucasica* A. Grossh. და ა. შ.

ზრდ. ფერდობებსა და ხეობის ორივე სანაპიროს სრულიად ვიწრო ტერასებზე განვითარებულია ღვიანი ნათელი ტყე შემდეგი შემადგენლობით: *Juniperus foetidissima* Willd., *J. polycarpus* C. Koch., *J. rufescens* Link., *Cotinus coggigria* Scop., *Iasminum fruticans* L., ბალახოვნებიდან *Dactylis glomerata* L., *Diplachne bulgarica* l. Born., *Aristella bromoides* (L.) Bertl., *Rubia petiolaris* (S. et L.) G. Wor., *Dictamnus caucasicus* Fisch. *Galatella dracunculoides* (Lam.) Ness. და ა. შ. თვით ხეობის უშუალოდ სანაპიროების გაყოლებით მათთან ერთად იზრდება თურანულა *Populus transcaucasica* A. Jarm., *Thelictania australis* (C. A. M.) Sanadze, *Carpinus orientalis* Mill., *Periploca graeca* L., *Brachypodium silvaticum* (Huds.) P. B., *Asparagus*

verticillatus L., *Apocynum sibiricum* Pall., *Erianthus purpureus* Anderss.,
Andropogon caucasicus Trin. და ა. შ.

თურანულას ეგზემპლართა საერთო რაოდენობა 170 აღემატება. აქ ეხვდებით სხვადასხვა სიდიდის ხეებს (ცხრილი 1), ყველაზე ხნიერი ეგზემპლარი ძირიდანვე ორადაა განშტოებული, ერთ-ერთი ტოტის დიამეტრი მკერდის სიმაღლეზე 58 სმ-ია, მეორე ტოტისა— 32 სმ., ხოლო საერთო ფუძის დიამეტრი ნიადაგის ზედაპირთან საშუალოდ 90 სმ-ია.

ცხრილი 1

სიმაღლე მეტრობით	დიამეტრი სმ-ით	ეგზემპლართა რაოდენობა
0,2—0,6	0—1	66
0,6—3,0	1—5	55
3—0	5—10	28
5—6,5	10—50	25
6,5—8	50	1

სიმაღლის წლიური საშუალო ნამატი ნორჩნარზე 35—45 სმ-ის ფარგლებში მერყეობს, ხოლო ხნიერ ეგზემპლარებში—10—25 სმ ფარგლებში.

აღრინდელ გადაჭრილ ხეებზე უხვი ამონაყარი მიგვითითებს განახლებისადმი თურანულას მაღალ უნარიანობაზე.

მრავლადაა ფესვიდან ამონაყარი. ფესვის შემთხვევითი გაშიშვლება უხვ ამონაყარს იძლევა, რასაც ეხვდებით არა მხოლოდ ხეხმელის სანაპიროების გაყოლებით, არამედ თვით რიყეშიც, ქვალორღს შორის.

თურანულა ნიადაგისადმი მცირე მოთხოვნილებისაა, საკმაოდ გვალვაგამძლე და სინათლისმოყვარულია. იტანს მცირე დამლაშებას და ბიცობიანობას. ადვილად მრავლდება კალმებით [3]. მისი გამოყენება შეიძლება არხებისა და წყალსაცავების სანაპიროების გამაგრებასა და გამწვანებისათვის უდაბნოსა და სტეპის ზონაში. იგი საკმაოდ დეკორაციულია, ამიტომ წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ ბალ-ბარკების გასალამაზებლად.

ვაშლოვანის სახელმწიფო ნაკრძალი
წითელწყარო

(რედაქციას მოუვიდა 15.12.1964)

БОТАНИКА

З. Г. КЕБАДЗЕ

РОЩА ТРЕТИЧНОГО РЕЛИКТА ТУРАНГИ (*POPULUS TRANSCAUCASICA* A. IARM.) В ВАШЛОВАНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Резюме

Туранга признана реликтом третичного периода и в виде маленьких рощиц в настоящее время встречается в Азербайджане и Армении, а зарубежом—в северном Иране.

В 1961 г. туранговая роща автором была найдена в Вашлованском заповеднике в верховьях одного из оврагов, являющегося ответвлением Пантишарского ущелья. Роща расположена на протяжении 200 м с обеих сторон днища оврага. Туранга растет с элементами можжевельни-

კოვოგ სვტლოგ ლსა, ნოსრდსთვნივნი ვანივია ვკვკია პოსლს ბერეგოვ სუ-
 ხოგ რუსლა.

ვ უსელე ნ სოგ ბოკოვოვ ოვრავოგ ვოდა ბვვავთ თოლკო ვ დოვდლივოვ
 ნერიოდი გოდა. ნესმოტრა ნა ოტო, თურანგა ხროსო პრისპოსიბილასკ კ სუნეს-
 თვოიუხიმ უსლოვიმ; სე გოდიჩნიი პრიროსთ ვ ვსოტუ ვ სრედნემ პრევისოთ
 25 სმ; ონა აკტივნი ვოზობნოვლესკა პოროსლუ ნ დავთ ობილნიი კორნეოვო
 ოტპრისკ.

დავოწმებულნი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ა. ა. გროსსგეიმ. უსლოვი პრისვრასთანი თურანგი (*Populus transcaucasica* A. Iartn.) ვ სავოხსკო რაიონე აზერბაიჯანსკოვ სსრ. დან ავსსსრ, თ. ი, ბაკუ, 1946.
2. ა. ი. პრისიპკო, ა. ი. მაილოვ. ო ნოვომ მესთნოხოვდენი რელიკთოვო გო-
 პოლკ—თურანგი ვაკავკასკოვ ვ აზერბაიჯანე. ივსთვია ან ავსსსრ, სერია
 ბიოლოგიჩესკიხ ნ მედიჩინსკიხ ნაკ, № 6, 1953.
3. ვ. კ. სკუჩენკო. ნოვავ დრევისნავ პოროდა დლკ სოვანიი ოავსივს ვ პუსთინე. ივდ.
 ან კავოხსკოვ სსრ, ალმა-ათა, 1954.
4. ი. ს. მედვედევ. დერევი ნ კუსთარნიკი კავკავო. თიფლის, 1919.

მეცნიერებათა

ბ. გუგუშვილი

სიმინდის ტაროს სიმაჩლის უმცირესის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. დეკაბრელებიმა 5. 1. 1965)

სიმინდის ტაროს მარცვლებით შეუესებლობა გამოწვეულია როგორც თვით სიმინდის ყვავილობის ბიოლოგიის თავისებურებით, ისე ყვავილობის პერიოდში არახელსაყრელი კლიმატური პირობებით.

ნორმალურ ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებში სიმინდის ყვავილობა მამრობით ყვავილედის — ქოჩოჩის ამოტანით—იწყება. 3—4 დღის შემდეგ ყვავილობას იწყებს მდედრობითი ყვავილელი — ტარო. ტაროს ყვავილობა ულვაშების — ყვავილის სვეტების — ფუჩიჩიდან გარეთ გამოტანით მქდავდება.

სიმინდი ტიპიური ჯვარედინდამატვერიანებელი მცენარეა. ჯვარედინდამატვერიანებელი მცენარეები თავისი დამტვერიანებისათვის მეზობელი მცენარისაგან მოითხოვენ მტერის მარცვლების გადმოტანას, რაც სიმინდის კულტურაზე ჰაერის მოძრაობით სრულდება, ამის გამო სიმინდის ცალკეული მცენარის ქოჩოჩში მტერის მარცვლების აუარებელი რაოდენობა ვითარდება (25—50 მილიონამდე).

მტერის მარცვლების ცხოველყოფილობა მჭიდროდაა დაკავშირებული გარემო პირობებზე. გრილ ამინდში ისინი 24 საათს ცოცხლობენ, ცხელ ამინდში— 12 საათს, ხოლო 33°C—ზევით მალაღ ტემპერატურაზე იღუპებიან. ტაროს ყვავილობა ერთი ტაროს ფარგლებში 8—14 დღემდე გრძელდება. ჯერ მწიფდებიან ტაროს ფუძესთან მდებარე ყვავილები, შემდეგ—ტაროს შუამდებარე, ხოლო ბოლოს — ტაროს წვეროს ყვავილები. ამის გამო ტაროს წვეროს ყვავილების ულვაშების ამოტანის მომენტისათვის ზოგჯერ აღარც არის პირობები მათი დამატვერიანებისათვის. ამ დროს აღარ არის მტერის მარცვლებით გაჟღენთილი ჰაერი, ანდა მტერის მარცვლებს ცხოველყოფილობა დაკარგული აქვთ.

ჯვარედინდამატვერიანებელ მცენარეთა მოსავლიანობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად სრული იქნება დამტვერიანების პროცესი, არახელსაყრელი კლიმატური პირობები ყვავილობისა და დამტვერიანების პერიოდში (მალაღი ტემპერატურა, მშრალი ქარები, ხშირი წვიმები, უნიავო ამინდი) უარყოფით

გავლენას ახდენს დამტვერვა-განაყოფიერების პროცესზე. მაღალი ტემპერატურა მტვრის მარცვლებს ცხოველმყოფელობას უკარგავს. ქოჩოჩის მომწიფება ჩქარდება, ტაროსი კი—ჭიანჭურდება. მათ შორის არსებული ბიოლოგიური არათანაფარდობა 4—5 დღის ნაცვლად ზოგჯერ 15—20 დღემდე გრძელდება. მტვრის მარცვლები სწრაფად მწიფდებიან და არადანიშნულებისამებრ იფანტებიან. ტაროს ულვაშების დინგზე სითხე შრება და მტვრის მარცვლების მიმღებიანობა ფერხდება; ეს კი საგრძნობ გავლენას ახდენს დამტვერვა-განაყოფიერებასა და მცენარის პროდუქტიულობაზე.

მშრალი ქარები სვეტის დინგზე აშრობენ სითხეს, ქარებს მარცვლები სიმინდის ფართობიდან შოოს გადააქვს; წვიმები ქოჩოჩიდან მტვერს რეცხს, მათ ერთიმეორეზე აწებებს და ერთ ადგილზე აცვენს. უნიავო ამინდიც უარყოფითად მოქმედებს დამტვერიანების მსვლელობაზე, რადგან მტვრის მარცვლები პაერში კარგად არ იფანტებიან და მეტწილად იმავე მცენარის ძირში ცვივა.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი მიზეზი დასავლეთ საქართველოს პირობებში არაა გამორიცხული. მათი მიზეზი სიმინდის დამტვერვა-განაყოფიერება საგრძნობლად ფერხდება და ტაროს შეუვსებლობა მარცვლებით ყოველ წელს გვხვდება სხვადასხვა სიძლიერით. ეს მდგომარეობა ამცირებს სიმინდის მოსავალს.

სიმინდის ტაროს მარცვლებით შეუვსებლობის თავიდან აცილების ერთ-ერთ ეფექტურ ღონისძიებად ითვლება სიმინდის ნათესში ისეთი პირობების შექმნა, რომლებიც ტაროს ულვაშების მასობრივად გამოტანის მომენტში უზრუნველყოფენ ცხოველმყოფელი და ქარბი რაოდენობით მტვრის მარცვლების არსებობას. ნაირგვარი ქარბი რაოდენობით მტვრის მარცვლების მოხვედრა დინგზე აუცილებელი პირობაა დამტვერიანება-განაყოფიერების პროცესის უზრუნველსაყოფად და ცხოველმყოფელი შთამომავლობის მისაღებად, რადგან ამით კვრცხუჭრედს მეტი შესაძლებლობა ეძლევა თავისი გამნაყოფიერებლის მორჩილებაში.

მტვრის მარცვლების დინგზე დაცემისთანავე მასში არსებული ფერმენტები ბუტკოს უჭრედების სახამებელს გარდაქმნიან შაქრებად, რაც აუცილებელია გაღივებული მტვრის მარცვლის მიღების საკვებად. მტვრის რაც უფრო მეტი მარცვლები დაეცემა დინგზე, მით უფრო მეტი ინტენსივობით წარიმართება სახამებლის შაქრებად გარდაქმნის პროცესი, მით უფრო ჩაიზრდება სვეტში მტვრის მილები, დაჩქარდება განაყოფიერების პროცესი და ამის შედეგად — მარცვლების გამონასკვა.

ბუნებრივ პირობებში ტაროს სვეტების ქარბი და ცხოველმყოფელი მტვრის მარცვლებით განაყოფიერების უზრუნველსაყოფად და მარცვლებით ტაროს მაქსიმალურად შევსების მიზნით, გადაწყვიტეთ ერთი ჯიშის ფარგლებში შერევით დაგვეთესა წინასწარ დამბალი და მშრალი თესლი.

დამბალი თესლით თესვას უძველესი დროიდან მისდევენ. ლიტერატურული მონაცემებით, დამბალი თესლით ნათეს ფართობზე მიიღება ნაადრევი, ერთდროული და თანაბარი აღმონაცენი მძლავრად განვითარებული ფესვთა სისტემით. მათ პირველდაწყებითი ზრდა გაძლიერებული აქვთ. ისინი კარგად ეგუე-

ბიან არახელსაყრელ გარემო-პირობებს. მცენარეები აძლიერებენ და აჩქარებენ სარეპროდუქციო ორგანოების განვითარებას და ამის შემდეგ მოსავალიც უხვია. წინასწარ დამბალი და მშრალი თესლის ნარევით თესვის შემდეგ, ერთი ჯიშის ფარგლებში, სხვადასხვა მცენარეზე შესაძლებელი ხდება ქოჩოჩისა და ტაროს ყვავილის ერთდროული ამოტანა. დამბალი თესლი დაუღობებელ თესლს იმდენი დღით ასწრებს აღმოცენებას, რამდენი დღეცაა საჭირო ნიადაგში მშრალი თესლის ტენით გასაჟიჟინებლად. ეს დრო კი სავსებით საკმარისია ქოჩოჩისა და ტაროს ყვავილობას შორის ბიოლოგიურად განსხვავებულ დღეთა სხვაობის დასაფარავად.

დამბალი და მშრალი თესლის ნარევით დათესილი ფართობზე 20-დან 25 დღემდე ჭიანჭრდება ქოჩოჩის ყვავილობა, ჯერ ყვავილობს დამბალი თესლი-დან აღმოცენებული მცენარე, შემდეგ კი მშრალი თესლიდან აღმოცენებული თითოეული მცენარის ფარგლებში ქოჩოჩის ყვავილობა 14—15 დღე გრძელდება. ამ ხერხით ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ჰაერი გაქლენთილია ცხოველმყოფელი ჭარბი რაოდენობის მტერის მარცვლებით. პირველ ხანებში ამოტანილი ტაროს უღვაშები იმტვერება დამბალი თესლიდან აღმოცენებულ მცენარეთა მტვერით; შემდეგ ამოტანილები კი — მშრალია და დამბალი თესლი-დან აღმოცენებულ მცენარეთა ნარევი მტვერით. ყველაზე ბოლოს ამოტანილი ტაროს წვეროს ყვავილებს უღვაშები ემტვერება მშრალი თესლიდან აღმოცენებულ მცენარეთა მტვერით. ამგვარად, დამტვერვა-განაყოფიერების პროცესი თითქმის მთელი თვე გრძელდება.

ამ მიზნის მისაღწევად სუბტროპიკულ ტენიან ზონაში აფხაზეთის მაჭირის სოფლის საბჭოს ი. ჭავჭავაძის სახელობის კოლმეურნეობაში ჩვენ ჩავატარეთ ცდა 1961—1963 წლებში და სიმინდი დავთესეთ შემდეგი სქემით: მშრალი თესლი (საკონტროლო), დამბალი თესლი, მშრალი თესლი 1(4+3)4 დამბალი თესლი.

სიმინდი დავთესეთ ოთხი განმეორებით. სააღრიცხვო ფართობი შეადგენდა 100 კვ. მეტრს. ცდაში მონაწილეობდა ამ რაიონისათვის რეკომენდებული ჯიშ აბაშის ყვითელი.

სათესლედ განკუთვნილი მასალის 3/4 წინასწარ დავალბეთ ჭარბი რაოდენობის მდინარის წყალში, სანამ თესლმა გაძლიერებული სუნთქვა არ დაიწყო, რაც შეიძინა თესლისა და წყლის ზედაპირზე ჰაერის ბუშტების გაჩენით. ამის შემდეგ წყალი გადავღვარეთ და თესლი გავშალეთ გასაშრობად.

თესლი იმ ზომამდე გავაშრეთ, რომ სათესი მანქანის გამომთესებში ადვილად დაცურებულყო. ამ წესით დამუშავებული თესლი ცდის სქემის მიხედვით შევურიეთ მშრალ თესლს.

ზოგიერთი მკვლევარი აღნიშნავს, რომ დამბალი თესლიდან უფრო ადრე მიიღება აღმონაცენები და რომ მათ აქვთ მძლავრად განვითარებული ფესვთა სისტემა, რის გამოც ისინი კარგად იტანენ გვალვიან პირობებს.

ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე განვითარების ადრეულ ფაზაში, აღმოცენებიდან 1 თვის განმავლობაში ვაწარმოებდით დაკვირვებებს (ვეგეტაციურ

ჭურჭლებში) დამბალი და მშრალი თესლით ნათესი მცენარეების ფესვთა სისტემის განვითარებაზე. სიმინდი დათესეთ 1963 წლის 16 აპრილს ხუთ განმეორებაში. დამბალი თესლით ნათესმა ყველა განმეორებაში ერთდროულად დაიწყო აღმოცენება — დათესვიდან მე-6 დღეს; მშრალი თესლით ნათესმა კი აღმოცენება დაიწყო მე-8 — მე-9 დღეს. ფესვთა სისტემის განვითარების შესწავლის მიზნით მშრალი და დამბალი თესლით ნათესი მცენარეები ჭურჭლებიდან ამოვიღეთ დათესვიდან მე-5 დღეს, აღმოცენების პირველ დღეს და აღმოცენებიდან ყოველი 10 დღის შემდეგ (1 თვის განმავლობაში). აღმოჩნდა, რომ მშრალი თესლით ნათესს დათესვის მე-5 დღეს განვითარებული ჰქონდა ძალზე მოკლე ჩანასახოვანი ფესვაკი, დამბალს კი — შედარებით გრძელი და დატოტვილი ფესვაკი შემწოვი ბუსუსებით. შემდგომ ვადებში ამოღებული მცენარეების ფესვთა სისტემებშიც სხვაობა ისევე შესამჩნევი და საგრძნობი აღმოჩნდა. დამბალი თესლით ნათეს მცენარეებს შედარებით უფრო გრძელი და დაფუნჯული ფესვი ჰქონდა, ვიდრე მშრალი თესლით ნათესს.

მშრალი და დამბალი თესლის აღმოცენება გრუნტშიც ანალოგიურ სურათს იძლევა (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

მშრალი და დამბალი თესლით ნათესის აღმოცენება გრუნტში

წლები	დათესვის დრო	მშრალი თესლით ნათესის აღმოცენება		დამბალი თესლით ნათესის აღმოცენება	
		დასაწყისი	მასობრივი	დასაწყისი	მასობრივი
1961	16/IV	29/IV	1/V	25/IV	26/IV
1963	28/IV	9/V	12/V	6/V	7/V
1963	18/V	31/V	2/VI	28/V	28/V

როგორც 1 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, დამბალი თესლით ნათესი 3—4 დღით ასწრებს მშრალი თესლით ნათესის აღმოცენებას და ერთდროულ აღმოცენებას იძლევა, მშრალი თესლით ნათესი კი უფრო გვიან აღმოცენდება და ისიც არა ერთდროულად.

ერთი ჯიშის ფარგლებში მშრალი და დამბალი თესლის ნარევის თესვით ქოჩოჩისა და ტაროს მომწიფების დრო ერთმანეთს უნდა დაუახლოვდეს. ამაზე წარმოდგენას იძლევა ყვავილობაზე წარმოებული ფენოლოგიური დაკვირვებები (იხ. ცხრილი 2).

მე-2 ცხრილის მონაცემებით თუ ვიმსჯელებთ, დამბალი თესლით აღმოცენებულ მცენარეთა ქოჩოჩის ყვავილობა 3—4 დღით, ხოლო ტაროს ყვავილობა 4—5 დღით ადრე იწყება, მშრალი თესლით ნათეს მცენარეებთან შედარებით; ეს სხვაობა კი სავსებით ფარავს ქოჩოჩისა და ულვაშების ამოტანას შორის ბიოლოგიურად არსებულ დღეთა სხვაობას. ამ შემთხვევაში ერთი ჯიშის ფარგლებში ფართობზე ერთდროულად ყვავილობს დამბალი თესლიდან აღმოცენებული მცენარეების ტარო და მშრალი თესლიდან აღმოცენებულის ქოჩოჩი, რი-

თაც ტაროს ყველა უღვაში უზრუნველყოფილია ახალი და ცხოველყოფილი მტვერის მარცვლების ნარევიტ დამტვერიანებით. ფიზიოლოგიურად ამას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მტვერის მიღების ჩაზრდისა და განაყოფიერების პროცესის წარმატებით მსვლელობისათვის; ეს კი შეამცირებს ტაროზე ვასანოციერებელ ყვავილთა რაოდენობას და ტაროები უფრო მეტად დაიფარება მარცვლებით.

ცხრილი 2

შედგები ფენოლოგიური დაკვირვებებისა სიმინდის ქოჩოჩსა და ტაროს ყვავილობაზე

ვარიანტები	ქოჩოჩის ყვავილობა				ტაროს ყვავილობა																			
	1961		1962		1963		1961		1962		1963													
	დასაწყისი	მასობრივი	დასაწყისი	მასობრივი	დასაწყისი	მასობრივი	დასაწყისი	მასობრივი	დასაწყისი	მასობრივი	დასაწყისი	მასობრივი												
მშრალი თესლით ნათესი	3/VII	28/VII	9/VII	3/VII	10/VII	8/VII	13/VII	11/VII	30/VII	26/VII	2/VII	30/VII	6/VIII	4/VII	10/VII	8/VII	15/VII	10/VII	17/VII	14/VII	3/VIII	28/VII	5/VIII	31/VII
დამბალი თესლით ნათესი	3/VII	28/VII	9/VII	3/VII	10/VII	8/VII	13/VII	11/VII	30/VII	26/VII	2/VII	30/VII	6/VIII	4/VII	10/VII	8/VII	15/VII	10/VII	17/VII	14/VII	3/VIII	28/VII	5/VIII	31/VII

დამტვერვა-განაყოფიერების ინტენსიური მსვლელობის დასადგენად თითოეული ვარიანტის 100—100 მცენარეზე ვრიცხავდით გამოტანილი ტაროების რაოდენობას; მათ შორის მარცვლიან და უმარცვლო ტაროებს, რომლის რიცხოვრივი მაჩვენებლები დავამუშავეთ ვარიაციული სტატისტიკის მიხედვით (იხ. ცხრილი 3).

ცხრილი 3

100 მცენარეზე გამოტანილ ტაროთა საერთო რაოდენობა და მათ შორის მარცვლიანი და უმარცვლო ტაროები

ვარიანტები	100 მცენარეზე გამოტანილი ტაროთა რაოდენობა	მათ შორის		% 0/0-ით		ჩატარებული დაცვირვების სიხუსტე	სხვაობის დამაჯერებლობა
		მარცვლიანი M ± III	უმარცვლო	მარცვლიანი	უმარცვლო		
მშრალი თესლით ნათესი	147	102 ± 0,31	45,0	69,4	30,6	0,3	0
დამბალი თესლით ნათესი	150	105 ± 0,88	45,0	70,0	30,0	0,83	3,4
ნათესი მშრალი თესლი 1/4+3/ 4 დამბალი თესლი	152	114 ± 0,9	46,0	75,0	25,0	0,8	40,0

მე-3 ცხრილის მონაცემებით ირკვევა, რომ ამოტანილ ტაროთა საერთო რაოდენობა უფრო მეტია დამბალი თესლის ნარევიტ ნათესზე, ამავე ვარიანტზე გა-



ცილებით მეტია მარცვლიან ტაროთა რაოდენობაც (6,6%-ით), ხოლო უმარცვლო ტაროთა რაოდენობა 5,6%-ით ნაკლები.

აღნიშნული მონაცემები და მასალის ბიომეტრული დამუშავება საცვებით ადასტურებს ჩატარებული ღონისძიების სარგებლიანობას.

დამტვერვა-განაყოფიერების ინტენსივობის დასადგენად ამასთან ერთად ხუთ ბალიანი სისტემით ვაფასებდით მიღებული ტაროების მარცვლების შევსების ხარისხს. ერთბალიანი ტაროები მთლიანად დაუფარულია მარცვლებით, ორბალიანი ტაროების წვერო 0,5 სმ-ით დაუფარავია მარცვლით, სამბალიანი ტაროების წვერო 2,0 სმ დაუფარავია მარცვლით, ოთხბალიანი ტაროები ნახევრად დაუფარავია მარცვლით, ხოლო ხუთბალიან ტაროებზე თითო-ოროლა მარცვლია.

ტაროების შეფასებას აღნიშნული მაჩვენებლების მიხედვით ვაწარმოებდით ყოველ წელს ვარიანტებსა და განმეორებებზე (100—100 ტაროს შეფასებით), შედეგებიც მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

ტაროს საერთო სიქაჩლე და ხარისხი ბალებითა და %-ით

ვარიანტები	ტაროს საერთო სიქაჩლე	ტაროს ხარისხი ბალებითა და %-ით					სიქაჩლის კლება %-ში	1-ბალიანი ტარ. ნაბეჭდი	V-ბალიანი ტარ. კლება %-ით
		I	II	III	IV	V			
მშრალი თესლით ნათესი	92,0	8,0	37,0	45,0	5,8	4,7	3	0	0
დამბალი თესლით ნათესი	87,0	12,0	44,3	33,3	8,0	1,8	5,0	4,0	3,0
ნათესი მშრალი თესლი 1 (4+3) 4 დამბალი თესლით	80,0	19,3	44,0	31,0	4,5	0,4	12,0	11,8	4,0

ამგვარად, მე-4 ცხრილის მონაცემებით, მშრალი თესლით ნათეს ვარიანტზე ტაროს საერთო სიქაჩლე 92%-ია, მშრალი და დამბალი თესლის ნარევეზე კი—80,0% (ე. ი. 12,0%-ით ნაკლები), ამავე ვარიანტზე საგრძნობლად გაუმჯობესებულია ტაროს ხარისხიც, ისინი შედარებით უფრო ამოვსებულნი არიან მარცვლებით. ტაროს სიქაჩლის ხარისხის მიხედვით ამ უკანასკნელ ვარიანტზე უკეთესი მდგომარეობაა. სამეურნეო მნიშვნელობას მოკლებულია V-ბალიანი ვარიანტი. აქ ტაროების რაოდენობა შემცირებულია 4,0%-ით, ხოლო 1-ბალიანი ვარიანტის ტაროთა რაოდენობა გაზრდილია 11,8%-ით.

ეს მონაცემები მეტყველებენ ჩატარებული ცდების ეფექტურობას, რადგან საგრძნობლად მცირდება დაუშტვერავ ტაროთა რაოდენობა, უმჯობესდება ტაროს ხარისხი და მოსავლიანობის ელემენტები: ტაროს სიგრძე, დიამეტრი, 1000 მარცვლის წონა და სხვა. ამ ნიშნების მიხედვით მიღებული მასალის შეფასება წარმოებდა 100—100 ტაროს ანალიზით ვარიანტებისდა მიხედვით. აღმოჩნდა, რომ ყველაზე წვრილი და მოკლე ტაროები აქვს მშრალი თესლით ნათეს მცენარეებს, ხოლო ყველაზე გრძელი ტაროები — მშრალი და დამბალი თესლის ნარევი ვარიანტების მცენარეებს. ამავე ვარიანტზე საგრძნობლად მეტია 1000 მარცვლის წონა და მარცვლის გამოსავლიანობის პროცენტი.

მოსავალი აღებულ იქნა ცალკეულ ვარიანტებზე, ტაროს სრულ სიმწიფეში. აღებულ მოსავალს ვწონიდით მინდვრად, სამი წლის მოსავლის აღრიცხვის მონაცემები წარმოდგენილია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

მოსავლის აღრიცხვის შედეგები (1961, 1962 და 1963 წლები)

ვარიანტები	საშუალო მოსავალი ცენტ. ჰექტარზე ($M \pm m$)	მოსავლის მატება		ჩატარებული აღრიცხვის სიზუსტე $m:100\%$ $\mu = \frac{m}{M}$	საშუალო-სხვაობის და-მაჯერებლობა $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$
		ც-ით	%-ით		
მშრალი თესლით ნათესი	77,5 ± 1,17	0	0	1,54	0
დამბალი თესლით ნათესი	79,5 ± 1,6	2,0	2,5	2,05	
ნათესი მშრალი თესლი 1 (4+3) 4 დამბალი თესლი	92,7 ± 2,4	15,2	19,6	2,72	3,3

მე-5 ცხრილის მონაცემების თანახმად, მოსავლის მატება, საკონტროლოს-თან შედარებით, დამბალი თესლით ნათესზე 2.0 ცენტნერით, ანუ 2.5%-ით უფრო მეტია, ხოლო მშრალი და დამბალი თესლის ნარევით ნათესზე — 15.2 ცენტნერით, ანუ 19,6%-ით მეტი. ეს სავსებით დაადასტურა მოსავლის ბიომეტრიულმა დამუშავებამ.

დასკვნები

1. სიმინდის მოსავლის გადიდების ერთ-ერთი ღონისძიებაა მშრალი და დამბალი თესლის ნარევით თესვა შეფარდებით 3:1-თან დამბალი თესლის სასარგებლოდ.

2. დამბალი თესლით თესვისას მცენარის აღმოცენება ჩქარდება იმდენი დღით, რამდენიც საჭიროა მშრალი თესლის ნიადაგის ტენით გასაყიყინებლად. ეს დრო სავსებით საკმარისია ქოჩოჩისა და ულვაშების ამოტანას შორის ბიოლოგიურად არსებული დღეთა სხვაობის დასაფარავად.

3. პირველდაწყებითი დაჩქარებული ზრდა-განვითარების შემწეობით დამბალი თესლიდან აღმოცენებულ მცენარეებს ახასიათებთ სარეპროდუქციო ორგანოების გაძლიერებული და დაჩქარებული განვითარება. დამბალი თესლიდან აღმოცენებული მცენარეები, მშრალი თესლიდან აღმოცენებულ მცენარეებთან შედარებით, 4—5 დღით ადრე იწყებენ ყვავილობას. მშრალი და დამბალი თესლის ნარევით თესვით ერთი ჯიშის ფარგლებში სიმინდის ყვავილობა ხანგრძლივდება 20—25 დღე. ამ პერიოდში ჰაერი გაყინვითილია ცხოველყოფილი მტვრის ჭარბი რაოდენობით, რითაც ამ ხნის განმავლობაში უზრუნველყოფილია ამოტანილი ტაროების დამტვერვა.

4. მშრალი და დამბალი თესლის ნარევით ნათესში გარდა იმისა, რომ გახანგრძლივებულია დამტვერვა-განაყოფიერების პროცესი, ჯიშის ფარგლებში მცენარეებისათვის შექმნილია ზრდა-განვითარების განსხვავებული პირობები, რის

შედგადაც ასეთ მცენარეთა შორის გადამტვერვა უფრო მეტი ინტენსივობით მიმდინარეობს, რაც ზრდის მოსავალსა და თაობის ცხოველმყოფელობას.

5. მშრალი და დამბალი თესლის ნარევით თესვისას უმჯობესდება ტაროს შევსება მარცვლებით და მისი საერთო სიქაჩლე 12—13%-ით მცირდება. მარცვლით დაფარულ ტაროთა რაოდენობა იზრდება.

6. სხვადასხვა პირობებში აღზრდილი მცენარეების ჭარბი მტერის მარცვლების ნარევით დამტვერიანების შედეგად იზრდება მოსავლიანობის გამპირობებელ ელემენტთა მაჩვენებლები. ამის შედეგად კი იზრდება მოსავლიანობაც ჰექტარზე 15,2 ცენტნერთ, ანუ 19,6%-ით.

7. სიმინდის უხვი მოსავლის ჩვენი ცდების მონაცემების საფუძველზე რეკომენდაციას ვიძლევიტ განხორციელდეს ეს ეკონომიურად გამართლებული ღონისძიება.

საქართველოს სუბტროპიკული კულტურების ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 5. 1. 1965)

РАСТЕНИЕВОДСТВО

К. В. ГУРУЛИШВИЛИ

ОБ УМЕНЬШЕНИИ ЧЕРЕЗЗЕРНИЦЫ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ

Резюме

Одним из способов повышения урожайности кукурузы является устранение череззерницы початка, для чего необходимо обеспечить на посевах кукурузы в пределах одного и того же сорта одновременное появление султанов и початков. Добиться этого можно путем посева смесью замоченных и сухих семян в следующем соотношении: три части замоченных и одна часть сухих. Замоченные семена прорастут на столько дней раньше, на сколько необходимо сухим семенам для набухания. Это количество дней вполне достаточно для того, чтобы получить одновременное цветение мужских и женских соцветий. Первоначальное ускорение процессов развития растений, развившихся из замоченных семян, вызывает ускоренное и усиленное развитие репродуктивных органов.

На посевах смесью замоченных и сухих семян цветение продолжается в течение 20—25 дней, что полностью обеспечивает оплодотворение всех цветков на початке.

Посев смесью замоченных и сухих семян создает в пределах сорта разные условия развития растений, в результате чего процесс оплодотворения протекает более интенсивно, обеспечивается заполненность початка семенами и повышается качество элементов урожайности початка.

Таким образом, данное агромероприятие способствует повышению урожайности кукурузы по сравнению с контролем на 15,2 ц/га, или же на 19,6 %.

მ. გუჯაბიძე

მასალები საქართველოში გავრცელებულ *SARCOPHAGINAE*-თა
(*DIPTERA, SARCOPHAGIDAE*) ფაუნისტური ინვენტარიზაციის
შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 8.5 1964)

საქართველოში გავრცელებულ *Sarcophaginae* თა შესახებ პირველ ფრაგმენტულ ცნობას ვხვდებით გ. რადეს შრომაში [4]. ამგვარივე ცნობები მოცემულია აგრეთვე ფ. ზაიცევის, ლ. კალანდაძისა და ს. ჩილინგაროვას, ლ. კობახიძისა და ე. სეხნიაშვილის შრომებში [1,2,3,4,6].

წინამდებარე შრომაში მოცემულია 1963 წლის ზაფხულსა და შემოდგომაზე (ივნისი—ოქტომბერი) საქართველოს სხვადასხვა რაიონში ჩვენ მიერ შეგროვილი და საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის კოლექციებში დაცული სარკოფაგინთა კამერული დამუშავების შედეგები. მასალის სიტემატიკური კუთვნილება გარკვეულია სსრ კავშირის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოოლოგიურ მუზეუმში პროფ. ბ. როდენდორფის ხელმძღვანელობით.

1. *Bellieria melanura* (Meig.). გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში [2]. ჩვენ მიერ ნაპოვნია ბახმაროს ტერიტორიაზე (15.VII, 10.VIII.63), მახარაძეში (7.VII.63), ბათუმში (22.VIII.63), დასახლება ლესორაზე (ჯავის რაიონი)—(22.IX.63), თბილისის მიდამოებში (მთაწმინდა, ფუნიკულიორის პლატო, ბოტანიკური ბაღი)—(13.V.10.X.63), საგარეჯოში (19.IX.63) და სოფ. ციხისჯვარში (ბორჯომის რაიონი)—(22.VIII.63). იმაგო გვხვდება ადამიანის ფეკალიურ მასაზე და შინაურ ცხოველთა ნაქელზე.

2. *Bellieria crassimargo* (Meig.). ჩვენ მიერ ნაპოვნია ბახმაროზე (18.VIII.63), ტყის პირას, მდელზე. საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.

3. *Blaesoxypa erythryra* (Meig.). ყორულდაში (ლენტეხის რაიონი)—(10.VII.57), ომალო (ახმეტის რაიონი)—(18.VIII.57), მესტია (30.VIII.57), ახალი სოფელი (თეთრი წყაროს რაიონი)—(22.VI.61), ზესხო (ლენტეხის რაიონი)—(22.VII.57), ცანა (ლენტეხის რაიონი)—(20.VII.57), ტყის პირას, მდელზე. საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.

4. *Blaesoxypa ungulata* (Pand.), ცანა, უშგული, ყორულდაში (სვანეთი) (ივლისი, 1957), ბალახეულ საფარზე. საბჭოთა კავშირში ცნობილია მხოლოდ როსტოვ-დონის მიდამოებიდან. საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.

5. *Blaesoxypa laticornis* (Meig.). კეტრისი (ყაზბეგის რაიონი)—(4.VIII.55), ომალო (4.VIII.58), მესტია (19.VII.58), ორბეთი (თეთრი წყაროს რაიონი)—(7.IX.61), ბალახებზე. საქართველოში აღინიშნება პირველად.



6. *Blaesoxyptha lineata* (Fall.). კიკეთი სამგორის რაიონი (25.VII.63), უშგული (26.VII.59), სოფ. საყაერე (გორის რაიონი)—(28.X.63), რეხა (გორის რაიონი)—(19.VIII.62), მესტია (19.VII.61), გზის პირას, ყვავილებზე. საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.

7. *Blaesoxyptha cochlearis* (Pand.). ომალო (ახმეტის რაიონი) (15.VIII.59), მცენარეულ საფარზე. საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.

8. *Bercuea haemorroidalis* (Fall.). ნაპოვნია თბილისში, ბორჯომში და აფხაზეთში [1,5,6]. ჩვენ მიერ მოპოვებულია თბილისში (VII.VIII.63), საგურამოში (18.X.63), ციხისძირში (21.VIII.63), ბათუმში (22.VIII.63), მახარაძეში (19.VIII.63), მახინჯაურში (23.VIII.63), ახალ ათონში (30.VIII.63), ყვარელში (13.IX.63), საგარეჯოში (17.IX.63), დასახლება ლესორაზე (24.X.63), ონში (25.X.63), ლაგოდეხში (10.X.63) და ბახმაროს ტერიტორიაზე (8.VIII.63). მასობრივი სინანტროპული ფორმაა. იმაგო მუდმივად ბინადრობს ადამიანის საცხოვრებელთან ახლო (ბოსელი, საქათმე, ძაღლის სადგომი).

9. *Ravinia striata* (F.). ფართო გავრცელებული სინანტროპული ფორმაა. ჩვენ მიერ მოპოვებულია თბილისის (21.VI.63), საგარეჯოს (19.IX.63), ლაგოდეხის (8.IX.63), ყვარლის (13.XI.63), კიკეთის (25.VIII.63), მახარაძის (10.VII.63), ერკეთის (15.VIII.63), ბახმაროს (25.VIII.63), ბათუმის (23.VIII.63), სოხუმის (31.VIII.63), ონის (23.X.63), კეტრისის (27.VII.55), ცანას (30.VII.57) და ომალოს (29.VIII.59) მიდამოებში. იმაგო გვხვდება გზებზე, ადამიანის ფეკალიებზე, ხილზე და სიმზარეულოს ნარჩენებზე, საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.

10. *Parasarcophaga atratrix* (Pand.). ლიტერატურული მასალების მიხედვით აღრიცხულია აფხაზეთში [5]. ჩვენ მიერ ნაპოვნია ერკეთის (26.VIII.63), მახარაძის (15.VIII.63), ციხისძირის (23.VIII.63) და ყვარლის მიდამოებში, ადამიანის ფეკალიურ მასაზე.

11. *Parasarcophaga aegyptica* (Salem.). ჩვენ მიერ აღებულია თბილისში (ბოტანიკური ბაღი) (9.X.63), სოხუმში (26.VIII.63), (ბათუმში 22.VIII.63) და ონში (25.X.63) ადამიანის ფეკალიებზე. საქართველოში აღინიშნება პირველად.

12. *Parasarcophaga argyrostoma* (R.—D.). აღინიშნულია თბილისში [5]. ჩვენ მიერ ნაპოვნია ყვარელში (17.IX.63), ლაგოდეხში (8.IX.63), ონში (23.IX.63) სასაკლაოზე და ადამიანის ფეკალიურ მასაზე.

13. *Parasarcophaga similis* (Pand.). ჩვენ მიერ მოპოვებულია ყვარელში (17.IX.63), საგარეჯოში (19.IX.63), საგურამოში (13.X.63), მახარაძეში (19.VIII.63), სოფ. ერკეთში (15.VIII.63), მახინჯაურში (23.VIII.63), ციხისძირში (24.VIII.63), სოხუმში (30.VIII.63), ომალოში (26.VII.59) და ონში (25.IX.63). იმაგო გვხვდება გზის პირას ქვებზე და ადამიანის ფეკალიებზე. საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.

14. *Parasarcophaga crassipalpis* (Meig.). გავრცელებულია თბილისში, კახეთში და აფხაზეთში [1,3,5]. ჩვენ მიერ ნაპოვნია თბილისის (6.VII.63), საგურამოს (18.X.63), მახარაძის (18.VIII.63), ბათუმის (22.VIII.63) და სოხუმის მიდამოებში—სანაგვე ყუთზე.

15. *Parasarcophaga jacobsoni* (Rohd.). აღნიშნულია აფხაზეთში [5]. ჩვენ მიერ მოპოვებულია სოხუმის (20.VIII.63), საგარეჯოს (19.IX.63) და ბათუმის მიდამოებში (22.VIII.63)—ნაგავზე, თევზისა და ხორცის ნარჩენებზე.
16. *Parasarcophaga tuberosa* (Pand.). აღნიშნულია აფხაზეთში [5]. ჩვენ მიერ ნაპოვნია ბახმაროში (7.VIII.63)—ნაგავზე.
17. *Parasarcophaga emdeni* (Rohd.). მოპოვებული გვაქვს საგურამოში (18.X.63) და ზერბითში (2.VIII.62)—ბალახებზე. საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.
18. *Parasarcophaga albiceps* (Meig.), აღნიშნულია აფხაზეთში [5]. ჩვენ მიერ ნაპოვნია ლაგოდეხის (6.IX.63), ყვარლის (17.IX.63); მახარაძის (18.VIII.63), მახინჯაურისა (21.VIII.63) და სოფ. ერკეთის (20.VIII.63) ტერიტორიაზე—დამპალ ხილზე, ლეშზე და ცხოველთა ნაკელზე.
19. *Parasarcophaga portschinskyi* (Rohd.). ცნობილია აფხაზეთის მიდამოებში [5]. ჩვენ მიერ ნაპოვნია ყვარელში (17.IX.63) და საგარეჯოში (19.IX.63)—ადამიანის ფეკალიებზე.
20. *Robineauilla scoparia* (Pand.). მოპოვებულია ბახმაროში (8.VIII.63). დასახლება ლესორაზე (21.IX.63). ონში 23.IX.63) და ახალ სოფელში (25.VIII.61)—ნაგავზე. საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.
21. *Pierretia incisilobata* (Pand.). აღნიშნულია აფხაზეთში [5] ჩვენ მიერ ნაპოვნია ბახმაროზე (VII.VIII.63)—ადამიანის ფეკალიაზე.
22. *Pierretia nigricentris* (Meig.). ნაპოვნი გვაქვს გორში (3.VII.63)—ბალახებზე. საქართველოში აღინიშნება პირველად.
23. *Pierretia lunigera* (Bött). ნაპოვნი გვაქვს ბახმაროში (8.VIII.63) და მესტიაში (21.VIII.57)—ტყის პირას მდელოზე. საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.
24. *Sarcophaga subvicina schultsi* (Mull.) აღნიშნულია აფხაზეთში [5]. ჩვენ მიერ აღებულია ბახმაროს (VII.VIII.63). კეტრისისა (24.VII.54) და რეხას (19.VIII.61). მიდამოებში—ბალახებზე.
25. *Sarcophaga carnaria lehmanni* (Mull.) ჩვენ მიერ ნაპოვნია თბილისში (19.VII.63), საგარეჯოში (19.IX.63), ყვარელში (17.IX.63), ლაგოდეხში (10.IX.63), ბახმაროზე (10.VIII.63), სოხუმში (27.VIII.63) და ონში (25.IX.63)—ნაგავზე და ადამიანის ფეკალიებზე.
26. *Sarcotachinella sinuata* (Meig.). ცნობილია დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში [2]. მასალა აღებულია ზესხოში (29.VIII.57).
27. *Heteronychia schineri* (Bezzi). გავრცელებულია აფხაზეთში [5]. ჩვენ მიერ ნაპოვნია ყვარელში (17.IX.63)—ადამიანის ფეკალიებზე.
28. *Heteronychia recta* (Rohd.). აღნიშნულია აფხაზეთში [5]. ჩვენ მიერ მოპოვებულია ბახმაროზე (21.VIII.63) და ზერბითში (2.VIII.61).
29. *Heteronychia filia turana* (Rohd.). აღებულია სოფ. ტყვიავში (20.VII.63)—მცენარეულ საფარზე. საქართველოში აღინიშნება პირველად.
30. *Heteronychia haemorrhoides* (Bött). აღნიშნულია აფხაზეთში [5]. ჩვენ მიერ ნაპოვნია სოხუმში (29.VIII.63)—თევზის ნარჩენებზე.
31. *Heteronychia bletcheriana* (Rohd.). მოპოვებულია ლაგოდეხში (10.IX.63), უშგულში (21.VIII.57) და ყორულდაში (7.VII.57). საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.



32. *Heteronychia fertoni* (Vill.). ნაპოვნია კეტრისში 4.VIII.55). საქართველოსათვის აღინიშნება პირველად.

ამრიგად, *Sarcophaginae*-ებიდან ჩვენს მიერ საქართველოში ჯერჯერობით მოპოვებულია 32 სახეობა, რომელთაგანაც 16 პირველადაა ჩვენ მიერ აღნიშნულია, ორი კი (*Heteronychia fertoni* (Vill.), *Perretia lunigera* (Bött.)) დღემდე უცნობი იყო საბჭოთა კავშირის ფარგლებშიც.

ზემოჩამოთვლილი სახეობებიდან *Bellieria melanura* (Meig.), *Bercaca haemorrhoidalis* (Fall.), და *Ravinia striata* (F.) ფართოდ გავრცელებული სინანტროპული ფორმებია, ხოლო ენდემურია ერთი სახეობა *Heteronychia recta* (Rohd.).

შედარებით მოკლე დროში ჩატარებული მუშაობის შედეგად გამოვლინებულ სახეობათა სიმრავლე საფუძველს გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ საქართველოში გავრცელებულ სარკოფაგინების სახეობათა რიცხვი ბევრად უფრო მეტია, ვიდრე ამჟამადაა ცნობილი. ცხადია, ამ მწერთა ფაუნისტური შედგენილობა მომავალში კიდევ უფრო შეივსება და დაზუსტდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 8.5.1964)

ЭНТОМОЛОГИЯ

М. Г. ГУДЖАБИДЗЕ

МАТЕРИАЛЫ К ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ФАУНЫ *SARCOPHAGINAE* (DIPTERA, *SARCOPHAGIDAE*) ГРУЗИИ

Резюме

В работе представлены результаты камеральной обработки саркофагин, собранных нами в различных районах Грузии летом 1963 г., а также коллекционные материалы Института зоологии АН ГССР.

Систематическая принадлежность материала определена в Зоологическом музее МГУ под руководством проф. Б. Б. Родендорфа.

Работа содержит фаунистический список саркофагин Грузии. Из перечисленных нами 32 видов 16 впервые отмечаются для Грузии, а два— для СССР. Это обстоятельство дает право полагать, что фаунистический состав саркофагин Грузии, по-видимому, является сравнительно богатым.

დაგომავალი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. А. Зайцев. К фауне домашних мух гор. Тбилиси. Труды Зоологического института АН ГССР, т. 8, 1947.
2. Д. Н. Кобахидзе. Анализ наземных биоценозов центральной части Колхидской низменности. Труды Зоологического института АН ГССР, т. 5, 1943.
3. Л. П. Каландадзе и С. В. Чилингарова. Материалы к изучению мух Грузии (преимущественно синантропных). Мед. пар., т. 9, вып. 5, 1940 518—520.
4. Г. И. Радде. Коллекция Кавказского музея, т. 1, 1899.
5. Б. Б. Родендорф. Сем *Sarcophagidae* (часть 1). Фауна СССР, т. 19, вып. 1, 1937.
6. ე. სენიასვილი. ბორჯომის რაიონის სინანტროპულ ბუზების ფაუნა და ოთახის საზრდეთის ბუზის *Musca domestica vicina*-ს ფენოლოგია. სამედიკ. პარაზიტ. და ტროპ. სნეულებათა სამეცნ. კვლევითი ინსტ. შრომათა კრებული, ტ. 3, თბილისი, 1961.

Г. В. ГЕГЕНАВА

К КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ
 ПЕСТИЦИДОВ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 15.9.1964)

Предполагаемая техническая эффективность с учетом наличия устойчивых индивидов вредных организмов рассчитывается по формуле Гуйпилса [1]:

$$\Delta_y = \Delta_{50} + \lambda(\Delta_{92} - \Delta_{50}), \quad (1)$$

где Δ_y — логарифм концентрации, дающий необходимый процент смертности; Δ_{92} и Δ_{50} — логарифмы концентрации, дающие соответственно 92 и 50% смертности; λ — постоянная, определяемая по таблице.

Таблица 1

Значение постоянной λ формулы Гуйпилса

№ пп	Желаемый процент смертности	Величина λ	№ пп	Желаемый процент смертности	Величина λ
1	80,0	0,600	10	99,995	2,751
2	90,0	0,900	11	99,999	3,000
3	92,0	1,000	12	99,9995	3,123
4	95,0	1,163	13	99,9999	3,340
5	99,0	1,640	14	99,99995	3,460
6	99,5	1,821	15	99,99999	3,670
7	99,9	2,250	16	99,999995	3,760
8	99,95	2,327	17	99,999999	5,980
9	99,99	2,600			

В лабораторных и полуполевых условиях испытываются различные концентрации изучаемого пестицида. Полученные данные наносятся на пробит-логарифмовую сетку, и методом интерполирования определяются значения Δ_{92} и Δ_{50} ; затем подбирается процент смертности, который необходимо получить, а из таблицы берется соответствующее этому проценту λ ; значения Δ_{92} , Δ_{50} и λ подставляются в первую формулу, и антилогарифмированием определяется концентрация пестицида, приемлемая в производственных условиях.

При этом необходимый процент гибели подбирается в зависимости от потенциала размножения вредного организма. Например, если насекомое имеет одну генерацию и небольшую половую продукцию, для предот-



вращения его вредного действия достаточна 95% смертность ($\lambda = 1,163$), а при наличии генерации 10—12 и более и большой продукции (тли, клещики и т. д.) можно достичь указанной цели только при 99,999999% смертности ($\lambda = 3,98$) и т. д.

Рассчитанные таким путем концентрации пестицидов могут обеспечить получение необходимого процента гибели вредных организмов. Однако необходимо до их использования в производственных условиях определить безвредность этих концентраций для защищаемых растений. Учитывая, что приведенная формула пригодна для вычисления эффективных концентраций против вредных организмов как животного (насекомые, клещи и т. д.), так и растительного (споры грибов и др.) происхождения, по нашему мнению, можно предполагать идентичность характера токсического действия пестицидов на вредные организмы и культурные растения. Поэтому возможно для количественной характеристики токсического действия пестицидов на защищаемые растения, в том числе для определения безвредных для этих растений концентраций, пользоваться той же формулой Гунниласа.

Между тем, если при безвредных для растений концентрациях пестицидов процент повреждения растений должен приближаться к нулю, то эффективные против вредных организмов концентрации, наоборот, стремятся к 100% уровню гибели этих организмов.

Следовательно, формула Гунниласа в вышеприведенном виде непригодна для определения безвредных для растений концентраций и необходимо ее преобразование.

За основу для преобразования, по нашему мнению, можно взять нижеследующие соотношения, характеризующие кривую «концентрация—смертность» [1, 2]:

$$\lambda_{50-x} = -\lambda_{50+x}, \quad (2)$$

$$\lambda = k(\Delta_y - \Delta_{50}). \quad (3)$$

Отсюда $\lambda_{50-42} = -\lambda_{50+42}$, $\lambda_8 = -\lambda_{92}$, но по таблице $\lambda_{92} = 1$, т. е. $\lambda_8 = -1$.

Подставив это значение λ в третью формулу, получим

$$\lambda = k(\Delta_8 - \Delta_{50}) = -1,$$

$$k = \frac{-1}{\Delta_8 - \Delta_{50}} = -\frac{1}{\Delta_8 - \Delta_{50}} = \frac{1}{\Delta_{50} - \Delta_8},$$

$$\lambda = \frac{1}{\Delta_{50} - \Delta_8} (\Delta_y - \Delta_{50}) = \frac{\Delta_y - \Delta_{50}}{\Delta_{50} - \Delta_8},$$

$$\Delta_y - \Delta_{50} = \lambda (\Delta_{50} - \Delta_8),$$

$$\Delta_y = \Delta_{50} + \lambda (\Delta_{50} - \Delta_8). \quad (4)$$

Для определения по этой формуле безвредных для защищаемых растений концентраций пестицидов (аналогично расчету эффективных про-

тив вредных организмов концентраций) требуются испытание на ожигаемость различных концентраций пестицида, нанесение полученных данных на пробит-логарифмовую сетку и интерполяция значения Δ_{50} и Δ_8 (логарифмы концентрации, вызывающие ожоги 50 и 8% листовой поверхности или других органов растений). Затем значения Δ_{50} , Δ_8 и λ подставляются в четвертую формулу, и антилогарифмированием рассчитывается безвредная для растений концентрация.

При подборе значения λ необходимо учитывать степень ожигаемости защищаемого растения, которая переносится им без особого нарушения процессов роста и развития. Это зависит также от индивидуальных особенностей вида растения, сорта и условия его произрастания, но, по нашему мнению, повреждение 0,01% листовой поверхности или других органов (цветы, почки, побеги и т. д.) или даже их опадение не может существенно сказаться на жизнеспособности растения. Значения же λ при 0,01% гибели какого-либо органа растения можно рассчитать с помощью второй формулы:

$$\lambda_{50-49,99} = -\lambda_{50+49,99} \quad \lambda_{0,01} = -\lambda_{99,99} \quad \lambda_{99,99} = 2,6 \quad \lambda_{0,01} = -2,6.$$

Четвертая формула примет следующий вид:

$$\Delta_{0,01} = \Delta_{50} - 2,6 (\Delta_{50} - \Delta_8). \quad (5)$$

При пользовании этой (пятой) формулой затрудняется определение процента ожигаемости растений для нанесения на пробит-логарифмовую сетку и дальнейшего интерполирования Δ_{50} и Δ_8 . В этом случае, на наш взгляд, целесообразно применение ранее предложенной нами методики [3,4], в частности классификации ожогов по Хорсфоллу—Баррэту, выведение среднего балла ожигаемости и его перевод в проценты с помощью расчетной кривой.

Определяя по пятой формуле относительно безвредные для растения концентрации разных испытуемых препаратов и сопоставляя их с высчитываемыми по первой формуле предполагаемыми эффективными против вредных организмов концентрациями, можно подобрать наиболее пригодные для производства препараты, их формы и оптимальные концентрации. Однако иногда может возникать необходимость применения концентраций, более высоких по сравнению с вычисленными по пятой формуле. В этом случае предпочтение надо отдать тем пестицидам и их формам, степень фитотоксичности которых при повышении концентрации увеличивается медленнее по сравнению с другими испытываемыми в тех же условиях препаратами. Показателем этого, как нам кажется, может служить наклон кривой фитотоксичности, определяемый на той же пробит-логарифмовой сетке.



Последний показатель для кривых токсичности в отношении вредных организмов Гувилс [1] и Михелс [2] определяют по формуле

$$b = \frac{I}{\Delta_{92} - \Delta_{50}} \quad (6)$$

Учитывая вышеприведенную аналогию и различия кривых токсичности и фототоксичности, а также результаты проведенного преобразования, для фитотоксичности можно принять формулу

$$b' = \frac{I}{\Delta_{50} - \Delta_8} \quad (7)$$

Таким образом, показатели сравнительной фитотоксичности можно определять по пятой и седьмой формулам. При этом, чем выше безвредная для защищаемых растений концентрация и чем меньше наклон кривой фитотоксичности, тем безопаснее испытуемый препарат для растений.

Ниже приводятся результаты одной серии опытов, проведенных нами для установления степени фитотоксичности эмульсии веретенного и трансформаторного масел и препарата № 30 для цитрусовых насаждений.

Тест-объектом служили побеги мандарина первой вегетации; они опрыскивались различными концентрациями перечисленных препаратов, и спустя 20 дней учитывалась их ожигаемость по 12-балльной системе Хорсфолла—Баррета и выводились средние баллы ожигаемости для каждой экспериментальной концентрации. На расчетной кривой [4] определялись соответствующие этим средним баллам проценты ожигаемости. Затем эти данные наносились на пробит-логарифмовую сетку и проводились нижеприведенные подсчеты (см. табл. 2 и график т).

Таблица 2

Ожигаемость побегов мандарина от действия эмульсии веретенного и трансформаторного масел и препарата № 30

№ п п	Концентрация по маслу в %	Логарифм концентрации	Количество учтенных листьев	Количество ожогших листьев	В том числе по баллам	Средний балл ожога	% ожога	% ожога в пробитах
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Эмульсия веретенного масла

1	2,5	0,39794	50	5	2—III 3—IV	0,36	0,5	2,4242
2	3,25	0,51189	50	16	7—IV 5—V 4—VI	1,54	3,0	3,1192

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	4,23	0,62634	52	23	4-III 9-IV 10-VI	2,08	5,0	3,3551
4	5,48	0,73878	47	34	12-V 5-VI 9-VII 8-VIII	4,61	30,0	4,4756
5	7,12	0,85248	50	41	6-III 5-V 3-VII 13-VIII 14-IX	5,88	60,0	5,2533
6	9,25	0,96614	47	47	14-VI 9-VII 11-VIII 6-IX 5-X 2-XI	7,68	90,0	6,2816

Эмульсия трансформаторного масла

7	2,5	0,39794	52	8	3-II 5-IV	0,55	0,75	2,5427
8	3,25	0,51189	47	13	7-IV 6-V	1,23	2,5	3,0400
9	4,23	0,62634	51	24	4-III 7-IV 13-V	2,05	5,0	3,3351
10	5,48	0,73872	58	34	7-V 5-VI 12-VII 10-IX	4,59	30,0	4,4756
11	7,12	0,85248	47	41	6-V 10-VI 8-VII 11-IX 1-X	6,48	70,0	5,5244
12	9,25	0,96614	49	48	12-V 10-VI 5-VII 8-VIII 3-IX 10-X	7,06	80,0	5,8416

Препарат № 30

13	2,5	0,39794	48	4	4-IV	0,33	0,4	2,3476
14	3,25	0,51188	51	12	8-IV 4-V	1,01	1,0	2,6737
15	4,23	0,62634	47	22	9-III 13-V	1,95	4,0	3,2493

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	5,18	0,73878	49	34	14-V 3-VI 11-VII 6-VIII	4,34	25,0	4,3255
17	9,12	0,85248	47	42	9-IV 4-V 9-VI 13-VII 7-IX	5,61	50,0	5,0000
18	9,25	0,56614	50	50	17-III 13-VI 6-VII 9-VIII 5-IX	5,76	55,0	5,1257

По данным, нанесенным на график 1, для эмульсии веретенного масла

$$\Delta_{50} = 0,814 \text{ и } \Delta_8 = 0,588.$$

Подставляем эти значения в пятую и седьмую формулы

$$\Delta_{0,01} = 0,814 - 2,6(0,814 - 0,588) = 0,226;$$

антилогарифм $0,226 = 1,683\%$;

$$b' = \frac{1}{0,814 - 0,588} = 4,4248.$$

Для эмульсии трансформаторного масла

$$\Delta_{50} = 0,83; \Delta_8 = 0,604;$$

$$\Delta_{0,01} = 0,83 - 2,6(0,83 - 0,604) = 0,242;$$

антилогарифм $0,242 = 1,746\%$;

$$b' = \frac{1}{0,83 - 0,604} = 4,4248.$$

Для препарата № 30

$$\Delta_{50} = 0,886; \Delta_8 = 0,646;$$

$$\Delta_{0,01} = 0,886 - 2,6(0,886 - 0,646) = 0,262;$$

антилогарифм $0,262 = 1,829\%$;

$$b' = \frac{1}{0,886 - 0,646} = 4,1666.$$

Как видно из этих данных, наилучшими фототоксическими показателями, т. е. наименьшей ожигаемостью, характеризуется препарат № 30, затем эмульсия трансформаторного масла и наконец эмульсия веретенного масла. При этом характерно, что величина наклона кривой для эмульсии веретенного и трансформаторного масел одинакова, а для препарата № 30

значительно меньше. Это указывает на меньшее увеличение степени ожигаемости препарата № 30 при одинаковом с другими испытуемыми эмульсиями повышении концентрации, что является доказательством его меньшей безопасности для защищаемых растений.

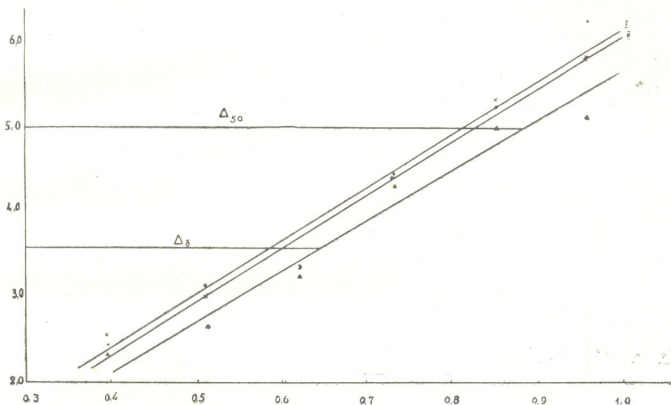


Рис. 1. Действие эмульсии веретенного и трансформаторного масел и препарата № 30 на побеги мандарина; на ординате—процент ожигаемости в пробитах, на абсциссе—логарифм концентрации в процентах; I—эмульсия веретенного масла, II—эмульсия трансформаторного масла, III—препарат № 30

Аналогично нами определялись показатели фитотоксичности тиофоса, метилэтилтиофоса, масляной эмульсии ДДТ, меркаптофоса, метилмеркаптофоса, интрациона и других препаратов. Во всех случаях при проверке результатов посредством предложенных формул были получены удовлетворительные ответы.

Следовательно, преобразованием формулы Гуинпилса выведены новые формулы, которые дают возможность определить фитотоксические свойства пестицидов испытанием 4—5 концентраций изучаемых препаратов в полуполевых условиях, без дальнейших широких полевых и производственных опытов. При этом учитывается наличие чувствительных к действию испытуемых препаратов индивидов растений, прослеживается динамика ожигаемости при увеличении или уменьшении концентрации изучаемых пестицидов и, что главное, определяются практически безвредные для защищаемых растений концентрации.

Грузинский институт защиты растений

(Поступило в редакцию 15.9.1964)

5. მიზანშეწონილი

პესტიციდების ფიტოტოქსიკოზის რამდენობის
შეფასებისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

პესტიციდების მოსალოდნელი ტექნიკური ეფექტიანობის გამოსაანგარიშებლად რეკომენდებული გუიპილსის ფორმულის გარდაქმნით მიღებული განტოლებები, რომლებიც საშუალებას იძლევა გამოთვლილ იქნეს შესასწავლი პესტიციდების ფიტოტოქსიკოზის მაჩვენებლები, კერძოდ მცენარისათვის უვნებელი კონცენტრაციები და მრუდის დახრილობა.

ამ მაჩვენებლების მისაღებად ჩვენ მიერ რეკომენდებულია ნახევრადსაველე პირობებში, მცენარის სხვადასხვა ორგანოს დაწვავზე, გამოიყენოს შესასწავლი პესტიციდების 4—5 კონცენტრაცია, დაწვის ინტენსივობა გამოიხატოს ბალობით ჰორსფოლ-ბარეტის მიხედვით, გამოითვალოს დაწვის საშუალო ბალი, მიღებული საშუალო ბალები გადაყვანილი იქნეს პროცენტებში; ისინი შემდგომ გადაიტანებიან პრობიტ-ლოგარიტმულ ბალებზე, მოხდება ინტერპოლირება. ამ გზით მიღებული რიცხვები ჩაისმება რეკომენდებულ ფორმულებში და მიიღება მცენარისათვის უვნებელი კონცენტრაციები; ამასთან გამოითვლება მრუდის დახრილობის მაჩვენებელი, რომელიც წარმოდგენას იძლევა შესასწავლი პესტიციდების ფიტოტოქსიკოზის დინამიკაზე.

ასეთი გაანგარიშება ხელსაყრელია, ვინაიდან მცირე მასშტაბის ნახევრადსაველე ცდები საშუალებას იძლევა სრული წარმოდგენა ვიქონიოთ შესასწავლად პრეპარატის ფიტოტოქსიკურ თვისებებზე ისე, რომ ამ მიზნით სპეციალურად არ ჩავატაროთ ფართო საველე და საწარმოო ხასიათის ცდები.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. P. Le Goupils Essais sur l'application des methodes du calcul des probabilites au depouilement mathematique des resultats d'experience. Ann. des Epiphyties, t. 8, 1942.
2. A. Michels. Le calcul de l'efficacite des fongicides et des insecticides. Parasitica, t. XII, № 3, 1956.
3. Г. В. Гегенава. К методике определения сравнительной фитотоксичности инсектофунгицидов. Сообщения АН ГССР, т. XX, № 6, 1958.
4. Г. В. Гегенава. Математическая обработка опытных данных по токсичности ядохимикатов. Труды Грузинского института защиты растений, т. 13, 1960.

ბ. წილოსანი

თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას გამომწვევის PSEUDOMONAS TABACI (WOLF ET FOSTER) — STEVENS ზოგიერთ ბიოლოგიურ თვისებაზე რადიკატიური ზოგირდის მოქმედების შესწავლისათვის (წარმოადგინა აკადემიკამა ლ. ყანჩაველი 25.9.1964)

რადიკატიურ ნივთიერებათა გამოყენებამ შესაძლებელი გახდა პათოგენური ორგანიზმებისა და მკვებავი მცენარის ქსოვილებში მათი ტოქსიკური პროდუქტების გავრცელების პრობლემის შესწავლა [1, 2, 3]. დღესათვის ცნობილია [4, 5, 6, 7] პათოგენური ბაქტერიებისა და სოკოების ნიშანდების მეთოდები. მიუხედავად ამისა, ცალკეული მიკროორგანიზმისათვის საჭიროა თავისებური მიდგომა. ამ მიზნით აუცილებელია საკვები არეს ისეთი აქტივობის შერჩევა, რაც არ იმოქმედებს მის სასიცოცხლო ფუნქციებსა და პათოგენურ თვისებებზე. მიკროორგანიზმების მიმართ, რადიკატიური მოქმედების შესახებ პირველი ცდები ჩაატარეს პასინეტმა და პორსელმა [8]. მათი მონაცემებით, ურანის ზემოქმედებით მიკროორგანიზმი დაიღუპა 24 საათის ექსპოზიციის შემდეგ. ლის [3] შეხედულებით, რადიაციით გამოწვეული დაზიანების ხარისხი დამოკიდებულია გამოსხივების რაოდენობასა და სახეზე, ბიოლოგიურ მასაში მაიონიზირებელი ნაწილაკების განაწილებაზე. სტრებელმა [9] დაამტკიცა რადიუმის შემათერხებელი მოქმედება აგარზე მოთავსებულ *Serratia marcescens* Bizo-ს მიმართ.

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას გამოწვევის *Ps. tabaci* (Wolf et Foster) Stevens მიმართ შეზღვევი საკითხების შესწავლა:

1. რადიკატიური გოგირდის სხვადასხვა ხვედრითი აქტივობის მოქმედება *Ps. tabaci* ზრდა-განვითარებაზე;

2. საკვები არეს ხვედრითი აქტივობის გავლენა *Ps. tabaci*-ს მორფოლოგიურ, კულტურალურ და ბიოქიმიურ თვისებებზე;

3. ნიშანდების ხარისხის დადგენა;

4. მომდევნო თაობებზე ნიშანდების გადაცემის შესაძლებლობა;

5. სხვადასხვა ხვედრითი აქტივობის გავლენა *Ps. tabaci*-ს პათოგენობაზე. *Ps. tabaci*-ს განვითარებისათვის შერჩეულ იქნა ბურკოლდერის საკვები არე, კარტოფილი—300 გ, პეპტონი—5 გ, NaCl —2 გ, გლუკოზა—6 გ, Na_2HPO_4 —2 გ, ლიმონწყავა Na —1 გ, ასპარაგინი—1 გ, და გამოხდილი წყალი—1000 მლ. აღნიშნულ საკვებ არეს ორნარიი მნიშვნელობა ჰქონდა: 1) მასზე *Ps. tabaci* ვითარდებოდა ისე, როგორც ხორცპეპტონიან ბულიონზე; 2) მის შემადგენლობაში შედის გოგირდი.

ნიშანდებისათვის ვიყენებდით გოგირდის რადიკატიურ იზოტოპს S^{35} , რომელიც იმითაა ხელსაყრელი, რომ მისი ნახევრად დაშლის პერიოდი 87 დღეს აღ-



წევს, რაც საცდელ ობიექტზე შედარებით ხანგრძლივი დაკვირვების საშუალებას იძლევა.

Ps. tabaci-ს ნიშანდებისათვის გამოვიყენეთ წმინდა კულტურის მეთოდი, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ საკვებ არეს ვარკვეული რაოდენობით ვუმატებდით რადიოაქტიური ვოგირდის $S^{36} Na_2SO_4$ ხსნარს.

ცდისათვის მომზადდა 0,78; 1,56; 3,12; 6,25; 12,5; 25 და $50 \mu Cu$ /მლ ხვედრითი აქტივობის ბურკოლდერის მყარი საკვები არე, რომელზეც სინჯარებში დახრილ აგარზე დაითესა *Ps. tabaci*. ზრდა-განვითარების შესადარებლად საკონტროლოდ დაითესა არარადიოაქტიურ საკვებ არეზე. ზრდის დინამიკაზე დაკვირვება ჩატარდა თვალზომით.

50 და $25 \mu Cu$ /მლ ხვედრითი აქტივობის საკვებ არეზე დათესილი ბაქტერიები, საკონტროლოსთან შედარებით, სუსტად განვითარდნენ, ხოლო 6,25; 3,12; 1,56; და $0,78 \mu Cu$ /მლ ხვედრითი აქტივობის საკვებ არეზე ბაქტერიები თითქმის ისეთნაირადვე განვითარდნენ, როგორც საკონტროლო.

აღნიშნული საკითხის ზუსტად დასადგენად ჩატარებულ იქნა შემდეგი ცდა. სხვადასხვა ხვედრითი აქტივობის (0,78; 1,56; 3,12; 6,25; 12,5; 25 და $50 \mu Cu$ /მლ საკვებ არეზე 5 დღე-ღამის ზრდის შემდეგ, თამბაქოს ჩოფურას გამომწვევი ბაქტერია გადაითესა პეტრის ჯამებში არარადიოაქტიურ საკვებ არეზე ჩხვლეტის მეთოდით ხუთ ადგილას. საკონტროლოდ ადებულ იქნა არარადიოაქტიური ბაქტერია, რომელიც მოვათავსეთ 25° ტემპერატურაზე. ბაქტერიების კოლონიების ზრდა-განვითარებას ვზომავდით მილიმეტრობით დათესვიდან 4, 7, 15, 24, 30 დღე-ღამის შემდეგ, (ცხრილი).

ცხრილი 1

სხვადასხვა ხვედრითი აქტივობის *Ps. tabaci*-ს კოლონიების ზომა (მმ)

დაკვირვების დრო დათესვიდან (დღე)	ხვედრითი აქტივობა (მიკრო Cu მლ)							საკონტროლო
	50	25	12,5	6,25	3,12	1,56	0,78	
4	6,0	6,4	6,9	6,8	7,6	8,3	8,3	8,4
7	17,9	1,8	18,8	18,9	19,1	19,5	19,5	19,5
15	21,9	22,5	22,5	22,7	22,8	23,8	23,9	24,0
24	24,6	25,0	25,1	25,4	25,4	25,4	25,5	25,8
30			o	8	o	3	3	

მაღალი ხვედრითი აქტივობის საკვებ არეზე აღზრდილი ბაქტერიების კოლონიები საკონტროლოს ოდნავ ჩამორჩნენ. რაც უფრო დაბალია საკვები არეს რადიოაქტივობა, მით უკეთესია ზრდა. არც ერთი ხვედრითი აქტივობის საკვებ არეზე ბაქტერიები ისეთ ზრდას არ იძლევიან, როგორც საკონტროლოზე. ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების მიხედვით, რადიოიზოტოპ S^{36} -ს *Ps. tabaci*-ის მიმართ ვარკვეული შემადგენელი მოქმედება აქვს.

რადიოაქტივობის ამ თვისების გამოყენება შეიძლება აღნიშნული ბაქტერიით გამრწვეული თამბაქოს დაავადების წინააღმდეგ საბრძოლველად.

უკანასკნელ ხანს ლიტერატურაში ვხვდებით ცნობებს სხვადასხვა მიკრო-

ორგანიზმების წინააღმდეგ რადიქტიური იზოტოპების გამოყენების შესახებ [5, 6, 9, 11].

ცდის მიზანს შეადგენდა დაგვედგინა, თუ რამდენ ხანში მიიღებდა *Ps. tabaci* რადიქტიუობის მაქსიმუმს რადიქტიური საკვები არედან, ე. ი. შეგვესწავლა ნიშანდების ხარისხი.

ცდისათვის გამოვიყენეთ ბურკოლდერის საკვები არე, რათა გაადვილებულიყო ზედაპირზე არსებული რადიქტიური ნივთიერებისაგან ბაქტერიების გარეცხვა. სხვადასხვა ხვედრითი 0,78; 1,56; 3,12; 6,25; 12,5; 25 და 50 მიკრო $Cu/მლ$ აქტივობის თხევად საკვებ არეზე სინჯარებში ჩაითესა *Ps. tabaci*-ს არარადიქტიური კულტურა. იმისათვის, რომ დაგვედგინა როდის მიიღებდნენ ბაქტერიები რადიქტივობის მაქსიმუმს, ცდის დაწყებიდან 2,5, 15, 30 და 50 დღე-ღამის შემდეგ რადიქტიურ საკვებ არეზე აღზრდილ ბაქტერიებს ვრეცხავდით შემდეგი წესით: რადიქტიური საკვები ბაქტერიებთან ერთად ასეპტიკურად გადაგვქონდა ცენტროფუგის სტერილურ სინჯარებში და ვრეცხავდით სტერილური წყლით, ვიდრე ნარეცი წყალი არ დაკარგავდა რადიქტივობას, რასაც ვამოწმებდით $ДП-100$ აპარატით. გარეცხილი ბაქტერიები გადაგვქონდა წინასწარ აწონილ ჰაერმშრალ ფოლგებზე, რომელთაც კვლავ ვაშრობდით 50–60° ტემპერატურაზე, ხელახლა ვწონდით და ვრეცხავდით აპარატით $ДП-100$.

აქტივობას ვზომავდით იმპულსებით წამებში და გადაგვყავდა ბაქტერიების წონით ერთეულზე. ცდის შედეგი მოცემულია მე-2 ცხრილში და სურათ 1-ზე.

ცხრილი 2

Ps. tabaci-ს ნიშანდების ხარისხი საკვები არეს ხვედრითი აქტივობისა და ექსპოზიციის მიხედვით

საკვები არეს ხვედრითი აქტივობა მიკრო $Cu/მლ$	ე ქ ს პ ო ზ ი ც ი ა				
	2 დღე 10 ⁶ (1)	5 დღე 10 ⁶	15 დღე 10 ⁶	30 დღე 10 ⁶	50 დღე 10 ⁶
0,78	0,4	0,7	0,8	0,4	0,2
1,56	0,5	0,8	0,9	0,6	0,2
3,12	1,1	1,5	1,6	0,8	0,3
6,25	1,7	2,8	2,9	0,9	0,8
12,5	1,8	4,2	6,0	2,2	0,8
25,0	10,4	11,7	11,0	7,5	1,8
50,0	13,0	17,0	17,8	11,2	3,0

ჩვენ მიერ გამოცდილი ყველა კონცენტრაციის დროს *Ps. tabaci* საკვები არედან რადიქტივობის მაქსიმუმს იძენს დათესვიდან მეხუთე დღეს; შემდეგ კი ბაქტერიების რადიქტივობა თანდათან კლებულობს, ვინაიდან გოგირდის იზოტოპი S^{35} ადვილად გამოდის ბაქტერიის უჯრედიდან, რაც შესამჩნევია მაღალი ხვედრითი აქტივობის საკვებ არეზე აღზრდილ ბაქტერიებში.

Ps. tabaci-ს მორფოლოგიურ, კულტურალურ და ბიოქიმიურ თვისებებზე რადიქტივობის გავლენის მიზნით არარადიქტიური ბაქტერიები ვადაითესა 0,78; 1,56; 3,12; 6,25; 12,5; 25 და 50 $\mu Cu/მლ$ ხვედრითი აქტივობის საკვებ

(1) 10⁶ — მოცემულია იმპულსებით წუთებში.

არეზე. ხუთი დღე-ღამის ზრდის შემდეგ, რაც საკმარისია საკვები არედან რადი-
 აქტივობის მაქსიმუმის მისაღებად, ბაქტერიები გადათესილ იქნა სხვადასხვა
 სახის საკვებ არეზე. საკონტროლოდ აღებული გვექონდა არარადიოაქტიური
 შტამი (ცხრილი 3).

მე-3 ცხრილიდან ირკვევა, რომ რადიოაქტიურმა შტამებმა დაკარგეს საკვე-
 ბი არეს ფლურესცირების უნარი. მცირე განსხვავება ბაქტერიების ზომებში.
 რაც უფრო იზრდება საკვები არეს ხვედრითი აქტივობა, მით უფრო კლებულობს
 ბაქტერიების ზომა, კარგავენ ნიტრატების რედუქციის უნარს, იწვევენ რძის
 პეპტონიზაციას, სახამებლის სუსტ დაშლასა და სუსტად წარმოშობენ სიმყავეს
 სახაროზაზე.

ბაქტერიების თაობებში რადიოაქტივობის გადაცემის შესწავლას დიდი მნიშ-
 ვნელობა აქვს. მისი დადებითად გადაჭრის შემთხვევაში შესაძლებელი ხდება
 მცენარეში ნიშანდების მეთოდით ბაქტერიების აღმოჩენა და ამასთან დაკავში-
 რებით მცენარეთა პათოლოგიაში ზოგიერთი ისეთი თეორიული და პრაქტიკუ-
 ლი მნიშვნელობის საკითხის გადაწყვეტა, როგორცაა პათოგენური ორგანიზმე-
 ბისა და მცენარის ქსოვილებში მათი ტოქსიკური პროდუქტების გადაადგილე-
 ბა და სხვ.

აღნიშნული საკითხის შესასწავლად *Ps. tabaci*-ს რადიოაქტიური კულტურა
 გადაითესა პეტრის ჯამებში არარადიოაქტიურ საკვებ არეზე ჩხვლეტის მეთოდით.
 გადათესვიდან მე-15 დღეს განვითარებული კოლონიების ნაპირებიდან ვიღებ-
 დით ბაქტერიულ ნაცხს, რომელიც გადაგვექონდა ალუმინის ფოლგაზე; საწყისი
 რადიოაქტივობის თავიდან აცილების მიზნით კოლონიების ცენტრალური ნაწი-
 ლიდან ნაცხს არ ვიღებდით.

გამოირკვა, რომ ჩვენ მიერ გამოცდილი ყველა კონცენტრაციის დროს რადი-
 აქტივობა ბაქტერიების შემდეგ თაობებს გადაეცემა. ეს მოვლენა განსაკუთრე-
 ბით ძლიერია მაღალი კონცენტრაციების დროს, რაც, ჩვენი აზრით, გამოწ-
 ვეული უნდა იყოს ძლიერი რადიოაქტიური საწყისით.

Ps. tabaci-ს პათოგენურ თვისებებზე სხვადასხვა ხვედრითი აქტივობის
 გავლენის დასადგენად გამოხადდა 50; 25; 12,5; 6,25; 3,12; 1,56 და 0,78 μ Cu/მლ.
 აღნიშნულ საკვებ არეზე *Ps. tabaci* ხუთი დღის ზრდის შემდეგ დავასენიანეთ
 თამბაქოს მცენარე (ჯიში ტრაპიზონი 285). საკონტროლოდ თამბაქოს მცენარის
 დასასენიანებლად ავიღეთ არარადიოაქტიურ საკვებ არეზე აღზრდილი ბაქტერი-
 ები. ცდა ჩატარდა ორ სერიად — 15 მაისს და 25 ივლისს.

თითოეულ ცდაში ყოველი ვარიანტი მოიცავდა სამ განმეორებას.

ხელოვნურ დასენიანებას ვახდენდით შემდეგი მეთოდით: თამბაქოს ახალ-
 გაზრდა ფოთლების ქვედა მხარეზე პიპეტის საშუალებით გადაგვექონდა ბაქტე-
 რიული სუსპენზიის წვეთი (ყველა ვარიანტისათვის ერთი და იგივე კონცენტ-
 რაციისა. ამას ვაღწევდით ბაქტერიულ სტანდარტთან შედარებით). მის შუა-
 გულს ვჩხვლეტდით სტერილური ენტომოლოგიური ნემსით, რათა დაგვეზიანე
 ბინა ფოთლის ეპიდერმისი. ეს იმიტომ, რომ ბაქტერია მცენარის ქსოვილში ად-
 ვილად იჭრება მექანიკურად დაზიანებული ადგილიდან [7]. ტენიანობის შექმნის

Ps. tabaci-ს არარადაქტიურა და რადაქტიურა შუამის მონოფაგურობი, კულტურალური და ბიოქიმიური თვისებები

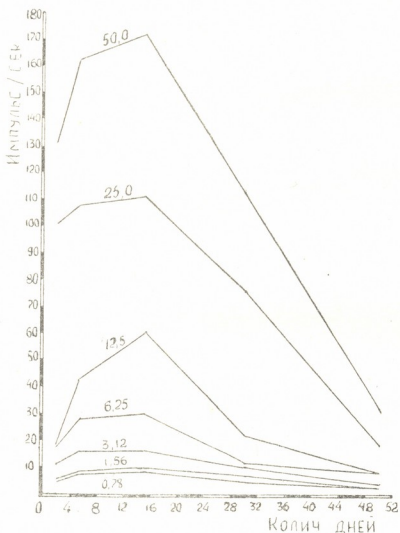


შუამის № №	კოლონიების ფორმა, სტრუქტურა ხვა	მიკროსკოპული აღწერა			ზრდა ხზბ	დამოკიდებულება ენობადთან	ქელოტინის გათხევადება ნიტრატების დუქია	კელოლეები რძეში	მოქმედება შაქრებზე				ინდიოლის წარმოშობა	სპირობის წარმოშობა	სახანებლოს დამულა		
		ფორმა	შეღებვა გრამის მით. მოჩაობა	სიღიღღე					გალუკოზა	სახაროზა	ლაქტოზა	გლიცერინი					
შუამის 28	0.7	არარადაქტიური მთათრო, ფლუორ-ესცირებული, მრგვალი, კიდვები დაკბილული, გლუვი, პრიალა, საშუალო კონსისტენციისა	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,5 1,46-2,72	ფლუორესცი. ამღვრევს, ნალექი, თხელი აპკი	აგ-რბ-ბი	სუს. +	+	+	+	+	+	+	+	+	
		რადაქტიური, მოთეთრო, მოგვალი, კიდვები დაკბილული, გლუვი, პრიალა, საშ. კონსისტენციის	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,44 1,46-2,69	სუსტად ამღვრევს, სუსტი ნალექი, თხელი აპკი	" "	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	
		მთეთრო, მრგვალი, კიდვები დაკბილული, გლუვი, პრიალა, საშუალო კონსისტენციისა	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,44 1,46-2,62	სუსტად ამღვრევს, სუსტი ნალექი, თხელი აპკი	" "	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,48 1,46-2,14	სუს. ამღვრევს, ნალ., თხე. აპკ.	" "	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,44 1,46-2,5	სუს. ამღვრევს, ნალ. თხე. აპკი	" "	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+
შუამის 28	1.5	"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
შუამის 28	500	"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		"	ჩირები ერთეულად, წყვილად	+	0,3-0,4 1,17-2,03	"	" "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

თბილისის ჯეოგრაფიკული ჩიფის კაბინეტის

მიზნით ხელოვნურად დასენიანებულ მცენარეებს ვათავსებდით მინის ზარის ქვეშ.

ავადმყოფობის საინკუბაციო პერიოდი ვარიანტების მიხედვით სხვადასხვაა. დასენიანებიდან მეოთხე დღეს დაავადების სიმპტომები გამოვლინდა 0,78 და 1,56 μ Cu/მლ საკვებ არეზე აღზრდილი ბაქტერიებით დასენიანებულ ფოთლებზე, მაშინ როდესაც საკონტროლოში დაავადება ერთი დღის დაგვიანებით გამოჩნდა, ხოლო მაღალი აქტივობის დროს 25 და 50 μ Cu/მლ საკვებ არეზე აღზრდილი ბაქტერიებისაგან გამოწვეული დაავადება აღინიშნა დასენიანებიდან მეშვიდე დღეს (ცხრილი 4).



სურ. 1

ასევე თვალსაჩინო სხვაობა აღინიშნა ბაქტერიებით საცდელი მცენარეების დაავადების მსვლელობასა და სიძლიერის ხარისხში. 25 და 50 μ Cu/ მლ კონცენტრაციის დროს დაავადება პირველი გამოჩენის შემდეგ არ განვითარებულა და პირველადი დაზიანება ცდის დასრულებამდე უცვლელი დარჩა. ყველაზე ძლიერად (საკონტროლოსთან შედარებით) დაავადდა მცენარეები 0,78 და 1,56 μ Cu/მლ ხვედრითი აქტივობის საკვებ არეზე აღზრდილი ბაქტერიებით; საკონტროლოს დონით კი მცენარეები დაავადდეს 3,12 და 6,25 μ Cu/მლ ხვედ-

რითი აქტივობის საკვებ არეზე აღზრდილმა შტამებმა. ასეთივე შედეგი მივიღეთ *Ps. mori*-ს შემთხვევაში [6].

ცხრილი 4

ვარიანტი სხვადასხვა ხვედ. აქტი. საკ. არეზე აღზრდილი	დასენიანების თარიღი	დაავადების გამორენა ხელოვნურად დასენიანების დღიდან	დაავადების სიმძლიერე	შ ე ნ ი შ ვ ნ ა
0,78	15 მაისი	მეოთხე	ძლიერი	ვინიდან ცდის ორივე სერიის ყველა ვარიანტში ერთნაირი შედეგი მივიღეთ, ცხრალში ვიძლევით მხოლოდ ერთი სერიის შედეგებს.
1,56	15 მაისი	მეოთხე	ძლიერი	
3,12	"	მეხუთე	საშუალო	
6,25	"	მეხუთე	საშუალო	
12,5	"	მეხუთე	სუსტი	
25,0	"	მეშვიდე	სუსტი	
50,0	"	მეშვიდე	ძლიერსუსტი	
საკონტროლო	"	მეხუთე	საშუალო	

დასკვნები

1. მალალი ხვედრითი აქტივობის რადიოაქტიურ საკვებ არეზე *Ps. tabaci*-ს ზრდა შედარებით უფრო სუსტია, ვიდრე დაბალი ხვედრითი აქტივობისა და არარადიოაქტიულ საკვებ არეზე.

2. *Ps. tabaci*-ს საკვებ არედან რადიოაქტივობის მაქსიმუმს იღებს 5 დღე-ღამის შემდეგ.

3. *Ps. tabaci*-ს არარადიოაქტიური შტამის მორფოლოგიური, კულტურალური და ბიოქიმიური თვისებები შედარებით რადიოაქტიურ შტამთან, ძლიერ განიჩნევა ერთმანეთისაგან. რადიოაქტიურმა შტამებმა დაკარგეს საკვები არეს ფლუორესცირების უნარი. ისინი იწვევენ რძის პეპტონიზაციას და სახამებლის სუსტ დაშლას, სუსტად წარმოშობენ სიმჟავეს სახაროზაზე.

4. მალალი ხვედრითი აქტივობის (25 და 50 μ Cu/მლ) საკვებ არეზე *Ps. tabaci*-ს პათოგენობა სუსტდება, ხოლო დაბალი ხვედრითი აქტივობის დროს, საკონტროლოსთან შედარებით, ძლიერდება.

საქართველოს მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი
(რედაქციას მოუვიდა 15.9.1964)

МИКРОБИОЛОГИЯ

Г. А. ЦИЛОСАНИ

ДЕЙСТВИЕ РАДИОАКТИВНОЙ СЕРЫ НА НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ РЯБУХИ ТАБАКА *PSEUDOMONAS TABACI* (WOLF ET FOSTER) STEVENS

Резюме

Целью нашей работы являлось выяснение действия различных доз изотопа серы на некоторые биологические свойства возбудителя рябухи табака *Ps. tabaci*.

1. Изучалось действие радиоактивной серы различной удельной активности на рост и развитие возбудителя бактериоза табака. Опыты по-



казали, что изотоп серы S^{35} оказывает замедляющее действие на рост и развитие *Ps. tabaci*.

2. Установление степени радиоактивности выявило, что *Ps. tabaci* из питательных сред и испытанных нами концентраций получает максимум радиоактивности на пятый день. Затем радиоактивность бактерий постепенно снижается.

3. Влияние удельной активности на морфологические, культуральные и биохимические свойства показали, что радиоактивные штаммы потеряли способность флуоресцировать питательную среду; под действием высокой активности бактерии уменьшаются в размерах, теряют способность редуциции нитратов, неptonизируют молоко, слабо разжижают желатину и слабо окисляют сахарозу.

4. Исследовалось влияние различной удельной активности на патогенность *Ps. tabaci*. Заражение листьев табака (выращенного на питательной среде активностью 0,78 и 1,56 μ Ci/мл) бактериями происходит на третий день, а на контроле — на четвертый день.

Во время искусственного заражения табака, выращенного на питательных средах с удельной активностью 25,0 и 50,0 μ Ci/мл, болезнь проявлялась на седьмой день.

დავითიანი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. Beraha, G. Ramsey, M. Smith, W. Wright. Factors influencing the use of gamma radiation to control decay of lemons and oranges. *Phyt.*, vol. 49, № 2, 1952.
2. L. Beraha, G. Ramsey, M. Smith, W. Wright. Effects of gamma radiation on Brown Rot and Rhizopus Rot of peaches and the causal organisms. *Phyt.*, vol. 49, № 6, 1959.
3. D. Lea. Actions of radiations on living cells. Macmillan Co. New-York, 1947.
4. P. Waggoner, A. E. Dimond. Altering disease resistance with ionizing radiation and growth substances. *Phyt.*, vol. 43, № 3, 1957.
5. ლ. ყანჩაველი, რ. ყიფიანი, ქ. გიკაშვილი. ნიშნდებული ატომების მეთოდით ლიმონის წმელას გამომწვევის სოკოს *Phoma tracheiphila* და მისი მკვებავი მცენარის ურთიერთამოკიდებულების შესწავლისათვის. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, XVI, № 7, 1955.
6. გ. წილოსანი, ნ. ქანტორია, გ. კოკია. რადიოაქტიური გოგირდის მოქმედება თუთის ხის ბაქტერიოზის გამომწვევის *Pseudomonas mori* ზოგიერთ ბიოლოგიურ თვისებებზე. საქართველოს სსრ სოფლის მეურნ. მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 4, № 2, 1961.
7. Е. Н. Лебедева. Е. А. Самоцветова, К. И. Бельтюкова. О бактериальной яряхуе махорки и сигарного табака и возбудителях ее. Сб. работ по бактериальным болезням махорки и табака. Краснодар, 1936.
8. I. Warren. The use of radioisotopes in determining the distribution of *Bacterium stewartii* Erw. smith, within corn plants. *Phyt.*, vol. 41, № 9, 1951.
9. H. Strebelt. Zur Frage der lichttherapeutischen Leistungsfähigkeit des induktion-sfnuken-lichtes nebst Angale einiger Versuche über die bacterienfeindliche Wirkung der Bacquerelstrahlen. *Fortsch. Gebiete Rontgenstrahlen*, 1901.
10. P. Waggoner, A. E. Dimond. Altering disease resistance With ionizing radiation. *Phyt.*, vol. 46, № 2, 1956.
11. Е. Н. Мухин, Н. П. Пансенко. Влияние облучения CO^{60} на поражаемость клубней картофеля микроорганизмами. ДАН СССР, № 6, 1957.

თ. თოხაძე

ბლიკობენის ჰისტოქიმიური თავისებურებანი ხორხის კიბოში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვლ. ჟღენტმა 15.9.1964)

ხორხის კიბოს ფორმათა მრავალფეროვანება სადღეისოდ აღიარებულია როგორც კლინიკისტთა, ისე პათომორფოლოგთა მიერ. უდავოა ისიც, რომ კიბოს ფორმათა სხვადასხვაობას კლინიკური მიმდინარეობისა და სამკურნალო ზემოქმედებისადმი მგრძობელობის თვალსაზრისით, ამ ფორმათა განსხვავებული ბიოლოგიური და მორფო-ფუნქციური თავისებურებები უდევს საფუძვლად.

ამ განსხვავებათა გამოვლენას, კიბოს ცალკეული ფორმების გამოყოფასა და მათს კლინიკურ-მორფოლოგიურ შესწავლას, გასაგებია, რომ დიდი მნიშვნელობა აქვს მკურნალობის სწორი ორგანიზაციის საქმეში.

ხორხის კიბოს ამჟამად არსებული მიკრომორფოლოგიური კლასიფიკაციაში ეყრდნობა სიმსივნური ქსოვილის სიმწიფის ხარისხისა და სტრუქტურული ელემენტების დიფერენციაციის განსაზღვრას.

ჯერ კიდევ ბ რ ო დ ე რ ს ი მ [1] განსაზღვრა კიბოს ავთვისებიანობის 4 ხარისხი — უმწიფარი უჯრედოვანი ელემენტების რაოდენობის მიხედვით. ეს დაყოფა, როგორც ცნობილია, თითქმის აღარ იხმარება, რადგან აღმოჩნდა, რომ ერთისა და იმავე სიმსივნის სხვადასხვა უბანი უმწიფარი უჯრედოვანი ელემენტების სხვადასხვა რაოდენობას შეიცავს.

არ გავრცელდა პრაქტიკაში აგრეთვე რ უ ბ ე ნ ს-დ უ ე ა ლ ი ს ა და ლ ა კ ა ს ა ნ ი ს მიერ მოწოდებული დაყოფა. ისინი გამოყოფენ კიბოს სამ ფორმას, როგორცაა: 1) ეპიდერმოიდული კარცინომა: ა) კანის ტიპი (ჰემარიტი გაჩქავებული მარგალიტები); ბ) ლორწოვანის ტიპი (პარაკერატოზი); 2) არადიფერენცირებული ანუ ბაზოცელულური კარცინომა; ვ) პირველსა და მეორეს შორის გარდამავალი ტიპი.

ბ ლ უ მ ლ ა ი ნ მ ა [2] სპეციალურად ხორხის კიბოსათვის დაადგინა შემდეგი კლასიფიკაცია: ტ ი პ ი ა—კიბო დიფერენციაციისადმი დიდი მიდრეკილებით; ტ ი პ ი ბ—კიბო დიფერენციაციისადმი მცირე მიდრეკილებით; ტ ი პ ი ც— გარდამავალი ფორმები ა-სა და ბ-ს შორის.

ბოლოს, კ ლ ა ი ნ ზ ა ს ე რ ი [3] 292 შემთხვევის მიკრომორფოლოგიური შესწავლის საფუძველზე გამოყოფს ხორხის კიბოს 3 ფორმას: 1) მწიფე წვეტოვანუჯრედოვანი კიბო; 2) უმწიფარი წვეტოვანუჯრედოვანი კიბო; 3) არადიფერენცირებული კიბო.

კლანხასერმა ტერმინი „ბრტყელუჯრედოვანი“ შეცვალა ტერმინით „წვეტოვანუჯრედოვანი“. ამას იგი იმით ასაბუთებს, რომ, ჯერ ერთი, არავის არ და-

უმტკიცებია ხორხის ყველა კიბოს ბრტყელი ეპითელიდან წარმოშობა და, მეორეც, ხორხის კიბოში ყოველთვის არ ჩანს ბრტყელი ეპითელის მსგავსი ქსოვილოვანი სტრუქტურა.

ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ამ კლასიფიკაციებში სათანადო ყურადღება არ ექცევა კიბოთა ქსოვილის სტრუქტურული ელემენტების დიფერენციაციის სტადიის განსაზღვრას.

ვსწავლობდით რა ხორხის კიბოში გლიოგენის ჰისტოქიმიურ თავისებურებებს, ამასთან ვადარებდით რა მიღებულ მონაცემებს სიმსივნის ჰისტოლოგიურ მეთოდით შესწავლისას მიღებულ მონაცემებთან, ჩვენ დავინახეთ, რომ გლიოგენის ჰისტოქიმიური თავისებურებანი საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ხორხის კიბოს ფორმების უფრო ნატიფი დიფერენცირება. ვიდრე ეს შესაძლებელია ანათლების ჩვეულებრივი ჰისტოლოგიური მეთოდებით შეღებვისას.

ბუნებრივია, რომ კიბოს სხვადასხვა ფორმის დროს კიბოს ქსოვილში ნივთიერებათა ცვლის სხვადასხვა ტიპთან გვაქვს საქმე, რამაც არ შეიძლება გავლენა არ იქონიოს გლიოგენის, ცოცხალი უჯრედის ამ უმნიშვნელოვანესი ენერგეტიკული მასალის, რაოდენობრივ და თვისობრივ მდგომარეობაზე.

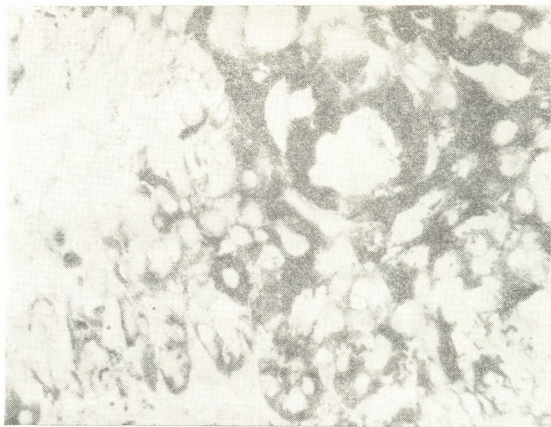
გ ა მ ო კ ვ ლ ე ვ ი ს მ ე თ ო დ ი კ ა

სიმსივნის ნაჭრები ფიქსირდებოდა შაბადაშის ნეიტრალურ საფიქსაციო ხსნარებში და პარაფინში ჩაყალიბების შემდეგ იჭრებოდა როტაციულ მიკროტომზე; მიღებული სერიული ანათლები, სისქით არაუმეტეს 4 მიკრონისა, იკვრებოდა ცხიმგაცილ სასაგნე მინებზე (30° სპირტით 37°-ის პირობებში). გლიოკოგენი ვლინდებოდა შაბადაშის მეთოდით (კალიუმის პერიოდატისა და შიფის ლეიკოფუქსინის დახმარებით). კონტროლის მიზნით ზოგიერთი სერიული ანათალი მუშავდებოდა ფერმენტ ამილაზით. შესადარებლად ვიყენებდით შეღებვას ჰემატოქსილინ-ეოზინითა და პიკროფუქსინით.

უცხოურ ლიტერატურაში ჩვენ შეგვხვდა ორი შრომა [4, 5], რომლებიც ხორხის კიბოს ქსოვილში გლიოგენის შეცულობასა და განაწილებას ეხება, მაგრამ ხორხის კიბოს ცალკეული ფორმების განსხვავების შესაძლებლობაზე ამ შრომებში არაფერია ნათქვამი.

ჩვენ გამოვიკვლიეთ ხორხის კიბოს 60 შემთხვევა. კონტროლისათვის შეისწავლებოდა ხორხის ნორმალური ლორწოვანი გარსი, აღებული ოპერაციის დროს ამოკვეთილი ხორხის შედარებით „სალი“ უბნებიდან (სიმსივნისაგან დაცილებული უბნები).

გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ხორხის ლორწოვანი გარსის მრავალშრიანი ბრტყელი ეპითელი ყოველთვის შეიცავს გლიოგენს. ამასთან მისი განაწილება ეპითელურ უჯრედებს შორის გარკვეული კანონზომიერებით ხასიათდება: ეპითელის ბაზალური შრე და წვეტოვანუჯრედოვანი შრის 2—5 რიგი ყოველთვის თავისუფალია გლიოგენისაგან. გლიოგენი ვლინდება მხოლოდ წვეტოვანუჯრედოვანი შრის ზემო რიგებში და, რაც უფრო ახლოა ზედაპირთან ესა თუ ის უჯრედი, მით უფრო მეტია მასში გლიოგენი, ხოლო ბრტყელ უჯრედებში გლიოგენის შეცულობა კიდევ უფრო იზრდება. მაშასადამე, რაც უფრო დიფერენცირებულია ეპითელური უჯრედი, მით უფრო მეტი გლიოგენი გროვდება მის ციტოპლაზმაში.



სურ. 1. ბრტყელუჯრედოვანი კიბო გარქავეებით. შელ. გლიკოგენზე შაბადაშის მეთოდით. გლიკოგენი ვლინდება შავად შეფერილი მარცვლებისა და ბელტების სახით. გად. 150 X



სურ. 2. წვეტიანუჯრედოვანი კიბო. შელ. გლიკოგენზე შაბადაშის მეთოდით. გად. 150 X

გლიკოგენის განაწილება ხორხის კიბოს პარენქიმაში ძირითადად ანვლო-ვიურია მრავალშრიან ბრტყელ ეპითელში მისი განაწილებისა. ბაზალური ტიპის უჯრედები, რომლებიც, ჩვეულებრივ, სიმსივნურ უჯრედთა კონგლომერატის პერიფერიაზეა განლაგებული, როგორც წესი, არ შეიცავს გლიკოგენს. გლიკოგენი ვლინდება უფრო ცენტრულად განლაგებულ (დიფერენცირებულ) უჯრედებში, ამასთან, რაც უფრო ახლოა ცენტრთან ესა თუ ის უჯრედი, მით მეტია მასში გლიკოგენი.

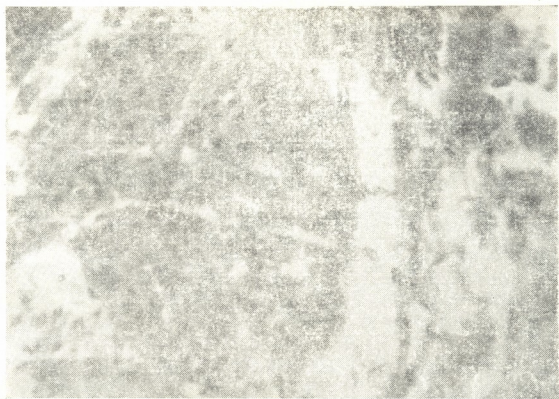
რაც შეეხება კიბოს მიკრომორფოლოგიურად განსხვავებულ ფორმებს, გლიკოგენის შეცულობის მხრივაც ისინი მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან; უფრო მეტიც, აღმოჩნდა, რომ მიკრომორფოლოგიურად მსგავსი შენების სიმსივნეები გლიკოგენის მორფოლოგიური სურათის მიხედვით ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან.

ხორხის კიბოს სხვადასხვა ფორმებში გლიკოგენის ჰისტოქიმიური სურათის თავისებურებათა სისტემატიზებისა და მათი მიკრომორფოლოგიურ მონაცემებთან დაპირისპირების შედეგად, ჩვენ შესაძლებლად მივიჩინეთ გამოგვეყო 4 ძირითადი ფორმა: 1. ბრტყელუჯრედოვანი კიბო; 2. წვეტოვანუჯრედოვანი კიბო; 3. ბაზალურუჯრედოვანი კიბო; 4. არადიფერენცირებული კიბო.

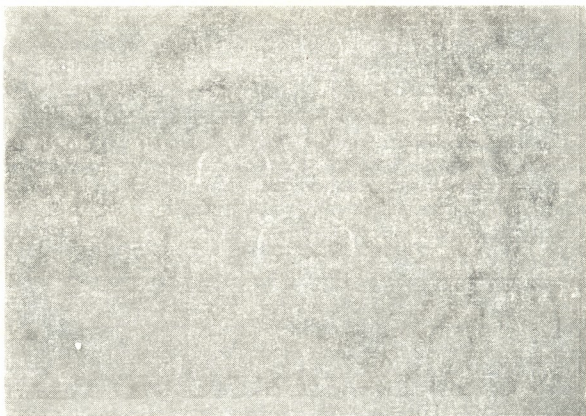
1. ბრტყელუჯრედოვანი კიბო ხორხის კიბოს ყველაზე მწიფე ფორმაა, როდესაც უჯრედები დიფერენცირდება ბრტყელუჯრედოვან სტადიამდე და სიმსივნური კონგლომერატების ცენტრში განიცდის გარქავებას. სიმსივნის პარენქიმა შეიცავს მრავალშრიანი ბრტყელი ეპითელის ყველა ელემენტს (ბაზალური, წვეტოვანი და ბრტყელი ტიპის უჯრედები). გლიკოგენის მორფოლოგიური სურათი ამ ფორმის კიბოში იმით ხასიათდება, რომ უჯრედთა პოპულაციაში ვლინდება გლიკოგენის შეცულობის ყველა გრადაცია: გლიკოგენის უარსებობა ბაზალური ტიპის უჯრედებში; წვეტოვანი ტიპის უჯრედებში გლიკოგენის არსებობა მარცვლებისა და მცირე ზომის ბელტების სახით და ბრტყელ უჯრედებში გლიკოგენის შედარებით დიდი რაოდენობით დაგროვება, სადაც ეს უკანასკნელი ბრტყელი ბელტების სახით თითქმის მთლიანად ავსებს ციტოპლაზმას. გარქავებულ მარგალიტებში გლიკოგენი მეტწილად სრულებით არ არის, და თუ გვხვდება, ისიც მცირე რაოდენობით (სურ. 1).

2. წვეტოვანუჯრედოვანი კიბოს ჩვენ ვაკუთვნებთ ისეთ შემთხვევებს, როდესაც უჯრედოვანი ელემენტების დიფერენციაცია ჩერდება წვეტოვანი უჯრედების სტადიაზე, ე. ი. ეპითელს, დედიფერენციაციის გამო, დაკარგული აქვს ბრტყელუჯრედოვანი ელემენტების წარმოქმნის ფუნქცია. ამ ფორმის კიბოს გლიკოგენური ცვლის სურათი იმით ხასიათდება, რომ ვლინდება გლიკოგენის შეცულობის მხოლოდ 2 გრადაცია: გლიკოგენის არარსებობა ბაზალური ტიპის უჯრედებში და მისი არსებობა მარცვლებისა და მცირე ზომის ბელტების სახით წვეტოვანი ტიპის უჯრედებში (სურ. 2).

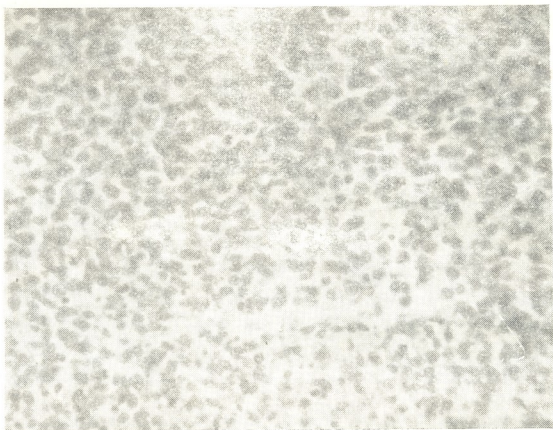
3. ბაზალურუჯრედოვანი კიბოს ნეგატიური ნიშანია წვეტოვანუჯრედოვან სტადიამდე მოუმწიფებლობა, როდესაც დედიფერენცირებულ ეპითელს შერჩენილი აქვს ერთადერთი ფუნქცია — შექმნას ბაზალური ტიპის უჯრედებისაგან შემდგარი პოპულაცია. ამ ფორმის კიბოს უჯრედოვან ელემენტებში გლიკოგენი თითქმის არ არის (სურ. 3 და 4).



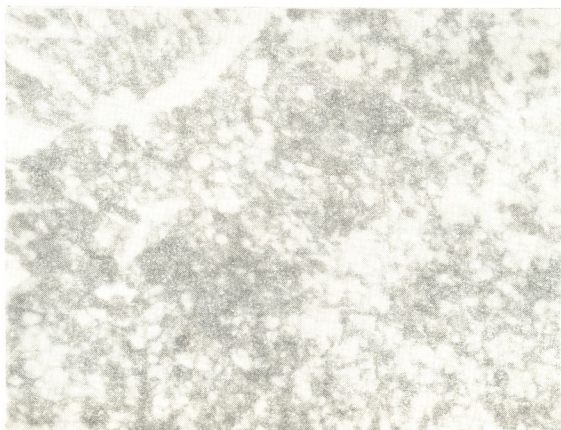
სურ. 3. ბაზალურუჯრედოვანი კიბო. შელ. ჰეპატოქსილინ-ფოზინით. გად. 150 X



სურ. 4. იგივე შემთხვევა, შელ. გლიკოგენზე შაბადაშის ნეოლით. გად. 150 X



სურ. 5. არადიფერენცირებული კიბო. შედ. ჰემატოქსილინ-ეოზინით. გად. 150 X



სურ. 6. იგივე შემთხვევა. შედ. გლიკოგენზე შაბადაშის მეთოდით. გად. 150 X

4. არადიფერენცირებულ კიბოს ჩვენ ვაკუთვნებთ ისეთ შემთხვევებს, როდესაც ეპითელი დედიფერენცირებულია იმდენად, რომ იგი კარგავს სპეციფიურ ფუნქციებს და უჯრედთა პოპულაცია უფრო მეტად ემზრონული ტიპის ეპითელს შეესაბამება. სიმსივნურ ქსოვილში გვხვდება მოზრდილი ნეკროზული უბნები. გლიკოგენის მორფოლოგიური სურათი თავისებურია: იგი ვლინდება უზვად და თითქმის მთლიანად ავსებს უჯრედულ კონგლომერატებს (სურ. 5 და 6). გლიკოგენის დაგროვება ამ ფორმის კიბოში ნეკრობიოზის პროცესებთან უნდა იყოს დაკავშირებული.

აღწერილი მეორე, მესამე და მეოთხე ფორმები ჩვეულებრივ ჰისტოლოგიურ პრეპარატებში კვალიფიცირდება ერთნაირად — როგორც კიბოს უმწიფადი ფორმები. გლიკოგენის ჰისტოქიმიური თავისებურებები საშუალებას გვაძლევს შედარებით იოლად გავარჩიოთ ისინი ერთმანეთისაგან; როგორც კიბოს თვისობრივად განსხვავებული ფორმები (წვეტოვანუჯრედოვანი, ბაზალურუჯრედოვანი, არადიფერენცირებული), განსხვავებული ბიოლოგიური თვისებებით. თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.9.1964)

АНАТОМИЯ

Т. А. ТОХАДЗЕ

ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛИКОГЕНА В РАКОВЫХ ОПУХОЛЯХ ГОРТАНИ

Резюме

Изучив гистохимические особенности гликогена в раковых опухолях гортани и сравнив результаты исследования с микроморфологическими особенностями тех же опухолей, обнаруженных при изучении материала обычными гистологическими методами (окраска гематоксилин-эозином и пикрофуксином), мы убедились в том, что гистохимические особенности гликогена в раковых опухолях гортани дают возможность более точно и тонко дифференцировать разные формы названных опухолей, чем это возможно при окрашивании материала обычными гистологическими методами. Было исследовано 60 случаев рака гортани.

После учета характерных особенностей гистохимической картины гликогена в различных случаях рака гортани и сопоставления их с микроморфологическими особенностями тех же случаев, оказалось возможным установить четыре основные формы рака гортани: 1) плоскоклеточный, 2) шиповатоклеточный, 3) базальноклеточный, 4) недифференцированный.

1. Плоскоклеточный рак является самой зрелой формой раковой опухоли гортани. В нем опухолевые клетки дифференцируются до плоскоклеточной стадии и ороговевают в центре раковых альвеол. Клеточная популяция такой опухоли содержит все элементы многослойного плоского эпителия (клетки базального, шиповатого и плоского типа). Морфологическая картина гликогенного обмена такой опухоли характеризуется тем, что в клеточных популяциях выявляются все стадии содержания гликогена: в клетках базального типа гликоген отсутствует; клетки шиповатого слоя содержат гликоген в небольшом



количестве в виде зерен или мелких глыбок; плоские клетки же очень богаты гликогеном, который почти совершенно заполняет цитоплазму. В полностью ороговевших клетках, жемчужинах, гликоген чаще отсутствует, реже встречается в небольшом количестве (рис. 1).

2. К шиповатоклеточным формам рака мы относим те случаи, когда дифференциация клеточных элементов останавливается на шиповатоклеточной стадии, т. е. эпителий в результате дедифференциации теряет способность образования плоских клеток. Картина гликогенового обмена в этой форме рака характеризуется тем, что выявляются только две градации содержания гликогена: отсутствие гликогена в клетках базального типа и содержание гликогена в виде зерен или небольших глыбок в клетках шиповатого типа (рис. 2).

3. Базальноклеточная форма рака характеризуется тем, что опухолевые клетки не дифференцируются до шиповатоклеточной стадии и дедифференцированный эпителий сохраняет единственную функцию — образовывать раковую популяцию, состоящую только из клеток базального типа. В опухолевых клетках этой формы рака гликоген почти полностью отсутствует (рис. 3 и 4).

4. К недифференцированной форме рака мы относим те случаи рака гортани, когда эпителий дедифференцируется до такой степени, что он теряет специфические функции, и клеточная популяция больше соответствует эмбриональному типу эпителия. В опухолевой ткани встречаются обширные некротические поля. Морфологическая картина гликогенового обмена очень своеобразна: гликоген выявляется в обильном количестве во всех клеточных элементах (рис. 5 и 6).

Описанные II, III и IV формы рака гортани на гистологических препаратах квалифицируются одинаково — как несозревающие формы рака. Только гистохимический метод выявления гликогена дает возможность среди них легко различать друг от друга принципиально важные варианты — качественно разные формы рака (шиповатоклеточный, базальноклеточный, недифференцированный), которые отличаются разными биологическими свойствами.

საგონიერებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. C. Broders. Squamous cell carcinoma of the lip. A Study of 537 cases. JAMA, 74, 1920, 656 — 664.
2. H. Blümlein. Zur histologischen Morphol. des Kehlkopfkrebse (Pathologisch-anatomische Untersuchungen an 156 Larynxcarcinomen der Univ. Hals—Nasen—Ohrenklinik Erlangen aus den Jahren 1947—1950. Arch. Ohren-Nasen u. Kehlkopfheilkunde, 159, 2 — 3, 1951, 198 — 202.
3. O. Kleinsasser. Über die Beziehungen zwischen Lebensalter, Sitz und histologischen Reifegrad beim Kehlkopfkarcinom. Zeitschr. Laryngol., Rhinol., Otol. u. Grenzgeb., 40, 3, 1961, 168 — 178.
4. C. Bolognesi, G. Caslelini. Indagini sul rapporto tra malignita clinica e malignita istologica del carcinoma del laringe. Minerva otorindaring., 13, 9, 1964, 273 — 280.
5. F. Braun-Falco. Studien am geschichteten Plattenepithel des Hypopharynx und Larynx unter normalen und pathologischen Bedingungen. Zeitschr. Laryng., Rhinol., Otol. u. ihre grenzgebiete, H. 8, 1961, 551 — 596.

დ. ძაჯანა, ს. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
წევრ-კორესპონდენტი)

თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ძირძისა და თალამური
ზალამრთავი ბირთვების ურთიერთობისათვის

ზოგიერთი ექსპერიმენტული ხასიათის შრომაში ნაჩვენებია იყო პირდაპირი კორტიკო-თალამური კავშირების არსებობა [1—6]. ამის შესაბამისად მრავალ ფიზიოლოგიურ გამოკვლევაში, განსაკუთრებით უკანასკნელ დროს, აღნიშნულ იქნა, რომ თალამური ვადამრთავი ბირთვების პასუხები მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის ქერქის შესაბამისი პროექციული უბნის გაღიზიანების (ან დაზიანების) გავლენით [7—17].

აღნიშნული ცდების შედეგები იმაზე მეტყველებენ, რომ დიდი ტვინის ქერქის პროექციული უბნები აფერენტულ იმპულსებს პასიურად კი არ მიმღებლობენ, არამედ თალამურ ვადამრთავ ბირთვებზე ზემოქმედების გზით, აქტიურად აწარმოებენ მათ რეგულაციას.

ქერქის მარეგულირებელი გავლენა, უპირველეს ყოვლისა, შემაკავებელი ხასიათისაა, რომელიც ქერქის მდგომარეობისაგან დამოკიდებულებით, შესაძლებელია შესუსტდეს, ან გაძლიერდეს. ზემოთმოყვანილი მოსაზრება წარმოადგენს არა წინასწარ ვარაუდს, არამედ დასკვნას, რომელიც დაფუძნებულია კონკრეტულ ფაქტებზე.

მრავალი მკვლევარის მიერ ნაჩვენებია იყო, რომ ქერქული ნეირონების აქტივობის გაძლიერებისას თალამური ვადამრთავი ბირთვების ნეირონების სპაზსუსო მოქმედება კნინდება [7, 8, 9]. ჩვენს ადრეულ ცდებშიც ნაჩვენებია იყო, რომ ქერქის ელექტრული გაღიზიანების გავლენით თალამური ვადამრთავი ბირთვის სპაზსუსო აქტივობა კნინდება [10, 11]. მაშინვე აღიძრა აზრი, რომ ეს გავლენა ალბათ, მუდმივი ხასიათისა უნდა იყოს.

ამ უკანასკნელი ვარაუდის შესამოწმებლად ჩატარებულ იქნა სპეციალური ცდები ქერქული აქტივობის პოსტონვულსიური დეპრესიით. ამ ცდებში [11—14] გვჩვენა, რომ ქერქული დეპრესიის გარკვეული სიღრმის დროს გღს-ის პასუხები მნიშვნელოვნად იზრდება ამპლიტუდაში. ამ ცდების ერთ-ერთ უარყოფით მხარეს წარმოადგენდა ის გარემოება, რომ ქერქის ელექტრული გაღიზიანების შემდეგ კრუნჩხვითი (ანუ გაძლიერებული აგზნებითი) აქტივობა ვითარდებოდა არა მარტო ქერქში, არამედ ქერქქვეშა სტრუქტურებშიც და მათ შორის თალამურ ვადამრთავ ბირთვშიც. კრუნჩხვით აქტივობას შეეძლო გაეზარდა თალამური ვადამრთავი ბირთვის ნეირონების აგზნებადობა, რომელიც თალამუსში კრუნჩხვითი აქტივობის ჩათავეების შემდეგ რამდენიმე ხანს შეიძლება კიდევ გაგრძელებულიყო. ასეთი შესაძლებლობა გამორიცხული იყო ჯერ კიდევ ჩვენს ადრეულ ცდებში [11—14], მაგრამ ხანგრძლივი ელექტრული გაღიზიანების არაბუნებრივი (დამაზიანებელი ან სხვა ხასიათის) მოქმედების უგულებელყოფა მა-



ინც არ შეიძლებოდა. გდს-ის პასუხების ამპლიტუდის გაზრდას შესაძლოა გავაკვეთულ ფარგლებში ხელოვნური ხასიათი ჰქონიყო და არ ყოფილიყო დამახასიათებელი დიდი ტვინის ქერქსა და თალამურ გადამრთავ ბირთვის შორის არსებული ურთიერთობისათვის. ყველაფერმა ამან გვაიძულა ისეთი ცდები ჩავგეტარებინა, რომლებიც თავისუფალი იქნებოდა დამატებითი გამართულებელი ფაქტორებისაგან. ამ მიზნით ჩატარდა რამდენიმე ცდა სუქციინილქოლინქლორიდის ხსნარის დიდი რაოდენობის ინტრავენუზურად შეყვანით, რომელიც ზოგიერთი შემთხვევითი დაკვირვების მიხედვით, მკვეთრად აცუდებდა ქერქის მდგომარეობას.

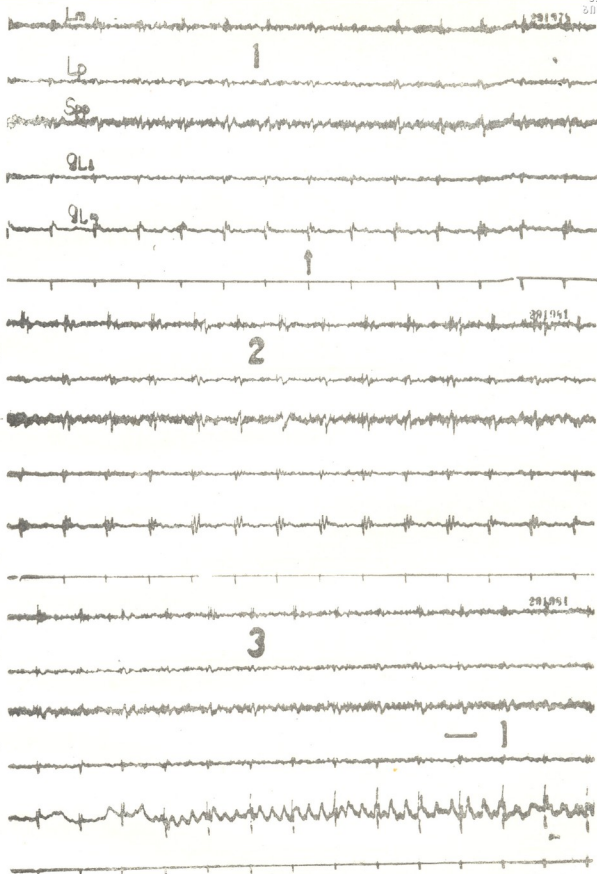
მ ე თ ო ლ ი კ ა

ცდები ჩატარდა დაუნარკოზებელ სუქციინილ-ქლორიდით დადამბლავებულ კატეზზე. ტრაქეოტომია; თავის ქალას ახდა და სხვა ქირურგიული მანიპულაციები ტვინზე და სისხლის ძარღვებზე წარმოებდა ეთერის ნარკოზის ქვეშ. ცდები იწყებოდა ეთერის ნარკოზის შეწყვეტიდან 2—2,5 საათის შემდეგ. პოტენციალები გამოვკვავდა მონო- და ბიპოლარულად გდს-დან და მხედველობითი (პირველადი და მეორადი) ქერქის ზედაპირიდან და აღირიცხებოდა ალვარის ელექტროენცეფალოგრაფზე. მტკივნეულ ადგილებში და ქრილობის ნაპირებში შეკვავდა ნოვოკაინის ხსნარი, რომელიც მეორდებოდა საჭიროების მიხედვით.

ც დ ე ბ ის შ ე დ ე გ ე ბ ი დ ა მ ა თ ი გ ა ნ ს ჯ ა

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ზოგიერთი ცდის დროს სუქციინილქოლინქლორიდის ხსნარიანი ბიურეტის ონკანი შემთხვევით ღია რჩებოდა. შედარებით მოკლე დროის მონაკვეთში ორგანიზმში ხსნარი შედიოდა დიდი რაოდენობით, რაც როგორც ჩანს, იწვევდა სისხლის წნევის მკვეთრ დაცემას და საერთო მდგომარეობის, პირველყოვლისა კი დიდი ტვინის ქერქის მდგომარეობისა, გაცუდებდას. ქერქის პასუხების ამპლიტუდა სინათლით გაღიზიანებაზე მკვეთრად მცირდებოდა. გდს-ის პასუხები ამ დროს მკვეთრად იზრდებოდა. ამ შემთხვევაში ჩვენ არ გვქონდა საქმე რაიმე არაბუნებრივ ზემოქმედებასთან (როგორცაა, მაგალითად, ძლიერი ელექტრული გაღიზიანება), რასაც შეეძლო შეეცვალა თალამური გადამრთავი ბირთვის ნეირონების აგზნებადობა, ამიტომ აუცილებლად ვცანით ამ ცდების გამეორება და დარწმუნება იმაში, რომ თალამური გადამრთავი ბირთვის ნეირონებზე ქერქულ გავლენას ნამდვილად ტონური შემაკავებელი ხასიათი აქვს. სურ. 1—3-ზე მოცემულია ერთ-ერთი ასეთი ცდის შედეგები. სურ. 1-ის ეგ 1 და 2-ზე ნაჩვენებია მხედველობითი ქერქისა და გდს-ის ელექტრული აქტივობა 35 მლ სუქციინილქოლინქლორიდის ხსნარის შეყვანამდე და შეყვანიდან 40 სეკუნდის შემდეგ. კარგად ჩანს, რომ სინათლის ყოველი განათების საპასუხოდ გდს-ის და მხედველობითი ქერქის სხვადასხვა უბანში აღმოცენდება პოტენციალები. ყურადღებას იპყრობს, როგორც ქერქის, ისე გდს-ის საპასუხო აქტივობის რამდენადმე გაუმჯობესება სუქციინილქოლინქლორიდის ხსნარის შეყვანის პირველ პერიოდში.

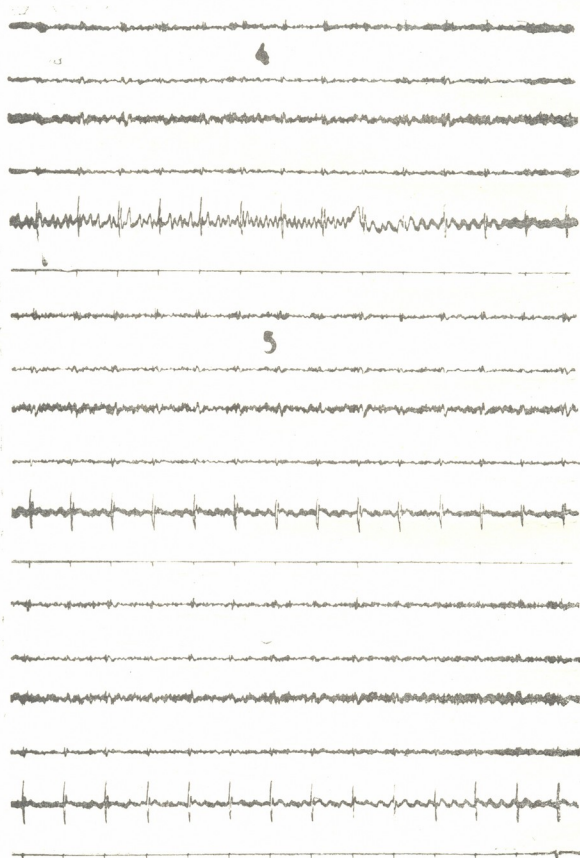
ქერქის საპასუხო მოქმედების გაუმჯობესება გამოიხატებ. პასუხების შედარებით რეგულარულ აღმოცენებაში, განსაკუთრებით მხედველობითი ქერქის მეორად ზონაში; (სურ. 1, ეგ 2).



სურ. 1. ყოველ ვეგ-ზე (აქ და შემდგომ სურათებზე) ხეიოდან ქვემოთ ბიოოლარულად აღირიცხება (ელექტროდებს შორის მანძილი 5-8 მმ) ლატერალური ხეიულის შუა (Lm) და უკანა (Lp) ნაწილების, უკანა სუპრასილივიური სხეულის (Spp) გარეთა დამუხლელი სხეულის (QLa)-ბი და მონოოლარულად გამოტანილი პასუხები. ქვემოთ სინათლით განათების აღნიშვნა (ხანგრძლივობა 1 მსეკ).

ვეგ 1—სექციონოლოგიკური დისნაოის დიდი რაოდენობით შეყვანამდე. ისრით აღნიშნულია ბიურეტის ონკანის გაღების მომენტი; ვეგ 2—ხსნარის შეყვანიდან 40 სეკ. შემდეგ; ვეგ 3—80 სეკ. შემდეგ. დროის კალიბრაცია=1 სეკ.; ამპლიტუდისა კი 0,2 მვ.

როგორც ჩანს, სუქცინილქოლინქლორიდის მოქმედების საწყისი პერიოდის განსაზღვრული დროის განმავლობაში ხდება თავის ტვინის სხვადასხვა უბ-



სურ. 2. ევგ 4-ის დასაწყისში ისარი აღნიშნავს სუქცინილქოლინქლორიდის ხსნარის ინტრავენტრალ შეყვანის დამთავრებას. ევგ 5 და 6 წარმოადგენს ევგ 4-ის უშუალო გაგრძელებას



ნის ნეირონების აგზნებადობის რამდენადმე მომატება. ამაზე მიუთითებს აკრეთ-ვე გღს-ის პასუხების გართულების ფაქტი. თუ სუქცინილქოლინქლორიდის შეყვანამდე პასუხები უმთავრესად შედგებოდა ერთხელობრივი უარყოფითი ტალღისაგან, სუქცინილ-ქლორიდის შეყვანიდან უკვე რამდენიმე ხნის შემდეგ პასუხები შედგება კარგად გამოხატული ორმაგი უარყოფითი ტალღისაგან. ცენტრალური ნერვული სისტემის საპასუხო მოქმედების ასეთი სახეცვლილება კი, როგორც ეს ნაჩვენები იყო ადრე [18], დაკავშირებულია აგზნებადობის მომატებასთან.

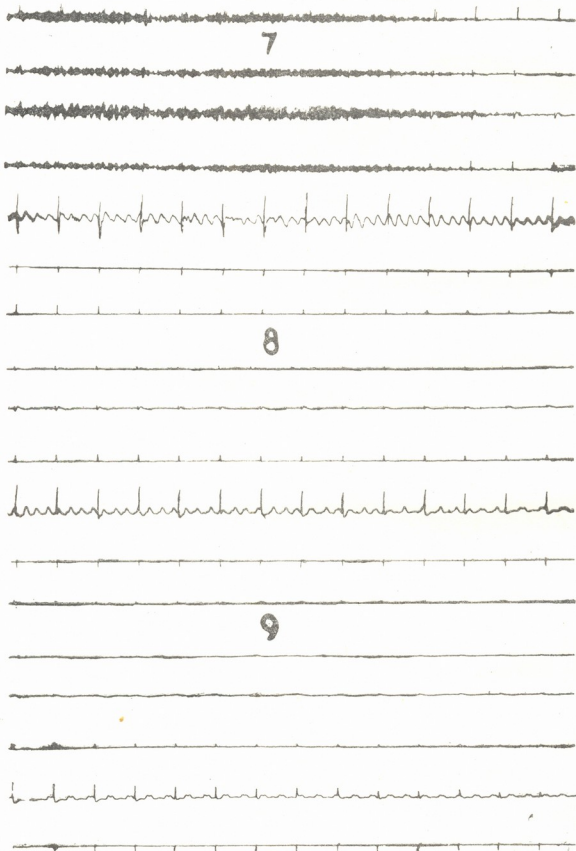
სურ. 1-ის ეეგ 3 ჩაწერილია ეეგ 2-ის ჩაწერიდან 40 წუთის შემდეგ, ანუ სუქცინილქოლინქლორიდის ხსნარის ინტრავენური შეყვანის დაწყებიდან 80 სეკუნდის შემდეგ. კარგად ჩანს პასუხების დათრგუნვა მხედველობითი ქერქის ყველა უბანში, მაგრამ მასთან ერთდროულად ხდება მონოპოლარულად გამოყვანილი გღს-ის პასუხების ამპლიტუდის მნიშვნელოვანი ზრდა (დასაწყისში თანდათანობით). ამასთან ერთად კარგად ჩანს, თუ როგორ იცვლება ფონური აქტივობის ხასიათი, რაც აგრეთვე შეინიშნებოდა ჩვენს ადრეულ ცდებში ქერქის ელექტრული გალიზიანებით გამოწვეული პოსტკონვულსიური დეპრესიისას [11—14].

ეეგ 4 (სურ. 2) წარმოადგენს ეეგ 3-ის უშუალო გაგრძელებას. ამ ორ უკანასკნელ ეეგ-ზე (სურ. 1, ეეგ 3 და სურ. 2, ეეგ 4) კარგად ჩანს, რომ სახეშეცვლილი ფონური აქტივობის ნელი რხევები ჯერ ამპლიტუდაში იზრდება (პასუხების ამპლიტუდის გაზრდასთან ერთად), ხოლო შემდეგ — ხშირდება. ძნელია ჯერჯერობით იმის თქმა, თუ რას გამოხატავს გღს-ის ფონური აქტივობის ცვლილება თავისთავად და რით არის იგი გამოწვეული. აქ მხოლოდ უნდა აღვნიშნოთ, რომ ფონური აქტივობის ცვლილება ყოველთვის დაკავშირებულია გღს-ის პასუხების ამპლიტუდის ზრდის ფენომენთან. ამასთანავე მთელი ამ პერიოდის განმავლობაში, რომლის დროსაც შეინიშნება ეს ფენომენი, ამ შეცვლილ ფონურ აქტივობას შეუძლია ჩაქრეს და კვლავ აღმოცენდეს.

სურ. 1 მეორე ნახევარზე (ეეგ 2 და 3) და აგრეთვე სურ. 2-ზე კარგად ჩანს, რომ იზრდება გღს-ის პასუხები, რომლებიც მონოპოლარულად გამოიყვანება. ბიპოლარული გამოყვანისას პასუხი სრულიად არ იცვლება. ამასვე აღნიშნავდნენ სხვებიც [9]. ალბათ ეს გამოწვეულია გღს-ის ნეირონების აგზნებადობის დიფუზურად და ერთნაირად გაზრდით, რის გამოც ბიპოლარული გამოყვანისას ამ უკანასკნელთა აქტივობის ცვლილება არ აღირიცხება.

სურ. 2 ეეგ 5 წარმოადგენს ეეგ 4-ის უშუალო გაგრძელებას, ისევე როგორც სურ. 2 და 3-ის დანარჩენი ეეგ წარმოადგენს ერთმანეთის უშუალო გაგრძელებას. სურათებზე კარგად ჩანს, რომ სუქცინილქოლინქლორიდის ხსნარის შეყვანის შეწყვეტის მიუხედავად, ქერქული აქტივობა უკვე აღარ აღსდგება. ამის გამო გღს-ის პასუხები ინარჩუნებს თავის გაზრდილ ამპლიტუდას, და არ უბრუნდება თავის თავდაპირველ სიდიდეს. როგორც ჩანს, მოკლე დროის განმავლობაში შეყვანილმა სუქცინილქოლინქლორიდის ხსნარის დიდმა რაოდენობამ გამოიწვია ქერქული სისხლის მიმოქცევის შეუქცევადი ცვლილება და ამის გამო ნერვული ელემენტების მდგომარეობის გაცუდება. ამასთან დაკავშირებით რამდენიმე ხნის შემდეგ ხდება (ეეგ 7-ის ბოლო და ეეგ 8) მხედველობითი ქერ-

ქის ყველა უბნის ფონური აქტივობის დარღვევა. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ქერქული ელემენტები იწყებენ კვდომას, რის გამოც იწყებს ცვლილებას გდს-ის ფონური და სპასუხო აქტივობა — პასუხები მცირდება და ჰალე სრულიად ისპობა (ეეგ 9). შესაძლოა, იმ მკვლევარებს, რომლებიც ქერქული პასუხების შემ-



სურ. 3. სურ. 2-ის უშუალო გაგრძელება. თითოეული ეეგ ფრთხანეთის გაგრძელებას წარმოადგენს

ცირებასთან ერთად აღნიშნავდნენ გღს-ის პასუხების შემცირებას, საქმე უკონ-
დათ ქერქისა და თალამუსის ურთიერთქმედების ასეთ შეუქცევად ცვლილებას-
თან [15—17].

ამგვარად, ჩატარებული ცდების საფუძველზე შესაძლებელია დავასკვნათ;
რომ დაუნარკოზებელ კატებში სუქცინილქოლინქლორიდის ხსნარის განსაზღვ-
რული რაოდენობის სწრაფი ინტრავენურო შეყვანისას ადექვატური გაღიზიანე-
ბის საპასუხოდ აღმოცენებული ქერქული პასუხის ამპლიტუდა მცირდება, მა-
შინ როდესაც გარეთა დამუხვლილი სხეულის პასუხები საგრძნობლად იზრდება
ამპლიტუდაში. ეს გარემოება, ჩვენი წინა ცდების შესაბამისად, მიუთითებს თა-
ლამური გადამრთავი ბირთვის ნეირონებზე ქერქის მუდმივი შემაკავებელი გავ-
ლენის არსებობაზე, რომელიც ქერქული ელემენტების მდგომარეობის გაცუ-
დებისას იხსნება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.9.1964)

ФИЗИОЛОГИЯ

Д. В. КАДЖАЯ, С. П. НАРИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

К ВЗАМОДЕЙСТВИЮ МЕЖДУ КОРОЙ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ТАЛАМИЧЕСКИМИ ПЕРЕДАТОЧНЫМИ ЯДРАМИ

Резюме

При сравнительно быстром интравенозном введении большого коли-
чества сукцинилхолинхлорида ненаркотизированной кошке, видимо, из-за
расстройства кровоснабжения в первую очередь в коре больших полуша-
рий корковые ответы, возникающие на адекватное раздражение, умень-
шаются. В это время ответы наружного коленчатого тела, регистрируемые
монополярно, значительно возрастают в амплитуде. Это, соответственно
нашим предшествующим опытам, указывает на наличие постоянного тор-
мозящего влияния коры на нейроны таламического передаточного ядра,
которое при ухудшении состояния корковых элементов снимается. Вслед-
ствие этого получается возрастание амплитуды таламических ответов. Ес-
ли ухудшение состояния коры было обратимо, то с восстановлением воз-
будимости нервных элементов коры восстанавливается ее тормозящее влия-
ние на таламус, вследствие чего ответы таламического передаточного я-
дра уменьшаются в амплитуде и возвращаются к исходной величине.

Если же состояние коры и всего головного мозга ухудшается необ-
ратимо, то вслед за прекращением фоновой активности происходит даль-
нейшее уменьшение ответной активности коры, а понутно с этим умень-
шается и ответная активность таламического передаточного ядра. Понят-
но, что для естественных условий характерны не те отношения, которые

проявляются между корой и таламическим передаточным ядром во время необратимого изменения состояния коры (перед гибелью животного), а те, которые наблюдаются в условиях обратимого нарушения корковой активности. В последнем же случае наблюдается сопряженное с понижением корковой активности усиление ответов таламического передаточного ядра.

დათმობის ღრძობა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. G. Dusser de Barrene, W. S. McCulloch. The direct functional interrelation of sensory cortex and optic thalamus. *J. Neurophysiol.*, 1, 1938.
2. M. A. Gerebtzoff, A. Wauters. *La Cellule*, 49, 5, 1941.
3. W. T. Niemer, J. Jimenez-Castellanos. Cortico-thalamic connections in the cat as revealed by „Physiological neuronography“. *J. comp. Neurol.*, 93, 1950, 101 — 115.
4. W. J. Nauta, V. M. Bucher. Efferent connections of the cortex in the albino rat. *J. comp. Neurol.*, 100, 1954, 257 — 285.
5. D. G. Whitlock, W. J. Nauta. Subcortical projections from the temporal neocortex in Macaca Mulatta. *J. comp. Neurol.*, 106, 1956, 183 — 212.
6. Е. Г. Школьник-Ярос. Об эфферентных путях зрительной коры. *Журнал высшей нервной деятельности*, 8, 1958, 123 — 136.
7. T. E. Ogden. Cortical control of thalamic somato-sensory relay nuclei. *EEG clin. Neurophysiol.*, 12, 1960, 620 — 632.
8. L. Wieden, C. Ajmone-Marsan. Effect of corticopetal and corticofugal impulses upon single elements of the dorsolateral geniculate. *Exp. Neurol.*, 2, 1960, 468 — 522.
9. K. Iwama, C. Yamamoto. Impulse transmission of thalamic somatosensory relay nuclei as modified by electrical stimulation of the cerebral cortex, *Jap. J. Physiol.*, 11, 1961, 169 — 182.
10. С. П. Нарикашвили, Э. С. Моннава, С. М. Бутхузи. Влияние тетанического раздражения сенсо-моторной коры на таламическое передаточное ядро. *Физиологический журнал СССР*, 47, 1961, 863 — 871.
11. С. П. Нарикашвили, Д. В. Каджая. Корковая регуляция проведения импульсов в таламическом передаточном ядре. *Сообщения АН ГССР*, 28, 1962, 461 — 468; Корковая регуляция ответной деятельности таламического ядра. *Физиологический журнал СССР*, 49, 1963, 281 — 292.
12. S. P. Narikashvili, D. V. Kadzhaya. Cortical regulation of evoked responses in thalamic relay nuclei. *Fed. Proc. Transl. Suppl.*, 23, 1964, 252 — 259.
13. S. P. Narikashvili. Some data on cortical regulation of subcortical activity. *Bol. Inst. Est. Med. Biol.*, 21, 1963, 375 — 390.
14. Д. В. Каджая, С. П. Нарикашвили. Влияние депрессии „спонтанной“ активности коры больших полушарий на ответные потенциалы зрительной системы. *Сообщения АН ГССР*, 29, 1962, 745 — 752.
15. Р. М. Мещерский, В. М. Федоров, Г. Д. Смирнов. Эфферентные влияния зрительной коры на наружное коллатеральное ядро у кролика. *Физиологический журнал СССР*, 49, 1963, 649 — 658.
16. R. M. Meshcherskii, P. P. Guston. Cortical modulation of primary responses in lateral geniculate body. *Physiol. Bohemoslov.*, 13, 1964, 236 — 241.
17. П. П. Густон. Влияние кортикальной депрессии на ответы наружного коллатерального тела. *ДАН СССР*, 150, 1963, 945 — 948.
18. С. П. Нарикашвили. Неспецифические структуры головного мозга и воспринимающая функция коры больших полушарий. Тбилиси, 1962.
19. T. Weiss, E. Fifekova. The effect of spreading cortical depression on activity of subcortical relay nuclei of specific afferent pathways. *Arch. int. Physiol.*, 69, 1961, 69 — 78.

Т. С. ХУЦИШВИЛИ

АУРИКУЛОМИОКАРДИОПЕКСИЯ КАК СПОСОБ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ СЕРДЦА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 14.8.1964)

Использование всех возможностей улучшения питания мышцы сердца при коронарной недостаточности привлекает все возрастающее внимание отечественных и зарубежных исследователей, поэтому хирургические методы лечения сердечно-сосудистой системы так широко обсуждаются в современной литературе, посвященной этой распространенной патологии [1, 2, 3].

Не умаляя достоинства разных видов органических анастомозов: кардиоперикардиопексии, миокардиопексии, оментокардиопексии, пневмокардиопексии и других, — мы считаем очень заманчивой идею подведения к мышце сердца мощного артериального источника в виде так называемого «добавочного коронарного сосуда» для реваскуляризации ишемизированного миокарда.

По Б. М. Кириллову [4], основным вопросом проблемы хирургии коронарной недостаточности является правильный выбор ткани — васкуляризатора, который должен компенсировать питание голодающей мышцы сердца при нарушении венозной циркуляции.

В работе [5] экспериментально установлен факт существования особых пространств — синусоидов между мышечными пучками миокарда. По мнению авторов, в них непосредственно открываются ветви коронарных сосудов, в свою очередь сообщающиеся с полостью сердца.

По данным К. А. Горняк [6], при постепенном стенозировании венозных сосудов наблюдается налаживание окольных путей кровоснабжения сердца. По ее мнению, происходит расширение близлежащих к ишемизированной области ветвей других коронарных артерий и всех ветвей самой пораженной артерии, отходящих выше места поражения сосуда. Между этими ветвями резко увеличивается количество функционирующих анастомозов. Таким образом, ишемизированный очаг миокарда получает кровь из соседних ветвей коронарного кровотока. Основываясь на экспериментах, автор отмечает, что анатомическая достаточность коллатералей миокарда часто не совпадает с их функциональной достаточностью, так как наличие хорошо развитых путей коллатерального кровоснабжения в сердце не всегда предотвращает развитие ишемии определенного участка миокарда при коронарной недостаточности.

Т. Гицеску [7] указывает на особую роль синусоидов в процессе васкуляризации и питания мышцы сердца. По мнению автора, эти образования осуществляют прямое сообщение между желудочками и артерио-венозными разветвлениями. При нарушении коронарной цирку-

ляции определенного участка миокарда компенсация осуществляется с других участков сердца при помощи существующих анастомозов, которые прогрессивно увеличивают свои функциональные способности для обеспечения новых потребностей миокарда. Автор подчеркивает особую способность миокарда извлекать 95% кислорода из артериальной крови, тогда как другие ткани организма обладают такой способностью в меньшей степени (35%).

Некоторые исследователи [8] рассматривают миокард желудочков сердца как губкообразную массу, в которой артерии, артериолы, синусы, капилляры и отдельные вены выполняют особую функцию кровообращения. Авторы отмечают, что кровь, введенная в толщу миокарда, адсорбируется ишемизированной тканью мышцы сердца. Данные исследования вышеуказанных авторов позволили нам высказать соображение об использовании еще одной возможности реваскуляризации сердца путем соединения полости ушка левого предсердия с миокардом при его экспериментальной ишемии.

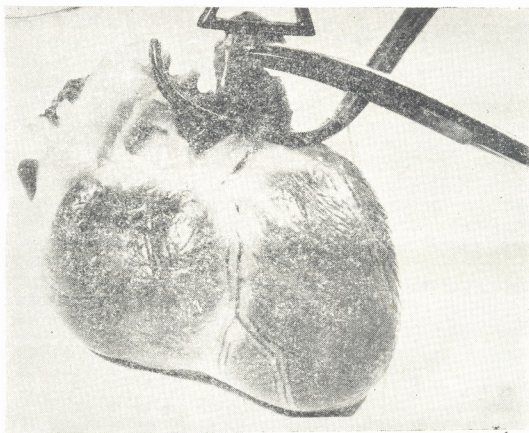


Рис. 1

Предлагая этот метод, мы полагали, что биологическая идентичность этих тканей при их соединении будет способствовать быстрому сращению, развитию добавочных, вновь образованных сосудов, стимуляции раскрытия существующих нефункционирующих межкоронарных и внутрикоронарных анастомозов и пропитыванию ишемизированной мышечной ткани свежей оксигенированной кровью.

Техника предложенной нами операции разработана на собаках. Операцию выполняли под эндотрахеальным эфирно-кислородным нар-

козом. Грудную клетку вскрывали в V межреберье левосторонним переднебоковым доступом. Перикард рассекали продольно кпереди от диафрагмального нерва и обнажали сердце от верхушки до устьев крупных сосудов. Ишемию миокарда вызывали путем перевязки ветвей левой нисходящей и огибающей коронарной артерий на передней поверхности сердца. Верхушку ушка захватывали окончатым зажимом и приводили кверху. После наложения на основание ушка зажима Сатинского верхушку отсекали (рис. 1).

Полость ушка освобождали от трабекулярных мышечных перепонок и обрабатывали раствором гепарина. Недалеко от ушка скарифицировали миокард и края дефекта ушка пришивали к миокарду непрерывным швом из монолитного капрона на атравматической игле (рис. 2).

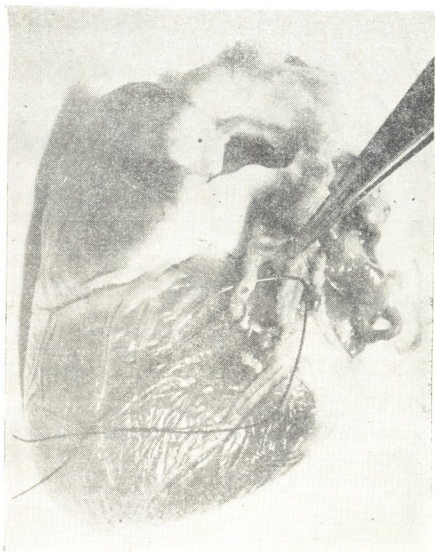


Рис 2

После снятия зажима с основания ушка, как правило, наблюдалось быстрое заполнение кровью полости пришитого к миокарду ушка (рис. 3).

Операцию заканчивали наложением редких швов на перикард и зашиванием грудной клетки.

Нами поставлены эксперименты на 50 собаках разного пола. Из них три собаки погибли из-за погрешности наркоза, а одна—от кровя-

течения. Послеоперационный период протекал по-разному. Большинство собак, перенесших операцию, чувствовало себя хорошо; у некоторых же в первые сутки после операции состояние было относительно тяжелым, а потом наступило быстрое улучшение.



Рис. 3

Во время операции на ЭКГ после перевязки ветви коронарной артерии и пришивания ушка к миокарду в некоторых случаях отмечалось нарушение ритма сердца в виде тахикардии; иногда появлялись единичные или групповые желудочковые экстрасистолы. В большинстве случаев пришивание ушка к миокарду не сопровождалось значительным изменением ЭКГ.

За оперированными животными велось наблюдение в сроки от 2 недель до 6 месяцев, после чего они забивались, и их сердца изучались макро- и микроморфологически.

При вскрытии левой плевральной полости, как правило, обнаруживались плевральные сращения. В области корня левое легкое в большинстве случаев было припаяно к перикарду и прикрывало участок аурикуломиокардиального соединения. Имели место также рыхлые кардиоперикардиальные сращения в области левого желудочка. На участке соединения ушка с миокардом плевропульмональные и перикардиальные сращения были настолько сильно выражены, что их с трудом можно было разъединять (рис. 4).

Для микроморфологического изучения брались ишемизированные участки миокарда с захватом аурикуломиокардиального соединения. Приготовленные гистотопографические срезы окрашивались гематоксилин-эозином, по Ван-Гизону и на эластик по Вейгерту. Через две недели после операции микроскопически отмечалось следующее: миокард ушка обычного вида, эпикард умеренно отечен и утолщен. В обла-

сти сращения с миокардом левого желудочка имеется широкий пласт отечной ткани, от которой в глубь миокарда отходят зубчатого вида тяжи грануляционной ткани, разной степени зрелости, в которых запаяны очаги некротизованных мышечных волокон, значительных по протяженности. В месте соединения ушка с миокардом видны сосуды с намечающимися и с уже сформированным эластическим каркасом.

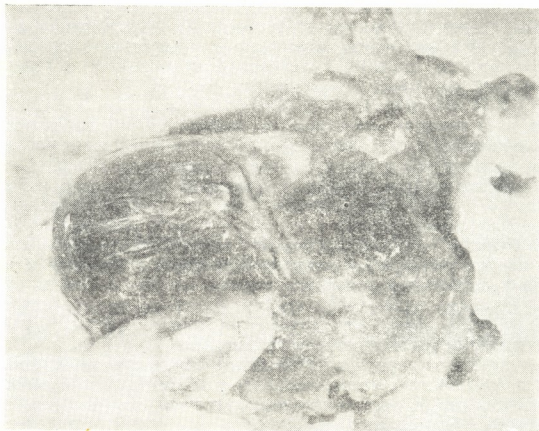


Рис. 4

Через 1 месяц и более поздние сроки операции отмечалось дальнейшее созревание соединительной ткани в месте соединения ткани ушка и миокарда, а именно в срезах можно было видеть менее зрелую соединительную ткань с большим количеством вновь образованных сосудов. Некротизованных волокон меньше по сравнению с двухнедельным сроком наблюдения. В предшествующих сосудах, часть из которых запаяна в рубцовой ткани, отмечалась перестройка всех слоев: уменьшение диаметра, выраженная пикринофилия, т. е. строние сосудистой стенки напоминало строение артерии замыкающего типа.

Чтобы проследить вновь образованные сосуды и усиление коллатеральной сети существующих коронарных и межкоронарных анастомозов на участке аурикуломиокардиального сращения и представить ангиоархитектонику миокарда после его реваскуляризации, мы применяли рентгеноконтрастное и люминесцентное исследования. С этой целью основание ушка левого предсердия пережимали зажимом и с помощью специальной иглы в полость пришитого ушка вводили 50%-ный раствор Диодона. Данные этого исследования фиксировались на рентгенограммах. У подопытных животных со сроками наблюдения от 2 недель до 1 месяца на рентгенограммах были выявлены слабо выраженные

46. „Մեծայ“, XXXVII:3, 1965



ные, вновь образованные сосуды на участке сращения ушка с миокардом, через которые контрастное вещество давало слабое заполнение близлежащих сосудистых анастомозов. В более поздние же сроки (от 2 до 6 месяцев) эти сосуды были более выражены и давали интенсивную картину заполнения сосудистой сети миокарда контрастным веществом.

Ангиоархитектоника миокарда изучалась также методом макролюминесценции с помощью 5%-ного раствора флуоресцеина натрия (уранина). Через 5—8 минут после введения флуоресцеина в полость пришитого ушка на участке аурикуломиокардиального сращения при ультрафиолетовом освещении возникало ярко-желтое с зеленоватым оттенком свечение вновь образованных сосудов.

У собак с небольшим послеоперационным сроком наблюдения (от 2 недель до 1 месяца) интенсивность люминесценции вновь образованных сосудов была слабо выражена, но все же наглядно устанавливалась связь между сосудами ткани ушка и миокарда. У подопытных животных с более поздним сроком наблюдения (от 2 до 6 месяцев) в большинстве случаев флуоресцеин быстро распространялся через вновь образованные сосуды в сосудистую сеть миокарда.

Это свечение сосудов постепенно усиливалось и выявлялось при заполнении ветвей первого, второго и третьего порядка как нисходящей, так и огибающей левой коронарной артерии от места сращения ушка с миокардом до верхушки сердца. Флуоресцеин переходил на заднюю поверхность левого желудочка и на правые отделы сердца, выявляя сосудистую сеть желудочкового миокарда.

Анализируя данные наших экспериментальных наблюдений, мы пришли к заключению, что пришивание к миокарду ушка левого предсердия с открытой полостью при экспериментальной ишемии миокарда способствует образованию новых сосудистых путей коллатерального кровообращения, раскрытию нефункционирующих внутрикоронарных и межкоронарных анастомозов и дополнительному снабжению свежей оксигенированной кровью ишемизированного миокарда.

АМН СССР

Институт клинической и
экспериментальной кардиологии
им. М. Д. Цинамдзгваришвили
Тбилиси

АМН СССР

Институт
сердечно-сосудистой
хирургии
Москва

(Поступило в редакцию 14.8 1964)

ქსპერიმენტული მიღწევა

ტ. ხუციშვილი

აუროკულომიოკარდიოპექსია როგორც გულის
რევესკულარიზაციის ქირურგიული წესი მიზნად ისახავს
კორონალური ცირკულაციის გაუმჯობესებას დამატებითი არტერიული ქსე-

რ ე ხ ი უ მ ე

გვირგვინოვანი სისხლის მიმოქცევის უკმარისობის დროს ჩვენ მიერ მოწოდებული გულის რევესკულარიზაციის ქირურგიული წესი მიზნად ისახავს კორონალური ცირკულაციის გაუმჯობესებას დამატებითი არტერიული ქსელისა და ნაკლებადმოქმედი კოლატერალური სისტემის გაძლიერების გზით.

ჩატარებულია 50 ექსპერიმენტი სხვადასხვა წონისა და სქესის ძაღლებზე ენდოტრაქეალური კომბინირი ნარკოზითა და მართვითი სუნთქვით. მარცხენა გვირგვინოვანი არტერიის დასწვრივი ან შემომხვევი ტოტის გადაკანძვით გამოწვეულ იქნა მიოკარდიუმის იშემია, რის შემდეგ მარცხენა წინაგულის ყურის ღრუს, ყურის კედლების მიკერებით ვუკავშირდებით წინასწარ სკარიფიცირებულ მიოკარდს (აურიკულომიოკარდიოპექსია).

46 ექსპერიმენტულმა ცხოველმა ოპერაცია კარგად გადაიტანა. ოპერაციის დროს და პოსტოპერაციულ პერიოდში გადაღებულ იქნა ელექტროკარდიოგრამები.

აურიკულომიოკარდიოპექსიის ეფექტურობის შესწავლა ხდებოდა 2 კვირიდან 1, 2, 4 და 6 თვის შემდეგ.

იშემიური გულის კუნთის რევასკულარიზაციის ხარისხის დასადგენად შეისწავლებოდა მიოკარდიუმის ანგიოარქიტექტონიკა რენტგენოკონტრასტული და ლუმინესცენტური მეთოდით, აგრეთვე მაკრო- და მიკრომოლოგიური გამოკვლევებით.

ექსპერიმენტში მიღებული შედეგების ანალიზით ირკვევა, რომ აურიკულომიოკარდიოპექსია იწვევს კვებადაქვეითებული გულის კუნთის რევასკულარიზაციას. გულის კუნთში ყურის ტრანსპლანტაციის ზონაში წარმოიშვება ახალი სისხლძარღვოვანი ქსელი; ხდება ინტერ- და ინტრაკორონალური ანასტომოზების ფუნქციის გაძლიერება, რითაც მნიშვნელოვნად უზრუნველდება გულის კუნთის არტერიული სისხლით მომარაგება.

დავოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. X. Н. Муратова и др. Отдаленные результаты хирургического лечения больных хронической коронарной недостаточностью. Тезисы докл. VII науч. сессии Института сердечно-сосудистой хирургии АМН СССР, 14 — 16 мая 1964 г.
2. S. D. Mouloupolos a oth. The effect of aorta — to left atrin shunts in dogs with a ligated coronary artery. Journ. Thorac. Cardiovasc. Surg., 46, 3, 1963, 408.
3. E. Laustela, P. Tela. The use of an arteriovenous fistula between for the treatment of coronary artery disease. Ann. Chir. Gynec. Fenn., 52, 2, 1963, 224.
4. Б. П. Кириллов. Создание дополнительного окольного кровообращения в эксперименте и клинике. Медгиз, 1962.
5. A. Vineberg, A. Becerra, R. Charl. The Influence of the vineberg sponge upon the hydrostatico of the myocardial circulation in health and disease. Canad. Med. Acad., 85, 20, 1961, 1075.
6. К. А. Горнак. К вопросу о кровоснабжении сердца при коронарном атеросклерозе. Архив патологии, II, 1960, стр. 34.
7. Т. Гицеску. Экспериментальные исследования в связи с коронарным кровообращением. Проблемы экспериментальной сосудистой и сердечной хирургии. Бухарест, 1962, стр. 166.
8. D. B. Effler, L. K. Groves, F. M. Sones, E. K. Shirey. Increased myocardial perfusion by internal mammary artery implant: vinerbergs operation. Ann. Surg., 158, 4, 1963, 526.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. Д. ИОСЕЛИАНИ, О. И. БУРДЖАНАДЗЕ, Н. С. ЧХАРТИШВИЛИ

ПРИМЕНЕНИЕ ХЛОРЭТИЛА ДЛЯ ИСКУССТВЕННОЙ
ОСТАНОВКИ СЕРДЦА

(Представлено академиком К. Д. Эристави 27.8.1964)

Известно, что создание «сухого сердца» оказало огромное влияние на развитие реконструктивной кардиохирургии.

Создание «сухого сердца» тесно связано с его искусственной остановкой. Разработка рациональных методов остановки сердца в условиях экстракорпорального кровообращения по сей день остается одной из актуальных проблем сердечной хирургии.

В процессах установления более рациональных методов кардиоплегии нами изучались: 1) гипоксическая брадикардия в шести опытах, 2) кардиоплегия цитратом калия в 19 опытах, 3) кардиоплегия ацетилхолином в шести опытах, 4) местная глубокая гипотермия сердца в 17 опытах.

Гипоксическая брадикардия проводится с частыми паузами, что является причиной изливания в полостях сердца большого количества крови, резко ухудшающего видимость операционного поля. Аспирация коронарной крови увеличивает гемолиз, а частое травмирование аорты при наложении и снятии зажима само по себе является нежелательным фактом.

Что касается медикаментозной кардиоплегии, то, по данным ряда авторов и нашим наблюдениям, цитрат калия в разных комбинациях даст хороший эффект, однако при восстановлении сердечной деятельности он неравномерно и неполностью вымывается из коронарных сосудов, следовательно, он неодинаково действует на отдельные миофибриллы, что отрицательно влияет на восстановительный период работы сердца. Кроме того, цитрат калия вызывает образование некротических очагов в миокарде, что усиливает его отрицательную сторону.

При использовании ацетилхолина (10 мг на 1 кг веса животного) мы не смогли остановить сердце более чем на 5 минут. Наши данные совпадают с данными других авторов, хотя восстановительный период в наших опытах протекал намного лучше. Следует также отметить, что при медикаментозной остановке сердца обязательна пункция аорты, которой желательно было бы избежать.

В последнее время для остановки сердца и защиты миокарда от действия гипоксии стали применять гипотермию. Существует целый ряд способов холодовой остановки сердца: одни авторы отдают предпочтение умеренной гипотермии, другие — глубокой.

Некоторые авторы применяют для остановки сердца перфузию коронарных сосудов охлажденной до 4—0° кровью, иногда с прибавлением разных кардиоплегических веществ, чем достигается быстрое падение температуры миокарда и тем самым кардиоплегия III.



Отрицательной стороной этого метода, наряду с обязательной пункцией аорты, является также тот факт, что вязкость охлажденной до 0° крови повышается, прохождение ее по коронарным сосудам намного затрудняется, коронарные сосуды повреждаются и в миокарде образуются многочисленные точечные и более крупные кровоизлияния [2]. Все это оказывает неблагоприятное воздействие на функцию миокарда.

При наружном охлаждении сердца тающим льдом от начала охлаждения до его остановки проходит в среднем 10—12 минут; в это время аорта пережата и сердце испытывает влияние аноксии, а энергетические ресурсы миокарда расходуются за счет гликолиза и гликогенолиза.

А. А. Вишневым с сотрудниками успешно применена перфузия коронарных сосудов жидкостью Вишневого, охлажденной до 4—0° [3]. В последнее время некоторые хирурги [4] рекомендуют проводить операцию на фибриллирующем сердце. Известно, что во время фибрилляции миокард затрачивает значительно больше энергии, чем во время работы [5], что оказывает своеобразное действие на восстановление сердечной деятельности, несмотря на применяемую в это время умеренную гипотермию. Кроме того, коронарный кровоток во время фибрилляции увеличивается на 40—50%, что ухудшает видимость операционного поля, а сама фибрилляция создает технические трудности во время операции.

Из вышеизложенного видно, что существует довольно большое количество методов кардиоплегии, что само по себе свидетельствует о неосознанности каждого из них.

В качестве кардиоплегического средства мы применяли хлорэтил с ледяной кашицей.

Методика

Опыты проведены на 17 собаках обоего пола весом 12—20 кг в условиях искусственного кровообращения аппаратами «Премокард-1» и АИК-62. После уравнивания артериально-венозного баланса перфузии на аорту легочной артерией накладывается лигатура-турникет, чем прекращается коронарное кровообращение. На правое предсердие, преимущественно в область венозного синуса, направляется струя хлорэтила. В то же время сердце обкладывается ледяным порошком, приготовленным на физиологическом растворе. Сразу же после применения хлорэтила развивается брадикардия, которая после израсходования первой же ампулы переходит в полную остановку сердца. От начала применения хлорэтила до сердечной остановки проходит всего 1—2 минуты.

Остановленное сердце не реагирует на механическое раздражение, и на нем возможно проведение хирургических манипуляций. Спустя 5—8 минут после остановки сердца температура миокарда достигает 15—18°, что защищает миокард от влияния гипоксии во время асистолии.

В наших опытах сердечная остановка продолжалась 15—40 минут, что совершенно достаточно для коррекции большинства пороков. Восстановление сердечной деятельности достигается возобновлением коронарного кровообращения и нагреванием миокарда до 40° физиологическим раствором. Через 5—8 минут после начала согревания начи-

нается фибрилляция, которая в одних случаях переходит в синусовый ритм, в других же устраняется разовой электродефибрилляцией.

Во время опыта производилась электрокардиография, сердечная мышца изучалась морфологически и гистохимически сразу же после окончания опыта и спустя 3 и 6 часов.

В срезах из мест, подвергнутых действию хлорэтила, некрозов и термических поражений не обнаружено.

Данные электрокардиограммы

Запись электрокардиограмм производилась на четырехканальном отечественном энцефалографе ЭСЧ-4 и модифицированном электрокардиографе типа ЭКП.

Электрокардиография производилась при вскрытии грудной клетки, перикарда, перед кардиоплегией, во время кардиоплегии и в различные периоды восстановления сердечной деятельности.

В качестве фона использовались кардиограммы, снятые во время наркоза и перед кардиоплегией. Электрокардиография производилась во втором стандартном отведении.

Сразу же после применения хлорэтила снижается зубец P, уменьшается интервал P—Q, продолжительность комплекса QRS не меняется. Отмечается укорочение зубца S, а интервал ST поднимается выше изоэлектрической линии. Зубец T становится двухфазным, расширяется и заостряется.

Отмечается резкая брадикардия, 40—43 удара в минуту.

Далее электрокардиограмма изменяется следующим образом: зубец P становится двухфазным, комплекс QRS расширяется, зубец R снижается, зубец S поднимается выше изоэлектрической линии и переходит в интервал ST. Зубец T монофазный, расширенный и заостренный. Брадикардия прогрессирует и за 1—2 минуты сердце останавливается. При этом на электрокардиограмме отмечается прямая линия. Сразу же после снятия лигатуры с аорты на электрокардиограмме отмечается фибрилляция, которая с усилением режима перфузии переходит в крупноволокнистую фибрилляцию.

В большинстве 15—30-минутных остановок на фоне фибрилляции возникают единичные систолы и восстанавливается синусовый ритм. При 40-минутных остановках фибрилляции легко снимались разовой электрофибрилляцией.

В период восстановления сердечной деятельности на электрокардиограмме отмечается двухфазность зубца P.

Интервал PQ в пределах нормы, зубцы Q и S не отмечаются.

Интервал S—T располагается на изоэлектрической линии, зубец T расширен и заострен.

Сокращение сердца ритмичное, 85—90 ударов в минуту.

Спустя 1,5—2 часа после восстановления сердечной деятельности показатели электрокардиограммы улучшаются, а именно зубец P переходит в положительную монофазную стадию. Все зубцы хорошо выражены, все интервалы нормализуются.

Считаем, что на основании наших наблюдений нельзя еще прийти к окончательному заключению в отношении данного метода кардиоплегии, однако электрокардиографические и морфологические данные не лишены определенного интереса и требуют дальнейшего углубления.



По нашему мнению, хлорэтил является хорошим базис-кардио-плегическим средством при остановке сердца, так как сердце быстро о-танавливается и его энергетические ресурсы сохраняются, а при приме-нении только льда от пережатия аорты до остановки проходит 10—12 минут и сердце работает в условиях аноксии.

Институт экспериментальной
и клинической хирургии и
гематологии

(Поступило в редакцию 27.8.1964)

მასპატიმრებელი მედიცინა

ბ. იოსელიანი, ო. ბურჯანაძე, ნ. ჩხარტიშვილი

ქლორეთილის გამოყენება გულის ხელოვნური ბაზის-კარდიოპლე-გის საშუალებების დროს ხელოვნური სისხლის მიმოქცევის პირობებში დღეისათ-ვის კარდიოქირურგიის ერთ-ერთ აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს.

კარდიოპლეგიის დღემდე არსებულ მეთოდთა შორის არცერთი არ არის მოკლებული უარყოფით მხარეებს. ამიტომ მათი გამოყენება კლინიკაში მეტ-ნაკლებად შეზღუდულია.

ექსპერიმენტში (ძალღები) კარდიოპლეგიისათვის ხელოვნური სისხლის-მიმოქცევის პირობებში გულის ღრმა ჰიპოთერმიასთან ერთად ჩვენ ვიხმარეთ ქლორეთილი.

ქლორეთილის გამოყენება კარდიოპლეგიისათვის საშუალებას იძლევა გული გავაჩეროთ აორტის გადაჭერიდან ერთი-ორი წუთის განმავლობაში; ადგილობრივი ღრმა ჰიპოთერმია კი საიმედოდ იცავს მიოკარდიუმს ჰიპოქ-სის გავლენისაგან.

ელექტროკარდიოგრაფიული ცვლილებები ორმოცწუთიანი გაჩერებიდან ექვსი საათის შემდეგ შებრუნებადია. ქლორეთილის მოქმედების ადგილები-დან აღებული ანათლების მორკოლოგიური შესწავლისას ნეკროზული ან თერ-მული დაზიანებები ნახული არ ყოფილა.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Губка, К. Шишка и др. Защита миокарда во время асистолии при внутри-сердечной операции с помощью аппарата искусственного кровообращения. Труды Института эксперим и клинич. хирург. и гемат. АМН СССР, 10, 1962.
2. V. O. Björk, G. Hultquist. Contraindications to profound hypothermia in open heart surgery. Journ. Thor. a. cardiovasc. surgery, 44, 1, 1962, 1 — 13.
3. А. А. Вишневецкий, Т. М. Дарбинян и др. Клиническая оценка кардиopleгии, вызываемой изолированной глубокой гипотермией сердца. Хирургия, 4, 1964.
4. В. И. Бураковский, В. А. Бухарин и др. Опыт кардиopleгии при опера-циях с искусственным кровообращением. Грудная хирургия, 2, 1963, 26 — 34.
5. И. Грин. Обмен веществ и кровотока искусственно остановленного сердца. В кн.: „Искусственное кровообращение“, М., 1960, 175 — 180.

ნ. ზაროძე

მენჯის ფლებოგრაფია შარდის ბუშტის სიმსივნეების დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. წულუკიძემ 6.10.1964)

უროლოგიურ დაავადებათა სხვადასხვა რენტგენოლოგიური მეთოდებიდან უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ეძლევა მენჯის ფლებოგრაფიას, როგორც ერთ-ერთ დამხმარე დიაგნოსტიკურ საშუალებას მენჯის ვენების დაავადებათა, შარდის ბუშტისა და წინამდებარე ჭირკვლის სიმსივნეების დროს [1, 2, 3]. პირველად ფლებოგრაფია გაკეთდა ქვემო კიდურების ვენებას გამოკვლევის მიზნით [4, 5].

1946—1950 წელს მენჯისმხრივი ფლებოგრაფია კლინიკაში წარმატებით გამოიყენეს შარდის ბუშტის სიმსივნეების დიაგნოსტიკის მიზნით დელაპეზიამ და ესტელამ. მათ მენჯის ფლებოგრაფიის მისაღებად კონტრასტული ნივთიერება შეჰყავდათ *v. dorsalis penis cutanae et v. dorsalis penis profunda*.

1955 წელს მენჯისმხრივი ფლებოგრაფიისათვის გაკეთებულ იქნა მამაკაცის ასოს მღვიმოვანი სხეულის ინექცია საკონტრასტო ნივთიერებით (ქალებში კალიტორის) [6]. ასეთი მეთოდით მიღებულ ფლებოგრაფიაზე იგი იღებდა *plex. Santorini, v.v. obturatoriae, v.v. hypogastricae, v.v. iliaca communis* გამოსახულებას.

ზემანი თვლის, რომ ფლებოგრაფიის მეთოდი წარმოადგენს სრულფასოვან დამხმარე საშუალებას შარდის ბუშტის სიმსივნეების დროს და პარავეზიკალური მეტასტაზების დასადგენად. 1940 წელს მენჯის ღრმა ვენების ფლებოგრაფიის მისაღებად კონტრასტული ნივთიერება შეიყვანეს ძვლის შიგნით სპონგიოზურ ნივთიერებაში [7].

1960 წელს გ. მგალობლიშვილმა საბჭოთა კავშირში პირველად შეასრულა ერთმომენტიანი, ორმხრივი კონტრასტული ნივთიერების შეყვანა ბოქვენის ძვლების პუნქციით მენჯის ფლებოგრაფიის მისაღებად.

მენჯის ფლებოგრაფიის მისაღებად კეთდება ბოქვენის ძვლების ერთმომენტიანი ორმხრივი პუნქცია. ჩვენი დაკვირვებით, გვამებზე, და ლიტერატურული მონაცემებით, ბოქვენის ძვლების ტვინოვანი ნივთიერების ვენური სისტემა კარგადაა ანასტომოზირებული შარდის ბუშტისა და წინამდებარე ჭირკვლის ვენურ წყურბულთან.

ავადმყოფს წინა დღით ვამზადებთ ისე, როგორც ჩვეულებრივი მიმოხილვითი რენტგენოგრაფიისათვის. იოდის შემცველ ნივთიერებაზე მგრძნობელობის დასადგენად წინა დღით ვენაში ვუკეთებთ 1 მლ კონტრასტულ ნივთიერებას. თუ ავადმყოფი მგრძნობიარეა იოდის პრეპარატების მიმართ, გამოიხატება გამოწყობით, ქავილით, ცრემლის დენით. ასეთ შემთხვევაში გამოკვლევის ჩატარება არ შეიძლება.

ბუნქციის ადგილის სათანადოდ დამუშავების შემდეგ სიმფიზის შუა მხრიდან 2 სმ დაშორებულ ორივე მხარეს მოვნახავთ ყველაზე მეტად ამაღლებულ ბორცვიან ადგილს ბოქვენის ძვლებისას. ვაკეთებთ ანესთეზიას კანის, კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილისა და ძვლისსაზრდელას 0.25%-იანი ნოვოკაინის ხსნარით (60 გრ), (შარდის ბუშტში შეყვანილია 200 მლ კანგბადი). ბოქვენის ძვლებში პერპენდიკულარულად შეგვყავს სპეციალური ნემსები მანდრენით ჩაქუჩის დახმარებით 2 სმ სიღრმეზე. მანდრენის ამოღების შემდეგ ასპირაციით დავადგენთ ნემსების მდებარეობას ძვლის ტივნი და ორივე მხარეს ნელ-ნელა შეგვყავს 15 მლ 0.5%-იანი ნოვოკაინის ხსნარი, თანმიმდევრულად ვუმატებთ 20 მლ ნოვოკაინის ხსნარს, განზავებულს ჰეპარინთან (1:1000), რომლის საშუალებითაც თავიდან იქნება აცილებული სისხლის შედედება და სისხლძარღვების სპაზმი. ამის შემდეგ ბოქვენის ძვლებში ერთდროულად შეგვყავს 40 მლ 70%-იანი კონტრასტული ნივთიერება (ჩვენ ვხმარობთ დიოდონს, ტრიოტრასტს, კარდიოტრასტს) და ვაწარმოებთ სურათების სერიულ გადაღებას.

სერიული სურათების გადაღებას ვაწარმოებდით რენტგენის აპარატ „Diagnomaks M-125“ და „PVM-5“, რომელზედაც ვაყენებთ ნ. ლოპატკინისა და ა. ჟირნოვის მიერ კონსტრუირებულ თავსართს.

კონტრასტული ნივთიერების შეყვანის შემდეგ ავადმყოფი აჩერებს სუნთქვას და ჰიშავს მუცლის პრესს, რასაც მოსდევს ქვემო ღრუ ვენაში წნევის მომატება და კონტრასტული ნივთიერება ადვილად აღწევს მენჯის ვენურ წნულეებში. პირველ სურათს ვიღებთ საკონტრასტო ნივთიერების შეყვანისთანავე ბოქვენის ძვლების სპონგიოზურ ნივთიერებაში, მეორე სურათის გადაღება ხდება ერთი წამის შემდეგ, ხოლო მესამესი — სამი წამის შემდეგ და ამით გამოკვლევას ვამთავრებთ.

თირკმლების ფუნქციური მდგომარეობის დასადგენად, როცა საჭიროა ექსკრეტორული უროგრამის მიღება, კონტრასტული ნივთიერების შეყვანიდან 5 წუთის შემდეგ ვიღებთ სურათს, ხოლო დაღმავალი ცისტოგრამის მისაღებად — 15—20 წუთის შემდეგ.

ნემსების ამოღების შემდეგ ბუნქციის ადგილას ვაფარებთ სტერილურ საფენს და ვაწარმოებთ ხელით დაწოლას 20—25 წუთი, ზოგიერთი მკვლეჯარი ხმარობს ყინულის პარკს.

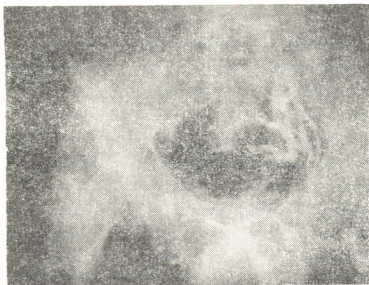
მენჯის ნორმალური ვენური სისტემის შესწავლის მიზნით ფლებოგრაფია ჩვენ მიერ შესრულებულ იქნა 12 გვამზე. ნორმის პირობებში მენჯის ვენური წხულები განიცდიან სხვადასხვა ვარიანტილობას რენტგენოგრაფიაზე გამოსახულების დროს, რაც განსაკუთრებით ყურადღებას მოითხოვს მენჯის ვენების ინტერპრეტაციის დროს დიაგნოსტიკის მიზნით.

ბოქვენის ძვლებში შეყვანილი კონტრასტული ნივთიერება ნორმის პირობებში პირველად ავსებს შარდის ბუშტის ყელისა და ფუძესთან არსებული დიდ ვენურ წნულს — plex. vesico-prostasicus.

ამ წნულის წინა ნაწილს ეწოდება სასირცხვო წნული — plex. pudendalis seu Santorini. ჩვენ გვაინტერესებს ყველაზე მეტად ამ წნულის ანატომია, ვინაიდან შარდის ბუშტისა და წინამდებარე ჯირკვლის სიმსივნეების დროს ფლებოგრაფიაზე მიიღება შესამჩნევი ცვლილებები ამ წნულას ვენური

სისხლის მიმოქცევის მხრივ: *plex. vesico-prostaticus* იღებს სისხლს *v. dorsalis penis profunda seu v. dorsalis penis sulfascialis*. სანტორინის ვენური წნულიდან სისხლი მუდმივად გადადის გენჯისა და დასურჯლ ვენაში.

მენჯის ვენა *v. hypogastrica* შედგება მენჯის კედლის წყვილი ვენებისაგან: დუნდულა ვენა, სასირცხვო ვენა, დასურჯული ვენა, ამას გარდა, მენჯის ვენას უკავშირდება მენჯის ღრუს შინაგანი ორგანოების ვენები, რომლებიც მენჯის ორგანოებს გარშემო ეხვევიან და ქმნიან მათ კედლებზე ხშირ ვენურ წნულებს: სწორი ნაწლავის წნულების სასირცხვო წნული, საშარდე ბუშტის წნული, საშვილოსნოს წნული და საშოს წნული.



სურ. 1.



სურ. 2.

აღსანიშნავია მენჯის ვენური წნულების აგებულებისა და ურთიერთობის მნიშვნელოვანი ინდივიდუალური ცვალებადობა. შარდ-სასქესო წნულს უმრავლეს შემთხვევებში აქვს ბადისებრი შენება და იგი დაკავშირებულია მეზობელი ორგანოების ვენებთან მრავალრიცხოვანი ტოტებით, ზოგ შემთხვევაში ამ წნულის ვენები წარმოდგენილია უფრო იზოლირებული ღეროების სახით, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან მეზობელი ორგანოებისა და კედლის ვენებთან მცირე რაოდენობის ტოტებით. ასეთივე ცვალებადობა ახასიათებს *plex. utero-vaginalis*.

წნულიდან გამოსული ვენები ერთიან მენჯის ვენას, რომელიც უერთდება თეძოს გარეთა ვენას და ქმნის თეძოს საერთო ვენას — *v. iliaca communis*. თეძოს საერთო ვენა და მენჯის ვენა ანასტომოზებით დაკავშირებულნი არიან მოპირდაპირე მხარეს თანამოსახელე ვენებთან. თეძოს საერთო ვენები მიემართებიან ზევით შუა ხაზისაკენ, წელის IV მალის დონეზე, აორტის მარჯვნივ ერთდებიან და ქმნიან ქვემო ღრუ ვენას — *v. cava inferior*.

მენჯის ვენების გასწვრივ მენჯის ღრუში აღინიშნება ლიმფური კვანძები. ფლებოგრაფია ნაჩვენებია შარდის ბუშტის ავთვისებიანი სიმსივნეების იმ შემთხვევებში, როდესაც საჭიროა დადგინდეს სიმსივნის ინფილტრაციის ხა-



რისხი. გავრცელება ბუშტის ირგვლივ მდებარე ქსოვილთან და მეზობელ ჰორტოვებში. ამას დიდი მნიშვნელობა აქვს რადიკალური ოპერაციის ჩატარებისათვის. (შარდის ბუშტის გაფართოებულ რეზექციის ურეთეროციტონეოსტომიით ანუ ცისტექტომია).

საჭიროა განისაზღვროს მეტასტაზების არსებობა ან არარსებობა ლიმფურ კვანძებში და მენჯის მსხვილყალიბიან ვენური სისხლის ძარღვებში. საჭიროა აგრეთვე დადგენა შარდის ბუშტის რეციდივული ავთვისებიანი სიმსივნეებისა და მათი გავრცელების ხასიათისა. გამოკვლევა მენჯისა და ქვემო კიდურების სისხლძარღვებში შეგუბებითი მოვლენების მიზეზებისა, სისხლძარღვებში თრომბის არსებობისა და მისი ლოკალიზაციისა.

მენჯის ფლებოგრაფია შესწავლილ იქნა შარდის ბუშტის სიმსივნით დაავადებულ 15 ავადმყოფზე.

შარდის ბუშტის ავთვისებიანი სიმსივნეების შემთხვევებში მენჯის ფლებოგრამაზე პირველ რიგში აღინიშნება სანტორინის ვენური წნულის ასიმეტრია. სიმსივნით ინფილტრირებული შარდის ბუშტის კედელზე, საკონტრასტო ნივთიერება სუსტად ავსებს ვენური სისხლის ძარღვების ქსელს, ხოლო შარდის ბუშტის კედლის ვენური სისხლის ძარღვების ერთი მხარის შედარებით მეორე მხარესთან ნათლად ჩანს ვენური სისხლის ძარღვების აღნაგობის ასიმეტრიულობა.

საილუსტრაციოდ მოგვყავს ზოგიერთი შემთხვევა.

ავადმყოფი მ. პ.. 54 წლისა, კლინიკაში შემოვიდა 7/IV—1964 წ. უჩივის ყრუ ტკივილებს შარდის ბუშტის საპროექციო მიდამოში. აღნიშნავს ტოტალურ შაკროგმატურას, რაც დაეწყო 3/IV—1964 წელს. გემატურია უგრძელდება აშკამადაც, 6/IV—1964 წელს გემატურია უფრო მოემატა. მას ადრე ტკივილები არ ჰქონია.

ავადმყოფის საერთო მდგომარეობა დამაკმაყოფილებელია. ხშირად უჩივის თავის ტკივილებს და შუილს ყურებში. გულის საზღვრები გადიდებულია მარცხნივ. მაჯა—76, რიომული, კარგი ავსებისა და დაჭიმულობის, AD—170/95, სასუნთქი სისტემისა და საჭმლის მომნელებელი ორგანოების მხრივ პათოლოგიური ცვლილებები არ აღენიშნება. ღვიძლი და ელენთა არ ისინჯება. თირკმელების საპროექციო არე ცვლილებებს არ განიცდის, პალპაციით არ ისინჯება, პასტერნაკის სიმპტომი ორივე მხარეს უარყოფითია. მარჯვენა სათესლე ჯირკვლის დანამატზე ავადმყოფს აღენიშნება 1,5 × 1,5 ზომის მკვრივი კონსტიტენციის წარმონაქმნი.

Per rectum — პროსტატის შუა ნაწილი სადაა, ჯირკვალი მკვრივი კონსტიტენციისა, გადიდებულია მარჯვენა ნაწილი, კიდეები ისინჯება.

სისხლის ანალიზი: ერითროციტები — 3750000, ლეიკოციტები — 17800, სისხლის დენა დუნკე—2—15, PO₂—66, პროთრომბინის ინდექსი — 100%, შარდოვანა—31,36.

შარდის ანალიზი: ფერი მღვრიე მოწითალო, ხვედრითი წონა 1018; მკავე რეაქციისა, ცილა—0,33%, ლეიკ.—0,3, ერითროც.—მოფენილია მხ. არე. ატიპური უჯრედები არ ჩანს. ზომნიცის ცდა — 1007—1028.

ცისტოსკოპია: ცისტოსკოპი ურეთრაში შედის თავისუფლად. შარდის ბუშტის ტევადობა 250,0. მარჯნივ შარდსაწვეთის ხერელი არ ჩანს,

მარცხნივ შარდსაწვეთის ხვრელის ირგვლივ მოჩანს ლორწოვანი, მკვეთრად ჰერემიული და დიფუზურად ინფილტრირებული სიმსივნე. ცენტრში აღინიშნება ქსოვილის ნეკროზი.

ექსკრეტორულ უროგრამაზე, კონტრასტული ნივთიერება 10—15 წუთზე ავსებს მენჯს, ფიალებსა და შარდსაწვეთის ზემო მესამედს.

ცისტოგრამა: მარცხნივ მოჩანს შარდის ბუშტის სწორი კიდეები; მარჯვენა ნახევარზე, ქვემოთ და შარდის ბუშტის ყელზე მოჩანს ავსების დეფექტი. იმისათვის, რომ დადგენილ იქნეს მეტასტაზების დაოკიდებულება შარდის ბუშტის ირგვლივ მდებარე ქსოვილთან, ლიმფურ კვანძებთან და არჩეულ იქნეს ოპერაციამდე ოპერაციის ტაქტიკა. ავადმყოფს გაუკეთდა ბოქვენის ძვლების ერთმომენტიანი ორმხრივი პუნქცია (მენჯის ფლებოგრაფია).

ფლებოგრამაზე (სურ. 2) აღენიშნება სანტორინის წნულის მკვეთრი ასიმეტრია. მეტად გამოხატულია მარცხნივ (ფაქტურად მარცხნივ წნული არ ჩანს). შეგუბება ვენური სისხლისა ხორციელდება მენჯის ზერელე ვენებით. მარჯვნივ **v. obturatoria** შესამჩნევად შევიწროებულია და მიჭყლეტილია კედელზე არასწორი კიდეებით. გარეთა **v. hypogastrica** ასევე მკვეთრად შევიწროებულია და მიჭყლეტილია კედელზე. აღინიშნება შესამჩნევი შეგუბება თედოს საერთო შიგნითა ვენისა **v. iliaca inferna**, რის მეშვეობითაც კონტრასტული ნივთიერება მიედინება კოლატერალებში. გარდიგარდმო პრესაკრალური ანასტომოზი განიცდის შესამჩნევ შეგუბებას. მარჯვნივ ბიფურკაციის ზემოთ მენჯის საერთო ვენა არ ივსება კონტრასტული ნივთიერებით და აღინიშნება ნამგლისმაგვარი ფორმის ავსების დეფექტი, რომელიც მიგვითითებს გადადებულ ლიმფურ კვანძზე მეტასტაზური ცვლილებებით. ასევე აღინიშნება ავსების დეფექტი არასწორი კიდეებით **v. iliaca interna**-ს შუა ნაწილში.

ფლებოგრაფიის მონაცემებით, ავადმყოფს აქვს შარდის ბუშტის სიმსივნე **TyN** ფართო ინფილტრაციით პარავეზიკალურ ქსოვილში.

ცალმხარეზე სიმსივნის ინფილტრაციის გამო კონტრასტული ნივთიერება არ გავრცელდა. ფლებოგრაფიის მონაცემებით, ავადმყოფს შეიძლება ჩაუტარდეს რადიკალური ოპერაცია.

17/IV—1964 წელს ავადმყოფს ინტეზაციური ეთერ-ჟანგბადის ნარკოზით გაუკეთდა შარდის ბუშტის სუბტოტალური რეზექცია. ურეთროცისტონოსტომიით მარჯვნივ. სიმსივნით დაკავებული იყო შარდის ბუშტის მარჯვენა ანდელი და ყელის მიდამო.

ჰისტოლოგიურად დადგენილ იქნა გარდამავალუჯრედოვანი კიბო. ოპერაციის შემდგომი პერიოდი დამაკმაყოფილებელია. ავადმყოფი გაეწერა სტაციონარიდან ამბულატორიულ მკურნალობისათვის.

ავადმყოფი პ. ფ., 62 წლისა, შემოვიდა კლინიკაში 5/II—1964 წელს, ქონდა ხშირი შარდვა და ტკივილები შრდვის დროს. ავადმყოფობა დაეწყო 1962 წ. ხშირი შარდვითა და მაკროგემატურიით. ავადმყოფს ცისტოსკოპიით დადგენილი ჰქონდა შარდის ბუშტის სიმსივნე და ამბულატორიულად იკეთებდა რენტგენოლოგიურადას. ამჟამად, შარდვა თავისუფალი უმტკივნეულო. შარდვის ბუშტის საპროექციო არე უმტკივნეულო.

სისხლძარღვოვანი, სასუნთქი და საჭმლის მომნელებელი სისტემის მხრივ პათოლოგიური ცვლილებები არ აღენიშნება. ღვიძლი და ელენთა არ ისინჯება. თირკმელების საპროექციო არე ცვლილებებს არ განიცდის. პალპაციით უმტკივნეულოა, პასტერნაკის სიმპტომი ორივე მხარეს უარყოფითია. ლიმფური კვანძები არ ისინჯება.

Per rectum—წინამდებარე ჯირკვალი გადიდებულია 1,5-ჯერ. (ელასტიური კონსტიტენციისა).

სისხლის ანალიზი: Er—4500000, He—14,2 მგ%, ფერადობის მაჩ.—94, ლეიკ.—5700, სისხლის დენა—4′—დენკეთი, PO₂—15. პროტო. ინდ.—68%. შარდოვანა—19,6%.

შარდის ანალიზი: ხვედრ. წონა—1016, მყავე რეაქციისა, ცილა—0,099%, Ieic—20, Er—10, მარილები დიდი რაოდენობით, ატობიური უჯრედები არ არის. ზიმიციკის ცდა—1019—1020.

საშარდე სისტემისა და მენჯის ძვლების მიმოხილვით რენტგენოგრამაზე კონკრემენტისა და მეტასტაზების ჩრდილი არ ჩანს.

ცისტოსკოპია: შარდის ბუშტის მარჯვენა გვერდით კედელზე აღინიშნება ლორწოვანის უხეში ინფილტრაცია, რომელიც ვრცელდება ყელისაკენ.

ექსკრეტორული უროგრაფია. მარჯვნივ კონტრასტული ნივთიერება — 15, კარგად ავსებს შეუცვლელ თირკმლის მენჯს და შარდსაწვეთს, მარჯვენა თირკმლის ფუნქცია არ არის.

ცისტოგრაფია: დაღმავალ ცისტოგრამაზე აღენიშნება ფართო დეფექტი შარდის ბუშტის მარჯვენა გვერდით კედელზე.

ზემოაღწერილი მონაცემებით, ავადმყოფს აღენიშნება შარდის ბუშტის სიმსივნე, იმისათვის, რომ ავადმყოფს გაუკეთდეს რადიკალური ოპერაცია, საჭიროა დადგენილ იქნეს სიმსივნის ინფილტრაციის ხარისხი და დამოკიდებულება ლიმფურ ჯირკვლებთან. ავადმყოფს დაენიშნა მენჯის ფლებოგრაფია.

ფლებოგრაფიაზე (სურ. 3), სანტორინის წნული არ ჩანს, აღინიშნება ერთეული შევიწროებანი დარჩენილი ვენური სისხლის ძარღვებისა. ავადმყოფი ადრე მკურნალობდა ტელე-გამა-თერაპიით, რის გამოც დაეწყო ბოქვენის ძვლების სპონგიოზური ნივთიერების სხივური ფიბროზი, v.v. Obturatoria შესამჩნევად გაფართოებულია და გადაწეულია გარეთ, კედლისაკენ. გარეთა მენჯის ვენები არ ჩანს. არც შინაგანი მენჯის ვენები ჩანს, კონტრასტული ნივთიერება ავსებს მხოლოდ მის ზემო მესამედს, დისტალურ ნაწილში აღინიშნება ნამგლისმაგვარი ფორმის ავსების დეფექტი მეტწილად მარცხნივ. ორივე მხარეს ბიფურკაციის ადგილას. სადაც გამოდის v. iliaca communis, აღინიშნება ავსების დეფექტი. ფლებოგრაფიაზე მენჯის ვენები არ გამოისახება.

ფლებოგრაფიის მონაცემებით, ავადმყოფს აქვს შარდის ბუშტის კიბო IV ხარისხის მეტასტაზებით ლიმფურ კვანძებში და მენჯის მაგისტრალური სისხლის ძარღვების გასწვრივ.

15/11—1964 წელს ინტუბაციურ ეთერ-ქანკბადის ნარკოზით ავადმყოფს გაუკეთდა ოპერაცია — ცისტექტომია (მეთოდი THY).

სიმსივნე მოიცავდა შარდის ბუშტის მარჯვენა კედელს, რომელიც გადადიოდა ყელისაკენ. ამოღებული იქნა 2 მეტასტაზირებული ლიმფური კვანძი, ჰისტოლოგიურად დადგინდა კიბო.

ოპერაციის შემდგომი პერიოდი დამაკმაყოფილებელია. ფლებოგრაფიის შესრულების დროს ჩვენ არ გვქონდა გართულებები არცერთ შემთხვევაში.

ფლებოგრაფიის დიაგნოსტიკური მონაცემებით ა. პიტელმა (1964) შარდის ბუშტის სიმსივნეების საერთაშორისო კლასიფიკაციაში, რომელიც მო-



სურ. 3.

წოდებულია ე. მ ა რ შ ა ლ ის მიერ, შეიტანა ცვლილება. იგი აღნიშნავს: „რამდენადაც ამჟამად ფლებოგრაფიის დახმარებით შარდის ბუშტის სიმსივნეების დროს ოპერაციამდე შეგვიძლია განვსაზღვროთ ლიმფური კვანძების დაზიანების ხარისხი. კლასიფიკაციაში აღნიშნულ N კატეგორიას (კლასიფიკაციაში N აღნიშნავს რეგიონალური ლიმფური კვანძების დაზიანების ხარისხს) შეიძლება დაემატოთ რიცხობრივი მნიშვნელობები, რომლებიც გამოხატავენ პლასტომატოზური პროცესით—ლიმფური სისტემის დაზიანების ხარისხს სხვადასხვა სტადიაში.“.

დასკვნა

შარდის ბუშტის ავთვისებიანი სიმსივნეების რენტგენოდიაგნოსტიკის მეთოდებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია ბოქვენის ძვლების ერთმომენტური ორმხრეი პუნქცია (მენჯის ფლებოგრაფია), როგორც დამხმარე სადიაგნოსტიკური მეთოდი, რომლის საშუალებითაც ვადგენთ სიმსივნის ინფილტრაციის ხარისხს შარდის ბუშტის კედლის სისქეში და მეტასტაზების გავრცელებას მენჯის ლიმფურ კვანძებში.

თუ სიმსივნე ჩაზრდილია შარდის ბუშტის კედლის მთელ სისქეში და ნაწილობრივ პარავეზიკალურ ქსოვილში, ხოლო ფლებოგრამაზე დახურული პარავეზიკალური ვენტური წნულები ცვლილებებს არ განიცდის, ასეთ შემთხვევაში შეიძლება გაკეთებულ იქნეს რადიკალური ოპერაცია.

თუ სიმსივნე ჩაზრდილია მეჩხის ვენურ წნულებსა და ლიმფურ კვანძებში და იგი რადიკალურად ინოპერაბილურია. ოპერაციამდე დიაგნოზის დადგენა შეიძლება მხოლოდ ფლებოგრაფიით.

მეჩხის ფლებოგრაფიის მისაღებად შარდის ბუშტის სიმსივნეების დროს კონტრასტული ნივთიერების შესაყვანად ყველაზე კარგ ადგილს წარმოადგენს ბოქვენის ძვლების სპონგიოზური ნივთიერება.

სსრ კავშირის მედიცინის მეცნიერებათა აკადემია

ურთოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.10.1964)

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Н. М. БЕРОДЗЕ

ТАЗОВАЯ ФЛЕБОГРАФИЯ ПРИ ОПУХОЛЯХ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

Резюме

В последнее время в рентгенодиагностике урологических заболеваний особое значение придается тазовой флебографии как одному из вспомогательных диагностических средств при заболеваниях опухолей мочевого пузыря и предстательной железы.

При помощи флебографии устанавливается степень опухолевого поражения степени мочевого пузыря, что невозможно при других рентгенологических исследованиях.

Нами была произведена тазовая флебография на 12 трунах.

В нормальных условиях имеет место вариабельность тазовых вен, что заслуживает особого внимания при дифференциации и установлении диагноза.

Кроме того, произведена тазовая флебография у 15 больных с опухолями мочевого пузыря. Во всех случаях до операции было установлено наличие метастазов в лимфатических узлах, простате и стенке мочевого пузыря.

დავოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. De-la-Pena. Plebographie der Beckenvenen am lebenden., Ztschr. f. Urol., 44, 1951, 554 — 564.
2. Г. И. Мгалоблишвили. Тазовая флебография в диагностике опухолей мочевого пузыря. Урология, 4, 1960.
3. А. Я. Пытель. Современные успехи рентгенодиагностики в урологии. Урология, 1, 1959.
4. А. Я. Пытель. Об оперативном лечении больных раком мочевого пузыря. Урология, 3, 1964.
5. Sicard et Forestier. Radiodiagnosticque lipiodole. G. r. Soc. de Biologie, 12, mars, 1923
6. J. Berberich, S. Hirsch. Die rontgenologische Darstellung der arterien und venen am lebenden Menschen. Klin. Wschr., 49, 1923, 2226.
7. E. Zeman. Pelreovelographie — ein neues diagnostisches Hilfsmittel dei Blaesentumoren. Ztschr. f. Urol, 48, 1955.

კლინიკური მიმოხილვა

ი. შორაღანია

სისხლის შრატში ზოგიერთი ტრანსამინაზის აქტივობა სამშობიარო მოქმედების სისუსტისას მკურნალობასთან დაკავშირებით

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ვ. ასათიანმა 22.12.1965)

უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებული ყურადღება მიიპყრო სისხლის შრატში ფერმენტების გლუტამიკო-ასპირაგინისა და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზების აქტივობის განსაზღვრამ.

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, ტრანსამინაზები საგრძნობ ცვლილებას განიცდიან სხვადასხვა პათოლოგიური მდგომარეობის დროს. ტრანსამინაზების აქტივობის სისხლის შრატში განსაზღვრა სადიაგნოზო მიზნით ფართოდაა გამოყენებული თერაპიულ კლინიკაში, პირველ რიგში გულისა და ღვიძლის ზოგიერთი დაავადების დროს.

რაც შეეხება სამეანო-გინეკოლოგიურ პრაქტიკაში სისხლის შრატში ტრანსამინაზების აქტივობას, მის შესახებ შედარებით მცირე ცნობები მოიპოვება, ამასთან მის ირგვლივ აზრთა სხვადასხვაობაა [1—10].

ლიტერატურული წყაროებიდან ირკვევა, რომ არ არსებობს ერთიანი აზრი ტრანსამინაზების აქტივობის შესახებ ნორმალური სამშობიარო მოქმედების დროს და მითუმეტეს მისი პათოლოგიის შემთხვევაში.

ამიტომ ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა გლუტამიკო-ასპირაგინისა და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზების აქტივობის დინამიკა მშობიარეთა სისხლის შრატში სამშობიარო მოქმედების სისუსტის დროს მკურნალობასთან დაკავშირებით. სამშობიარო მოქმედების სისუსტის მკურნალობის მიზნით ძირითადად გამოვიყენეთ გლუტამინის მჟავა და შტეინ-ხმელევესკის მეთოდი.

ჩვენს დაკვირვებაში მყოფ მშობიარეთა კლინიკური შესწავლის შემდეგ 80 შემთხვევაში სისხლის შრატში დინამიურად გამოკვლეულ იქნა გლუტამიკო-ასპირაგინისა და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზის აქტივობა, მშობიარობის სტიმულაციის დაწყებამდე და სტიმულაციის შემდეგ. ორივე სახის ტრანსამინაზის მაჩვენებლების გამოკვლევა ხდებოდა ვ. უმბრაიტის მეთოდით ტ. პასხინას მოდითაკციით.

დაკვირვებაში მყოფი მშობიარენი დავყავით ოთხ ჯგუფად. პირველი ჯგუფი ითვლება შესადარებლად, სადაც შესწავლილია 20 მშობიარე ფიზიოლოგიურად მიმდინარე მშობიარობით (აღნიშნულ ჯგუფში სისხლის შრატში ტრანსამინაზების აქტივობა გამოკვლეულია მშობიარობის პირველი პერიოდის დასაწყისში და პირველი პერიოდის დასასრულს); მეორე ჯგუფში გამოკვლეულია 20 მშობიარე სამშობიარო მოქმედების სისუსტით, რომელთაც მშობიარობის სტიმულაცია ჩატარდა შტეინ-ხმელევესკის მეთოდით. მე-3-47. „მოამბე“, XXXVII:3, 1965

მე-2 ჯგუფში გამოკვლეულია 20 მშობიარე სამშობიარო მოქმედების სისუსტით, რომელთაც სტიმულაცია ჩაუტარდათ შტეინ-ხმელევსკის მეთოდით და გლუტამინის მკავით; მე-3 ჯგუფში გამოკვლეულია 20 მშობიარე სამშობიარო მოქმედების სისუსტით, რომელთაც სტიმულაცია ჩაუტარდათ გლუტამინის მკავით.

მშობიარობის სტიმულაცია შტეინ-ხმელევსკის მეთოდით ჩატარებულია, საყოველთაოდ მიღებული სქემით. გლუტამინის მკავა მშობიარეებს ეძლეოდათ 0,5 გ. რაოდენობით, პერორალურად საათში ერთხელ სულ 3—4 ფხვნილი საჭიროებისდა მიხედვით, წინასწარ სასაქმებელი ზეთის მიღების ან ჰიპერტონიული ოყნის შემდეგ. ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები დამუშავებულია ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით და მოყვანილია ცხრილებში.

გლუტამიკო-ასპარაგინის ტრანსამინაზას აქტივობა სისხლის შრატში ფიზიოლოგიურად მიმდინარე მშობიარობის დროს, მოყვანილია 1 ცხრილში ერთეულების სახით.

ცხრილი 1

სისხლის ადების დრო	სტატისტიკური მაჩვენებლები			
	N	M	$\pm m (M)$	$\pm \sigma$
მშობიარობის პირველი პერიოდის დასაწყისი	20	18,64	1,78	8,13
მშობიარობის პირველი პერიოდის დასასრული	20	34,00	2,79	15,30
განსხვავება მათ შორის		D	t	p
		15,36	4,64	0,00

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, გლუტამიკო-ასპარაგინის ტრანსამინაზას აქტივობა სამშობიარო მოქმედების გაძლიერებასთან ერთად მატულობს. თუ იგი მშობიარობის პირველი პერიოდის დასაწყისში 18,64 ერთეულია, მშობიარობის დასასრულს—34,0 ერთეულს უდრის და ჰემპარიტების მაჩვენებელი (t) 4,64-ია.

გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზას აქტივობა ფიზიოლოგიურად მიმდინარე მშობიარობის დროს, მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზას აქტივობა სამშობიარო მოქმედების გაძლიერებასთან ერთად ერთიორად მატულობს; თუ იგი პირველი პერიოდის დასაწყისში 15,76 ერთეულია, მშობიარობის დასასრულს—33,50 ერთეულს აღწევს და t მაჩვენებელი 10,31-ია.

ამრიგად, მიღებული მონაცემებით ირკვევა, რომ ფიზიოლოგიურად მიმდინარე მშობიარობის დროს, როდესაც სამშობიარო შეტევებს აქვს რეგულარული ხასიათი და რიტმი მშობიარობის პირველი პერიოდის დასაწყისში გლუტამიკო-ასპარაგინის ტრანსამინაზას აქტივობა 18,64 ერთეულია და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზას—15,76 ერთეულია, მათი ურთიერთ შეფარდების კოეფი-

ციენტი 1,2-ია, ხოლო მშობიარობის პირველი პერიოდის დასასრულს, როდესაც სამშობიარო მოქმედების სიძლიერე თავის კულმინაციას აღწევს, გლუტამიკო-ასპარაგინის ტრანსამინაზის აქტივობა მატულობს (34,0 ერთეულს უდრის).
ცხრილი 2

სისხლის აღების დრო	სტატისტიკური მაჩვენებლები			
	N	M	$\pm m (M)$	$\pm \sigma$
მშობიარობის პირველი პერიოდის დასაწყისი	20	15,76	1,23	5,65
მშობიარობის პირველი პერიოდ. დასასრული	20	33,50	1,20	6,56
განსხვავება მათ შორის		D	t	p
		17,74	10,31	0,00

გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზის მაჩვენებელი ასეთსავე ცვალებადობას განიცდის და აღწევს 33,50 ერთეულს; მათი ურთიერთ შეფარდების კოეფიციენტი კი—1,01-ია.

ცხრილი 3

სისხლის აღების დრო	სტატისტიკური მაჩვენებლები			
	N	M	$\pm m (M)$	$\pm \sigma$
სტიმულაციის დაწყებამდე	20	17,30	1,42	6,36
სტიმულაციის შემდეგ	20	45,25	4,96	22,16
განსხვავება მათ შორის		D	t	p
		27,95	5,42	0,00

მშობიარეთა მეორე ჯგუფის მონაცემები, სადაც სამშობიარო მოქმედების სისუსტის გამო მშობიარობის სტიმულაცია ჩატარებულია შტეინ-ხმელევესკის მეთოდით მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

გლუტამიკო-ასპარაგინის ტრანსამინაზის აქტივობა სტიმულაციის დაწყებამდე იყო 17,30 ერთეული, ხოლო სტიმულაციის შემდეგ 45,25 ერთეული; მაჩვენებელი კი 5,42-ია, რაც მის მკვეთრ სხვაობაზე მიუთითებს.

გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზების აქტივობის მაჩვენებლები მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზის აქტივობა სტიმულაციისთან დაკავშირებით მატულობს. თუ სტიმულაციამდე იყო 15,60 ერთეული, სტიმულაციის დამთავრების შემდეგ იგი 38,20 ერთეულია, ურთიერთ შეფარდების კოეფი-

ციენტი სტიმულაციამდე 1,1 და სტიმულაციის შემდეგ 1,19-ია. t მაჩვენებელი 6.65 უდრის.

ამრიგად, სამშობიარო მოქმედების სისუსტის დროს გამოყენებულ სტიმულაცია შტეინ-ხმელევსკის მეთოდით იძლევა გარკვეულ კანონზომიერ ცვლილებებს. სისხლის შრატში ტრანსამინაზების აქტივობა მატულობს.

ცხრილი 4

სისხლის აღების დრო	სტატისტიკური მაჩვენებლები			
	N	M	$\pm m (M)$	$\pm \sigma$
სტიმულაციის დაწყებამდე	20	15,60	1,19	5,31
სტიმულაციის შემდეგ	20	38, 20	3,19	14,26
განსხვავება მათ შორის	D	t	p	
	22,60	6,65	0,00	

მესამე ჯგუფში, სადაც სამშობიარო მოქმედების სისუსტის გამო მშობიარობის სტიმულაცია ჩატარებულია შტეინ-ხმელევსკის მეთოდით და გლუტამინის მქავეით, გარკვეული ცვლილებები მივიღეთ გლუტამიკო-ასპარაგინის ტრანსამინაზის მაჩვენებლების მონაცემებში (იხ. ცხრილი 5).

ცხრილი 5

სისხლის აღების დრო	სტატისტიკური მაჩვენებლები			
	N	M	$\pm m (M)$	$\pm \sigma$
სტიმულაციის დაწყებამდე	20	15,10	1,03	4,62
სტიმულაციის დაწყების შემდეგ	20	22,35	1,04	4,66
განსხვავება მათ შორის	D	t	p	
	7,25	4,96	0,00	

მშობიარობის სტიმულაციის დაწყებამდე გლუტამიკო-ასპარაგინის აქტივობა სისხლის შრატში 15,10 ერთეულია, ხოლო სტიმულაციის დამთავრების შემდეგ, სამშობიარო მოქმედების გაძლიერებასთან ერთად იგი მატულობს—22,35 ერთეულია და t მაჩვენებელი 4,96 უდრის. გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზის აქტივობის მაჩვენებელი მოყვანილია მე-6 ცხრილში.

აღსანიშნავია გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზის მაჩვენებლის უფრო მეტი სხვაობა გლუტამიკო-ასპარაგინის ტრანსამინაზასთან შედარებით. ასე, მაგ.:

სტიმულაციამდე იყო 14,30 ერთეული, ხოლო სტიმულაციის შემდეგ 26,05 ერთეულს აღწევს. ამ დროს t მაჩვენებელი 5,0 განისაზღვრება, ურთიერთ შეფარდების კოეფიციენტი—1,05 და 0,9.

ცხრილი 6

სისხლის აღების დრო	სტატისტიკური მაჩვენებლები			
	N	M	$\pm m (M)$	$\pm \sigma$
სტიმულაციის დაწყებამდე	20	14,30	0,75	3,39
სტიმულაციის შემდეგ	20	26,05	2,23	9,98
განსხვავება მათ შორის	D	t	p	
	11,75	5,0	0,00	

მეოთხე ჯგუფში სამშობიარო მოქმედების სისუსტის შემთხვევებში სტიმულაცია ჩატარებულია გლუტამინის მეშვეობით. მონაცემები მოყვანილია მე-7 ცხრილში.

ცხრილი 7

სისხლის აღების დრო	სტატისტიკური მაჩვენებლები			
	N	M	$\pm m (M)$	$\pm \sigma$
სტიმულაციის დაწყებამდე	19	19,47	1,92	8,39
სტიმულაციის შემდეგ	20	31,70	3,41	15,25
განსხვავება მათ შორის	D	t	p	
	12,23	3,12	0,02	

გლუტამიკო-ასპარაგინის ტრანსამინაზის აქტივობა სტიმულაციის დაწყებამდე იყო 19,47 ერთეული, ხოლო სტიმულაციის დამთავრების შემდეგ — 31,70 ერთეული.

ამგვარად, აღნიშნული ფერმენტის აქტივობა გადიდდა სამშობიარო მოქმედების გაძლიერებასთან ერთად და ეს მატება თვალსაჩინოა (t მაჩვენებელი 3,12-ია). ზემოხსენებული სახის სტიმულაციის დროს მატებას განიცდის აგრეთვე გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზის მაჩვენებელი, რაც მოყვანილია მე-8 ცხრილში.

მე-8 ცხრილის მონაცემების მიხედვით, თუ სტიმულაციის დაწყებამდე მისი აქტივობა იყო 18,6 ერთეული, სტიმულაციის დამთავრების შემდეგ, სამშობი-



არო მოქმედების გაძლიერებასთან ერთად იგი მატულობს და 32,0 ერთეულს შეადგენს. ურთიერთ შეფარდების კოეფიციენტი 1,04 და 0,8-ია, ხოლო t მაჩვენებელი 2,63 უდრის.

ცხრილი 8

სისხლის აღების დრო	სტატისტიკური მაჩვენებლები			
	N	M	$H_m (M)$	$\pm \sigma$
სტიმულაციის დაწყებამდე	20	18,60	3,69	16,10
სტიმულაციის დროს	20	32,00	3,50	15,63
განსხვავება მათ შორის		D	t	p
		13,40	2,63	0,009

აღნიშნულ ჯგუფში, სადაც სამშობიარო მოქმედების სისუსტის გამო ჩატარებულ იქნა სტიმულაცია გლუტამინის მყავით, მიღებულია ტრანსამინაზების გარკვეული მერყეობა მშობიარეთა სისხლის შრატში სტიმულაციამდე და მის შემდეგ. ჩვენი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ გლუტამიკო-ასპარაგინის და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზების აქტივობა სისხლის შრატში ფიზიოლოგიურად მიმდინარე მშობიარობის დროს გარკვეულ ცვლილებებს განიცდის სამშობიარო მოქმედების სიძლიერესთან და ხანგრძლივობასთან დაკავშირებით, რაც გამოიხატება მათი მაჩვენებლების მომატებაში. სამშობიარო მოქმედების სისუსტის დროს ორივე ტრანსამინაზას მაჩვენებელი სტიმულაციის დაწყებამდე ისევე რჩება, რაც ფიზიოლოგიური მშობიარობის დაწყების დროს იქნა ჩვენ მიერ დადგენილი.

გარკვეული და თვალსაჩინო ცვლილებები მივიღეთ იმ შემთხვევაში, როცა მშობიარობის სტიმულაცია ჩატარებულია შტეინ-ხმელევესკის მეთოდით. ამ ჯგუფში ორივე ტრანსამინაზის საშუალო მაჩვენებელი გაიზარდა; იმ დროს, როდესაც მესამე და მეოთხე ჯგუფში, სადაც სტიმულაციის მიზნით გამოყენებულა გლუტამინის მყავა, აღნიშნული მაჩვენებლები შედარებით დაბალია და უახლოვდება ფიზიოლოგიურად მიმდინარე მშობიარობის დროს მიღებულ მონაცემებს.

გლუტამიკო-ასპარაგინის და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზას მაჩვენებლები სისხლის შრატში სამშობიარო მოქმედების სისუსტის დროს გლუტამინის მყავას გავლენით ერთგვარ ნორმირებას განიცდის და უახლოვდება ფიზიოლოგიურად მიმდინარე მშობიარობის დროს მიღებულ მონაცემებს.

კუნთში ცილის ცვლა (კერძოდ მისი გაძლიერება) დიდად არის დამოკიდებული გადაამინირების პროცესზე. ჩვენი მონაცემებით, ნორმალური სამშობიარო მოქმედების დროს გლუტამიკო-ასპარაგინისა და გლუტამიკო-ალანინის ტრანსამინაზების მაჩვენებლები ერთგვარად მომატებულია, თუმცა ზოგიერთი

ავტორების მონაცემებით ეს მაჩვენებლები ორსულობის დროს არ ცვალეზადობენ.

ჩვენი მონაცემების დასაბუთებად შეიძლება ჩაითვალოს შემდეგი გარემოება. ცნობილია შრატის ტრანსამინაზების კავშირი სისხლის შრატის გლობულინებთან. ელექტროფორეზის დროს ისინი გადაადგილდებიან α - და γ - გლობულინებთან ერთად. თითქმის ყველა მკვლევარი აღნიშნავს, რომ ორსულთა სისხლში მატულობს შრატის— α - (და ნაკლებად) γ -გლობულინი, განსაკუთრებით ორსულობის მიწურულში რაც, როგორც ჩანს, ორსულობისა და სამშობიარო მოქმედებისათვის დამახასიათებელი ცილოვანი ცვლის თავისებურებით აიხსნება.

შეიძლება წარმოვიდგინოთ, რომ ნორმალური სამშობიარო მოქმედების პროცესში იქმნება პირობები (ფერმენტების შესაძლებელი ჰიპერპროდუქცია და უჭრედის გარსების განვლადობის ცვლილება და სხვ.), რომლებიც ხელს უწყობენ ფერმენტების დიდი რაოდენობით გადასკლას სისხლის პლაზმაში. არ არის გამორიცხული, რომ აქ მნიშვნელობა აქვს სხვა ფაქტორებსაც, რაც მოითხოვს დეტალურ შესწავლას. ვინაიდან ჩვენ ვიკვლევდით არა ფერმენტების კონცენტრაციას, არამედ მათ აქტივობას, არ უნდა დავივიწყოთ აქტივატორების, ინჰიბიტორების, რეტიკულ-ედოთელიური სისტემის მდგომარეობისა და სხვა ფაქტორების ურთიერთმოქმედება ამ აქტივობაზე.

ჩვენი მონაცემებით, სამშობიარო მოქმედების სისუსტის დროს სისხლის შრატში ტრანსამინაზების მაჩვენებლები სტიმულაციასთან დაკავშირებით მატულობენ, რაც ალბათ, ზემოთ აღნიშნულ მიზეზებთან ერთად პირობადებული უნდა იყოს მშობიარობის გახანგრძლივებითა და რბილი სამშობიარო გზების ტრავმირებით. იმ შემთხვევებში, როდესაც სტიმულაცია ტარდება გლუტამინის მქავეთ, ტრანსამინაზების მაჩვენებლები უფრო დაბალია და უახლოვდება ფიზიოლოგიურად მიმდინარე მშობიარობის დროს არსებულ მონაცემებს. ამის მიზეზი უნდა იყოს ტრანსამინაზების პროცესის ნორმირება და გაძლიერება გლუტამინის მქავას გავლენით.

რესპუბლიკური სამედიცინო-გინეკოლოგიური
სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.1.1965)

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Ю. Д. ЖОРДАНИЯ

АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ТРАНСАМИНАЗ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ПРИ СЛАБОСТИ РОДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Резюме

В настоящей работе мы поставили целью изучить в сыворотке крови активность глутамино-аспарагиновой и глутамино-аланиновой трансаминаз при слабости родовой деятельности в связи с лечением.

Методом Умбрайта в модификации Пасхиной в динамике исследовалась активность трансаминаз в сыворотке крови у 80 рожениц. Из них 60 рожениц со слабостью родовой деятельности, у которых стимуляция



родов проводилась по методу Штейна—Хмелевского и дачей глютаминовой кислоты. В качестве контроля проведены исследования крови у 20 рожениц с физиологически протекающими родами.

При физиологически протекающих родах показатели глютамино-аспарагиновой и глютамино-аланиновой трансминаз увеличиваются наряду с усилением родовой деятельности.

Показатели глютамино-аспарагиновой и глютамино-аланиновой трансминаз сыворотки крови при стимуляции глютаминовой кислотой приближаются к показателям, наблюдаемым при физиологически протекающих родах. Эти показатели повышены при стимуляции методом Штейна—Хмелевского.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. U. C. Dubach, O. H. Stamm. Transaminasebestimmungen in der Geburtshilfe. Arch. Gyn., 190, 4, 1958, 394—403.
2. P. Mentasti. La transaminasi glutammico-ossalacetica nel campo ostetrico. Minerva ginec., 10, 12, 1958, 479—482.
3. W. Carol, A. Bonow. Serumferment—Aktivitätsuntersuchungen bei Fehegeburten. Zbl. Gyn., 36, 1962, 1409—1415.
4. G. Romalis, A. D. Gläman. Serum enzymes in pregnancy. Am. Journ. Obst. Gyn., 84, 8, 1962, 1104—1110.
5. E. Rimbach. Enzymologie der Geburtshilfe. Jena, 1960.
6. E. Rimbach, A. Bonow. Änderungen der Transaminaseaktivität während der Schwangerschaft und im Wochenbett. Deutsche med. Wschr., 40, 1959, 1822—1825.
7. О. Ф. Ануфриева. Активность трансминаз сыворотки крови у женщин с артериальной гипотонией во время беременности, в родах и послеродовом периоде. Труды Куйбыш. мед. ин-та, т. 25, 1963, 130—132.
8. A. Kotasek, J. Fabianova. Aktivito sérových transamináz u stravých těhotných a ozen s pondat gestózou. Ceskoslov. Gyn., 1—2, 1962, 66—69.
9. M. Durst, B. Strauss. Transaminasebestimmung in der Gebyrtschilfe. Geburtshilfe u. Frauenheilkunde, 1963, 10, 927—934.
10. Т. Ф. Пономарева, А. В. Колемейчук. Трансминазы сыворотки крови при поздних токсикозах беременности. Вопросы медицинской химии, т. 10, 5, 1964, 466—469.

ა. ხინთიბიძე

ეფრემ მცირის მთარგმნელობითი მეთოდის ერთი თავისებურების
შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ბარამიძემ 6.10.1964)

XI საუკუნის დიდმა ქართველმა მეცნიერმა, მთარგმნელმა და კომენტატორ-მა ეფრემ მცირემ შექმნა საკუთარი მთარგმნელობითი თეორია, რომლითაც იგი დაუპირისპირდა ქართულ მწერლობაში გავრცელებულ ე. წ. თავისუფალი თარგმანის პრინციპს.

თავისუფალი თარგმანის კლასიკურ ნიმუშებს იძლეოდა ექვთიმე ათონელი, მთარგმნელობის ექვთიმე ათონელის სტილს კი მკვეთრად გაემიჯნა გიორგი ათონელი. იგი პრინციპულად ახლოს მივიდა ბერძნულ დედანთან; მაგრამ თარგმანის ქართულ ენაზე ბუნებრივად ამეტყველებისათვის ზოგჯერ არც გიორგი მთაწმინდელი გაუბრბოდა შემატება-გამოკლების ხერხს. ამის შესახებ იგი თვითონ მიუთითებდა „დავითის“ საკუთარი თარგმანის ანდერძში: „ჩუენ, რომელი ჯერ იყო, ჩაგვირთავს და, რომელი ჯერ იყო, დაგვიკლია, ვითა ჩუენსა ენასა მოუვიდოდა და წესი საქმისა ეძიებდაო“ ([1], გვ. 109; [2], გვ. 108; [3], გვ. 11).

ეფრემ მცირე დაუპირისპირდა მთარგმნელობის სწორედ ამ შემატება-გამოკლების მეთოდს, ქართულ მწერლობაში მის მიერ შემოტანილი თხზულებები ბერძნული დედნის ზუსტ პირებს წარმოადგენს. მეორე მხრივ, ეფრემი სამართლიანად უწევდა ანგარიშს ქართულ ლიტერატურულ წრეებში დამკვიდრებულ ტრადიციას, რომელიც ტექსტის ზოგიერთი ადგილის განმარტებაში მდგომარეობდა. მხოლოდ ეფრემი ასეთ განმარტებებს, მისი წინაპრებისაგან განსხვავებით, სქოლიოში ურთავდა. მიუხედავად ამისა, როგორც სპეციალურმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, ეფრემს თუმცა იშვიათად, მაგრამ მაინც გაუღია ხარკი ძველი ლიტერატურული ტრადიციისათვის. ამჯერად ჩვენ გვინდა დაწვრილებით შევჩერდეთ ერთი ტიპის განმარტებებზე, რომლებსაც ეფრემი ზოგიერთ შემთხვევაში უშუალოდ თარგმნილ ტექსტში ურთავს.

ქართველი მწიგნობრები ბერძნულიდან ქართულად თარგმნილ თხზულებებში ხშირად ხმარობდნენ სპეციალურ ბერძნულ ტერმინებს და გარკვეულ ბერძნულ გამოთქმებს. ამგვარი გზით ქართულში შემოსული ყოველი ტერმინი, ბერძნულიდან ქართულში გადმოტანილი ყოველი სიტყვა რომ გასაგები ყოფილიყო ქართველი მკითხველისათვის, საჭირო იყო მათი განმარტება.

ექვთიმე ათონელისათვის ჩვეულებრივი ხერხი იყო ქართულ თარგმანში შემოტანილი ბერძნული სიტყვის იქვე, ტექსტშივე განმარტება.

პატრიარქ გერმანეს თხზულებაში „თხრობაჲ სასწაულთათჳს მთავარანგელოზისა მიქაელისა“ ექვთიმე ასე განმარტავს ბერძნულ სიტყვას არგონავტი:

„უწოდა მათ სახელი არღონადტი, რომელი გამოითარგმანების „უქმი მენავენი“, რამეთუ არას იქმოდეს სხუასა საქმესა, არამედ ტყუენვიდეს, და მისგან იყო საზრდელი მათი“ ([4], გვ. 246; [5], გვ. 113; [6], გვ. 54).

უფრო ქვევით ექვთიმე ასე განმარტავს საკუთარ სახელს სუსთენი:

„...უწოდეს ადგილსა მას და ტაძარსა სუსთენი, რომელ გამოითარგმანების „ძალი ცხორებისაჲ“, რამეთუ მუნ მიეცა მათ ძალი და განერნეს სიკუდილისაგან და ცხონდეს“ ([4], გვ. 246; [5], გვ. 113; [6], გვ. 55).

როგორც მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს, ექვთიმე ტექსტშივე იძლევა ბერძნული სიტყვების ქართულ თარგმანს და ამის შესახებ თვითონვე იქვე მიუთითებს სიტყვებით: „რომელი გამოითარგმანების“; ხოლო შემდეგ მოჰყავს საკუთარი ეტიმოლოგიური განმარტებანი ამ სიტყვებისა.

ამგვარი სახის განმარტებებს მიმართავს გიორგი მთაწმინდელიც. აი ერთი ნაწყვეტი მის მიერ თარგმნილი ბასილ დიდის „ექუსთა დღეთა“—დან.

„და კუალად, რომელთა-იგი ანთილიოს უწოდენ, რომელ არიან მზის-ნაცვალნი, რაჟამს-იგი შეკრბიან სარბიელსა ზედა მზისასა, და გარე ურბიედ მას. არიან იგი სასწაულ შემთხუევათა რათმე და საღმობათა ჰაერისათა“ ([7], გვ. 68).

ქართული სიტყვების შესაბამისად — „და კუალად, რომელითა იგი—ანთილიოს უწოდენ, რომელ არიან მზის-ნაცვალნი“—ბერძნულ დედანში იკითხება: *ἢ καί, οὗς θυσιαζόμενοι θυμῷ ἰσῆς* ([1], გვ. 025). გიორგის თარგმანში დედანთან შედარებით მეტია სიტყვები: „რომელ არიან მზის-ნაცვალნი“. ამ ჩანართით გიორგი მთაწმინდელი განმარტავს ბერძნულიდან ქართულში შემოტანილ სიტყვას ანთილიოს. მართლაც ბერძნულ სიტყვას *θυμ-ἰსῆς* სხვა მნიშვნელობებთან ერთად აქვს გაგება—მზის მსგავსი.

სხვა ადგილას „ექუსთა დღეთაჲს“ გიორგი მთაწმინდელსეულ თარგმანში იკითხება:

„ითქუმის კუალად დასაბამად სადაჲთ-იგი იქმნის რამეჲ შის ქუეშე მყოფისა მის დასაბამ, ვითარცა სახლისა დასაბამ ითქუმის საძირკუელი, და ნავისა შემაჲ იგი, რომელსა ზედა ადევების ნავი, რომელ არს ტროპი“ ([7], გვ. 7).

თარგმანისეული სიტყვები — „და ნავისა შემაჲ იგი, რომელსა ზედა ადევების ნავი, რომელ არს ტროპი“—ბერძნულ დედანში ასე იკითხება: *καί: ἔπει πλοῖσιν ἢ τρῶπῆς* ([1], გვ. 019) ქართულ თარგმანში ბერძნულთან შედარებით მეტია ბერძნული სიტყვის ტროპის განმარტება: „შეშაჲ იგი, რომელსა ზედა ადევების ნავი“. მართლაც, როგორც ქართული ტექსტის გამომცემელიც მიუთითებს *ἢ τρῶπῆς* (დაე) ნიშნავს სწორედ „გემის ხერხემალს“ ([1], გვ. 019, გვ. 176).

როგორ იქცეოდა ანალოგიურ შემთხვევებში ევრემ მცირე? ევრემი ამგვარი ხასიათის განმარტებებსც უმრავლეს შემთხვევაში სქოლიოებში იძლეოდა. მას ძალზე ბევრი აქვს ლექსიკური ხასიათის კომენტარები. იგი აშიაზე დართულ

სპეციალურ სქოლიოებში აზუსტებდა ამა თუ იმ სიტყვის ლექსიკურ მნიშვნელობას. ზოგჯერ მიუთითებდა მის მიერ ხმარებულ ტერმინთა ბერძნულ წარმოშობილობაზე. მაგალითად, ეფრემ მცირემ თარგმნა ბერძნულიდან ბასილ დიდის სიტყვა „სარწმუნოებისათვის“. თარგმანის ერთ ადგილას იკითხება: „ხოლო ვპირდებ სახელებსა და სიტყუებსა მას, რომელთა ლექსი არა იპოვების საღრმითთა წერილთა შინა“ ([8], 6v). სიტყვას ლექსი ეფრემი აშიაზე ურთავს შემდეგ კომენტარს: „შეისწავე, რამეთუ წიგნურსაებრ მასა სიტყუასა ლექსი ჰპრქან ბერძნულად...“ ([8], 6v).

მიუხედავად ამისა, ზოგიერთ შემთხვევაში ეფრემიც იძლევა ბერძნული სიტყვის ლექსიკური მნიშვნელობის ქართულ თარგმანს, და ამ თარგმანს ისიც, ისე როგორც მისი წინამორბედები, უშუალოდ ტექსტში ურთავს.

ეფრემ მცირის თარგმნილ ბასილ დიდის ე. წ. „ვრცელ წესებში“ ერთ ადგილას ბერძენი ავტორი იმოწმებს ერთ მუხლს ტიმოთეს მიმართ პირველი ეპისტოლედან (3, 10):

ბერძნული დედანი:

„Καὶ οὐτοι γὰρ, φησι, δεῖται ἄλλοθεν ἄλλου πρῶτον, εἶτα δεῖται οὐκ ἔτι αὐτῶν...“ ([9], გვ. 1029).

ეფრემის თარგმანი:

რამეთუ ესენი, თქუმილ არს, გამოლა-იცადებოდედ პირველად და ეგრეთელა დიაკონებედ, ესე იგი არს ჰმსახურებედ [10].

ამგვარად, ეფრემმა ქართულ ტექსტში შემოიტანა ბერძნული საეკლესიო ტერმინი „დიაკონება“ (διακονία — ვმსახურობ) და ტექსტშივე ჩაურთო ამ ტერმინის ქართული განმარტება: „ესე იგი არს ჰმსახურებედ“. ეფრემის ეს განმარტება კონსტრუქციულად გიორგი მთაწმინდელის განმარტებების ტიპისაა. დავეუკვირდეთ:

გიორგი მთაწმინდელი:

„...ანთილიოს უწოდებენ, რომელი მზის-ნაცვალნი...“

ეფრემ მცირე:

„...დიაკონებად, ესე იგი არს ჰმსახურებედ...“

ბასილ დიდის „ასკეტიკონის“ ეფრემისეულ თარგმანში ერთ-ერთი თხზულების შემდეგ იკითხება:

„აქა დასრულდა შესავალი წიგნისა ამის წმიდისა ბასილისი, რომელსა ასკეტიკონ ეწოდების, რომელი გამოითარგმანების სამოლუაწეოა“ ([8], 14v).

ეს დანართი რომელიდაც ბერძენ კომენტატორს ეკუთვნის. იგი უშუალოდ ბერძნული დედნისაგან უთარგმნია ეფრემს; მაგრამ, რალა თქმა უნდა, ბერძნულ დედანში არ იქნებოდა სიტყვები: „რომელი გამოითარგმანების სამოლუაწეოა“. ეს განმარტება უშუალოდ ეფრემისაა. ამ შემთხვევაშიც ეფრემს ბერძნულიდან ქართულად გადმოუტანია სპეციალური ტერმინი (კრებულის სახელწოდება) და იგი იქვე, ტექსტშივე უთარგმნია ქართულად. ეფრემის ეს განმარტება კი კონსტრუქციულად ექვთიმე ათონელის განმარტებების ტიპისაა. დავეუკვირდეთ:

ექვთიმე ათონელი:

1. „...არღონაფტი, რომელი გამოითარ-
გმანების უქმი მენავენი...“
2. „...სუსთენი, რომელ გამოითარგმან-
ების ძალი ცხორებისაჲ“.

ეფრემ მცირე:

„...„ასკიტიკონ ეწოდების,
რომელი გამოითარ-
გმანების სამოღუა-
წეოჲ“.

მხოლოდ, როგორც აღვნიშნეთ, ექვთიმე ამგვარ თარგმანებას ტექსტშივე ურ-
თავდა სიტყვის საკუთარ ეტიმოლოგიურ გავებას. ეფრემი კი, ექვთიმესაგან გან-
სხვავებით, ტექსტში ამგვარი განმარტებების ჩართვისაგან თავს იკავებს.

ფსევდო-დიონისე არეოპაგელის თხზულების „საღმრთოთა სახელთათჳს“
ეფრემ მცირისეულ ქართულ თარგმანში ერთ ადგილას იკითხება:

„ხოლო არარას ახლის-მეტყუელებსა კადნიერ ვიქმნებით. გარნა უწული-
ლესადრე ოდენ ნაწილ-ნაწილთა და კერძოთა გამოძიებად ჭელ-ვპყოფთ განრ-
ჩევითა და გამოცხადებითა შემოკლებულად თქმულთა ნამდვლვე ტაძრისა
ღმრთისა იეროთეოსისთაჲთა“ ([11], გვ. 29).

აღნიშნული თხზულების ბერძნულ ტექსტში ნაცვლად ეფრემის სიტყვე-
ბისა— „ტაძრისა ღმრთისა იეროთეოსისთაჲთა“ — იკითხება: „Τῶ Ἱερωμῆ“
([11], გვ. 285). ზაზასადამე, ეფრემს ბერძნული საკუთარი სახელის—იერო-
თეოსის (Ἱερωμ—ტაძარი, ἱ—ჩაბჯ—ღმერთი) ქართული თარგმანი მოუცია და
იგი უშუალოდ ტექსტში ჩაურთავს. ამ გარემოების შესახებ მას სპეციალური
კომენტარიც დაუწერია. იქვე აზიანზე ეფრემი უთითებს: „შეისწავე, ვითარმედ
იეროთეოს ტაძრად ღმრთისა გამოითარგმანების ენისაგან ბერძნულისა“ ([11],
გვ. 261).

უაღრესად საინტერესოა ის გარემოება, რომ ამ განმარტების შემთხვევაში
ეფრემს მინიმუმამდე დაუყვანია ქართულ ტექსტში დედნისაგან განსხვავებით
ჩართული სიტყვების რაოდენობა. იგი უშუალოდ ტექსტში აღარ წერს „რო-
მელი გამოითარგმანების“, ან „ესე იგი არს“, არამედ ბერძნული სიტყვის გვერ-
დით იძლევა მხოლოდ მის ქართულ თარგმანს: „ტაძრისა ღმრთისა იეროთეოსი-
სთაჲთა“, ეს განმარტება კი კონსტრუქციულად განსხვავდება ექვთიმესა და გი-
ორგი მთაწმინდელებისათვის დამახასიათებელი ჩანართებისაგან.

ამგვარად, ეფრემ მცირე, მიუხედავად იმისა, რომ წინააღმდეგი იყო შემა-
ტება-დაკლების მეთოდით თარგმნისა, იშვიათად, მაგრამ მაინც, ურთავს ტექსტ-
ში ბერძნულიდან შემოტანილი სიტყვების ქართულ თარგმანებას. განმარტებე-
ბის ერთი ნაწილი ძველი სისტემითაა შესრულებული. ეფრემი ისევე, როგორც
ექვთიმე და გიორგი მთაწმინდელები ხმარობს გამოთქმებს: „რომელი გამოითარ-
გმანების“ და „ესე იგი არს“. ამგვარი ჩანართების გვერდით ეფრემს მოეპოვება
ახლებური სისტემით წარმოებული განმარტებებიც. იგი ბერძნულ სიტყვას იქ-
ვე მიუწერს ზოლმე შესატყვის ქართულ მნიშვნელობას, თარგმანებაზე სპეცია-
ლური მითითების გარეშე. ამგვარი მითითება, ჩვენს მიერ განხილულ შემთხვევა-
ში, ეფრემს სქოლიოში აქვს გადატანილი.

საინტერესოა, თუ როგორ იქცევა ანალოგიურ შემთხვევებში იოანე პეტრი-
წი, რომელმაც ქართული თარგმანი ზედმიწევნით დაუახლოვა ბერძნულ დედანს.

როგორც სპეციალურმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, ამგვარ დეტალებში იოანე პეტრიწიც სცილდება ბერძნულ ტექსტს. თარგმანში დატოვებული ბერძნული სიტყვების ერთ ნაწილს ისიც უთარგმნის ქართველ მკითხველს.

პროკლე დიადოხოსის „კავშირნი ღმრთისმეტყველებითნის“ იოანე პეტრიწისეულ ქართულ თარგმანში ერთ ადგილას იკითხება:

„ვინაჲ გონიერთა გუართასა სული შემდგომად და მეორედ წარმოიყენებს ე მ ფ ა ს ს ა (მაგალითსა)“ ([12], გვ. 116).

მოყვანილი ამონაწერიდან ჩანს, რომ ქართულ ტექსტში ჩართული ბერძნული სიტყვა ე მ ფ ა ს ი იქვე არის განმარტებული როგორც მ ა გ ა ლ ი თ ი. როგორც ქართული ტექსტის გამომცემელის ს. ყაუხჩიშვილის შედგენილი ლექსიკონიდან ჩანს, ბერძნული სიტყვა *ἐμφασα*; მართლაც ნიშნავს: „ანარეკლი“, „შუქი“, „მაგალითი“ ([12], გვ. 187).

სხვა ადგილას იოანე პეტრიწი წერს:

„და თითოეულსა ვითარ იგი (პეფიკენ) ძალ უც; ეგრეცა ეზიარების უმგობესთა...“ ([12], გვ. 103).

ამ შემთხვევაშიც ბერძნული ფორმა *πῆφασεν* ქართულად ნიშნავს „ძალ-უძს“ პეტრიწი ქართულ თარგმანს გვერდით მიუწერს ბერძნულ სიტყვას.

იმავე თხზულებაში იკითხება:

„...რამეთუ იგინი განუშორებელ ყოვლითურთ ქუედმდებარეთად არიან და თან განიწვალებთან განწვალებულთა ო ნ კ ო ს ზუავთა და განყენებულთა თვისსა განუნაწილებელობისაგან“ ([12], გვ. 113).

ზუ ა ვ ი მოყვანილ ნაწყვეტში არის ბერძნული სიტყვის ო ნ კ ო ს (*ὁ ὄν*; *ὄν*) ქართული თარგმანი:

„კავშირნი ღმრთისმეტყველებითნის“ სხვა ადგილას კი პეტრიწი წერს:

„და არ ვინაჲ აჰოცენ (რომელი არ შესაძლო თემის სათქუმელად) მყოფობისა მიერ მათისა, რომელთა თვთება კეთილობა არს“ ([12], გვ. 75).

ამ შემთხვევაშიც შ ე ს ა ძ ლ ო ქართული თარგმანია ბერძნული სიტყვისა თ ე მ ი ს—*ὄν*.

დამოწმებულ შემთხვევაში—„ემფასა—მაგალითსა“, „პეფიკენ—ძალ უც“, „ონკოს-ზუავთა“, „შესაძლო-თემის“—ქართული ტექსტი შორდება ბერძნულ დედანს. ქართულში გადმოტანილია ბერძნული სიტყვები და, ბერძნული ტექსტისაგან განსხვავებით, მათი ქართული თარგმანისა მოცემული. აღნიშნული შემთხვევები მთარგმნელის ლექსიკოლოგიურ განმარტებებს წარმოადგენს. ისინი არ უნდა ავრიოთ პეტრიწისათვის დამახასიათებელ ე. წ. *hendiadys*-ში, რომელიც ერთი ცნების ორი ერთმანეთის მონათესავე სიტყვით გამოხატვაში მდგომარეობს ([13], გვ. LXIII—LXVIII).

ამგვარად, იოანე პეტრიწიც, ისევე როგორც მისი წინამორბედი ქართველი ფილოლოგები, უშუალოდ თარგმანში ურთავს ბერძნული სიტყვების ქართულ განმარტებას. მაგრამ იგი ბერძნული ტექსტისაგან ნაკლებად დაშორებულ მიზნით არ იძლევა სპეციალურ მითითებას თარგმანებაზე, როგორც ამას ექვთიმე და გიორგი მთაწმინდელები და ზოგჯერ ეფრემ მცირე მიმართავდნენ. პეტრიწის ჩანართები ეფრემ მცირის „იეროთესოსის“ ტიპისაა; მხოლოდ ეფრემისაგან განსხ-

ვაგებით, პეტრიწი ტექსტში ჩატარებული თარგმანების შესახებ სქოლიოში მიუთითებს. საერთოდ იოანე პეტრიწისათვის არ იყო უცხო ამგვარი განმარტებების ის სახე, რომელსაც ათონელები მიმართავდნენ. ამის მაგალითები არც თუ იშვიათია პროკლე დიადოხოსის თხზულებაზე დართულ პეტრიწის საკუთარ კომენტარებში. მაგალითად, კომენტარებში ერთ ადგილას პეტრიწი წერს: „...და სია, რომელ არს წყნარად წარსავლელი სიტყვსაჲ“ [14]. სიტყვები — „რომელ არს წყნარად წარსავლელი სიტყვსაჲ“ — წარმოადგენს ბერძნული ფორმის *ἡσυχία*-ს ქართულ თარგმანს. მაგრამ პეტრიწი ამგვარ გაშლილ თარგმანებას ბერძნულიდან თარგმნილ ტექსტში არც ერთ შემთხვევაში არ ურთავს.

ქართულ ტექსტში დატოვებული ბერძნული სიტყვების იმ სხვადასხვა ტიპის განმარტებათაგან, რომლებიც ჩვენ გავაანალიზეთ, ქართველ მთარგმნელებში უფრო პოპულარული თარგმანების გიორგი მთაწმინდელისეული სტილი ყოფილა. მაგალითისათვის დავუკვირდეთ ბასილ დიდის „ასკეტიკონის“ ერთი უცნობი ქართველი მთარგმნელის ენას, რომლის თარგმნილი თხზულება, კ. კეკელიძის მითითების თანახმად, „წარმოადგენს ბერძნული დედნის სიტყვასიტყვითს თარგმანს, საკუთარ სახელთა ბერძნული ფორმების დაცვით და ბერძნული ფონეტიკის თვალსაჩინო ზეგავლენით“ [15]:

ქართველი მთარგმნელი:

ბერძნული დედანი:

- | | |
|--|--|
| <p>1. „რაჲმს“. იგი მოუჭდეს უფალსა ნომიკოსი, რომელ არს სჯულის მეცნიერი“ ([16], 26r).</p> <p>2. „დაღათუ სთქუა ეოსფოროჲს კამკამებაჲ, რომელ არს მთიები; დაღათუ სელინის ბრწყინვალეებაჲ, რომელ არს მთოვარი; დაღათუ ილიოს ფოს, რომელ არს მზისა ნათელი“ ([16], 28r).</p> <p>3. „რაჲ არს პერპერევესთა, რომელ არს ფუდულობაჲ“ ([16], 104r).</p> | <p>1. „ἡγία κα προσελύθη τῷ κυρίῳ ὁ νομικὸς“ ([9], გვ. 905 — 908).</p> <p>2. „Καὶ ἐσφῆρουσ ἀσχηδὲ εἰρηγ, καὶ σελήνηγ λαμπρότητα, καὶ ἡλίου φῶς...“ ([9], გვ. 909).</p> <p>3. „Τὴ ἐστὶ τὸ περπερενεσθῆ:“ ([9], გვ. 1116).</p> |
|--|--|

უცნობი ავტორი ქართულ ტექსტში ხშირად ურთავს ბერძნულ სიტყვებს და განმარტავს იგი მათ ქართული შესატყვისით. ამ განმარტებაზე სპეციალურად მიუთითებს სიტყვებით: „რომელ არს“.

ამგვარად, ქართველი მთარგმნელები ხშირად ქართულ თარგმანში ბერძნულ სიტყვებს ურთავენ და ზოგჯერ ტექსტშივე იძლევიან მათ ქართულ თარგმანს. დიდი ქართველი მთარგმნელების ექვთიმე ათონელის, გიორგი ათონელის, ეფ-

რემ მცირისა და იოანე პეტრიწის სტილი ამგვარ შემთხვევებში ერთმანეთისაგან განსხვავება. ექვთიმე მთაწმინდელი, ჩვენს მიერ განხილულ მაგალითებში ბერძნული ფორმის განმარტებისას, სიტყვებით — „რომელი გამოითარგმანების“, მიუთითებს მის ქართულ მნიშვნელობაზე და შემდეგ იძლევა ამ სიტყვის საკუთარ ეტიმოლოგიურ გაზრებას. გიორგი მთაწმინდელი, განხილული ძეგლის თანახმად, განმარტავს რა ბერძნულ სიტყვას ქართული შესატყვისით, ტექსტშივე მიუთითებს: „რომელ არს“. ეფრემ მცირე იყენებს ბერძნულ სიტყვათა განმარტების მთაწმინდელეებისათვის დამახასიათებელ ხერხებს, მხოლოდ, ექვთიმესაგან განსხვავებით, არასდროს არ იძლევა უშუალოდ ტექსტში სიტყვის ეტიმოლოგიურ ახსნას. ამავე დროს, ეფრემ მცირესთან ვხვდებით ბერძნულ სიტყვათა განმარტების სხვაგვარ ხერხსაც. იგი ბერძნულ სიტყვას იქვე, გვერდით მიუწერს შესაბამის ქართულ თარგმანს, ისე რომ ტექსტში სპეციალურ მითითებას იმაზე, რომ თარგმანებასთან გვაქვს საქმე, არ ურთავს. თარგმნილ ტექსტში ბერძნული სიტყვების განმარტების მხოლოდ ამ უკანასკნელ სახეს იყენებდა იოანე პეტრიწი. ანალოგიურ შემთხვევებში სხვა ქართველ მთარგმნელთა შორის შედარებით უფრო პოპულარული ბერძნულ სიტყვათა განმარტების გიორგი მთაწმინდლისეული ხერხი უნდა ყოფილიყო.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.10.1964)

ИСТОРИЯ ЛИТЕРАТУРЫ

Э. Г. ХИНТИБИДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОДЧЕСКОГО МЕТОДА ЕФРЕМА МЦИРЕ

Резюме

Ефрем Мцире в перевеленных им сочинениях часто заимствует из оригинала специальные греческие выражения, которые он иногда разъясняет непосредственно в тексте. Включение в текст такого рода разъяснений характерно и для других грузинских переводчиков, в том числе и для Евфимия Афонского, Георгия Афонского и Иоанна Петрици. Часть разъяснений Ефрема Мцире сходна с разъяснениями Евфимия и Георгия Афонских. Ефрем Мцире употребляет и другой вид разъяснений греческих слов, в котором расхождение перевода и оригинала минимальное. Этот последний вид разъяснения греческих слов характерен и для Иоанна Петрици.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. მ. კახაძე. შესავალი; ბასილი დიდი, ექუსთა დღეთაჲ, 1947.
2. მ. ჯანაშვილი. ქართული მწერლობა, I, 1900.
3. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ქართულ ხელნაწერთა აღწერილობა, I, 1946.
4. კ. კეკელიძე. ექვთიმე ათონელის მთარგმნელობითი მოღვაწეობის ერთი ნიმუში; ეტი-
უდები, II, 1945.
5. ს. ყაუხჩიშვილი. ბერძნული ლიტერატურის ისტორია, ტ. II, 1949.
6. რ. შიშინოშვილი. ექვთიმე ათონელის მთარგმნელობითი ხერხები; ძველი ქართული
მწერლობის საკითხები, კრ. II, 1964.
7. ბასილი დიდი. ექუსთა დღეთაჲ, 1947.
8. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის კ. კეკელიძის სახელობის ხელნაწერთა ინსტი-
ტუტის ხელნაწერი A—132.
9. J.—P. Migne. Patrologia Graeca, t. 31. 1857.
10. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის კ. კეკელიძის სახელობის ხელნაწერთა ინსტი-
ტუტის ხელნაწერი A—689,45r
11. პეტრი ბერიელი (ფსევდო-დიონისე არეოპაგელი). შრომები, 1961.
12. იოანე პეტრიწის შრომები, ტ. I. 1940.
13. ს. ყაუხჩიშვილი. შესავალი; იოანე პეტრიწის შრომები, I, 1940.
14. იოანე პეტრიწის შრომები, ტ. II, 1937, 221.
15. კ. კეკელიძე. ქართული ლიტერატურის ისტორია, ტ. I, 1960, 247.
16. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის კ. კეკელიძის სახელობის ხელნაწერთა ინსტი-
ტუტის ხელნაწერი A—63.



ოცდამეჩვიდმეტე ტომის შინაარსი
СОДЕРЖАНИЕ ТРИДЦАТЬ СЕДЬМОГО ТОМА
CONTENTS OF THE THIRTY SEVENTH VOLUME

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

Д. Г. Гордезиани. О численном решении квазилинейного уравнения параболического типа	3
*დ. გორდეზიანი. პარაბოლური ტიპის კვაზი-წრფივ განტოლების რიცხვითი ამოხსნის შესახებ	10
Г. Д. Беришвили. Гомологическая теория Виеториса относительно абелевых категорий	11
*გ. ბერიშვილი. ვიეტორისის ჰომოლოგიის თეორია აბელის კატეგორიების მიმართ	18
И. Т. Кигурадзе. О задаче Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений с сингулярностью	19
*ი. კიგურაძე. კოშიის ამოცანის შესახებ სინგულარულ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებებისათვის	24
Г. С. Табидзе. О задаче обнаружения в тексте названий объектов	25
*გ. ტაბიძე. ტექსტში აღწერილ ობიექტთა დასახელების მოძებნის შესახებ	29
В. А. Пааташвили. О линейной задаче сопряжения в случае счетного множества замкнутых контуров	31
*ვ. პაატაშვილი. წრფივი შეუღლების ამოცანის შესახებ თვლადი რაოდენობის შეკრული კონტურების შემთხვევაში	36
В. Д. Купрадзе (академик АН Грузинской ССР). О полноте некоторых классов функций	257
*ვ. კუპრაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი). ფუნქციათა ზოგიერთი კლასის სისრულის შესახებ	258
О. И. Напетваридзе. О существовании решения контактной граничной задачи теории теплопроводности	259
*ო. ნაფეტვარიძე. სითბოგამტარობის თეორიის კონტაქტური სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის არსებობის შესახებ	262
В. М. Кокिलाшвили. Обратная теорема конструктивной теории функций в пространствах Орлича	263
*ვ. კოკილაშვილი. ფუნქციათა კონსტრუქციული თეორიის შებრუნებული თეორემა ორლიჩის სივრცეებში	270
З. А. Чантурия. О некоторых свойствах T -базисов	271
*ზ. ჭანტურია. T -ბაზისების ზოგიერთი თვისების შესახებ	274
С. Б. Топурня. Сингулярные двойные интегралы, распространенные на бесконечную двумерную область	513
*ს. თოფურია. უსასრულო არეზე გავრცელებული ორჯერადი სინგულარული ინტეგრალი	520
Э. Г. Гордадзе. О сингулярных интегралах с ядром Коши	521
*ე. გორდაძე. კოშიის გულიანი სინგულარული ინტეგრალების შესახებ	526

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

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

* A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article

Г в и д о н Ш е ф е р. О приближенном решении основной бигармонической задачи	527
*გ ვ ი დ ო ნ შ ე ფ ე რ ი. ძირითადი ბიპარმონიული ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნის შესახებ	534
დრეკადობის თეორია—ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ—	
THEORY OF ELASTICITY	
Р. Л. Банцური. Решение первой основной задачи и одной смешанной задачи теории упругости для бесконечной полосы, разрезанной вдоль прямой	275
*რ. ბ ა ნ ც უ რ ი. დრეკადობის თეორიის პირველი ძირითადი ამოცანისა და ერთი შერეული ამოცანის ამოხსნა ნახევარღერძზე გაჭრილი უსასრულო ზოლისათვის	281
Л. А. Пааташвили. О приближенном решении одной общей задачи сопряжения, встречающейся в задачах дифракции	535
*ლ. პ ა ა ტ ა შ ვ ი ლ ი. მიახლოებითი ამოხსნა შეუღლებლის ერთი ზოგადი ამოცანისა, რომელიც აღწერს დიფრაქციის მოვლენას	541
კიბერნეტიკა—КИБЕРНЕТИКА—CYBERNETICS	
Р. Л. Схиртладзе. Выравнивание распределений двоичных случайных последовательностей функциями алгебры логики	37
*რ. ს ხ ი რ ტ ლ ა ძ ე. თრობით შემთხვევით მიმდევრობათა განაწილებების გათანაბრება ლოგიკის ალგებრის ფუნქციებით	44
ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS	
И. А. Жвания, Н. Л. Цинцадзе. Электропроводность слабоионизированной турбулентной плазмы	45
*ი. ჟ ვ ა ნ ი ა, ნ. ც ი ნ ც ა ძ ე. სუსტადიონიზირებული ტურბულენტური პლაზმის ელექტროგამტარებლობა	52
Э. В. Гедалин. Флуктуации в широких атмосферных ливнях: пространственное и угловое распределение частиц	283
*ე. გ ე დ ა ლ ი ნ ი. ფლუქტუაციები ფართო ატმოსფერულ ღვარებში; ნაწილაკების კუთხური და სივრცული განაწილება	288
Р. Ш. Гогсадзе. Материальное тело Эйнштейна—Инфельда и законы движения Ньютона	289
*რ. გ ო გ ს ა ძ ე. ეინშტეინ-ინფელდის მატერიალური სხეული და ნიუტონის მოძრაობის კანონები	295
Р. И. Джибути, Т. И. Копалейшвили. Об одой интерпретации пороговой особенности реакции (γ, d) на ядре B_9^9	297
*რ. ჯ ი ბ უ ტ ი, თ. კ ო პ ა ლ ე ი შ ვ ი ლ ი. B_9^9 ბირთვზე (γ, d) რეაქციის ზღურბლითი თავისებურების ინტერპრეტაციის შესახებ	300
Т. Г. Жгенти, Г. Ш. Кеванишвили. Анализ работы автогенератора на туннельном диоде при различных температурах	543
*თ. ჟ გ ე ნ ტ ი, გ. ქ ე ვ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი. გვირაბულ დიოდზე აგებული ავტოგენერატორის მუშაობის ანალიზი სხვადასხვა ტემპერატურაზე	549
Ш. Л. Бебиашвили, О. М. Намичейшвили. Некоторые вопросы оптимального резервирования	551
*შ. ბ ე ბ ი ა შ ვ ი ლ ი, ო. ნ ა მ ი ჩ ე ი შ ვ ი ლ ი. ოპტიმალური დარტყერვების ზოგადი ერთი საკითხი	558



И. М. Гвердцители, М. А. Буачидзе. Действие триэтилгермана на ди-
ацетиленовые гликоли в присутствии $H_2 PtCl_6$ 323

*ი. გვერდწითელი, მ. ბუაჩიძე. ტრიეთილგერმანიუმის მოქმედება დიაცეტი-
ლენის რიგის გლიკოლებზე H_2PtCl_6 -ის თანდასწრებით 330

В. П. Гогоуадзе, Т. Н. Иванов, Н. В. Витульская, В. М. Квесе-
лава, Д. Р. Натрошвили, А. Г. Панквелашвили. Раствори-
мость гидросилиминсульфата в циклогексаноне и выделение комплекс-
ной системы циклогексаноноксима 567

*ვ. გოგუაძე, თ. ივანოვი, ნ. ვიტულსკაია, ე. კვესელავა, დ. ნატრო-
შვილი, ა. თანკველაშვილი. ჰიდროქსილამინსულფატის ციკლოჰექსა-
ნონში ხსნადობა და ციკლოჰექსანონის კომპლექსური სისტემის გამო-
ყოფა 572

А. И. Кахкиашвили, Д. Я. Бугианишвили, Р. Мачарадзе. Конден-
сация фенолов с ацетиленовыми γ -гликолями в присутствии фосфорной
кислоты 573

*ა. კახნიაშვილი, ჯ. ბუგიანიშვილი, რ. მაჭარაძე. აცეტილენური
 γ -გლიკოლების კონდენსაცია ფენოლებთან ფოსფორმგაყვას თანდასწრებით 580

Д. Ш. Цагарейшвили, Г. Г. Гвелесиани. Ускоренный метод расчета
высокотемпературных теплоемкостей твердых неорганических соеди-
нений 581

*დ. ცაგარეიშვილი, გ. გველესიანი. მყარი არაორგანული ნაერთების მა-
ლატენებერატურული სითბოტევადობების ანგარიშის სწრაფი მეთოდი 586

აგროქიმია—АГРОХИМИЯ—AGROCHEMISTRY

გ. საბაშვილი. ვაშლის ფოთლის ქიმიური ანალიზი, როგორც განთევრების საჭი-
როების სადიაგნოსტიკო საშუალება 343

*Г. В. Сабашвили. Химический анализ листьев яблони как метод диагно-
стики потребности ее в удобрениях 348

ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

Т. Г. Саакашвили. Химическая форма марганца, меди и цинка в пред-
стельной железе человека 73

*თ. სააკაშვილი. მანგანუმის, სპილენძისა და თუთიის ქიმიური ფორმა „ჰიპერ-
ტროფირებულ“ წინამდებარე ჯირკვალში 76

თ. ბერიაშვილი. თავისუფალი ნახშირწყლების წარმოქმნა ყურძნის მტევანში
ფოტოსინთეზის დროს 331

*Т. В. Бериашвили. Возникновение свободных углеводов в грозди вино-
градной лозы в процессе фотосинтеза 337

Э. Н. Курашвили. К вопросу количественного определения витамина D в
женском молоке и крови детей 339

*ე. ყურაშვილი. ვიტამინ D-ს რაოდენობრივი განსაზღვრის საკითხისათვის ქალის
რძესა და ბავშვის სისხლში 342

М. А. Бокучава (член-корреспондент АН Грузинской ССР), Г. Н. Прудзе.
Зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая из формовочного
материала 587

*მ. ბოკუჩავა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
გ. ფრუიძე. სწრაფადხსნადი მწვანე ჩაის მშრალი კონცენტრატის მიღება
განასხლავი მასალისაგან 593

კიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—
 CHEMICAL TECHNOLOGY

К. С. Кутателадзе, И. А. Пицхелаури, А. В. Рустамбеков. К вопросу использования отвального шлака для производства сульфатостойкого цемента	77
*კ. ქუთათელაძე, ი. ფიცხელაური, ა. რუსტამბეკოვი. გადანაჯარი წიღის გამოყენება სულფატმდგრადი ცემენტის მისაღებად	81
Т. В. Ионатамишвили, Ц. С. Начкбия. Исследование процесса сорбции катионов никеля и кобальта анионообменными смолами	595
*თ. იონათამიშვილი, ც. ნაჭყეძია. ნიკელისა და კობალტის კათიონების ანიონგაცვლითი ფისებით შთანთქმის პროცესის გამოკვლევა	602
Н. Д. Дангадзе, В. М. Какабадзе. Влияние уплотнения угольной загрузки на коксуюемость	603
*ნ. დანგაძე, ვ. კაკაბაძე. ნახშირის შემჭიდროების გავლენა კოქსუალობაზე	610

ელემენტარული—ЭЛЕКТРОХИМИЯ—ELECTROCHEMISTRY

Р. К. Кварацхелия. К вопросу о роли серной кислоты в процессах электрохимического восстановления азотной кислоты и гидроксилamina	351
*რ. კვარაცხელია. აზოტჰეაჯასა და ჰიდროქსილამინის ელექტროქიმიურად აღდგენისას გოგირდჰეაჯას მნიშვნელობის საკითხისათვის	358

გეოგრაფია—ГЕОГРАФИЯ—GEOGRAPHY

გ. შაიხურაძე. მტკვრის დოლერიტული ნაკადის ასაკისათვის	83
*Г. М. Майсурадзе. К вопросу о возрасте Куринского долеритового потока	89
Л. А. Владимиров. К методике составления водного баланса Грузии	611
*ლ. ვლადიმეროვი. საქართველოს წყლის ბალანსის მეზოდისათვის	615

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

გ. ლობჯანიძე, მ. კაკაბაძე. სურამის რაიონის ქვედაპალეოგენური ნალექების სტრატოგრაფიის შესახებ	359
*Г. П. Лобжанидзе, М. В. Качаравა. О стратиграфии нижнепалеогеновых отложений района Сурами	365
Д. Г. Иоселидзе. Морфолого-экологические особенности верхнеюрских плеченогих Западной Абхазии	617
*ჯ. იოსელიძე. დაახლოებული აფხაზეთის ზედაიურული მხარეთუხიანების მორფოლოგიურ-ეკოლოგიური თავისებურებები	622
მ. თოფჩიშვილი. ძირულის მასივის სამხრეთ პერიფერიის ლიასური ტერიგენული წყების ასაკის შესახებ	623
*მ. ვ. გოპჩიშვილი. О возрасте лейасовой терригенной свиты южной периферии Дзирульского массива	626

პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY

თ. ჯანელიძე. მიკროელემენტების გავრცელების შესახებ ბაიოსურ ვულკანოგენურ წყებაში	367
*Г. В. Джanelidze. О распределении микроэлементов в байосской вулканогенной толще	372

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

ლ. ჭელიძე. ვალეს ნამარხი ფლორა	373
*Л. Т. Челидзе. Ископаемая флора Вале	376

მინერალოგია—МИНЕРАЛОГИЯ—MINERALOGY

М. А. Беридзе. Аутигенный рутил и турмалин в породах юрской аспидной серии Горной Рачи	91
*მ. ბერიძე. აუტიგენური რუტილი და ტურმალინი მთის რაქის იურული ასპიდური სერიის ქანებში	97

ბიჰინია—ТЕХНИКА—ENGINEERING GENERAL

- В. В. Махалдiani (академик АН Грузинской ССР). Экспериментальное исследование параметров процесса сжатия в двигателях внутреннего сгорания 99
- *ე. შახალდიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). შიგაწვის ძრავებში კუმშვის პროცესის პარამეტრების ექსპერიმენტული გამოკვლევა 103
- А. З. Банетишвили. Погрешности полигометрических ходов и их векторная интерпретация 635
- *ა. ბანეთიშვილი. პოლიგონურ სვლათა ცდომილებანი და მათი ვექტორული ინტერპრეტაცია 642

სამშენალო ბიჰინია—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—
STRUCTURAL MECHANICS

- В. А. Гогоберидзе. К расчету арочных плотин. Метод центральной консоли 105
- *ვ. დობეტიძე. თაღვანი კაშხლების ანგარიში (ცენტრალური კონსოლის მეთოდი) 112
- Е. А. Мchedlishvili. Коррелятивное отображение трехмерного пространства на плоскость 113
- *ე. მჭედლიშვილი. სამგანზომილებიანი სივრცის სიბრტყეებ კორელაციურად გადასახვა 119
- И. И. Гудушаури. О расчете арочных плотин-оболочек методом наложения фиктивных „ортотропных“ систем 379
- *ი. დუღუშაური. თაღური კაშხლების განგარიშება „ორთოტროპულ“ სისტემათა შერწყმის მეთოდით 386
- В. А. Гогоберидзе. Сравнение вариационных методов Бубнова—Галеркина и Ритца 386
- *ვ. დობეტიძე. ბუბნოვ—გალიორკინისა და რიტცას ვარიაციული მეთოდების შედარება 393
- И. А. Санадзе. К исследованиям по сульфатостойкости портландцемента . . . 627
- *ი. სანაძე. პორტლანდცემენტის სულფატმდეგობის კვლევებისათვის 634

ბიჰინია და ავტომატიკა—ТЕЛЕМЕХАНИКА И АВТОМАТИКА—
TELEMECHANICS AND AUTOMATICS

- М. Е. Салуквадзе. К синтезу оптимальных регуляторов в системах с запаздыванием 127
- *მ. სალუქვაძე. ოპტიმალური რეგულიატორების სინთეზის საკითხისათვის დაგვიანებით მოქმედ სისტემებში 133

ბიჰინია—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

- И. В. Хомерики. Уточнение обеспеченности отдачи при многолетнем регулировании речного стока с помощью водохранилищ 395
- *ი. ხომერიკი. წყლის ხარჯის უზრუნველყოფის დახუსტება წყალსაცავებით მდინარის ჩანადენის მრავალწლიური რეგულირების დროს 402
- Дж. В. Буачидзе. Результаты исследования процесса сжигания газа в инжекционных горелках низкого давления 645
- *ჯ. ბუაჩიძე. დაბალი წნევის ინექციურ სანთურებში გაზის წვის პროცესის გამოკვლევის შედეგები 652
- Г. В. Ратиани, Д. И. Авалиани. Число действующих центров парообразования и критические тепловые нагрузки при кипении в большом объеме некоторых органических жидкостей 653

- *გ. რატიანი, ჯ. ავალიანი. ორთქლადქცევის მოქმედ ცენტრთა რიცხვი და კრიტიკული თხურო დაჭვირთვები დიდ მოცულობაში ზოგიერთი ორგანული სითხეების დუღილის დროს 659

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

- Г. Г. Гвелесиани, Ш. М. Безарашвили, А. А. Надирадзе. Цирконитермическое восстановление окиси европия 121
- *გ. გველესიანი, შ. ბეზარაშვილი, ა. ნადირაძე. ვეროპიუმის ჟანგის ცირკონოთერმიული აღდგენა 126
- Ф. Н. Тавадзе (академик Академии наук Грузинской ССР), З. Ш. Херодинашвили. Устройство для нагрева легкоокисляющихся материалов в вакууме 643
- *ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ზ. ხეროდინაშვილი. მოწყობილობა ადვილადჟანგვადი ნივთიერებების გახურებისათვის ვაკუუმში 644

გობანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

- კ. ქიმერიძე. საქართველოს მთიანეთში Carex vesicaria-ს ფორმაციის შესწავლისათვის 403
- *К. Р. Кимеридзе. К изучению формации осоки пузырчатой в нагорье Грузии 410
- ვლ. არსენიშვილი. ალაზნის ველის შოროქნიანების მოსაზღვრე ტყეების დაბასიათება 411
- *В. Г. Арсенишвили. Леса, граничащие с кермековыми Алазанской долины 414
- И. А. Кобахидзе. К эмбриологии Libium szovitsianum... 661
- *ლ. კობახიძე. Libium szovitsianum... ემბრიოლოგიური შესწავლისათვის . . . 667
- ზ. ქებაძე. მესამეული პერიოდის რელიქტის თურანულას... კორამი ვაშლოვანის ნაკრძალში 669
- *З. Г. Кебадзе. Роща третичного реликта туранги... в Вашлованском заповеднике 672

გენარამთა ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ—

PHYSIOLOGY OF PLANTS

- Д. В. Котаева. О наличии хлоропластов в кончиках корней виноградной лозы 143
- *დ. კოტაევა. ქლოროპლასტების არსებობის შესახებ ვახის ფესვის წვეროვებში 146
- თ. ტყოსელი. ვახის ფესვის პიგმენტების ფიზიოლოგიური როლის შესახებ . . . 147
- *Г. Я. Чкуасели. Физиологическая роль корневых пигментов виноградной лозы 152

სელექცია—СЕЛЕКЦИЯ—SELECTION

- И. С. Капанадзе. К вопросу о причине мужской стерильности кукурузы, вызванной инцухтом 135
- *ი. კაპანაძე. ინცუხტით გამოწვეული მამრობითი სტერილობის შესახებ სიმინდში 141

მიკრობიოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ—MICROBIOLOGY

- ბ. წილთსანი. თამბაქოს ბაქტერიული ჩოფურას გამომწვევის ზოგიერთ ბიოლოგიურ თვისებაზე რადიოაქტიური გოჯირდის მოქმედების შესწავლისათვის 693
- *Г. А. Цилосани. Действие радиоактивной серы на некоторые биологические свойства возбудителя бактериальной ябухи табака 699

მეცენარეობა—РАСТЕНИЕВОДСТВО—PLANT-GROWING

- ლ. გორგაძე. მშობელთა აღზრდის განსხვავებული პირობების მნიშვნელობა ჰიბრიდული თათის პროდუქტიულობაში 415



*Л. С. Гиоргадзе. Влияние различных условий выращивания родительских форм на продуктивность гибридного потомства	421
ქ. გურული შვილი. სიმინდის ტაროს სიქაჩლის შემცირების საკონსისაფის	673
*К. В. Гурулишвили. Об уменьшении череззерницы початков кукурузы	680

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

Г. В. Гегенава. Экономическая эффективность химической защиты цитрусовых от вредителей и болезней	155
*გ. გეგენავა. მავნებლებისა და ავადმყოფობებისაგან ციტრუსოვანების ქიმიური დაცვის ეკონომიური ეფექტურობა	160
А. А. Джибладзе. Новый вид тли.. из Грузии	163
*ა. ჯიბლაძე. ბუგრის ახალი სახეობა... საქართველოდან	169
მ. სეფერთელაძე. შირაქ-ვლადარის ფოთლიჭამია ხოჭოების... ფაუნის შესწავლისათვის	423
*М. П. Сепертеладзе. К изучению фауны жуков-листоедов из Шираки-Эльдари	425
А. А. Джибладзе. Новый вид тли.. из Грузии	427
*ა. ჯიბლაძე. ბუგრის ახალი სახეობა... საქართველოდან	433
მ. გუჯაბიძე. მასალები საქართველოში გავრცელებული Sarcophaginae ფაუნის ტური ინვენტარიზაციის შესახებ	681
*М. Г. Гуджабидзе. Материалы к инвентаризации фауны Sarcophaginae Грузии	684
Г. В. Гегенава. К количественной оценке фитотоксичности пестицидов	685
*გ. გეგენავა. პესტიციდების ფიტოტოქსიკურობის რაოდენობრივი შეფასებისათვის	692

ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGY

Ш. Д. Дареджанашвили. О сезонном и стацнальном распределении панцирных клещей.. в окрестностях Тбилиси	175
*შ. დარეჯანაშვილი. ჯავშნიანი ტიკების... სეზონური და სტაციონალური გავრცელების შესახებ თბილისის მიდამოებში	197
მ. დემეტრაშვილი. რიწის ტბის სათევზმეურნეო ათვისების ზოგიერთი ბიოლოგიური საფუძვლის შესახებ	181
*М. Г. Деметрашвили. О некоторых биологических основах рыбохозяйственного освоения оз. Рица	187
М. Г. Нацвлишвили. Некоторые сведения о наземных моллюсках Гегечкского района	435
*მ. ხიანაცკელი შვილი. ზოგიერთი ცნობა გეგეჭკორის რაიონში გავრცელებული მოლუსკების შესახებ	440
Д. Н. Кобахидзе. Новый подвид ложноскорпиона.. с Кавказа	441
*დ. კობახიძე. ცრუმორიელის ახალი ქვესახეობა... კავკასიიდან	443

პარაზიტოლოგია—ПАЗАЗИТОЛОГИЯ—PARASITOLOGY

Г. В. Мацаберидзе. Новая нематода.. от кротов	171
*გ. მაცაბერიძე. ახალი ნემატოდა... თხუნელადან	173

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHISIOLOGY

Ц. П. Джугели. О механизме действия боржомской минеральной воды на секреторную деятельность желудка у больных язвенной болезнью	445
*ც. ჯუღელი. კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულით დაავადებულთა კუჭის სეკრეტორულ ფუნქციებზე ბორჯომის მინერალური წყლის მოქმედების მექანიზმის შესახებ	450
Э. В. Атанелишвили. Изменения функционального состояния центральной нервной системы у больных с резецированным желудком при воздействии некоторых физиотерапевтических процедур	453

*ე. ათანელიშვილი. ფუნქციური ცვლილებები ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში რეზერვებულ ავადმყოფებში ზოგიერთი ფიზიო-თერაპიული პროცედურის მოქმედებისას	457
А. А. Микеладзе. Электронномикроскопическое исследование головного и спинного мозга	459
*ა. მიქელაძე. თავისა და ხურგის ტვინის ელექტრონულ-მიკროსკოპული გამოკვლევა	466
დ. ქაჯაია, ს. ნარეკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქისა და თალამური გადამართავი ბირთვების ურთიერთობისათვის	709
*Д. В. Каджая, С. П. Нарикашвили (член-корреспондент АН ГССР). К взаимодействию между корой больших полушарий головного мозга и таламическими передаточными ядрами	715

ანატომია—АНАТОМИЯ—ANATOMY

მ. ყიფიანი. ძაღლის ჯვარდინი ხვეულის ანგიოარქიტექტონიკა პოსტნატალურ ონტოგენეზში	189
*М. К. Кипиани. Ангиоархитектоника крестообразной извилины собаки в постнатальном онтогенезе	194
თ. თოხაძე. გლიოკენის ჰისტოქიმიური თავისებურებანი ხორხის კბოში	701
*Т. Л. Тохадзе. Гистохимические особенности гликогена в раковых опухолях горлани	707

ექსპერიმენტული მედიცინა—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—

EXPERIMENTAL MEDICINE

რ. მესხრიკაძე. წყალტუბოს მინერალური წყლის აბაზანების გავლენა მთლიან ტირებელი ენდარტერიტით დაავადებულ ავადმყოფთა ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციურ მდგომარეობაზე	197
* Р. М. Месхриказде. Влияние ванн цхалтубовской минеральной воды на функциональное состояние нервной системы больных облитерирующим эндартериитом	202
М. С. Бардычев. Структурная перестройка легочной паренхимы (алвеол, бронхов) при экспериментальном открытом артериальном протоке	205
*მ. ბარდიჩევი. ბრონქისა და ალვეოლებს სტრუქტურული გარდაქმნა ღია ექსპერიმენტული არტერიული სადინარის დროს	211
В. А. Бурджанадзе, Ш. И. Мардахиашвили, А. С. Дзодендзе. К вопросу динамики некоторых компонентов углеводного обмена в асцитных карциномах при противоопухолевой химиотерапии	213
*გ. ბურჯანაძე, შ. მარდახიაშვილი, ა. ძოდენიძე. ანტიბლასტური ქიმიოთერაპიის გავლენის საკითხისათვის ნახშირწყლების ზოგიერთი კომპონენტის ცვალებადობაზე ასციტურ კარცინომებში	219
Н. М. Завриева, М. С. Мачабели. Новый метод прижизненной микрокиносъемки гемостатического процесса (модель тромбеморрагического синдрома, полученного путем парентерального введения яда гюрзы)	467
*ნ. ზავრიევა, მ. მაჩაბელი. ჰემოსტაზური პროცესის მიკროკინოგრაფიული ანალიზი მეთოდი	473
თ. ტყეშელაშვილი, გ. კვეციანი, ა. აბესაძე. ფელატინისაგან მომზადებული სისხლმემცველის მნიშვნელობა სხივური დაავადების კომპლექსურ მკურნალობაში	475
*Т. В. Ткешелашвили, Г. Е. Кевлишвили, А. И. Абесадзе. Значение кровезамениителя, приготовленного из желатины, в комплексной терапии острой лучевой болезни	473
Т. С. Хуцишвили. Аурикуломиокардиопексия как способ реваскуляризации сердца	717
*ტ. ხუციანი. აურიკულომიოკარდიოპექსია როგორც გულის რევასკულარიზაციის წესი	722

- Г. Д. Иоселиани, О. И. Бурджанадзе, Н. С. Чхартишвили. Применение хлорэтила для искусственной остановки сердца 725
- *გ. იოსელიანი, ო. ბურჯანაძე, ნ. ჩხარტიშვილი. ქლორეთილის გამოყენება გულის ხელფუნქციური გაქრებისათვის 728

კლინიკური მედიცინა — КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА —

CLINICAL MEDICINE

- Г. П. Зубадалაშვილი. Сравнительная оценка отдаленных результатов хирургического лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки по Бильрот-II и гастроеюнопластикой 221
- *გ. ზუბადალაშვილი. კუჭისა და თორმეტკვლეა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების ბილროტ-II-სა და გასტროენტეროოროპლასტიკური წესით ომბექციის შორეული შედეგების შედარებითი შეფასება 227
- Д. С. Какашвили. Морфологическая картина крови у лиц престарелого возраста 229
- *დ. კაკაშვილი. სისხლის მორფოლოგიური სურათი ხანდაზმულ ადამიანებში 236
- რ. ჩხეიძე. ქვემო კიდურების ტრანსოსალური ფლებოგრაფიის საკითხისათვის 237
- *Р. Д. Чхеидзе. К вопросу трансосальной флебографии нижних конечностей 242
- Э. К. Модебадзе. О состоянии системы свертывания крови при ювенильных маточных кровотечениях 245
- *ე. მოდებაძე. იფემოლიური სისხლის დენის დროს სისხლის შედეგების სისტემის მდგომარეობის საკითხისათვის 250
- Л. В. Чиковани. К вопросу о взаимоотношениях между степенью тренированности и функциональными показателями различных физиологических систем организма спортсменов, имеющих „бесконечный тон“ 481
- *ლ. ჩიქვანი. „განუწყვეტელი“ ტონის მქონე სპორტსმენთა გავრცელებისა და სხვადასხვა ფიზიოლოგიური სისტემების ფუნქციურ მანევრებელთა ურთიერთდამოკიდებულების საკითხისათვის 488
- შ. მირაშვილი. მარჯვენა მხრის ჰემიკოლექტომიის დროს მსხვილი ნაწლავის ტაკვის ფიქსაციისა და ანასტომოზის სახის მნიშვნელობის შესახებ 489
- *Ш. С. Мирашвили. О значении вида анастомоза и фиксации культи толстой кишки при правосторонней гемиколэктомии 495
- გ. ანთელავა. პნევმომედიასტინოგრაფიის მნიშვნელობა ფილტვებისა და შუასაყარის დაავადების დროს 497
- *Г. К. Антелава. Значение пневмомедиастинографии при заболеваниях средостения и легких 503
- ბ. ბერძენი. მენჯის ფლებოგრაფია შარდის ბუშტის სიმპტომების დროს 729
- *Н. М. Беродзе. Газовая флебография при опухолях мочевого пузыря 736
- ი. ყორღანი. სისხლის შრატში ზოგიერთი ტრანსამინაზის აქტივობა სამშობიარო მოქმედების სისუსტისას მკურნალობასთან დაკავშირებით 737
- *Ю. Д. Жордания. Активность некоторых трансаминаз в сыворотке крови при слабости родовой деятельности 743

ფსიქოლოგია — ПСИХОЛОГИЯ — PSYCHOLOGY

- Ш. А. Надирашвили. Моделирование обобщающей активности субъекта 505
- *შ. ნადირაშვილი. სუბიექტის განაზოგადებელი აქტივობის მოდელირება 511

ეთნოგრაფია — ЭТНОГРАФИЯ — ETHNOGRAPHY

- ბ. მაისურაძე. მუსიკალური და პოეტური მეტრის მიმართების საკითხი ხევსურულ სიმღერებში 251
- *Н. М. Майсурадзе. Вопрос о соотношении музыкального и поэтического метра в хевсурских песнях 254

ლიტერატურის ისტორია — ИСТОРИЯ ЛИТЕРАТУРЫ —

HISTORY OF LITERATURE

- ე. ხინთიბიძე. ეფრემ მცირის მთარგმნელობითი მეთოდის ერთი თავისებურების შესახებ 745
- *Э. Г. Хинтибидзе. Об одной особенности переводческого метода Ефрема Мцире 751



აბესაძე ა. 475
 ავალიანი ჯ. 659
 ათანელიშვილი ე. 457
 ანთელავა გ. 497
 არსენიშვილი ვლ. 411

 ბანეთიშვილი ა. 642
 ბანცური რ. 281
 ბარდიჩევი მ. 211
 ბებიაშვილი შ. 558
 ბეზარაშვილი შ. 126
 ბერიაშვილი თ. 331
 ბერიშვილი გ. 18
 ბერიძე მ. 97
 ბერძე ნ. 729
 ბოკუჩავა მ. 593
 ბუაჩიძე მ. 64, 330
 ბუაჩიძე ჯ. 652
 ბუგიანიშვილი ჯ. 58, 322, 580
 ბურჯანაძე ვ. 219
 ბურჯანაძე ო. 728

 გეგენავა გ. 160, 602
 გედალინი ე. 288
 გველესიანი გ. 126, 586
 გვერდწითელი ი. 64, 330
 გიორგაძე ლ. 415
 გოგასაძე რ. 295
 გოგუაძე ვ. 572
 გორდაძე ე. 526
 გორდემიანი დ. 10
 გურგენიძე ზ. 309
 გურულიშვილი ქ. 673
 გუჯაბიძე მ. 681

 დანგაძე ნ. 610
 დარეჯანაშვილი შ. 179
 დემეტრაშვილი მ. 181

 ვაშაკიძე ე. 309
 ვიტულსკაია ნ. 572
 ვლადიმეროვი ლ. 615

 ზავრიევა ნ. 437
 ზუბადალაშვილი გ. 227

 თაეაძე ფ. 644
 თოფურია ს. 520
 თოფჩიშვილი მ. 623
 თოხაძე თ. 701

 ივანოვი თ. 572
 იონათამიშვილი თ. 602

იოსებიძე ჯ. 622
 იოსელიანი გ. 728

 კაკაბაძე ვ. 610
 კაკიაშვილი დ. 236
 კაპანაძე ი. 141
 კაჭარავა მ. 359
 კახნიაშვილი ა. 58, 322, 580
 კველიშვილი გ. 475
 კვარაცხელია რ. 358
 კვესელავა ვ. 572
 კირვლიძე ი. 562
 კიდურაძე ი. 24
 კობახიძე დ. 443
 კობახიძე ლ. 667
 კოკილაშვილი ვ. 270
 კოპალეიშვილი თ. 300
 კოტაევა დ. 146
 კუპრაძე ვ. 258

 ლალიძე რ. 70, 316
 ლობჯანიძე გ. 359

 მაისურაძე გ. 83
 მაისურაძე ნ. 251
 მანგაძე გ. 304
 მარდახიაშვილი შ. 219
 მაჩაბელი მ. 473
 მაცაბერიძე გ. 173
 მაჭარაძე რ. 580
 მახათაძე ი. 562
 მახალდიანი ვ. 103
 მელიქაძე ლ. 309
 მესხრიკაძე რ. 197
 მინდელი პ. 304
 მირაშვილი შ. 489
 მიქელაძე ა. 466
 მოდებაძე ე. 250
 მჭედლიშვილი ე. 119

 ნადირაშვილი შ. 511
 ნადირაძე ა. 126
 ნამიჩიშვილი ო. 558
 ნარიკაშვილი ს. 709
 ნატროშვილი დ. 572
 ნაფეტვარიძე ო. 262
 ნაცვლიშვილი მ. 440
 ნაჭყებია ც. 602

 პაატაშვილი ვ. 36
 პაატაშვილი ლ. 541

 ევანია ი. 45

- ყორდანია ი. 737
 ყლენტი თ. 549
 რატიანი გ. 659
 რუსტამბეგოვი ა. 81
 სააკაშვილი თ. 76
 საბაშვილი გ. 343
 სალუქვაძე მ. 133
 სანაძე ი. 634
 სანიციძე ნ. 70
 სეფერთელაძე მ. 423
 სიხარულაძე რ. 44
 სხირტლაძე რ. 44
 ტაბიძე გ. 29
 ტყეშელაშვილი თ. 475
 ფანქველასვილი ა. 572
 ფიცხელაური ი. 81
 ფრუიძე გ. 593
 ქაჯაია დ. 709
 ქეზაძე ზ. 669
 ქვეანიშვილი გ. 549
 ქიმერიძე კ. 403
 ქუთათელაძე კ. 81
 ლოლობერიძე ვ. 112, 393
 ლუდუშაური ი. 386
 Абесадзе А. И. 478
 Авалиანი Д. И. 653
 Антелава Г. А. 503
 Арсенишвили В. Г. 414
 Атaneliшвили Э. В. 453
 Банетишвили А. З. 635
 Банцури Р. Д. 275
 Бардычев М. С. 205
 Бебиашвили Ш. Л. 551
 Безарашвили Ш. М. 121
 Бериашвили Т. В. 337
 Беридзе М. А. 91
 Беришвили Г. Д. 11
 Беродзе Н. М. 736
 Бокучава М. А. 587
 Буачидзе Дж. В. 645
 Буачидзе М. А. 59, 323
 Бугианишвили Д. Я. 53, 317, 573
 Бурджанадзе В. А. 213
 Бурджанадзе О. И. 725
 Вашакидзе Э. В. 305
 ყიფიანი მ. 189
 ყურაშვილი ე. 342
 შეფერი გ. 534
 ჩიქოვანი ლ. 488
 ჩხარტიშვილი ნ. 728
 ჩხეიძე რ. 237
 ცაგარეიშვილი დ. 586
 ძოწენიძე ა. 219
 წილოსანი გ. 693
 ჭავჭავანიძე დ. 316
 ტანტურია ზ. 274
 ქელიძე ლ. 373
 ჭკუასელი თ. 147
 ხეროდინაშვილი ზ. 644
 ხეცურიანი ც. 565
 ხინთიბიძე ე. 745
 ხომერიკი ი. 402
 ხუციშვილი ტ. 722
 ჯანელიძე თ. 367
 ჯობლაძე ა. 169, 433
 ჯიბუტი რ. 300
 ჯუღელი ც. 450
 Витульская Н. В. 567
 Владимиров Л. А. 611
 Гвелесиани Г. Г. 121, 581
 Гвердцители И. М. 59, 323
 Гегенава Г. В. 155, 685
 Гедалин Э. В. 288
 Гиоргадзе Л. С. 421
 Гогоберидзе В. А. 105, 386
 Гогсадзе Р. Ш. 289
 Гогუაძე В. П. 567
 Гордадзе Э. Т. 521
 Гордезиани Д. Г. 3
 Гуджабидзе М. Т. 684
 Гудушаური И. И. 379
 Гургенидзе З. И. 305
 Гурулишвили К. В. 680
 Дангадзе Н. Д. 603
 Дареджанашвили Ш. Д. 175
 Деметрашвили М. Г. 187
 Джanelidze Т. В. 372
 Джибладзе А. А. 163, 427

Джибути Р. И. 297
 Джугели Ц. П. 445
 Дзюценидзе А. С. 213

Жвания И. А. 45
 Жгенти Т. Г. 543
 Жордания Ю. Д. 743

Завриева Н. М. 467
 Зубадалашвили Г. П. 221

Иванов Т. Н. 567
 Ионатамишвили Т. В. 595
 Иосебидзе Д. Г. 617
 Иоселиани Г. Д. 725

Каджая Д. В. 715
 Какабадзе В. М. 603
 Какиашвили Д. С. 229
 Капанაძე И. С. 135
 Кахниашвили А. И. 53, 317, 573

Качарава М. В. 365
 Кварацхелиа Р. К. 351
 Квеселава В. М. 567

Кебадзе З. Г. 671
 Кеванишвили Г. Ш. 543
 Кевлишвили Г. Е. 478

Кигурადзе И. Т. 19
 Кимеридзе К. Р. 410
 Кипиани М. К. 194

Кирвалидзе И. Д. 559
 Кобахидзе Д. Н. 441
 Кобахидзе Л. А. 661

Кокилашвили В. М. 263
 Копалейшвили Т. И. 297
 Котаева Д. В. 143

Купрадзе В. Д. 257
 Курашвили Э. Н. 339
 Кутателадзе К. С. 77

Лагидзе Р. М. 65, 311
 Лобжанидзе Г. П. 365

Майсурадзе Г. М. 89
 Майсурадзе Н. М. 254
 Манагадзе Г. Д. 301
 Мардахиашвили Ш. И. 213

Махалдანი В. В. 99
 Махатадзе И. Л. 559
 Мацаберидзе Г. В. 171

Мачабели М. С. 467
 Мачарадзе Р. 573

Меликадзе Л. Д. 305
 Месхриკაძე Р. М. 202
 Микеладзе А. А. 459
 Миндели П. Ш. 301
 Мирашвили Ш. С. 495
 Модебадзе Э. К. 245
 Мchedlishvili E. A. 113

Надирадзе А. А. 121
 Надирашвили Ш. А. 505
 Намичейшвили О. М. 551
 Напетваридзе О. И. 259
 Нарикашвили С. П. 715
 Натрошвили Д. Р. 567
 Нацвлишвили М. Г. 435
 Начкебия Ц. С. 595

Пааташвили В. А. 31
 Пааташвили Л. А. 535
 Панквелашвили А. Г. 567
 Пицхелаური И. А. 77
 Прундзе Г. Н. 587

Ратиани Г. В. 653
 Рустамбеков А. В. 77

Саакашвили Т. Г. 73
 Сабашвили Г. В. 348
 Салуквадзе М. Е. 127
 Санадзе И. А. 627
 Саникидзе Н. С. 65
 Сепертеладзе М. П. 425
 Схиртладзе Р. Л. 37

Табидзе Г. С. 25
 Тавадзе Ф. Н. 643
 Ткешелашвили Т. В. 478
 Топурия С. Б. 513
 Топчишвили М. В. 626
 Тохадзе Т. Л. 707

Херодинашвили З. Ш. 643
 Хедуриани Ц. С. 563
 Хинტიбидзе Э. Г. 751
 Хомерики И. В. 395
 Хуцишвили Т. С. 717

Цагарейшвили Д. Ш. 581
 Цилосани Г. А. 699
 Цинцадзе Н. Л. 45

Чавчанидзе Д. Г. 311

Чантурия З. А. 271
 Челидзе Л. Т. 376
 Чиковани Л. В. 481
 Чкуасели Т. Я. 152

Чхარტიшвили Н. С. 725
 Чхеидзе Р. Д. 242
 Шефер Г. 527

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
 აკადემიკოსი რ. დვალი

Гл. редактор — академик Академии наук Грузинской ССР
 Р. Р. Двали

ხელმოწერილია დასაბუთდად 22.2.1965; შეკვ. № 86; ანაწყოზის ზომა 7×11;
 ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 19,0;
 ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 16,0; უე 02029; ტირაჟი 1400

Подписано к печати 22.2.1964; зак. № 86; размер набора 7×11; размер
 бумаги 70×108; количество уч.-изд листов 19,0; количество печатных
 листов 16,0; УЭ 02029; тираж 1400

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, ძერჟინსკის ქ. № 8
 Издательство «Мецниереба», Тбилиси, ул. Дзержинского № 8

გამომცემლობა „მეცნიერების“ სტამბა, თბილისი, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5
 Типография Издательства «Мецниереба», Тбилиси, ул. Г. Табидзе № 3/5

ПОЛОЖЕНИЕ О «СООБЩЕНИЯХ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»

1. В «Сообщениях Академии наук Грузинской ССР» публикуются статьи научных работников Академии наук Грузинской ССР и других ученых, содержащие сжатое изложение основных результатов их исследований.

2. «Сообщениями» руководит редакционная коллегия, избираемая общим собранием Академии наук Грузинской ССР.

3. «Сообщения» выходят ежемесячно отдельными выпусками приблизительно в объеме 16 печатных листов каждый. Выпуски каждого квартала (три выпуска) составляют один том.

4. Статьи должны быть представлены на двух языках: на грузинском и русском. На одном из них, по желанию автора,—полный текст, а на другом языке—краткое изложение основного текста.

5. Объем статьи, включая иллюстрации, не должен превышать 20 000 типографских знаков (8 страниц журнала). Разделение статьи на отдельные части для опубликования в разных выпусках «Сообщений» не допускается.

6. Статьи действительных членов и членов-корреспондентов Академии наук Грузинской ССР сдаются непосредственно в редакцию «Сообщений» для опубликования, а статьи других авторов публикуются только по представлению действительных членов или членов-корреспондентов Академии. Статьи, поступившие без представления, направляются редакцией одному из действительных членов или членов-корреспондентов Академии на рассмотрение, с тем чтобы в случае положительной оценки статья была представлена для опубликования.

7. Статьи (а также соответствующие иллюстрации и чертежи) должны быть представлены автором в одном экземпляре, в совершенно готовом для печатания виде. Формулы должны быть четко вписаны в текст от руки. Текстовые части 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 3-03-52

Условия подписки: на 1 год—12 руб., на 6 месяцев—6 руб



„საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“

დ ე ბ უ ლ ე ბ ა

1. „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ იბეჭდება აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.

2. „მოამბე“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მოამბე“ გამოდის თვეში ერთხელ, ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 16 ბეჭდური თაბახი. ყოველი კვარტალის ნაკვეთები (სამი ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.

4. „მოამბეში“ დასაბეჭდად წერილები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ენაზე: ქართულად და რუსულად. ერთ-ერთ მთგანზე, 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 შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად, რათა მან, დადებითად შეუასებოს შემთხვევაში; წარმოდგინოს იგი დასაბეჭდად.

7. წერილები (ავტორთა სათანადო ილუსტრაციებით და ნახაზებით) ავტორმა უნდა წარმოდგინოს თითო ცალად, დასაბეჭდად საცესბით მომზადებული. ფორმულები ხელით უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტში მკაფიოდ. ილუსტრაციებზე ტექსტობრივი წარწერები ორივე ენაზე უნდა იყოს შესრულებული. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში შესწორებებისა და დამატებების შეტანა აღარ შეიძლება.

8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები შეძლებისდაგვარად სრული უნდა იყოს: საჭიროა აღინიშნოს წერილის სრული სათაური, სახელწოდება ჟურნალისა, რომელშიც დაბეჭდილია წერილი, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის ადგილისა და წელის მითითება.

9. დამოწმებული ლიტერატურის სია წერილს ერთვის ბოლოში. ლიტერატურის 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, ძეგლუნიძის ქ. 8

ტელეფონი 3-03-52

ხელმოწერის პირობები: 1 წლით—12 მან., 6 თვით—6 მან.



მათემატიკა — МАТЕМАТИКА — MATHEMATICS

C. B. Тодурия. Сингулярные двойные интегралы, распространенные на бесконечную двумерную область 513

*ს. თოდურია. უსასრულო არეზე გავრცელებული ორჯერადი სინგულარული ინტეგრალი 520

Э. Г. Гордадзе. О сингулярных интегралах с ядром Коши 521

*გ. გორდაძე, კოშის გულიანი სინგულარული ინტეგრალების შესახებ 526

Гвидон Шефер. О приближенном решении основной бигармонической задачи 527

*გვიდონ შეფერო. ძირითადი ბიჰარმონიული ამოცანის მიახლოებითი ამოხსნის შესახებ 534

დრეკადობის თეორია — ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ —
THEORY OF ELASTICITY

Л. А. Пааташвили. О приближенном решении одной общей задачи сопряжения, встречающейся в задачах диффракции 535

*ლ. პაატაშვილი. მიახლოებითი ამოხსნა შეუღლების ერთი ზოგადი ამოცანისა, რომელიც აღწერს დიფრაქციის მოვლენას 541

ფიზიკა — ФИЗИКА — PHYSICS

Т. Г. Жгенти, Г. Ш. Кеванишвили. Анализ работы автогенератора на туннельном диоде при различных температурах 543

*თ. ჯგენტი, გ. ქვეციანიშვილი. გვირაბულ დიოდზე აგებული ავტოგენერატორის მუშაობის ანალიზი სხვადასხვა ტემპერატურაზე 549

Ш. Л. Бебиашвили, О. М. Намичейшвили. Некоторые вопросы оптимального резервирования 551

*შ. ბებიაშვილი, ო. ნამიჩეიშვილი. ოპტიმალური დარღვევების ზოგიერთა საკითხი 558

И. Д. Кирвалидзе, И. Л. Махатадзе. К методике измерения микротвердости монокристалла кремния 559

*ი. კირვალიძე, ი. მახათაძე. სილიციუმის მონოკრისტალის მიკროსისალის გაზომვის მეთოდის შესახებ 562

ასტროფიზიკა — АСТРОФИЗИКА — ASTROPHYSICS

Ц. С. Хецуриани. Об изменении контуров линий Пашеновской серии водорода в солнечном спектре 563

*ც. ხეცურიანი. მზის სპექტრში პაშენის სერიის წყალბადის ხაზების კონტურთა ცვლილების შესახებ 565

ქიმია — ХИМИЯ — CHEMISTRY

В. П. Гогоадзе, Т. Н. Иванов, Н. В. Витульская, В. М. Квеселова, Д. Р. Натрошвили, А. Г. Панквелашвили. Растворимость гидроксилaminsульфата в циклогексаноне и выделение комплексной системы циклогексаноноксима 567

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.
* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу предшествующей статьи.

* A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article



*ვ. გოგუაძე, თ. ივანოვი, ნ. ვიტულსკაია, ე. კვესელავა, დ. ნატოშვილი, ა. თანქველაშვილი. ჰიდროქსილამინსლუფატის ციკლოპქსანონში ხსნადობა და ციკლოპქსანონქსიმის კომპლექსური სისტემის გამოყოფა	572
А. И. Кахнишвили, Д. Я. Бугианишвили, Р. Мачарадзе. Конденсация фенолов с ацетиленовыми γ -гликолями в присутствии фосфорной кислоты	573
*ა. კახნიაშვილი, ჯ. ბუგიანიშვილი, რ. მაჭარაძე. აცეტილენური γ -გლიკოლების კონდენსაცია ფენოლებთან ფოსფორმჟავას თანდასწრებით	580
Д. Ш. Цагарейшвили, Г. Г. Гвелесиани. Ускоренный метод расчета высокотемпературных теплоемкостей твердых неорганических соединений	581
*დ. ცაგარეიშვილი, გ. გველესიანი. მყარი არაორგანული ნაერთების მაღალტემპერატურული სითბოტევადობების ანგარიშის სწრაფი მეთოდი	586

ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

М. А. Бокучава (член-корреспондент АН Грузинской ССР), Г. Н. Пруидзе. Зеленый быстрорастворимый сухой концентрат чая из формовочного материала	587
*მ. ბოკუჩავა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), გ. ფრუიძე. სწრაფადხსნადი მწვანე ჩაის მშრალი კონცენტრატის მიღება განახლადი მასალისაგან	593

ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—CHEMICAL TECHNOLOGY

Т. В. Ионатамишвили, Ц. С. Начкебия. Исследование процесса сорбции катионов никеля и кобальта анионообменными смолами	595
*თ. იონათამიშვილი, ც. ნატყებია. ნიკელისა და კობალტის კათიონების ანიონაცვლითი ფისებით შთანთქმის პროცესის გამოკვლევა	602
Н. Д. Дангадзе, В. М. Какабадзе. Влияние уплотнения угольной загрузки на коксуюмость	603
*ნ. დანგაძე, ვ. კაკაბაძე. ნახშირის შემჭიდროების გავლენა კოქსვადობაზე	610

გეოგრაფია—ГЕОГРАФИЯ—GEOGRAPHY

Л. А. Владимиров. К методике составления водного баланса Грузии	611
*ლ. ვლადიმეროვი. საქართველოს წყლის ბალანსის მეოჯისათვის	615

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

Д. Г. Иосебидзе. Морфолого-экологические особенности верхнеюрских плеченогих Западной Абхазии	617
*ჯ. იოსებიძე. დასავლეთ აფხაზეთის ზედაიურული მხარეთუხიანების მორფოლოგიურ-ეკოლოგიური თავისებურებები	622
მ. თოფჩიშვილი. ძირული მასივის სამხრეთ პერიფერიის ლიასური ტერიგენული წყების ასაკის შესახებ	623
*მ. ვ. თოფჩიშვილი. О возрасте лейасовой терригенной свиты южной периферии Дзырльского массива	626

სამშენებლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—STRUCTURAL MECHANICS

И. А. Санадзе. К исследованиям по сульфатостойкости поргланциемента	627
*ი. სანაძე. პორტლანდციმენტის სულფატმედეგობის კვლევებისათვის	634



А. З. Банетишвили. Погрешности полигонометрических ходов и их векторная интерпретация	635
*ა. ბანეთიშვილი. პოლიგონურ სკლათა ცდომილებანი და მათი ვექტორული ინტერპრეტაცია	642

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

Ф. Н. Тавадзе (академик Академии наук Грузинской ССР), З. Ш. Херодинашвили. Устройство для нагрева легкоокисляющихся материалов в вакууме	643
*ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ზ. ხეროდინაშვილი. მოწყობილობა ადვილადგანგავადი ნივთიერებების გახურებისათვის ვაკუუმში	644

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

Дж. В. Буачидзе. Результаты исследования процесса сжигания газа в инжекционных горелках низкого давления	645
*ჯ. ბუაჩიძე. დაბალი წნევის ინექციურ სანთურებში გაზის წვის პროცესის გამოკვლევის შედეგები	652
Г. В. Ратнани, Д. И. Авалиани. Число действующих центров парообразования и критические тепловые нагрузки при кипении в большом объеме некоторых органических жидкостей	653
*გ. რატიანი, დ. ავალიანი. ორთქლადქცევის მოქმედ ცენტრთა რიცხვი და კრიტიკული თბური დატვირთვები დიდ მოცულობაში ზოგიერთი ორგანული სითხეების დუღილის დროს	659

ბოტანიკა—БОГАНИКА—BOTANY

И. А. Кобахидзе. К эмбриологии <i>Libium szovitsianum</i>	661
*ი. კობახიძე. <i>Libium szovitsianum</i> ... ემბრიოლოგიური შესწავლისათვის	667
ზ. ქებაძე. მესამეული პერიოდის რელიქტის თურანელას... კოლომი ვაშლოვანის ნაკრძალში	669
*З. Г. Кебадзе. Роша третичного реликта туранги... в Вашлованском заповеднике	672

მამცენარეობა — РАСТЕНИЕВОДСТВО—PLANT-GROWING

ქ. გუგუელიშვილი. სიმინდის ტაროს სექტლის შემცირების საკითხისათვის	673
*К. В. Гурулишвили. Об уменьшении череззерницы початков кукурузы	680

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

მ. გუჯაბიძე. მასალები საქართველოში გავრცელებული Sarcophaginae ფაუნისტური ინვენტარიზაციის შესახებ	681
*მ. გ. გუჯაბიძე. Материалы к инвентаризации фауны Sarcophaginae Грузии	684
Г. В. Гегенава. К количественной оценке фитотоксичности пестицидов	685
*გ. გეგენავა. პესტიციდების ფიტოტოქსიკურობის რაოდენობრივი შეფასებისათვის	692

მიკრობიოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ—MICROBIOLOGY

გ. წილოსანი. თამბაქოს ბაქტერიული ჩოუურას გამომწვევის ზოგიერთ ბიოლოგიურ თვისებაზე რადიოაქტიური გოჯირდის მოქმედების შესწავლისათვის	693
*Г. А. Цилосани. Действие радиоактивной серы на некоторые биологические свойства возбудителя бактериальной ящухи табака	699



თ. თოხაძე. გლიკოგენის ჰისტოქიმიური თავისებურებანი ხორხის კიბოში	701
*Т. Л. Тохадзе. Гистохимические особенности гликогена в раковых опухолях гортани	707

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ— PHYSIOLOGY

დ. ქაჯაია, ს. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქისა და თალამური გადაშრთავი ბირთვების ურთიერთობისათვის	709
*Д. В. Каджая, С. П. Нарикашвили (член-корреспондент АН ГССР). К взаимодействию между корой больших полушарий головного мозга и таламическими передаточными ядрами	715

მასპერიმენტული მედიცინა —ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—
EXPERIMENTAL MEDICINE

Т. С. Хуцишвили. Аурикуломиокардиопексия как способ реваскуляризации сердца	717
*ტ. ხუციშვილი. აურიკულომიოკარდიოპექსია როგორც გულის რევასკულარიზაციის წესი	722
Г. Д. Иоселиани, О. И. Бурджанадзе, Н. С. Чхартишвили. Применение хлорэтила для искусственной остановки сердца	725
*გ. იოსელიანი, თ. ბურჯანაძე, ნ. ხხარტიშვილი. ქლორეთილის გამოყენება გულის ხელოვნური გაჩერებისათვის	728

კლინიკური მედიცინა—КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА—
CLINICAL MEDICINE

ბ. ბეროძე. მენჯის ფლებოგრაფია შარდის ბუშტის სიმსივნეების დროს	729
*Н. М. Беродзе. Тазовая флебография при опухолях мочевого пузыря	736
ი. ჟორდანია. სისხლის შრატში ზოგიერთი ტრანსამინაზის აქტივობა სამშობიარო მოქმედების სისუსტისას მკურნალობასთან დაცვებით	737
*Ю. Д. Жордания. Активность некоторых трансаминаз в сыворотке крови при слабости родовой деятельности	743

ლიტერატურის ისტორია—ИСТОРИЯ ЛИТЕРАТУРЫ —
HISTORY OF LITERATURE

ე. ხინთიბიძე. ეფრემ მცირის მთარგმნელობითი მეთოდის ერთი თავისებურების შესახებ	745
*Э. Г. Хинтибидзе. Об одной особенности переводческого метода Ефрема Мцире	751

ოცდამეჩვიდმეტე ტომის შინაარსი — Содержание тридцать седьмого тома — Contents of the thirty seventh volume	753
ავტორთა საძიებელი—Указатель авторов—Author Index	763