

1964/2



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე

*

42

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

*

BULLETIN
OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

*

XXXVI:2

გ მ ა ე ბ ე 1964 #ОЯБРЬ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

Н. П. ВЕКУА

(академик Академии наук Грузинской ССР)

ОБ ОДНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ
ЛИНЕЙНОГО СОПРЯЖЕНИЯ С МАЛЫМ ПАРАМЕТРОМ

Пусть L обозначает отрезок действительной оси ox с концами $0, 1$ и пусть положительным направлением на L выбрано то, которое совпадает с положительным направлением оси ox . Функцию $\varphi(z)$ будем называть *кусочно-голоморфной*, если: 1) она голоморфна на всей плоскости комплексной переменной z , разрезанной вдоль L , за исключением, быть может, точки $z = \infty$; 2) она непрерывно продолжима как справа, так и слева (по отношению выбранного направления) всюду на L , кроме, быть может, концов $0, 1$, в окрестности которых имеет место оценка

$$|\varphi(z)| < \frac{C}{(z-c)^{\alpha}} \quad (0 < \alpha < 1),$$

где C — положительное число, c — любой из концов $0, 1$. Если кусочно-голоморфная функция $\varphi(z)$ такова, что как сама функция, так и ее производные до $n-1$ -го порядка непрерывно продолжимы всюду на L , включая концы $0, 1$, а производная n -го порядка кусочно-голоморфна, то будем говорить, что она принадлежит классу H_n .

Рассмотрим следующую дифференциальную граничную задачу линейного сопряжения с малым параметром:

Найти функцию $\varphi(z)$, принадлежащую классу H_{m+1} и имеющую конечный порядок на бесконечности по граничному условию (см. [1])

$$\sum_{k=1}^l \varepsilon^k [A_{m+k}(t_0) \varphi^{+(m+k)}(t_0) + B_{m+k}(t_0) \varphi^{-(m+k)}(t_0)] + \sum_{k=0}^m [A_k(t_0) \varphi^{(k)}(t_0) + B_k(t_0) \varphi^{(k)}(t_0)] = g(t_0), \quad (1)$$

где $\varepsilon > 0$ — малый параметр, $A_j(t_0), B_j(t_0)$ ($j = 0, 1, \dots, m+1$), $g(t_0)$ — заданные функции, удовлетворяющие условию Гельдера,

$$\varphi^{(k)}(t_0) = \frac{d^k \varphi^{\pm}(t_0)}{dt_0^k} \quad (k = 0, 1, \dots, m+1),$$

$$\varphi^{(0)}(t_0) = \varphi^{\pm}(t_0).$$





Из этой задачи при $\varepsilon = 0$ получается следующая дифференциальная граничная задача линейного сопряжения:

$$\sum_{k=0}^m [A_k(t_0) \varphi^+(t_0) + B_k(t_0) \varphi^-(t_0)] = g(t_0), \quad (2)$$

которую мы будем называть вырожденной задачей, соответствующей задаче (1). В настоящей заметке мы рассматриваем следующий вопрос: *при каких условиях предел решения задачи (1), когда $\varepsilon \rightarrow 0$, совпадает с решением вырожденной задачи (2).*

Эта задача легко приводится к аналогичной задаче для сингулярного интегро-дифференциального уравнения с малым параметром при старших производных. Действительно, введя обозначение

$$\varphi^+(t) - \varphi^-(t) = \rho(t), \quad (3)$$

будем иметь

$$\varphi^{+\langle k \rangle}(t) - \varphi^{-\langle k \rangle}(t) = \rho^{(k)}(t) \quad (k = 0, 1, \dots, m+1),$$

причем

$$\rho^{(k)}(t) = \frac{d^k \rho(t)}{dt^k}, \quad \varphi^{\pm(k)}(t) = \frac{d^k \varphi^{\pm}(t)}{dt^k}.$$

Очевидно, далее, что

$$\rho^{(k)}(0) = \rho^{(k)}(1) = 0 \quad (k = 0, 1, \dots, m+1-1). \quad (4)$$

В силу равенства (3) будем иметь

$$\varphi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_0^1 \frac{\rho(t) dt}{t-\zeta} + p(\zeta),$$

где $p(\zeta)$ — полином (главная часть искомой кусочно-голоморфной функции $\varphi(\zeta)$ на бесконечности). Принимая во внимание условия (4), получаем

$$\varphi^{(k)}(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_0^1 \frac{\rho^{(k)}(t) dt}{t-\zeta} + p^{(k)}(\zeta),$$

$$(k = 0, 1, 2, \dots, m+1).$$

Из последних равенств в силу известных формул Племеля-Сохоцкого будем иметь

$$\varphi^{+\langle k \rangle}(t_0) = \frac{1}{2} \rho^{(k)}(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int_0^1 \frac{\rho^{(k)}(t) dt}{t-t_0} + p^{(k)}(t_0), \quad (5)$$

$$\varphi^{-\langle k \rangle}(t_0) = -\frac{1}{2} \rho^{(k)}(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int_0^1 \frac{\rho^{(k)}(t) dt}{t-t_0} + p^{(k)}(t_0),$$

$$(k = 0, 1, \dots, m+1).$$

В силу (5) граничное условие (1) дает

$$\sum_{k=1}^l \varepsilon^k \left[\alpha_{m+k}(t_0) \rho^{(m+k)}(t_0) + \frac{\beta_{m+k}(t_0)}{\pi i} \int_0^1 \frac{\rho(t) dt}{t-t_0} \right] + \\ + \sum_{k=0}^m \left[\alpha_k(t_0) \rho^{(k)}(t_0) + \frac{\beta_k(t_0)}{\pi i} \int_0^1 \frac{\rho(t) dt}{t-t_0} \right] = 2f_\varepsilon(t_0), \quad (6)$$

где

$$\alpha_k(t_0) = A_k(t_0) - B_k(t_0),$$

$$\beta_k(t_0) = A_k(t_0) + B_k(t_0),$$

$$(k = 0, 1, \dots, m+l),$$

$$f_\varepsilon(t_0) = g(t_0) - \sum_{k=1}^l \varepsilon^k \beta_{m+k}(t_0) \rho^{(m+k)}(t_0) - \sum_{k=0}^m \beta_k(t_0) \rho^{(k)}(t_0).$$

Уравнение (6) представляет собой сингулярное интегро-дифференциальное уравнение с малым параметром при старших производных. При $\varepsilon=0$ из (6) получаем вырожденное уравнение

$$\sum_{k=0}^m \left[\alpha_k(t_0) \rho^{(k)}(t_0) + \frac{\beta_k(t_0)}{\pi i} \int_0^1 \frac{\rho(t) dt}{t-t_0} \right] = 2f(t_0), \quad (7)$$

где

$$f(t_0) = g(t_0) - \sum_{k=0}^m \beta_k(t_0) \rho^{(k)}(t_0).$$

Для уравнения (6) рассмотрим следующую задачу: найти решение уравнения (6), удовлетворяющее условиям

$$\rho^{(k)}(0) = \rho^{(k)}(1) = 0 \quad (k = 0, 1, \dots, m+l-1).$$

Эту задачу будем называть задачей $K_\varepsilon(0,1)$. Аналогично будем искать решение вырожденного уравнения (7), удовлетворяющее условиям

$$\rho^{(k)}(0) = \rho^{(k)}(1) = 0 \quad (k = 0, 1, \dots, m-1).$$

Эту задачу будем называть задачей $K(0,1)$.

Из приведенных выше рассуждений следует, что имеет место следующее предложение:

Граничная задача (1) разрешима и предел решения этой задачи, когда $\varepsilon \rightarrow 0$, совпадает с решением задачи (2) тогда и только тогда, когда задачи $K_\varepsilon(0,1)$ и $K(0,1)$ для уравнений (6) и (7) соответственно разрешимы и предел решения задачи $K_\varepsilon(0,1)$ для уравнения (6), когда $\varepsilon \rightarrow 0$, совпадает с решением задачи $K(0,1)$ для уравнения (7).



Сингулярное интегро-дифференциальное уравнение с малым параметром при старших производных определенного вида рассматривается в работе [2]. На основании результатов этой работы можно сделать следующее заключение:

Если выполнены условия:

- 1) $\beta_{m+k}(t) = A_{m+k}(t) + B_{m+k}(t) \equiv 0$ ($k = 1, 2, \dots, l$),
- 2) $\alpha_{m+k}(t) = A_{m+k}(t) - B_{m+k}(t) = \text{Const}$ ($k=0, 1, \dots, l$),
- 3) все корни уравнения

$$\sum_{k=0}^l \alpha_{m+k} \lambda^k = 0$$

удовлетворяют условию

$$\text{Re } \lambda_j < 0,$$

4) задача $K_\varepsilon(0,1)$ для уравнения (6) и задача $K(0,1)$ для уравнения (7) разрешимы,

то тогда задача (1) разрешима и предел решения этой задачи, когда $\varepsilon \rightarrow 0$, совпадает с решением задачи (2).

Заметим, что на основании результатов, полученных в работе [3], можно написать необходимые и достаточные условия разрешимости задач $K_\varepsilon(0,1)$ и $K(0,1)$ для уравнения (6) и (7) соответственно.

Заметим, наконец, что на основании результатов, полученных в работе [4], можно освободиться от приведенного выше требования 2).

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

(Поступило в редакцию 3.9.1964)

მათემატიკა

ბ. ვ. კ. შ. ბ.

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

წარმომადგენელია ერთი დიფერენციალური სასაზღვრო
ამოცანის შესახებ მცირე პარამეტრით

რეზიუმე

სტატიაში შესწავლილია წრფივი შეუღლებების ერთი დიფერენციალური სასაზღვრო ამოცანა, რომელიც უმაღლესი რიგის წარმოებულებთან მამრავლად შეიცავს მცირე პარამეტრს და განხილულია ამ ამოცანის ამოხსნაში მცირე პარამეტრის მიმართ ზღვარზე გადასვლის საკითხი.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Векуа. Об одной дифференциальной граничной задаче линейного сопряжения для нескольких неизвестных функций в случае разомкнутых контуров. Сообщения АН ГССР, т. XXI, № 5, 1958.
2. Н. П. Векуа. Линейные интегро-дифференциальные уравнения с малыми параметрами при старших производных. Проблемы механики сплошной среды (к семидесятилетию акад. Н. И. Мухелишвили). М., 1961.
3. Н. П. Векуа. Об одной системе сингулярных интегро-дифференциальных уравнений и ее приложение в граничных задачах линейного сопряжения. Труды Тбилисского математ. института им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. XXIV, 1957.
4. К. И. Кванталиани. Краевые задачи для интегро-дифференциальных уравнений с малым параметром. Сообщения АН ГССР, т. XXX, № 5, 1963.

Н. А. БЕРИКАШВИЛИ

О ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ГРУППЕ
 ПРОСТРАНСТВА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 23.1.1964)

Пусть X —линейно связное топологическое пространство. Рассмотрим какую-нибудь систему линейно связных подмножеств $M = \{m\}$ данного пространства.

Фиксируем одно из подмножеств этой системы \bar{m} и строим группу $\pi(M, \bar{m})$ следующим образом.

Цепочкой будем называть последовательность множеств

$$m_1, m_2, m_3, \dots, m_n \tag{1}$$

из системы M , такую, что пересечение каждых двух соседних множеств—непустое линейно связное множество и $m_1 = m_n = \bar{m}$.

Мы будем говорить, что цепочка (1) элементарно эквивалентна цепочке

$$m_1 m_2 \dots \widehat{m_i} \dots m_n, \quad 1 < i < n, \tag{2}$$

получающейся выбрасыванием из (1) элемента m_i , если выполнены следующие два условия: 1) последовательность (2) является цепочкой (т. е. $m_{i-1} \cap m_{i+1}$ —непустое связное множество); 2) пересечение $m_{i-1} \cap m_i \cap m_{i+1}$ —непустое связное множество.

Мы будем говорить, что цепочка A эквивалентна цепочке B , если существует конечная последовательность

$$A_0, A_1, \dots, A_k$$

цепочек, такая, что соседние цепочки элементарно эквивалентны и $A_0 = A, A_k = B$.

Классы эквивалентностей всех цепочек обозначим через $\pi(M, \bar{m})$.

Если $\alpha, \beta \in \pi$ и A —цепочка из α, B —цепочка из β , то рассмотрим класс цепочки $A \cdot B$ (под $A \cdot B$ понимаем простое присоединение последовательности B к последовательности A). Этот класс обозначим через $\alpha\beta$. Легко видеть, что это определение корректно и что множество $\pi(M, \bar{m})$ становится группой относительно операции $\alpha\beta$. Этим построение группы $\pi(M, \bar{m})$ закончено.



С системой M мы свяжем симплициальный комплекс $N_{\omega}(M)$. Вершинами этого комплекса являются множества системы M ; две вершины m и $m' \in M$ определяют 1-симплекс, если $m \cap m'$ непусто и связно; три вершины m, m', m'' определяют симплекс, если, во-первых, $(m, m'), (m, m'')$ и (m', m'') определяют 1-симплексы и, во-вторых, $m \cap m' \cap m''$ непусто и связно. Этим заканчивается определение комплекса $N_{\omega}(M)$. Очевидно, этот комплекс является 2-мерным подкомплексом нерва системы M .

Вспоминая комбинаторное определение фундаментальной группы симплициального комплекса, легко заключить, что группа $\pi(M, \bar{m})$ совпадает с фундаментальной группой комплекса $N_{\omega}(M)$.

Выберем точку y в множестве \bar{m} и определим некоторую подгруппу $H(X, M)$ фундаментальной группы $\pi(X, y)$ пространства X . Именно, пусть $H(X, M)$ обозначает подгруппу, порожденную путями вида

$$CDC^{-1},$$

где D —замкнутый путь, лежащий в некотором множестве системы M ; C —путь, начинающийся в y , а конец C совпадает с началом D .

Легко видеть, что $H(X, M)$ —нормальный делитель.

Очевидно, если все гомоморфизмы вложения $\pi(m) \rightarrow \pi(X)$ тривиальны, то группа $H(X, M)$ также тривиальна.

Существует естественный гомоморфизм

$$\chi: \pi(M, \bar{m}) \rightarrow \pi(X, y)/H(X, M),$$

который определяется таким образом: если $\alpha \in \pi(M, \bar{m})$, возьмем цепочку

$$A = m_1 m_2 \cdots m_{k-1} m_k, \quad m_1 = m_k = \bar{m},$$

из класса α .

Выберем точки

$$y, x_1, x_2, \dots, x_k, y,$$

где $x_i \in m_i \cap m_{i+1}$.

Рассмотрим пути

$$Q, C_{12}, \dots, C_{k-1, k}, P,$$

такие, что $C_{i, i+1}$ соединяет точки x_i и x_{i+1} в множестве m_{i+1} , Q соединяет y и x_1 в $m_1 = \bar{m}$ и P соединяет x_k и y в $\bar{m} = m_k$.

Тогда путь

$$QC_{12} \cdots C_{k-1, k} P$$

замкнутый в точке y и, следовательно, определяет некоторый элемент фактор-группы $\pi(X, y)/H(X, M)$. В качестве $\chi(\alpha)$ примем этот элемент. Можно показать, что это определение корректно и что χ является гомоморфизмом.

Укажем некоторые условия, при которых можно делать заключения о гомоморфизме χ .

Теорема 1. Пусть система M является открытым покрытием пространства X линейно связанными множествами. Пусть далее пересечения *каждых* двух и *каждых* трех множеств системы M или пусто, или линейно связно. Тогда гомоморфизм χ является изоморфизмом $\pi(M, \bar{m}) \approx \pi(X, y)/H(X, M)$.

Доказательство проводится построением гомоморфизма $\varphi: \pi(X, y) \rightarrow \pi(M, \bar{m})$, который удовлетворяет двум условиям:

1) φ отображает подгруппу $H(X, M)$ в единицу и, следовательно, определяет гомоморфизм

$$\varphi^*: \pi(X, y)/H(X, M) \rightarrow \pi(M, \bar{m});$$

2)

$$\varphi^* \chi = 1 \text{ и } \chi \varphi^* = 1.$$

Гомоморфизм φ описывается следующим образом. Рассмотрим замкнутый в точке y путь C пространства X . Подразделим этот путь в виде

$$C_{01} C_{12} C_{23} \dots C_{k, k+1}$$

так, чтобы каждый отрезок $C_{i, i+1}$ входил в какое-либо множество m_i системы M и чтобы $C_{01} \subset \bar{m}$, $C_{k, k+1} \subset \bar{m}$. Тогда последовательность

$$\bar{m} m_1 m_2 \dots m_k \bar{m}$$

удовлетворяет условиям цепочки, и классу пути C в $\pi(X, y)$ сопоставим класс этой цепочки в $\pi(M, \bar{m})$. Можно показать, что это определение корректно и что построенный φ удовлетворяет вышеуказанным условиям.

Замечание. В условиях теоремы комплекс $N_\omega(M)$ совпадает с двумерным остовом нерва системы M , и, следовательно, теорема утверждает, что группа $\pi(X, y)/H(X, M)$ и фундаментальная группа нерва покрытия M изоморфны (ср. [1, 2]).

Теорема 2. Пусть M является открытым покрытием пространства X . Пусть далее (1) *каждое* множество системы M линейно связно; (2) *любая* компонента пересечения двух множеств системы M принадлежит системе M . Тогда гомоморфизм χ является изоморфизмом $\pi(M, \bar{m}) \approx \pi(X, y)/H(X, M)$.

Доказательство, как и в случае первой теоремы, проводится построением гомоморфизма $\varphi: \pi(X, y) \rightarrow \pi(M, \bar{m})$, удовлетворяющего указанным выше условиям.

Здесь гомоморфизм φ строится таким образом: возьмем элемент $\alpha \in \pi(X, y)$ и выберем путь $C \in \alpha$; представим C в виде подразделения

$$C_{01} C_{12} \dots C_{k, k+1} \tag{3}$$



так, чтобы каждый отрезок входил в какое-либо множество m_i и чтобы для C_{01} и $C_{k, k+1}$ можно было брать (в качестве такого множества) \bar{m} . Через n_i обозначим компоненту пересечения $m_i \cap m_{i+1}$, содержащую конец отрезка $C_{i-1, i}$. Тогда последовательность

$$\bar{m} n_1 m_1 n_2 \cdots m_{k-1} n_k \bar{m} \quad (4)$$

удовлетворяет условиям цепочки и ее класс в группе $\pi(M, \bar{m})$ примем в качестве значения $\varphi(\alpha)$.

Для доказательства корректности этого определения сперва показывается, что класс цепочки (4) при наличии подразделения (3) не зависит от случайности выбора множеств m_i . Отсюда легко заключить, что подразделение (3) пути тоже не играет роли; если дано непрерывное отображение стандартного квадрата в X , такое, что вертикальные ребра переходят в точку y , то рассмотрим такое мелкое подразделение этого квадрата вертикальными и горизонтальными прямыми, чтобы каждый маленький квадрат отображался в одно из множеств нашего покрытия. На основе вышесказанного легко заключить, что каждым двум соседним горизонтальным отрезкам из данной совокупности с помощью конструкции (4) сопоставляется один и тот же класс из $\pi(M, \bar{m})$; следовательно, крайним отрезкам тоже. Это доказывает корректность определения.

Легко видеть, что построенное отображение φ удовлетворяет требуемым условиям.

Следствие. Пусть X линейно связно, локально линейно связно и локально односвязно. Пусть M —любое его открытое покрытие. Рассмотрим компоненты конечных пересечений этой системы. Эти компоненты открыты и их система L содержит данную систему M . Легко видеть, что L удовлетворяет условиям данной теоремы. Далее, если M —достаточно мелкое покрытие, то в силу локальной односвязности группа $H(X, L)$ будет тривиальной; следовательно, для такой системы L теорема утверждает, что группа $\pi(L, \bar{m})$ изоморфна фундаментальной группе пространства X .

Теорема 3. Пусть M является открытым покрытием пространства X . Пусть далее каждое множество системы линейно связно и для любой пары $m, m' \in M$, такой, что пересечение $m \cap m'$ несвязно, любая компонента множества $m \cap m'$ содержит некоторый элемент системы M в качестве подмножества. В этих условиях гомоморфизм χ является эпиморфизмом.

Доказательство прямое.

Все предыдущее верно при следующей модификации: пространство X заменяется абстрактным симплицияльным комплексом, фундаменталь-

ная группа—комбинаторной фундаментальной группой, система M -системой замкнутых подкомплексов, линейная связность—комбинаторной связностью.

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

(Поступило в редакцию 21.1.1964)

მათემატიკა

ბ. ბერიკაშვილი

სივრცის ფუნდამენტალური ჯგუფის
 უმსახეობა

რეზიუმე

წრფივად ბმულ ტოპოლოგიური X სივრცისათვის განიხილება წრფივად ბმულ ქვესიმრავლეთა M სისტემა. განიმარტება ჯგუფი $\pi(M, m)$ და მისი ბუნებრივი χ ჰომომორფიზმი X სივრცის ფუნდამენტალური ჯგუფის ფაქტორჯგუფში გარკვეულ, M -ზე დამოკიდებულ, ქვეჯგუფის მიმართ (ბევრ შემთხვევაში ეს ქვეჯგუფი ტრივიალურია).

მოძებნილია საკმარისი პირობები χ -ს იზომორფულობისათვის. მოძებნილია აგრეთვე საკმარისი პირობები χ -ს ეპიმორფულობისათვის.

დავითებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Weil. Sur les théorèmes de de Rham. Commentarii mathematici helvetici, vol. 26, Fas. 2, 1952, 119—145.
2. Wu Wen-tsun. On a theorem of Leray. Scientia Sinica, vol. X, № 7, 1961, 793—805.

Э. А. НАДАРАЯ

ОЦЕНКА ПЛОТНОСТИ ДВУМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

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

Пусть $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ — выборка из независимых наблюдений двумерной случайной величины (X, Y) с функцией распределения

$$F(x, y) = \int_{-\infty}^x \int_{-\infty}^y f(u, v) du dv.$$

В качестве приближения по эмпирическим данным теоретической плотности распределения $f(x, y)$ рассмотрим класс статистик

$$f_n(x, y) = \frac{1}{n h^2(n)} \sum_{i=1}^n H\left(\frac{x - x_i}{h(n)}, \frac{y - y_i}{h(n)}\right),$$

где $H(x, y)$ есть некоторая ограниченная плотность распределения и $h(n) \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$.

Теорема. Если $H(x, y)$ такая, что

$$a) H(x, y) \leq \frac{c}{(x^2 + y^2)^{1+\delta}} \text{ при } x^2 + y^2 \geq R^2,$$

где R, δ, c — некоторые числа > 0 и $n h^2(n) \rightarrow \infty$, то в точках непрерывности $f(x, y)$, $f_n(x, y)$ является асимптотически не смешанной и состоятельной оценкой $f(x, y)$. При этом для больших n

$$D f_n(x, y) \sim \frac{1}{n h^2(n)} f(x, y) \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} H^2(u, v) du dv.$$

Примечание. Теорема справедлива также без условия а), если $f(x, y)$ ограничена.

Пусть далее выполняются условия

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (u^2 + v^2) \varphi(u, v) du dv < \infty,$$

$$\alpha_{02} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} v^2 H(u, v) du dv < \infty,$$

$$\alpha_{20} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} u^2 H(u, v) du dv < \infty.$$

где

$$\alpha_{10} = \alpha_{01} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} uH(u, v) du dv = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} vH(u, v) du dv = 0,$$

$$\alpha_{11} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} uvH(u, v) du dv = 0,$$

$$\varphi(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{i(ux+vy)} f(x, y) dx dy.$$

При этих условиях можно вычислить асимптотическое значение средней квадратической ошибки:

$$E[f_n(x, y) - f(x, y)]^2 \sim \frac{1}{n h^2(n)} f(x, y) \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} H^2(u, v) du dv + \frac{h(n)}{4} (\alpha_{20} f_x^2(x, y) + \alpha_{02} f_y^2(x, y))^2. \quad (*)$$

Пусть (x, y) фиксирована, тогда при

$$h(n) = \frac{1}{n^{1/6}} \left\{ \frac{2f(x, y) \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} H^2(u, v) du dv}{(\alpha_{02} f_x^2(x, y) + \alpha_{20} f_y^2(x, y))^2} \right\}^{1/6}$$

значение (*) достигает минимума, а $n^{-2/3}$ —порядок быстроты сходимости к нулю средней квадратической ошибки.

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило в редакцию 14.12.1963)

მათემატიკა

ე. ნადარაია

ორბანუომილებიანი განაწილების სიმკვრივის შემოწმება

რეზიუმე

შრომაში შემოყვანილია ორბანუომილებიანი განაწილების სიმკვრივის შეფასებათა კლასი. დადგენილია, რომ ეს შეფასებები გარკვეულ პირობებში ასიმპტოტურად გადაუდგილებადნი არიან და ალბათობით კრებადია თეორიული განაწილების სიმკვრივისაკენ. გამოთვლილია ასიმპტოტური დისპერსია და საშუალო კვადრატული გადახრა.

З. А. ЧАНТУРИЯ

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ БАЗИСОВ БАНАХОВЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 10.3.1964)

1. Н. К. Бари [1] принадлежит следующая теорема об устойчивости базиса Рисса в гильбертовом пространстве:

Теорема 1. Пусть $\{\varphi_n\}_1^\infty$ — базис Рисса в гильбертовом пространстве и $\{\psi_n\}_1^\infty$ — минимальная система в том же пространстве. Если $\|\varphi_n - \psi_n\|_1^\infty \in l_2$, то $\{\psi_n\}_1^\infty$ — базис Рисса.

В другой работе Н. К. Бари [2] имеется теорема, которая показывает, что этот результат является в некотором смысле окончательным, а именно имеет место следующая

Теорема 2. Каковы бы ни были числа ρ_n ($0 \leq \rho_n \leq \sqrt{2}$), $\{\rho_n\} \notin l_2$, для всякой полной ортогональной системы $\{\varphi_n\}_1^\infty$ можно найти такую неполную ортогональную систему $\{\psi_n\}_1^\infty$, что $\|\varphi_n - \psi_n\| = \rho_n$, $n = 1, 2, \dots$

В работе [3] мы доказали теорему, обобщающую теорему 1 для произвольных базисов рефлексивных банаховых пространств. В действительности имеет место более общая теорема, для формулировки которой введем некоторые понятия.

Каждому элементу $c = (c_1, c_2, \dots, c_n, \dots) \in \Phi$ поставим в соответствие последовательность $c = (|c_1|, |c_2|, \dots, |c_n|, \dots)$, которая может и не принадлежать пространству Φ . Если G — подмножество пространства Φ , то обозначим через \bar{G} множество тех c , которые соответствуют элементам G , и введем множество $G_a = G \cup \bar{G}$.

Рассмотрим множество всех таких последовательностей $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots)$, для которых ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} c_n \xi_n < \infty,$$

когда $\{c_n\} \in \Phi_a$. Обозначим это множество через Φ_a^* и определим в нем норму следующим образом:

$$\|\xi\|_{\Phi_a^*} = \sup_{c \in S_a} \left| \sum_{n=1}^{\infty} c_n \xi_n \right|,$$

где

$$S = \{c; \|c\|_{\Phi} \cong 1\}, \quad \text{а} \quad S_a = S \cup \bar{S}.$$

Теорема 3. Пусть $\{\varphi_n\}_1^{\infty}$ — Φ -риссовый базис произвольного банахова пространства B и E — замыкание линейной оболочки элементов $\{e_k = (0, \dots, 0, 1, 0, \dots)\}_1^{\infty}$ в пространстве Φ_a^* . Тогда, если

$\{\psi_n\}_1^{\infty}$ — минимальная система в пространстве B , такая, что $\{\|\varphi_n - \psi_n\|_B\} \in E$, то $\{\psi_n\}_1^{\infty}$ — также Φ -риссовый базис.

По-видимому, результат теоремы 3 является окончательным, т. е. имеет место следующее предложение, соответствующее теореме 2: каковы бы ни были числа ρ_n ($0 \cong \rho_n \cong 1$), $\{\rho_n\} \notin E$, для всякого Φ -риссового базиса $\{\varphi_n\}_1^{\infty}$ можно найти такую неполную минимальную систему $\{\psi_n\}_1^{\infty}$, что

$$m\rho_n \cong \|\varphi_n - \psi_n\|_B \cong M\rho_n, \quad n = 1, 2, \dots,$$

где $m > 0$ и $M > 0$ не зависят от n . Теоремой 3 и этим предложением была бы решена задача Бари ([1], стр. 83).

В настоящей работе мы доказываем, что упомянутое предложение верно в некоторых частных случаях.

2. Пусть имеются множество R числовых последовательностей и система $\{F_n\}_1^{\infty}$ элементов пространства B .

Определение. Систему $\{F_n\}_1^{\infty}$ назовем R -системой, если при всяком элементе $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots) \in R$, элемент

$$F = \sum_{i=1}^{\infty} \lambda_i F_i \in B.$$

Если $\{F_n\}_1^{\infty}$ — базис пространства B , то оно является Φ -системой.

Ясно также, что если $R' \subset R$, то R -система является и R' -системой.

Имеет место следующая

Теорема 4. Пусть $\{\varphi_n\}_1^{\infty} l_p$ ($1 < p < \infty$)-риссовый базис пространства B , а его сопряженная система $\{\omega_n\}_1^{\infty} — l_q$ -система в пространстве B^* . Тогда, каковы бы ни были числа ρ_n ($0 \cong \rho_n \cong 2^{1/p}$), $\{\rho_n\} \notin l_q$, существует такая минимальная неполная система $\{\psi_n\}_1^{\infty}$ в пространстве B , что

$$m\rho_n \cong \|\varphi_n - \psi_n\|_B \cong M\rho_n, \quad n = 1, 2, \dots \quad (*)$$

где $M > 0$ и $m > 0$ не зависят от n .

Доказательство. Рассмотрим уравнение

$$(1 - \sqrt[q]{x})^p + (1 - x)^{p/q} = \rho^p, \quad (1)$$

где ρ ($0 \cong \rho \cong 2^{1/p}$)—данное число.

Легко показать, что уравнение (1) имеет единственное решение x_0 и имеет место неравенство

$$1 - \rho^q \cong x_0 \cong 1 - \frac{1}{2^{q/p}} \rho^q.$$

В уравнение (1) последовательно подставим вместо ρ числа ρ_n , $n=1, 2, \dots$

Соответствующие решения обозначим через a_n . Далее, введем обозначение

$$\alpha_{kn} = \prod_{i=k}^{n-1} a_i.$$

Определим теперь элементы ψ_k :

$$\begin{aligned} \psi_k = & \sqrt[q]{a_k} \varphi_k - \sqrt[q]{1 - a_k} \sqrt[q]{1 - a_{k+1}} \varphi_{k+1} - \dots - \\ & - \sqrt[q]{\alpha_{k+1, n}} \sqrt[q]{1 - a_k} \sqrt[q]{1 - a_n} \varphi_n - \dots. \end{aligned}$$

Можно показать, что $\{\psi_k\}_1^\infty$ —минимальная система, удовлетворяющая неравенству (*), а неполнота следует из того, что функционал

$$\begin{aligned} f = & \sqrt[q]{1 - a_1} \omega_1 + \sqrt[q]{\alpha_{12}} \sqrt[q]{1 - a_2} \omega_2 + \dots + \\ & + \sqrt[q]{\alpha_{1n}} \sqrt[q]{1 - a_n} \omega_n + \dots \in B^*, \end{aligned}$$

ортогонален ко всем элементам $\{\psi_k\}_1^\infty$.

Замечание. Если пространство B рефлексивно, то из предположения, что $\{\varphi_n\}_1^\infty$ — l_p -рассовый базис, вытекает, что сопряженная система $\{\omega_n\}_1^\infty$ — l_q -рассовый базис [3] и тем более— l_q -система.

Аналогично можно доказать следующие теоремы:

Теорема 5. Пусть $\{\varphi_n\}_1^\infty$ — c_0 -рассовый базис пространства B , а его сопряженная система $\{\omega_n\}_1^\infty$ — l -система в пространстве B^* . Тогда, каковы бы ни были числа ρ_n ($0 \cong \rho_n \cong 2$), $\{\rho_n\} \notin l$, существует такая минимальная неполная система $\{\psi_n\}_1^\infty$, что

$$m\rho_n \cong \|\varphi_n - \psi_n\|_B \cong M\rho_n, \quad n = 1, 2, \dots,$$

где $M > 0$ и $m > 0$ не зависят от n .

Теорема 6. Пусть $\{\varphi_n\}_1^\infty$ — l -рассовый базис пространства B , а его сопряженная система $\{\omega_n\}_1^\infty$ — c_0 -система в пространстве B^* . Тогда, каковы бы ни были числа ρ_n ($0 \cong \rho_n \cong 1$), $\{\rho_n\} \notin c_0$, существует такая минимальная неполная система $\{\psi_n\}_1^\infty$, что

$$m\rho_n \cong \|\varphi_n - \psi_n\|_B \cong M\rho_n, \quad n = 1, 2, \dots,$$

где $M > 0$ и $m > 0$ не зависят от n .



3. В качестве приложения отметим следующий результат:

Теорема 7. Пусть $\{f_n(t)\}_1^\infty$ — базис Шаудера в пространстве $C(0, 1)$, а $\{x_n(t)\}_1^\infty$ — минимальная система непрерывных функций, такая, что

$$\max_{0 \leq t \leq 1} |x_n(t) - f_n(t)| = \delta_n, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \delta_n < \infty,$$

тогда система $\{x_n(t)\}_1^\infty$ образует также базис пространства $C(0, 1)$.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило в редакцию 10.3.1964)

მათემატიკა

ზ. ჯანაშვილი

ბანახის სივრცის ბაზისების მდგრადობის
შესახებ

რეზიუმე

შრომში მოყვანილია ერთი თეორემა ბანახის სივრცის ბაზისების მდგრადობის შესახებ.

თეორემა 3. ვთქვათ, $\{\varphi_n\}_1^\infty$ არის Φ —რისის ბაზისი B სივრცეში და E არის $\{e_k = (0, \dots, 0, 1, 0, \dots)\}_1^\infty$ ელემენტების წრფივი გარსის ჩაკეტვა Φ^* სივრცეში. თუ $\{\psi_n\}_1^\infty$ მინიმალური სისტემაა B სივრცეში ისეთი, რომ $\{\|\varphi_n - \psi_n\|_B\} \in E$, მაშინ $\{\psi_n\}_1^\infty$ სისტემაა Φ —რისის ბაზისი.

აქვე მტკიცდება, რომ გარკვეული აზრით ზოგიერთ შემთხვევაში ამ შედეგის გაუმჯობესება არ შეიძლება.

დამოუკიდებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. К. Бари. Биортогональные системы и базисы в гильбертовом пространстве. Ученые записки МГУ, сер. матем., 4, в. 148, 1951.
2. Н. К. Бари. Sur les systemes complets de fonctions orthogonales. Математический сборник, новая серия, т. 14 (56), в. 1—2, 1944.
3. З. А. Чантурия. О некоторых свойствах биортогональных систем в пространстве Банаха и их применениях в спектральной теории. Сообщения АН ГССР. XXXIV:2, 1964.

ГИДРОМЕХАНИКА

А. Г. ХАНТАДЗЕ

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ СТАЦИОНАРНОЙ
 МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
 ЦИКЛОНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 8.7.1964)

Настоящая работа посвящается изучению движения типа вращающейся идеальной сжимаемой проводящей жидкости при наличии массовых сил и плоского магнитного поля.

1. Пусть, как и в работах [1, 2], координаты перемещающегося центра вращения будут $a(\chi, t)$, $b(\chi, t)$, $\chi_1 = \chi$, угловая скорость вращения — $\Omega = \Omega(\chi)$. Тогда для скорости частицы и плоского магнитного поля с компонентами $H_x = H_x(y, \chi, t)$, $H_y = H_y(x, \chi, t)$ можно получить следующие выражения [2]:

$$u = -\Omega(\chi) \cdot y + \xi(\chi, t), \quad v = \Omega(\chi) \cdot x + \eta(\chi, t), \quad w = 0; \quad (1)$$

$$H_x = -n(\chi) \cdot y + \xi_1(\chi, t), \quad H_y = n(\chi) \cdot x + \eta_1(\chi, t), \quad H_z = 0; \quad (2)$$

где

$$\xi(\chi, t) = \frac{da}{dt} + \Omega \cdot b, \quad \eta(\chi, t) = \frac{db}{dt} - \Omega \cdot a; \quad (3)$$

$\Omega(\chi)$, $n(\chi)$ — произвольные функции χ , а $\xi_1(\chi, t)$ и $\eta_1(\chi, t)$ определяются из системы

$$\frac{\partial \xi_1}{\partial t} + \Omega \eta_1 = n(\chi) \eta(\chi, t), \quad \frac{\partial \eta_1}{\partial t} - \Omega \xi_1 = -n(\chi) \xi(\chi, t). \quad (4)$$

В этих предположениях основная система уравнений магнитной гидродинамики принимает вид

$$\text{grad } P' = e^{-\varphi} \mathbf{G} + \mathbf{I}, \quad (5)$$

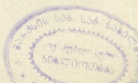
$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \text{grad } \varphi) = 0, \quad (6)$$

где

$P' = P + \frac{H^2}{8\pi}$ — полное давление среды; $\varphi = \ln \omega$; $\omega = \frac{1}{\rho}$ — удельный

объем; $\mathbf{G} = \mathbf{F} - \frac{d\mathbf{V}}{dt}$; $\mathbf{F} = (2\lambda_3 v) \mathbf{i} + (-2\lambda_3 u) \mathbf{j} + (-g - 2\lambda_1 v) \mathbf{k}$ — мас-

9397





совая сила, представляющая собой сумму силы тяжести и отклоняющей силы вращения; λ_3, λ_1 —компоненты вектора угловой скорости λ ; $\Gamma = \frac{(\nabla \Psi) \mathbf{H}}{4\pi}$ —магнитное натяжение.

Исключим давление P' из уравнения (5). Для этого возьмем rot из (5) и, введя векторы $\mathbf{B} = -\text{rot } \mathbf{G}$, $\mathbf{\Gamma} = \text{rot } \mathbf{\Gamma}$, получим

$$\mathbf{B} + [\text{grad } \varphi \cdot \mathbf{G}] = e^{\varphi} \mathbf{\Gamma}. \quad (7)$$

Умножая это уравнение скалярно на \mathbf{G} , находим

$$(\mathbf{G} \cdot \mathbf{B}) = e^{\varphi} (\mathbf{G} \cdot \mathbf{\Gamma}). \quad (8)$$

Ясно, что это условие (исключая из рассмотрения случай $e^{\varphi} = 0$, не отвечающий конечному значению плотности) будет иметь место в одном из следующих случаев:

1) или $(\mathbf{G} \cdot \mathbf{\Gamma}) = 0$, тогда и скалярное произведение $(\mathbf{G} \cdot \mathbf{B})$ также должно равняться нулю;

2) или $(\mathbf{G} \cdot \mathbf{\Gamma}) \neq 0$, тогда должно быть и $(\mathbf{G} \cdot \mathbf{B}) \neq 0$.

В настоящей статье разбирается только первый случай.

Раскрывая $(\mathbf{G} \cdot \mathbf{B})$ и $(\mathbf{G} \cdot \mathbf{\Gamma})$, приравнявая отдельно к нулю коэффициенты при одинаковых степенях x, y и интегрируя по z , находим следующие равенства [2]:

$$A = -\Psi \cdot \{q_1(t) + 2\lambda_1 X(\chi)\}, \quad B = -\Psi \cdot q_2(t), \quad (9)$$

$$A_1 = -\Psi_1 \{q_1(t) + 2\lambda_1 X(\chi)\} + 2\lambda_1 Y(\chi) + q_4(t),$$

$$B_1 = -\Psi_1 q_2(t) + q_3(t), \quad (10)$$

где

$$\Psi = \Omega (\Omega + 2\lambda_3), \quad \Psi_1 = \frac{n^2}{4\pi}, \quad A = (\Omega + 2\lambda_3) \eta - \frac{\partial \xi}{\partial t},$$

$$B = -(\Omega + 2\lambda_3) \xi - \frac{\partial \eta}{\partial t}, \quad A_1 = \frac{n}{4\pi} \eta_1, \quad B_1 = -\frac{n}{4\pi} \xi_1,$$

$$X(\chi) = \int_{z_0}^z \frac{d\chi}{\Omega + 2\lambda_3}, \quad Y(\chi) = \int_{z_0}^z \frac{\Psi_1}{\Omega + 2\lambda_3} d\chi, \quad q_1(t), \quad q_2(t),$$

$q_3(t), q_4(t)$ —произвольные функции времени.

В этом случае векторы \mathbf{B} и $\mathbf{\Gamma}$ принимают вид

$$B_x = \frac{G_y}{\Psi} \frac{d\Psi}{d\chi}, \quad B_y = -\frac{G_x}{\Psi} \frac{d\Psi}{d\chi}, \quad B_z = 0; \quad (11)$$

$$\Gamma_x = \frac{G_y}{\Psi} \frac{d\Psi_1}{d\chi}, \quad \Gamma_y = -\frac{G_x}{\Psi} \frac{d\Psi_1}{d\chi}, \quad \Gamma_z = 0. \quad (12)$$

Обращаясь к уравнениям (6) и (7), замечаем, что решение этих уравнений относительно $\text{grad } \varphi$ всегда возможно, но существенно зависит от того, обращается ли в нуль или нет скалярное произведение $(\mathbf{V} \cdot \mathbf{G})$.

Случай $(\mathbf{V} \cdot \mathbf{G}) \neq 0$ был рассмотрен нами в работе [2]. Поэтому в настоящей статье мы исследуем движение только в случае

$$(\mathbf{V} \cdot \mathbf{G}) = 0, \quad (13)$$

которое дает два уравнения:

$$\xi(\chi, t) - \Omega q_2(t) = 0, \quad \eta(\chi, t) + \Omega q_1(t) + 2\lambda_1 \Omega \cdot X(\chi) = 0. \quad (14)$$

Эти уравнения вместе с формулами (9) показывают, что

$$q_1 = \text{const}, \quad q_2 = \text{const}, \quad \frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t} = 0. \quad (15)$$

В этом случае из уравнений (4) и (10) получим

$$q_3 = q_4 = 0, \quad \frac{\partial \xi_1}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial \eta_1}{\partial t} = 0, \quad \lambda_1 = 0. \quad (16)$$

Подставив значения ξ , η , ξ_1 , η_1 в (1) и (2), определим скорость и магнитное поле:

$$u = -\Omega(\chi) \cdot (y - q_2), \quad v = \Omega(\chi)(x - q_1), \quad w = 0; \quad (17)$$

$$H_x = -n(\chi) \cdot (y - q_2), \quad H_y = n(\chi)(x - q_1), \quad H_z = 0. \quad (18)$$

Резюмируя полученные выше результаты, заключаем, что случай $(\mathbf{V} \cdot \mathbf{G}) = 0$ дает стационарное движение проводящей жидкости, происходящее на полюсе ($\lambda_1 = 0$).

Для того чтобы определить удельный объем ω и полное давление P' и тем самым завершить решение, перепишем уравнения (6) и (7) относительно $\text{grad } \varphi$ и $\frac{\partial \varphi}{\partial t}$ следующим образом [3]:

$$\text{grad } \varphi = \frac{[\mathbf{B} \cdot \mathbf{G}]}{(\mathbf{G} \cdot \mathbf{G})} + e^\varphi \cdot \frac{[\mathbf{G} \cdot \mathbf{G}]}{(\mathbf{G} \cdot \mathbf{G})} + \mu \mathbf{G}, \quad (19)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} \cdot \mathbf{G} = [\mathbf{B} \cdot \mathbf{V}] + e^\varphi [\mathbf{V} \cdot \mathbf{G}], \quad (20)$$

где μ — произвольная функция от t , x , y , z .

Подставляя значения \mathbf{B} и \mathbf{G} из уравнений (11) и (12) в уравнение (20) и учитывая условие (13), находим

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0. \quad (21)$$



Если продифференцируем (19) по t и примем во внимание (21), получим векторное уравнение. Если его умножим векторно на \mathbf{G} , получим уравнение

$$\mathbf{P} - \mu \mathbf{Q} + \varepsilon \varphi \mathbf{R} = 0, \quad (22)$$

где

$$\mathbf{P} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} + \frac{\left(\mathbf{G} \cdot \frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t}\right) \mathbf{B} - \left(\mathbf{B} \cdot \frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t}\right) \cdot \mathbf{G}}{(\mathbf{G} \cdot \mathbf{G})},$$

$$\mathbf{Q} = \left[\mathbf{G} \cdot \frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t}\right]; \quad \mathbf{R} = \frac{\partial \mathbf{\Gamma}}{\partial t} + \frac{\left(\mathbf{\Gamma} \cdot \frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t}\right) \mathbf{G} - \left(\mathbf{G} \cdot \frac{\partial \mathbf{\Gamma}}{\partial t}\right) \mathbf{\Gamma}}{(\mathbf{G} \cdot \mathbf{G})}.$$

Так как для рассматриваемой нами задачи

$$\frac{\partial \mathbf{G}}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial \mathbf{\Gamma}}{\partial t} = 0$$

(см. формулы (15), (11), (12)), следовательно,

$$\mathbf{P} = \mathbf{Q} = \mathbf{R} \equiv 0.$$

При этом система неоднородных дифференциальных уравнений относительно φ

$$\mathbf{B} - [\mathbf{G} \cdot \text{grad } \varphi] = \varepsilon \varphi \mathbf{\Gamma}, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0 \quad (23)$$

будет нормальной системой. Действительно, составляя скобки Пуассона [4] для данной системы, убедимся, что, ввиду равенства нулю векторов \mathbf{P} , \mathbf{Q} , \mathbf{R} , они обратятся тождественно в нуль. Интегрируя эту систему обычным способом интегрирования нормальных систем, находим φ , а затем удельный объем ω :

$$\omega = \frac{\Psi \cdot F(\sigma)}{1 + \Psi_1 \cdot F(\sigma)}, \quad (24)$$

где

$$\sigma = \frac{1}{2} \left\{ (x - q_1)^2 + (y - q_2)^2 - 2 \int_z^z \frac{g_1}{\Psi} dz \right\}^{1/2}$$

$F(\sigma)$ —произвольная функция своего аргумента.

Подставляя значения ω , u , v , H_x , H_y в уравнение (5), для давления P' получаем

$$P' = \int \frac{d\sigma}{F(\sigma)} - g \int_{z_0}^z \frac{\Psi_1}{\Psi} dz + P'_0(t), \quad (25)$$



где $P_0(t)$ — произвольная функция времени. Ее можно определить только путем привлечения к основным уравнениям уравнения притока тепла и уравнения состояния. Так, например, если движение адиабатично и $P = \rho RT$, $P_0(t)$ будет постоянной величиной.

Координаты центра вращения определяются по формуле (14):

$$\begin{aligned} a(\zeta, t) &= q_1 + A(\zeta) \cos \Omega t + B(\zeta) \sin \Omega t, \\ b(\zeta, t) &= q_2 + A(\zeta) \sin \Omega t - B(\zeta) \cos \Omega t, \end{aligned} \quad (26)$$

где $A(\zeta)$, $B(\zeta)$ — произвольные функции ζ .

Таким образом, центр вращения описывает круги с угловой скоростью $\Omega(\zeta)$ вокруг точки: $x_0 = -q_1$, $y_0 = -q_2$, $\zeta_1 = \zeta$.

Из формул (17), (18) и (25) заключаем, что в каждой горизонтальной плоскости линий тока магнитные силовые линии и изобары представляют собой концентрические окружности с центрами в точке (x_0, y_0, ζ_1) .

В случае минимума в центре изобар движение будет определять стационарный магнитогидродинамический циклон, в случае максимума — антициклон.

Ввиду того что в выражение (24) для удельного объема входят произвольные функции своих аргументов, то их всегда можно выбрать так, чтобы удельный объем менялся желаемым образом.

Вышенайденные результаты в отсутствии магнитного поля совпадают с результатами обычной гидродинамики [5]. В отсутствие отклоняющей силы вращения ($\lambda_3 = 0$) и $q_1 = q_2 = 0$ получаем решение, найденное нами ранее [6].

Автор выражает благодарность Д. В. Шарикадзе за ценные советы и обсуждения.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики
Тбилиси

(Поступило в редакцию 8.7.1964)

ჰიდრომეტეოლოგია

ბ. ხანთაძე

სტაციონარული მაგნიტოჰიდროდინამიკური
ციკლონის მოღველის აბეზის
საკითხისათვის
რ ე ხ ი უ მ ე

სტატიაში განხილულია იდეალურ კუმშვად გამტარ სითხეში ბრუნვითი ტიპის მოძრაობა მასიური ძალებისა და ბრტყელი მაგნიტური ველის შემთხვევაში. მიღებულია მაგნიტური ჰიდროდინამიკის განტოლებების ზუსტი

ამოხსნა, როცა სინქარის ველი და მაგნიტური ველი წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned}
 u &= -\Omega(z)y + \xi(z); & v &= \Omega(z)x + \eta(z); & w &= 0; \\
 H_x &= H_x(y, z); & H_y &= H_y(x, z); & H_z &= 0.
 \end{aligned}$$

მიღებული ამოხსნით შეიძლება დავახასიათოთ და აღვწეროთ ციკლონური ხასიათის მოძრაობა გამტარ ატმოსფეროში.

დავოწმებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Г. Хантадзе. О вращении проводящей жидкости с перемещающимся центром. Сообщения АН ГССР, XXXI:3, 1963.
2. A. Г. Хантадзе. К вопросу построения магнитогидродинамической модели циклона. АН СССР. Геомагнетизм и аэрономия, № 6, 1964.
3. A. Г. Хантадзе. Об условиях динамической возможности движения в магнитной гидродинамике. Сообщения АН ГССР, XXX, № 4, 1963.
4. Н. Гюнтер. Интегрирование уравнений первого порядка в частных производных. М., 1934.
5. Н. Е. Кочин. Собрание сочинений, т. I, М.—Л., 1949.
6. A. Г. Хантадзе. Об одной задаче Н. Е. Кочина в магнитной гидродинамике. АН СССР. Геомагнетизм и аэрономия, № 6, 1964.



КИБЕРНЕТИКА

Г. С. РАМИШВИЛИ

ОПЫТ АВТОМАТИЧЕСКОГО УЗНАВАНИЯ ЛИЧНОСТИ
ГОВОРЯЩЕГО

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 25.2.1964)

Вместе с вопросами автоматического распознавания речевых образов (слов, слогов и фонем) в последнее время встал вопрос распознавания говорящего по произносимым им отрезкам речи.

Во всех работах, посвященных вопросу автоматического распознавания речевых команд, исследователи, как правило, сталкиваются с трудностями, связанными с фактором индивидуальных качеств речи дикторов. Все автоматические системы или программы, моделирующие системы такого назначения, хорошо ведут себя лишь для определенного числа дикторов и резко ухудшают свою работу с его ростом. Это обстоятельство подсказало возможность решения целого ряда практических задач, относящихся к отождествлению лиц, произносящих определенный речевой сигнал, а также возможность создания устройств, которые будут реагировать лишь на команду своего хозяина.

Задача узнавания говорящего не требует какой-либо лингвистической информации и всецело основывается на акустических данных сигнала. Более того, она пользуется именно той акустической информацией, которая в вопросах распознавания смысловых отрезков речи считалась излишней.

Для того чтобы выделить весь комплекс тонких и трудноуловимых особенностей, создающих индивидуальную окраску речи говорящего, необходимо привязаться к определенному отрезку речи. Это дает возможность исключить посторонние факторы, такие, как, например, фонетическая или смысловая информации. Керста [1] показал, что, выбрав такими отрезками слова и представив речевые сигналы в виде линейчатых и контурных спектрограмм, можно без предварительной натренированности глаза обнаруживать картины, принадлежащие одному и тому же оратору.

Это заключение подтверждается и в наших опытах узнавания дикторов по видеограммам определенного слова. На рис. 1 приведены девять картин слова «вы» произнесенного тремя разными дикторами (в каждой строке помещены картины слова в произношении одного и того же диктора).

Для решения аналогичной задачи С. Пружанским [2] была привлечена вычислительная машина. Он сумел с высокой точностью

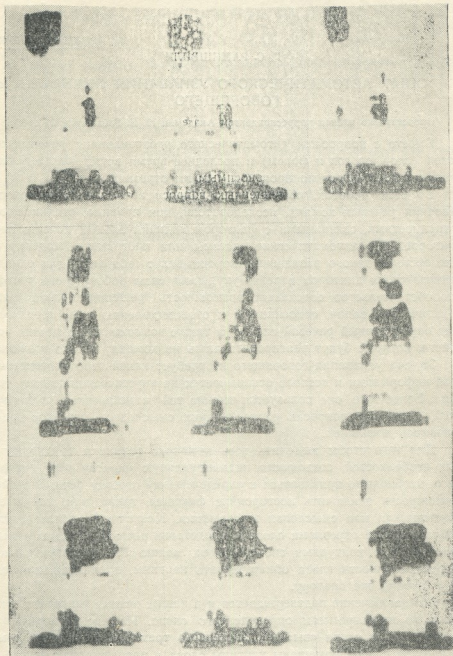


Рис. 1

произвести различение 393 произношений десяти ораторов по десяти различным английским словам.

Более универсальным кажется подход Г. Себестиана [3], который независимо от читаемого текста находил инвариантную для данного оратора группу из 13 фонетических параметров.

Методика исследования

Первая задача, которая должна встать при отождествлении лиц по произносимым им словам,—это выбор и анализ слов, используемых в качестве ключевых при узнавании говорящего. Во-первых, слова эти должны быть наиболее употребительными; во-вторых, они должны состоять из таких фонем, которые позволяют почерпнуть наибольшую информацию о говорящем. Кроме того, что фонемы должны быть выбраны из звонких звуков [4], они должны находиться в таких сочетаниях друг с другом, чтобы наилучшим образом проявлялись индивидуальные качества произношения.

С целью проверки слов на их полезность в этом смысле разными дикторами зачитывался специальный текст с большим количеством интересующих нас слов, которые находились в различных контекстах и занимали разные места в предложениях. Составляя текст, мы избегали эмоциональной интонации и заведомо старались, чтобы он был бы повествовательным и чтобы слова выгодно отделялись естественными паузами от своих непосредственных соседей. Кроме того, диктор проходил небольшую предварительную тренировку, прежде чем текст записывался на магнитофоне. Эти требования, правда, нарушали естественную картину речи, создавая более благоприятные условия для нашего опыта, но, с другой стороны, они сохраняли естественную длительность слов, так как при этом исключалось искусственное затягивание при их изолированном произношении. Наличие пауз облегчало задачу выделения ключевых слов из текста и их сопоставления по начальным точкам.

Уменьшался также и разброс длительностей слов, вызванный срезанием их пограничных частей при допущении слитного произношения. Вместе с тем, диктору предлагалось производить чтение в нормальном для него темпе. Убыстрение последнего вызывает, с одной стороны, скрадывание индивидуальных особенностей говорящего, а с другой стороны, обесценивает фактор длительности, являющийся одним из немаловажных моментов интересующей нас информации. Длительность произнесения слова в основном определяется длительностью гласных, которая, как оказывается, зависит не только от фонетических законов, но и от свойств речеобразовательного аппарата говорящего. Поэтому

изменение этой длительности от индивидуума к индивидууму в одном и том же контексте будет определяться главным образом индивидуальными особенностями дикторов, произносящих данное слово, и может служить одним из признаков при их узнавании. Это и явилось причиной того, что мы не применили никаких мер по нормализации длительности произнесения слов. Однако необходимо отметить, что естественные отклонения по длительности для одного и того же диктора оказались весьма значительными. Из этого уже видно, что должно было существовать заметное перекрывание диапазонов длительностей для разных дикторов. Тем не менее, наличие несовпадения максимумов распределения этих длительностей вносит определенный вклад в результаты узнавания.

После окончания предварительной подготовки материала происходил частотно-полосный анализ произносимых слов. В результате этого на выходе анализатора речевой сигнал изображается уже в трех измерениях: частота — время — амплитуда. Для представления сигнала в удобной для вычислительной машины форме он квантовался как по времени, так и по амплитуде. Весь дальнейший процесс узнавания велся с сигналами такого вида. Чтобы нагляднее представить этап узнавания, остановимся подробнее на основных моментах методики узнавания.

Пусть наш сигнал представлен на входном поле с $n = km$ «рецепторами», где k — число частотных каналов, а $m = \frac{T}{\Delta t}$ — число ступеней квантования речевого сигнала длительностью T . Каждому состоянию, появившемуся на этом поле, будет соответствовать некоторая точка в n -мерном пространстве. В случае, когда выход каждого рецептора описывается конечным дискретным числом r , n -мерное пространство будет представлять собой n -мерный решетчатый куб с r^n узлами.

Каждое из входных состояний будет рассматриваться как один из узлов гиперкуба, единичные ребра которого будут расположены по осям координат x_1, x_2, \dots, x_n . При $r = 2$ описанный решетчатый куб сведется к единичному n -мерному кубу, причем каждому речевому сигналу будет соответствовать одна из 2^n его вершин.

Узнавание считается возможным, если при многократном произнесении одним и тем же диктором данного слова совокупности состояний входного поля будет соответствовать компактно расположенное множество соответствующих узлов решетчатого гиперкуба и если это множество будет удалено от другого, получаемого при многократном произнесении того же слова другим диктором [5].

Очевидно, чем больше будет образов (в нашем случае дикторов), тем теснее будет таким множествам в n -мерном пространстве, и веро-

ятность, перекрывания будет расти. Процент правильного узнавания при этом будет падать. Для повышения точности узнавания надо увеличивать количество входной информации.

В наших опытах мы пользовались сравнительно небольшой входной информацией, однако, как будет видно, она оказалась достаточной для получения удовлетворительных результатов относительно взятого нами количества дикторов.

В качестве первого приближения мы пользовались семиканальным анализатором, охватывающим полосу частот от 200 до 10 000 гц. Выходом фильтра служил медленно меняющийся выпрямленный сигнал, регистрируемый в интервалах времени, отстоящих друг от друга на 50 мсек. Амплитуда сигнала в каждый момент времени представлялась одним из трех возможных значений. Таким образом, на выходе анализатора получался сигнал, для описания которого требуется $n [\log_2 r] = 280$ дв. ед. (скобки здесь обозначают целую часть по избытку).

Одно и то же слово каждым диктором произносилось в среднем 13 раз. Десять из них употреблялось для создания эталона, получаемого по определенному алгоритму. Примерно столько же произношений являлись испытуемыми, т. е. распознаваемыми.

Для вычисления расхождения между испытуемым произношением и эталоном в пространстве произношений нами вводилась метрика: за расстояние между двумя узлами этого пространства мы приняли легкое осуществляемое на вычислительной машине выражение

$$R = \sum_{i=1}^n |x_{ni} - x_{ei}|,$$

где x_{ni} и x_{ei} — соответственно значения испытуемой и эталонной картин по рецептору i .

Геометрически R будет обозначать минимальное число элементарных расстояний $\frac{1}{r-1}$, отсчитываемых вдоль ребер n -мерного решетчатого куба, отделяющего узел n , который соответствует испытуемому произношению, от точки Э, являющейся центром тяжести множества, с которым происходит сопоставление. В случае бинарной оценки (0,1) выхода рецептора элементарный шаг становится равным длине единичного ребра и величина R между двумя произношениями будет просто складываться из числа несовпадений нулей и единиц.

Судя по имеющемуся материалу, более удовлетворительные результаты можно было ожидать от алгоритма, основанного на вычислении пиковых значений нормированной взаимокорреляционной функции

$$\max R_{f_s} f_u(\gamma) = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{\mu=1}^{m-|\gamma|} [f_{s_i}(\mu) - \bar{f}_{s_i}] [f_{u_i}(\mu + \gamma) - \bar{f}_{u_i}]}{k(m-|\gamma|)\sigma_s\sigma_u},$$

где σ_s и σ_u — средние квадратические отклонения функций. В нашем случае достаточно брать три значения $\gamma = 0, -1$ и $+1$, чему будут соответствовать три значения корреляционной функции, полученные при единичных временных сдвигах узнаваемого произношения от эталона в положительную и отрицательную стороны и при отсутствии сдвига.

С увеличением числа градаций по времени m желательно увеличить и γ так, чтобы сдвиг $\tau = \gamma \cdot \Delta t$ оставался разумной величиной.

Нормировка корреляционных функций вызвана необходимостью сопоставления их значений.

Результаты

Опыты показали, что из десятка проверенных нами слов не все оказались хорошими носителями информации об индивидуальных особенностях диктора.

Наиболее удовлетворительное узнавание дикторов дали такие ключевые слова, как «вы», «да», «я». Для иллюстрации приведены результаты, полученные для слова «вы». 20 дикторами (13 мужчин и 7 женщин) произносилось слово «вы» с соблюдением всех вышеописанных условий. В общей сложности только для одного слова в нашем распоряжении оказалось более чем 250 произношений, из которых 200 участвовали в формировании эталонов для всех 20 дикторов. Для испытаний были взяты 210 произношений. Каждое испытуемое произношение сравнивалось со всеми 20 эталонами и приписывалось тому диктору, с эталоном которого оно давало наименьшее значение расхождения R . Результаты узнавания приведены в таблице.

Общий процент правильного узнавания составил 92,4.

Относительно хороший результат, полученный нами, по-видимому, объясняется теми условиями и требованиями, которые ставились при постановке опыта. Если ключевые слова произносились бы после достаточной тренировки, можно было ожидать еще большей точности узнавания и для более широкого круга дикторов.

Результаты узнавания можно сделать более эффективными при использовании одновременно нескольких ключевых слов. Увеличение их числа будет равносильно введению новых признаков в процесс узнавания. Голосование по результатам, полученным на основе всех ключевых слов, минимизирует случайные ошибки, делая всю програм-

Проверя- емые дикторы	Узнанные дикторы																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 ГНК	10																			
2 ГСР		7				4								1						
3 ГСД			10											2						
4 ГБЧ				7										5						
5 МЛШ					11					1										
6 МЕС	1					11														
7 ГУК							10													
8 ДПК								10												
9 ЖДЦ									10											
10 МАГ					1					9										
11 РЛК											10									
12 ВПК												10								
13 РНБ													10							
14 ЖММ														10						
15 РДС															10					
16 АГК						1										9				
17 ЗПД																	10			
18 РБЦ																		10		
19 НАГ																			10	
20 ДДГ																				10

му более надежной. Необходимым условием для этого, однако, является не только выбор слов, правильный в фонетическом отношении, но и выбор такого полезного комплекса, при котором все слова проводили бы разные сечения по объектам узнавания и вносили бы дополняющий друг друга вклад.



В виду того что результаты, полученные нами, являются предварительными, мы не строили полную схему узнавания, а лишь показали возможность такого рода.

Академия наук Грузинской ССР
Институт электроники, автоматике и
телемеханики

(Поступило в редакцию 25.2.1964)

კომპიუტერი

ბ. რამიშვილი

მოლაპარაკის პიროვნების ავტომატური გაგონების ცდა

რ ე ხ ი უ მ ე

გამოცნობის ობიექტად არჩეულია პირი, რომელიც წარმოთქვამს გარკვეულ ენობრივ ერთეულს, მაგალითად, სიტყვას. ჩვენ მიზანს შეადგენს სპეციალური ანალიზატორისა და გამოთვლითი მანქანის საშუალებით დავადგინოთ ის ნიშნები, რომელთა მიხედვითაც მანქანამ უნდა მოახდინოს სიტყვის წარმომთქმელი პირის იდენტიფიცირება.

როგორც სახეობათა გამოცნობის პროგრამების უმეტესობა, ჩვენი პროგრამაც შედგება ორი ნაწილისაგან: სწავლისა და საკუთრივ გამოცნობისაგან. სწავლის შედეგად მანქანა გამოიმუშავებს და იმახსოვრებს ზოგად სურათს—ეტალონს, რომელიც შეესაბამება ამა თუ იმ პირის მიერ გარკვეული სიტყვის წარმოთქმის ინდივიდუალურ ხასიათს. გამოცნობის პროგრამის მიზანია, ერთი მხრივ, განსხვავების მონახვა წარმოთქმულ სიტყვებსა და ეტალონებს შორის და, მეორე მხრივ, მსგავსების მაქსიმუმის დადგენა გარკვეული ალგორითმის მიხედვით. საცდელად ავიღეთ 13 მაშაქაცისა და 7 ქალის მიერ 250-ჯერ წარმოთქმული რუსული „вы“. ამათგან 200 გამოთქმა გამოვიყენეთ სწავლების, ხოლო 210—გამოცნობის მიზნით.

სწორი გამოცნობის საერთო პროცენტი აღმოჩნდა 92,4. თუ შეხედვლობაში მივიღებთ, რომ არსებობს ამ მეთოდების ეფექტურობის უფრო მეტად გაზრდის სხვადასხვა საშუალება, მიღებული შედეგი საკვებით დამაკმაყოფილებლად უნდა მივიჩნიოთ.

დასომეხი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Voice Spectrograms are Unique Personal Identification. Bell Laboratories Record, June, 1962.
2. S. Pruzansky. Pattern—Matching Procedure for Automatic Talker Recognition. JASA, v. 35, № 3, March, 1963.
3. G. Sebestyen. Pattern Recognition by an adaptive Process of Sample Set Construction. IRE Trans. Inform. Theory, 8, № 5, 1962 82--91.
4. А. Г. Какауридзе и Г. С. Рамишвили. О роли звуков речи в узнавании голосов. Сборник „Элементы вычислительной техники и машинный перевод“. Изд. АН ГССР, 1964.
5. Э. М. Браверман. Опыты по обучению машины распознаванию зрительных образов. Автоматика и телемеханика, № 3, 1962.

О. И. МГЕБРЯН, Я. И. ЧХАИДZE

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕСНЫХ АТМОСФЕР ВОКРУГ ДИСЛОКАЦИЙ ПУТЕМ ИЗУЧЕНИЯ ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 6.12.1963)

Исследование взаимодействия упругих волн с дислокациями представляет большой интерес с точки зрения изучения физических свойств и строения твердого тела.

По данным большого количества экспериментальных и теоретических работ, посвященных этому вопросу [1, 2, 3], поглощение акустической энергии в значительной мере зависит от дислокационной структуры твердого тела.

В настоящей работе делается попытка изучить примесные атмосферы вокруг дислокаций в полупроводниковых монокристаллах с помощью затухания ультразвука.

Теоретическое рассмотрение взаимодействия дислокаций с примесными атомами принадлежит Коттрелю [4] и Билби, которые показали, что число растворенных атомов, достигающих дислокаций единичной длины за время t , равно

$$\dot{n}(t) = \alpha n_0 \left(\frac{BDt}{KT} \right)^{2/3}, \quad (1)$$

где D — коэффициент диффузии, t — время, T — температура, α — некоторый коэффициент, практически равный 3, n_0 общее число атомов в единице объема.

Относительное изменение плотности дислокаций при отжиге за время t [5] будет

$$\frac{N}{N_0} = 1 - e^{-\beta t}, \quad (2)$$

где N_0 — начальная плотность, а N — плотность уничтоженных дислокаций.

$$\beta = C \exp\left(-\frac{W_1}{KT}\right),$$

где W — энергия активации.



Среднюю скорость, с которой движутся дислокации при отжиге, назовем дрейфующей. Она может быть определена из равенства

$$\dot{\gamma}' = N b \bar{v}_{др}, \quad (3)$$

откуда

$$\bar{v}_{др} = \frac{\dot{\gamma}'}{N b}.$$

Разлагая $e^{-\beta t}$ в ряд при малых значениях t и беря первые два члена, имеем

$$\frac{N}{N_0} = \beta t. \quad (4)$$

После образования примесной атмосферы дислокация будет двигаться вместе с атмосферой с некоторой критической скоростью, которая определяется по формуле

$$v_{кр} = \frac{4 D k T}{B}. \quad (5)$$

В табл. 1. приведены величины дрейфующей и критической скорости дислокаций и времени образования атмосферы примесных атомов для ряда металлов и сплавов, вычисленные из ранее полученных нами экспериментальных данных [5]. Из этой таблицы видно, что $v_{др}$ в различных металлах колеблется от 10^{-9} до 10^{-11} см/сек. Время образования атмосферы обратно пропорционально, а критическая скорость прямо пропорциональна коэффициенту диффузии, поэтому примеси, обладающие большим коэффициентом диффузии, будут иметь большую критическую скорость и малое время образования атмосферы. В этом случае всегда будет выполняться условие $v_{др} \ll v_{кр}$ и атмосфера примесей образуется прежде, чем заметно изменится плотность дислокации. Наоборот, если примесь обладает малым коэффициентом диффузии, $v_{кр}$ будет мала, а время образования атмосферы — велико. В этом случае $v_{кр} \ll v_{др}$, поэтому, прежде чем образуется примесная атмосфера, большая часть дислокаций будет уничтожена. Это приводит к заключению, что атмосфера примесных атомов не может тормозить движения дислокаций при отжиге, так как $v_{др} \ll v_{кр}$, однако, если имеется химическое средство между атомами примесей, то частицы выделения будут тормозить дислокации.

Дрейфовая скорость в Si и Ge при отжиге будет по крайней мере того же порядка, что и в металлах.

В табл. 1. приведены также величины критической скорости и времени образования атмосферы атомов меди в Si и Ge .

2. Экспериментальный метод исследования примесных атмосфер

Изучение примесных атмосфер в монокристаллах Si и Ge производилось путем измерения затухания ультразвука. Для этой цели была

Таблица 1

Материал	$\alpha \left(\frac{HD}{TK} \right)^{2/3}$	Температура отжига T , °C	Концентрация примесей N_0	Насыщение n (l)	Время образования атмосферы t , сек	Критическая скорость $V_{кр}$, см/сек	Дрейфующая скорость $V_{др}$, см/сек	τ	Относительное изменение плотности дислокаций за время t N/N_0	Примечания
Fe (аржко)	$0,75 \times 10^{-13}$	400	10^{18}	$4 \cdot 10^2$	360	$3 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-11}$	$1,5 \cdot 10^{-18}$	$5,4 \cdot 10^{-2}$	
Zn (примесь) ed	$1,6 \cdot 10^{-14}$	100	10^{17}	$4 \cdot 10^2$	2800	$8 \cdot 10^{-4}$	10^{-10}	$7 \cdot 10^{-3}$	0,2	
Cu (примесь) Cd	$9,9 \cdot 10^{13}$	300	10^{18}	$4 \cdot 10^2$	8	$2,5 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-11}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	
Cu (примесь) Sn	10^{-14}	300	10^{18}	$4 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^{-11}$	$3 \cdot 10^{-4}$	> 1	$N_0/N > 1$ означает полное уничтожение метастабильных дислокаций задолго до образования атмосферы
Сплав Al-Cu 4% Cu	$1,7 \cdot 10^{-14}$	150	10^{18}	$3,5 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^{-10}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	> 1	
Si (примесь) Cu	$2,76 \cdot 10^{-11}$	700	10^{18}	$3,8 \cdot 10^2$	6000	2,2	—	—	—	
Ge (примесь) Cu	$1,55 \cdot 10^{-10}$	500	10^{18}	$4 \cdot 10^2$	3000	1,8	—	—	—	

собрана установка, позволяющая проводить измерения на образцах малых размеров в широком диапазоне частот. Установка позволяет разработать при резонансной частоте 10^3 — 10^6 и проводить измерения декремента затухания при различных интервалах уменьшения амплитуды. Это достигается применением одноканального анализатора в сочетании с пересчетной схемой. Подробное описание установки дано в работе [6]. На рисунке показана блок-схема установки.

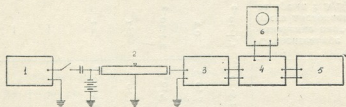


Рис. 1. Блок-схема установки для измерения затухания ультразвука:
 1 - осциллятор, 2—образец, 3—усилитель и формирующий каскад,
 4—анализатор, 5—пересчетная схема (ПС-10000), 6—осциллограф

Образцы вырезывались из монокристалла Ge и Si в виде прямоугольной призмы размерами $5 \times 5 \times 50$ мм. Плоскость (111) была ориентирована нормально к оси образца. Грани призмы шлифовались и травились: Si — в хромовом травителе, Ge — в СП-4. По ямкам травления на плоскости (111) подсчитывалась плотность дислокаций.

Измерялись также электрическое сопротивление и род проводимости. После этого образец закреплялся в вакуумной камере установки и измерялось затухание ультразвука.

По резонансной частоте определялся модуль упругости из формулы

$$E = \frac{4 f r^2 l^2 d}{100 g} \text{ в кг/см}^2,$$

где f , — резонансная частота, l — длина в см, d — плотность.

По показанию пересчетной схемы определяется логарифмический декремент затухания из формулы

$$\mu = \frac{\ln \frac{V_1}{V_2}}{n_{cp}},$$

где V_1 и V_2 — изменения амплитуды колебания при затухании, n_{cp} — среднее значение показания пересчетной схемы.

После этого образец покрывался электролитически медью и подвергался отжигу в вакууме при $T = 700^\circ\text{C}$ в течении 3 часов. После диффузионного отжига все вышеперечисленные измерения повторялись. Результаты измерений на двух образцах Si и на одном образце Ge приведены в табл. 2.

Таблица 2

Материал и режим обработки	Удельное сопротивление ρ , Ом·см	Модуль E , кг/см ²	Показания пересчетной схемы n_{sp}	Резонансная частота f_r , МГц	Ширина окна $\frac{V_1}{V_2} \cdot \beta$	Дефект заужения μ	Плотность дислокаций N_D , см ⁻²	Примечания
Si (обр. № 1) до введения примеси	70	$1,75 \cdot 10^8$	1360 ± 30	88	26/14	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$(2 \pm 0,5) \cdot 10^8$	Si P-типа, $l=50$ мм
Si (обр. № 1) после введения примеси (атомов меди)	54	$1,75 \cdot 10^8$	3000 ± 30	88	26/14	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$(1,5 \pm 0,5) \cdot 10^8$	Температура отжига $T=600^\circ\text{C}$, $t=3$ час
Si (обр. № 2) до введения примеси	57	$1,86 \cdot 10^8$	960 ± 10	92,5	22/14	$4,6 \cdot 10^{-4}$	—	Si P-типа, $l=47$ мм
Si (обр. № 2) после введения примеси (атомов меди)	17,6	$1,86 \cdot 10^8$	2080 ± 30	92,5	22/14	$2,1 \cdot 10^{-4}$	—	Температура отжига $T=700^\circ\text{C}$, $t=3$ час
Ge в исходном состоянии	2,8	10^8	1030 ± 80	58,2	22/14	$4,1 \cdot 10^{-4}$	—	Ge P-типа, $l=49$ мм
Ge после отжига	4,2	10^8	220 ± 10	58,2	22/14	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^8$	Температура отжига $T=700^\circ\text{C}$, $t=3,0$ час
Ge после введения примеси (атомов меди)	2,9	10^8	460 ± 20	58,2	22/14	10^{-3}	$2 \cdot 10^8$	Температура отжига $T=500^\circ\text{C}$, $t=3,5$ час



Образец Ge предварительно отжигался в вакууме при $T=700^{\circ}\text{C}$ в течение 3 часов. После этого образец покрывался медью электролитически и вновь отжигался в вакууме при $T=500^{\circ}\text{C}$ в течение 3,5 часа. После каждого отжига повторялись все вышеуказанные измерения.

Из этой таблицы видно, что после введения атомов меди в Si электрическое сопротивление уменьшается, а показание пересчетной схемы возрастает. Плотность дислокаций при этом практически не изменяется. Результаты измерений показывают, что затухание ультразвука действительно обусловлено подвижными дислокациями, так как после введения примесей декремент затухания понижается при постоянной плотности дислокаций. Нужно полагать, что до введения примеси кристалл содержал закрепленные дислокации и дислокации, способные совершать колебательные движения. После введения примеси свободные дислокации теряют подвижность вследствие того, что они окутываются атмосферой примесных атомов.

Примечательным является то, что после отжига монокристалла Ge при $T=700^{\circ}\text{C}$ в вакууме в течение 3 часов электрическое сопротивление возросло от $2,8 \text{ ом}\cdot\text{см}$ до $4,2 \text{ ом}\cdot\text{см}$, показание пересчетной схемы уменьшилось от $n=1032$ до $n=223$. Однако после введения примеси при $T=500^{\circ}\text{C}$ электрическое сопротивление вновь понижается и показание пересчетной схемы возрастает от $n=223$ до $n=460$. Эти эксперименты дают основание предполагать, что температура отжига 700°C для Ge достаточна для того, чтобы рассеять имеющиеся атмосферы вокруг дислокаций и увеличить число свободных дислокаций, способных совершать колебания. Этим можно объяснить резкое понижение показания пересчетной схемы. Повышение электрического сопротивления после отжига, вероятно, указывает на то, что дислокации с атмосферой примесных атомов и без атмосферы различным образом влияют на электрические свойства полупроводников.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило в редакцию 6.12.1963)

ფიზიკა

ო. მგებრია, ი. ჩხაიძე

ულტრაბგემატის მიღებადობის შესწავლის გზით
დისლოკაციების ირგვლივ მინარეების ატმოსფეროს
ბამოკვლევა

რეზიუმე

შრომაში შესწავლილია Ge და Si მონოკრისტალებში სხვადასხვა თერ-
მული დამუშავებისას დიფუზიის საშუალებით შეყვანილი სპილენძის მინარე-
ვის ატომების დაგროვება დისლოკაციების ირგვლივ.

ნაჩვენებია, რომ მილევადობის დეკრემენტი მკვეთრად და დამოკიდებული მინარევების ატომების განაწილებაზე მონოკრისტალში. მილევადობის დეკრემენტი სწრაფად იზრდება, როცა მინარევების ატომები ქმნიან ატმოსფეროს დისლოკაციების ირგვლივ, ხოლო მინარევების ატმოსფეროს გაბნევის შემთხვევაში მილევადობის დეკრემენტი სწრაფად ეცემა. მინარევების ატმოსფეროს შექმნა დისლოკაციების ირგვლივ განპირობებულია თერმული დამუშავების ტემპერატურით. ასე, მაგალითად, გერმანიუმის მონოკრისტალში 700°C ზევით გახურებისას მინარევების ატმოსფერო განიბნევა დისლოკაციებისაგან.

დამოუკიდებელი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. У. Бардсли. Влияние дислокаций на электрические свойства полупроводников. УФМ, т. 73, в 1, 1964, 121.
2. А. С. Новик. Успехи физики металлов. т. 1, 7. М., 1956.
3. А. С. Новик. Ультразвуковые методы исследования дислокаций. Сб. статей под ред. Л. Г. Меркулова. М., 1963.
4. А. Х. Коттрелл. Дислокации и пластическое течение в кристаллах. М., 1958.
5. О. И. Мгебриян. Экспериментальные исследования по движению в металлах, 74, 130. Изд. АН Армянской ССР. Ереван, 1961.
6. О. И. Мгебриян, З. А. Челидзе. Импульсный метод измерения внутреннего трения. Сообщения АН ГССР, XXXI: 3, 1963.

Э. В. ГЕДАЛИН

ФЛУКТУАЦИИ В ШИРОКИХ АТМОСФЕРНЫХ ЛИВНЯХ:
 МЕТОД МОМЕНТОВ

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 25.3.1964)

В работе [1] нами были получены общие уравнения одномерной каскадной теории ливней и развит диаграммный метод их решения. Однако для первичных частиц больших энергий и больших глубин, когда число частиц в лавине велико, сильно возрастает количество подлежащих рассмотрению диаграмм и диаграммный метод становится по меньшей мере неудобным. В этом случае многообещающим для нахождения функции распределения вероятности того, что присутствовавшая на глубине x_0 частица типа i с энергией E_0 породит каскад с состоянием $\langle \alpha \rangle$ на глубине x [1], является метод моментов [2].

1. Рассмотрим m -параметрические характеристические функции $\tilde{P}^i(\langle \omega \rangle, x | E_0, x_0)$. Они могут быть представлены m -кратными рядами по степеням параметров $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m$:

$$\tilde{P}^i(\langle \omega \rangle, x | E_0, x_0) = \sum_{n_1, \dots, n_m} \frac{(-i)^{n_1 + n_2 + \dots + n_m}}{n_1! n_2! \dots n_m!} \omega_1^{n_1} \omega_2^{n_2} \dots \omega_m^{n_m} \times \\ \times M_{n_1, n_2, \dots, n_m}^i(x, E_0, x_0), \quad (1)$$

где

$$M_{n_1, n_2, \dots, n_m}^i(x, E_0, x_0) = S \alpha_1^{n_1} \alpha_2^{n_2} \dots \alpha_m^{n_m} P^i(\langle \alpha \rangle, x | E_0, x_0) \\ n = n_1 + n_2 + \dots + n_m$$

— n -й момент функции P^i , являющийся одновременно по параметру α_1 моментом порядка n_1 , по α_2 —моментом порядка n_2 , ..., по α_m —порядка n_m . Вычислив $M_{n_1, n_2, \dots, n_m}^i$ и просуммировав ряды (1), получим характеристические функции, а затем — и $P^i(\langle \alpha \rangle, x | E_0, x_0)$.

Можно поступить и иным образом. Рассмотрим для простоты функцию $P^i(\alpha, x | E_0, x_0)$ с одним непрерывным параметром α . Пусть известны ее моменты $M_n^i(x, E_0, x_0)$. Представим $P^i(\alpha)$ рядом Эджворта [3]:

$$P^l(\alpha, x | E_0, x_0) = \varphi\left(\frac{\alpha - M_1^i}{\sigma^i}\right) - \frac{1}{3!} \frac{[\mu_3^i]}{[\sigma^i]^3} \varphi^{(3)}\left(\frac{\alpha - M_1^i}{\sigma^i}\right) + \\ + \frac{1}{4!} \left[\frac{\mu_4^i}{[\sigma^i]^4} - 3 \right] \varphi^{(4)}\left(\frac{\alpha - M_1^i}{\sigma^i}\right) - \dots, \quad (2)$$

где

$$\mu_p^i = \sum_{q=0}^p \binom{p}{q} [-M_1^i]^{p-q} M_1^i; \quad \sigma^i = [\mu_2^i]^{1/2}$$

— P -й центральный момент функции $P^l(\alpha)$;

$$\varphi(\zeta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\zeta^2/2}$$

— функция распределения Гаусса, $\varphi^{(a)}$ — ее q -я производная;

$$\varphi^{(q)}(\zeta) = (-1)^q H_q(\zeta) \varphi(\zeta),$$

$H_q(\zeta)$ — полином Эрмита степени q .

Ряд (2) фактически представляет собой разложение по ортогональным полиномам. Строго говоря, необходимо исследовать его сходимость, однако, если попытаться аппроксимировать $P^l(\alpha)$ небольшим числом слагаемых, то вопроса о сходимости бесконечного ряда не возникает. Разложение типа (2) можно провести по любой ортогональной системе функций, при этом удачный выбор разложения будет способствовать более точной аппроксимации $P^l(\alpha)$. Таким образом, проблема вычисления $P^l(\alpha)$ может быть сведена к нахождению моментов: зная моменты как функции E_0 и x , можно найти подходящие аппроксимации для искомой функции для различных глубин и α .

2. Уравнения для моментов нетрудно получить из общих уравнений одномерной каскадной теории [1]⁽¹⁾:

$$P^l(\langle \alpha \rangle, x | E_0, x_0) = \Phi^l(\langle \alpha \rangle) \exp[-R_1^l(E_0, x, x_0)] + \\ + \int_{x_0}^x dy \exp[-R_1^l(E_0, y, x_0)] \{ S_{\langle \mu \rangle} S_{\langle x \rangle} \prod_e \delta \left[\sum_{k,j} \alpha_e^{kj}, \alpha_e \right] \times \\ \times \int_{\langle E_k^i \rangle} d \langle E_k^i \rangle R^i(\langle E_k^i \rangle | E_0, \langle \mu \rangle, y) \prod_{j,k} P^j(\langle \alpha^{kj} \rangle, x | E_k^i, y) \}. \quad (3)$$

$i, j = 1, 2, \dots, \nu$

⁽¹⁾ Обозначения те же, что и в работе [1]. Мы предполагаем, что ионизационных потерь нет. Их включение [1] не влияет на соотношения (1), (8) и (10), только первые моменты и m^{x_i} должны быть вычислены с учетом ионизационных потерь.

Умножим (3) на $\alpha_1^{n_1} \alpha_2^{n_2} \dots \alpha_m^{n_m}$, просуммируем (проинтегрируем) по всем α_i и выделим в правой части моменты того же порядка, что и в левой. Тогда

$$M_{n_1 \dots n_m}^{i(n)}(x, E_0, x_0) = L^i [M_{n_1 \dots n_m}^{i(n)}] + \\ + \int_{x_0}^x dy N_{n_1 \dots n_m}^i(x, E_0, y) \exp[-\Re_1^i(E_0, y, x_0)] + \\ + \phi_{n_1 \dots n_m}^i \exp[-\Re_1^i(E_0, x, x_0)], \quad (4)$$

где $L^i[M_{n_1 \dots n_m}^{i(n)}]$ — интегральный оператор

$$L^i[M_{n_1 \dots n_m}^{i(n)}] = \int_{x_0}^x dy \exp[-\Re_1^i(E_0, y, x_0)] \int \sum_{(\mu)} \sum_{j,k} \int dE_k^i \{ R^i(E_k^i | E_0, (\mu), y) \times \\ \times M_{n_1 \dots n_m}^{j(n)}(x, E_k^i, y) \}; \quad (4a)$$

$$R^i(E_k^i | E_0, (\eta), y) = \int dE_1^i \dots dE_{k-1}^i dE_{k+1}^i \dots dE_N^i R^i(\{E_k^i\} | E_0, (\mu), y)$$

— вероятность того, что в канале (μ) k -я вторичная частица типа i будет иметь энергию E_k^i при произвольных энергиях остальных частиц;

$$N_{n_1 \dots n_m}^i(x, E_0, y) = \int \frac{d(E_k^i)}{\langle E_k^i \rangle} \int \prod_{(\mu)} \prod_{\lambda=1}^m n_{\lambda}! \sum_{x_{\lambda, k, j}=0}^{n_{\lambda}-1} \delta \left[\sum_{k,j} x_{\lambda, k, j} n_{\lambda} \right] \times \\ \times \prod_{k,j} \{ (x_{\lambda, k, j})^{-1} M_{x_{\lambda, k, j} \dots x_{m, k, j}}^j(x_{\lambda, k, j} + \dots + x_{m, k, j}) \} R^i(\{E_k^i\} | E_0, (\mu), y) \quad (4b)$$

содержат моменты меньшего порядка,

$$\phi_{n_1 \dots n_m}^i = S_{(\alpha)} \alpha_1^{n_1} \dots \alpha_m^{n_m} \Phi^i(\{\alpha\}).$$

Уравнения (4) представляют собой систему линейных интегральных уравнений, связывающих $M_{n_1 \dots n_m}^{i(n)}$ со всеми моментами меньшего порядка. Интегральный оператор L^i в правой части (4), действующий на $M_{n_1 \dots n_m}^{i(n)}$, — один и тот же для моментов любого порядка, так что уравнения для различных $M_{n_1 \dots n_m}^{i(n)}$ отличаются лишь свободными членами. Далее, ядро оператора содержит усреднение по каналам акта — некоторым образом ядро представляет собой „средний“ акт со средней множественностью, средней неупругостью и т. д. Эта особенность уравнений (4) является причиной того, что средняя картина ливня малочувствительна к довольно большим вариациям параметров „среднего“ элементар-



ного акта. Иное положение для более высоких моментов: в этом случае $N_{n_1 \dots n_m}^i$ содержат "средние" парные и более высокие коррелятивные функции акта взаимодействия и, следовательно, информацию о его особенностях.

Так как уравнения (4) линейны, представим решение в виде суммы двух функций

$$M_{n_1 \dots n_m}^{i(n)}(x, E_0, x_0) = F_{n_1 \dots n_m}^i(x, E_0, x_0) + \Delta_{n_1 \dots n_m}^i(x, E_0, x_0), \quad (5)$$

где $F_{n_1 \dots n_m}^i$ удовлетворяют системе уравнений

$$F_{n_1 \dots n_m}^i(x, E_0, x_0) = L^i[F_{n_1 \dots n_m}^j] + \int_{x_0}^x dy N_{n_1 \dots n_m}^i(x, E_0, y) \exp[-\mathfrak{R}_1^i(E_0, y, x_0)], \quad (6)$$

а $\Delta_{n_1 \dots n_m}^i$ — системе ⁽²⁾

$$\Delta_{n_1 \dots n_m}^i(x, E_0, x_0) = L^i[\Delta_{n_1 \dots n_m}^j] + \phi_{n_1 \dots n_m}^i \exp[-\mathfrak{R}_1^i(E_0, x, x_0)]. \quad (7)$$

Рассмотрим отдельно (6). Будем искать решение в виде

$$F_{n_1 \dots n_m}^i(x, E_0, x_0) = \int_{x_0}^x dy \int dE' N_{n_1 \dots n_m}^k(x, E', y) m^{ki}(E' | y, E_0, x_0). \quad (8)$$

Тогда, для того чтобы (8) было решением (6), необходимо, чтобы m^{ki} удовлетворяли системе уравнений

$$m^{ki}(E | x, E_0, x_0) = \delta_{ki} \delta(E_0 - E) \exp[-\mathfrak{R}_1^i(E_0, x, x_0)] + \int_{x_0}^x dy \{ S(\mu) \sum_{j, e} \int dE'_e R^i(E'_e | E_0, (\mu), y) m^{kj}(E | x, E'_e, y) \} \exp[-\mathfrak{R}_1^i(E_0, y, x_0)]. \quad (9)$$

Нетрудно видеть, что система уравнений (9) представляет собой уравнения для средних чисел частиц типа k с энергией E на глубине x в ливне, образованном первичной частицей типа i с энергией E_0 на глубине x_0 ⁽³⁾.

⁽²⁾ Это разбиение решения эквивалентно обычному представлению решения системы неоднородных дифференциальных уравнений в виде суммы решений неоднородной с нулевыми граничными условиями и однородной с граничными условиями:

$$\Delta_{n_1 \dots n_m}^i(x_0, E_0, x_0) = \phi_{n_1 \dots n_m}^i.$$

⁽³⁾ Действительно, соответствующие первые моменты чисел частиц с энергией выше E удовлетворяют уравнениям

$$M_{i,k}^i(E | x, E_0, x_0) = L^i[M_{i,k}^i] + \delta_{i,k} \delta(E_0 - E) \exp[-\mathfrak{R}_1^i(E_0, x, x_0)].$$

Перейдем теперь к уравнениям (7). Мы всегда предполагаем, что на глубине x_0 имеем лишь одну инициирующую частицу типа i с энергией E_0 ; тогда, очевидно,

$$\psi_{n_1 \dots n_m}^i = \psi_{1 \dots 1}^i,$$

причем $\psi_{1 \dots 1}^i$ являются первыми моментами по тем α_k , для которых $n_k \neq 0$, и нулевыми, для которых $n_k = 1$. Таким образом, система (7) тождественна системе уравнений для первых моментов. Ясно, что если $\psi_{n_1 \dots n_m}^i \equiv 0$ при всех i , то и

$$\Lambda_{n_1 \dots n_m}^i \equiv 0$$

при всех i , т. е.

$$\Lambda_{n_1 \dots n_m}^i(x, E_0, x_0) = \begin{cases} 0, & \text{если } \psi_{n_1 \dots n_m}^i \equiv 0 \\ & \text{при всех } i; \\ M_{1 \dots 1}^i(x, E_0, x_0), & \text{если } \psi_{n_1 \dots n_m}^i \neq 0 \end{cases} \quad (10)$$

Таким образом, момент любого порядка представляется интегралами от первых моментов m^{ki} и R^i .

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило в редакцию 25.3.1964)

ფიზიკა

ა. ბეალაიანი

ფლუქტუაციები ფართო ატმოსფერულ ღვარვებში:
მომენტების მეთოდი

სტატიაში მოცემულია $P^i(\alpha, x|E_0, x_0)$ ალბათობის მისი მომენტებიდან აღდგენის მეთოდი. ეს ალბათობაა, იმისა, რომ ზღვარებში, რომლებიც შექმნილია x_0 სიღრმეზე E_0 ენერგიის მქონე i ტიპის პირველადი ნაწილაკით, x სიღრმეზე ექნებათ მდგომარეობა, რომელიც ხასიათდება m პარამეტრების ერთობლივობით α .

მეთოდი ხელსაყრელია დიდ x -თვის, როცა ღვარში ნაწილაკთა რიცხვი დიდია. $M_{n_1 \dots n_m}^i(n)$ მომენტებისათვის მიღებულია მარტივი თანაფარდობები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს გამოვთვალოთ ნებისმიერი რიგის მომენტი, თუ ცნობილია პირველი მომენტები, ურთიერთქმედების აქტის აღმწერი ფუნქციები $R^i(E|E_0(\mu), x)$ და x_0 სიღრმეზე E_0 ენერგიის მქონე პირველადი ტიპის ნაწილაკებით წარმოშობილ ზღვარში x სიღრმეზე E ენერგიის მქონე k ტიპის ნაწილაკების საშუალო რიცხვები $m^{ki}(E|x, E_0, x_0)$.

დათარგმნებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Э. В. Гедалин. Флуктуации в широких атмосферных ливнях. Труды Института физики АН ГССР, т. IX, 1963.
2. Н. М. Герасимова. Флуктуации числа частиц в электронно-фотонном ливне. ЖЭТФ, 43, № 2, 1962, 500; Флуктуации числа частиц в электронно-фотонном ливне с учетом ионизационных потерь. ЖЭТФ, 44, № 1, 1963, 240.
3. Г. Крамер. Математические методы статистики. ИЛ, М., 1948.

И. Ш. ВАШАКИДЗЕ, Г. А. ЧИЛАШВИЛИ

ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ ГИПЕРТРИТИЯ В СЛУЧАЕ НЕЛОКАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

(Представлено академиком В. И. Мамасахлисовым 26.3.1964)

Вопрос о гиперядрах важен как с точки зрения выяснения целого ряда свойств атомных ядер, так и для изучения элементарных актов взаимодействия между сильно взаимодействующими частицами-гиперонами и нуклонами. Получение ядер типа ${}_{\Lambda}X$ дало возможность применять гиперядра и для изучения Λ - Λ -взаимодействия [1]. Поэтому в последнее время изучению гиперядер уделяется особое внимание.

В настоящей работе изучается гипертретий в предположении нелокального факторизующегося взаимодействия между любой парой частиц с применением гипотезы глобальной симметрии Гелл-Манна [2]. Принцип глобальной симметрии предполагает, что $(\Sigma\Lambda\pi)$ и $(\Sigma\Sigma\pi)$ -взаимодействия тесным образом связаны с $(NN\pi)$ -взаимодействием, что позволяет связать нуклон-нуклонный потенциал с пионной компонентой гиперон-нуклонного потенциала. Гипотеза глобальной симметрии является приближенной, так как наблюдаются такие реакции, которые были бы запрещены в том случае, если бы глобальная симметрия выполнялась точно. Поэтому при изучении гиперядер гипотезу глобальной симметрии рассматривают лишь как удобную модель для объяснения экспериментальных фактов. Заметим, что с ее помощью можно получить удивительно хорошее качественное согласие с результатами наблюдений [3].

Применяя вариационный метод, Далитц и Даунс нашли энергии связи легких гиперядер, в том числе и ${}_{\Lambda}H^3$. Они пользовались спин-зависимым центральным потенциалом Гаусса и получили, что Λ - N -потенциал характеризуется большим притяжением в синглетном состоянии, чем в триплетном. Кроме того, они объяснили факт несуществования гипердейтрона.

При рассмотрении N - Λ -взаимодействия мы должны принять во внимание возможность перехода $\Lambda N \rightleftharpoons \Sigma N$ и поэтому, кроме потенциалов $\Lambda N \rightleftharpoons \Lambda N$ и $\Sigma N \rightleftharpoons \Sigma N$, должны иметь также потенциал $\Lambda N \rightleftharpoons \Sigma N$. Отсюда ясно, что полную задачу рассеяния мы должны описать зацепляющимися уравнениями Шредингера, в которых учитывается возможность таких переходов.



Как известно, решить задачу трех тел для локальных потенциалов невозможно. С другой стороны, в случае нелокального факторизуемого двухчастичного потенциала для проблемы трех неодинаковых частиц получается система одномерных интегральных уравнений, которые можно легко решить с помощью электронной счетной машины. Такой потенциал для гиперядер рассматривается в работе [4], где с помощью гипотезы глобальной симметрии устанавливаются параметры потенциала гиперон-нуклонного взаимодействия и доказывается факт несуществования гипердейтрона. При расчете энергии связи ΔH^3 авторы указанной работы применяют вариационный метод для локальных потенциалов с параметрами, подобными для случая нелокального взаимодействия, а также не учитывают возможности переходов $\Delta N \rightleftharpoons \Sigma N$.

В настоящей работе определяется полная энергия связи ΔH^3 путем решения системы связанных интегральных уравнений с учетом переходов $\Delta N \rightleftharpoons \Sigma N$.

§ 1. Выбор потенциалов взаимодействия

Для потенциалов гиперон-нуклонного взаимодействия в состоянии $T=1/2$ введем следующие обозначения: V^{YN} представляет собой потенциал гиперон-нуклонного взаимодействия $Y+N \rightleftharpoons Y+N$; кроме этих потенциалов, как мы отметили выше, будут участвовать потенциалы V^{Λ^3} и V^{Σ^3} , описывающие процессы $N+\Lambda \rightleftharpoons \Sigma+N$. Если мы применим модель глобальной симметрии, то получим соотношения, связывающие потенциалы нуклон-нуклонного взаимодействия с потенциалами гиперон-нуклонного и гиперон-гиперонного взаимодействия [5]:

$$\begin{aligned}
 V^{N\Lambda} &= \frac{1}{4} (3V_1^{NN} + V_0^{NN}), \\
 V^{N\Sigma} &= \frac{1}{4} (3V_0^{NN} + V_1^{NN}), \\
 V^{\Lambda\Sigma} = V^{\Sigma\Lambda} &= \frac{\sqrt{3}}{4} (V_1^{NN} - V_0^{NN}),
 \end{aligned} \quad (1)$$

где через V_T^{NN} обозначен нуклон-нуклонный потенциал в изотопическом состоянии T .

Рассмотрим теперь нелокальный факторизующий потенциал следующего вида [6]:

$$(\vec{p}|V_l|\vec{p}') = \sum g_l(\vec{p}) g_l(\vec{p}') Y_{lm}(\vec{p}) Y_{lm}(\vec{p}'). \quad (2)$$

Ясно, что V_l действует на функцию как проекционный оператор, он выделяет только состояние с определенным l . По этой причине для потенциала (2) соотношения (1) примут весьма простой вид [4]:

$$V_S^{NA} = \frac{3}{4}V_S^{NN}, V_S^{N\Sigma} = \frac{1}{3}V_S^{NA}, (V_S^{\Lambda\Sigma})^2 = V_S^{NA}V_S^{N\Sigma}, \quad (3)$$

$$V_i^{NA} = \frac{1}{4}V_i^{NN}, V_i^{N\Sigma} = 3V_i^{NA}, (V_i^{\Lambda\Sigma})^2 = V_i^{NA}V_i^{N\Sigma}. \quad (4)$$

Имея в виду применение для гипертриплетия, здесь мы рассмотрели взаимодействие только в состоянии $l=0$, а индекс T опустили.

В качестве нуклон-нуклонного потенциала выберем потенциал

$$\langle \bar{p} | V^{NN} | \bar{p}' \rangle = - \frac{\lambda^{NN}}{2\mu_{NN}} g(\bar{p}) g(\bar{p}'), \quad (5)$$

где λ^{NN} — глубина $N-N$ -взаимодействия, μ_{NN} — приведенная масса системы, а $g(\bar{p})$ — потенциал Юкавы

$$g(p) = (\beta^2 + p^2)^{-1}, \quad (6)$$

где $\frac{1}{\beta}$ — радиус взаимодействия; λ^{NN} и β можно взять из данных по нуклон-нуклонному взаимодействию при малых энергиях.

Известно, что гипертриплетий находится в состоянии $T=0$ и $I=1/2$, причем нейтрон и протон в ΔH^3 характеризуются состоянием 3S , а $N-\Delta$ и $N-\Sigma$ -взаимодействие происходит в состоянии 1S . Поэтому нам понадобятся потенциалы $V^{N\Sigma}$ и V^{NA} только в синглетном состоянии, так что модель глобальной симметрии даст следующие факторизующиеся потенциалы:

$$\begin{aligned} V_{NA} &= - \frac{3}{4} \left(\frac{\lambda_s}{2\mu_{NN}} \right) g_s(p) g_s(p'), \\ V_{N\Sigma} &= - \frac{1}{4} \left(\frac{\lambda_s}{2\mu_{NN}} \right) g_s(p) g_s(p'), \\ V_{\Lambda\Sigma} &= - \frac{\sqrt{3}}{4} \left(\frac{\lambda_s}{2\mu_{NN}} \right) g_s(p) g_s(p'), \\ V_{NN}^{s,t} &= - \frac{\sqrt{3}}{4} \left(\frac{\lambda_{s,t}}{2\mu_{NN}} \right) g_{s,t}(p) g_{s,t}(p'). \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь все потенциалы зависят от нуклон-нуклонных параметров; индексы s и t указывают на принадлежность параметров к синглетному и триплетному состоянию соответственно. В качестве функции $g(\bar{p})$ ниже мы будем брать выражение (6).

Проблема двух тел дает следующие значения параметров потенциала взаимодействия:

$$\beta_t^{NN} = 1,4488 f^{-1}, \lambda_t^{NN} = 0,4143 f^{-3}, \beta_s^{NN} = 1,158 f^{-1}, \lambda_s^{NN} = 0,1467 f^{-3}. \quad (8)$$



При вычислении энергии связи мы будем пользоваться этими значениями так, что в теории у нас не будет свободного параметра.

§ 2. Расчет энергии связи

Выпишем сначала зацепляющиеся уравнения Шредингера для гипертрипта, учитывающие переходы $\Lambda \rightleftharpoons \Sigma$ в случае локального взаимодействия. Эти уравнения в наглядных обозначениях имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} [T_1 + T_2 + T_3 - \mathcal{E}^{(\Lambda)}] \Psi_\Lambda(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_\Lambda) = \\ = V_{N_1\Lambda}(\vec{r}_1 - \vec{r}_\Lambda) \Psi_\Lambda + V_{N_2\Lambda}(\vec{r}_2 - \vec{r}_\Lambda) \Psi_\Lambda + V_{N_1N_2}(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \Psi_\Lambda + \\ + V^{\Lambda\Sigma}(\vec{r}_\Lambda - \vec{r}_1) \Psi_\Sigma + V^{\Lambda\Sigma}(\vec{r}_\Lambda - \vec{r}_2) \Psi_\Sigma, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} [T_1 + T_2 + T_3 - \mathcal{E}^{(\Sigma)}] \Psi_\Sigma(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_\Lambda) = \\ = V_{N_1\Sigma}(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \Psi_\Sigma + V_{N_2\Sigma}(\vec{r}_2 - \vec{r}_\Lambda) \Psi_\Sigma + V_{N_1N_2}(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \Psi_\Sigma + \\ + V^{\Sigma\Lambda}(\vec{r}_2 - \vec{r}_1) \Psi_\Lambda + V^{\Sigma\Lambda}(\vec{r}_2 - \vec{r}_2) \Psi_\Lambda, \end{aligned} \quad (10)$$

где энергия связи $\mathcal{E}^{(\Lambda)}$ отличается от $\mathcal{E}^{(\Sigma)}$ на величину разности масс

$$\delta = c^2(M_\Sigma - M_\Lambda). \quad (11)$$

К уравнениям для нелокального факторизующегося взаимодействия можно перейти известным путем [7, 8]. Учитывая формулы (7), окончательно получаем систему интегральных уравнений в импульсном представлении

$$\begin{aligned} \left[1 - \frac{3}{4} \lambda_s N_{23}^\Lambda(p_1) \right] \Phi_\Lambda^s(\vec{p}_1) - \frac{V\sqrt{3}}{4} \lambda_s N_{23}^\Lambda(p_1) \Phi_\Sigma^s(\vec{p}_1) = \\ = \lambda_t \int \Gamma_\Lambda^{-1} \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}_1}{a_\Lambda}, \vec{p}_1 \right) g_s \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}_1}{a_\Lambda} \right) g_t \left(\vec{p}_1 + \frac{1}{2} \vec{x} \right) \Phi_\Lambda^s(\vec{x}) d\vec{x} + \\ + \frac{3}{4} \lambda_s \int \Gamma_\Lambda^{-1} \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}_1}{a_\Lambda}, \vec{p}_1 \right) g_s \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}_1}{a_\Lambda} \right) g_s \left(\vec{p}_1 + \frac{\vec{x}}{a_\Lambda} \right) \times \\ \times \left[\Phi_\Lambda^s(\vec{x}) + \frac{1}{V\sqrt{3}} \Phi_\Sigma^s(\vec{x}) \right] d\vec{x}, \\ \left[1 - \frac{1}{4} \lambda_s N_{31}^\Sigma(p_2) \right] \Phi_\Sigma^s(\vec{p}_2) - \frac{V\sqrt{3}}{4} \lambda_s N_{31}^\Sigma(p_2) \Phi_\Lambda^s(\vec{p}_2) = \\ = \lambda_s \int \Pi_\Sigma^{-1} \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}_2}{a_\Sigma}, \vec{p}_2 \right) g_s \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}_2}{a_\Sigma} \right) g_s \left(\vec{p}_2 + \frac{1}{2} \vec{x} \right) \Phi_\Sigma^s(\vec{x}) d\vec{x} + \\ + \frac{V\sqrt{3}}{4} \lambda_s \int \Pi_\Sigma^{-1} \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}_2}{a_\Sigma}, \vec{p}_2 \right) g_s \left(\vec{x} + \frac{\vec{p}_2}{a_\Sigma} \right) g_s \left(\vec{p}_2 + \frac{\vec{x}}{a_\Sigma} \right) \times \\ \times \left[\Phi_\Lambda^s(\vec{x}) + \frac{1}{V\sqrt{3}} \Phi_\Sigma^s(\vec{x}) \right] d\vec{x}, \\ [1 - \lambda_t N_{12}^\Lambda(p_3)] \Phi_\Lambda^s(\vec{p}_3) = \frac{3}{2} \lambda_s \int K_\Lambda^{-1} \left(\vec{x} + \frac{1}{2} \vec{p}_3, \vec{p}_3 \right) g_t \left(\vec{x} + \frac{1}{2} \vec{p}_3 \right), \end{aligned} \quad (12)$$

$$g \left(\vec{p}_2 + \frac{\vec{x}}{a_\Lambda} \right) \left[\Phi_\Lambda^g(\vec{x}) + \frac{1}{V} \frac{1}{3} \Phi_\Sigma^g(\vec{x}) \right] d\vec{x},$$

где, например, функция $\Phi_\Lambda^g(\vec{p}_1)$ определяется следующим образом:

$$\Phi_\Lambda^g(\vec{p}_1) = \int g_s(\vec{k}_{23}') \Psi_\Lambda(\vec{k}_{23}', \vec{p}) d\vec{k}_{23}'; \quad (13)$$

\vec{k}_{23} и \vec{p}_1 — импульсы, соответствующие координатам Якоби, а через a_Λ , a_Λ^0 , a_Σ , a_Σ^0 обозначены величины

$$a_{\Lambda,\Sigma} = \frac{M + M_{\Lambda,\Sigma}}{M_{\Lambda,\Sigma}}, \quad a_{\Lambda,\Sigma}^0 = \frac{M + M_{\Lambda,\Sigma}}{M}. \quad (14)$$

Функции $N_{ik}(p)$ определяются по формулам

$$N_{23}^{\Lambda,\Sigma}(p) = \int \frac{g_s^2(\vec{x}) d\vec{x}}{\Gamma_{\Lambda,\Sigma}(\vec{x}, \vec{p})}, \quad (15)$$

$$N_{12}^\Lambda(p) = \int \frac{g_s^2(\vec{x}) d\vec{x}}{K_\Lambda(\vec{x}, \vec{p})}, \quad (16)$$

$$N_{31}^\Sigma(p) = \int \frac{g_s^2(\vec{x}) d\vec{x}}{\Pi_\Sigma(\vec{x}, \vec{p})}, \quad (17)$$

где

$$K_\Lambda(\vec{x}, \vec{p}) = \gamma^2 + \vec{x}^2 + \frac{2M + M_\Lambda}{4M_\Lambda} p^2, \quad (18)$$

$$\Gamma_{\Lambda,\Sigma}(\vec{x}, \vec{p}) = \gamma^2 + \frac{a_{\Lambda,\Sigma}}{2} \vec{x}^2 + \frac{2M + M_{\Lambda,\Sigma}}{2(M + M_{\Lambda,\Sigma})} p^2, \quad (19)$$

$$\Pi_\Sigma(\vec{x}, \vec{p}) = \gamma^2 + \gamma_0^2 + \frac{a_\Sigma}{2} \vec{x}^2 + \frac{2M + M_\Sigma}{2(M + M_\Sigma)} p^2. \quad (20)$$

γ и γ_0 определяются формулами

$$\gamma^2 = \frac{M \mathcal{E}}{h^2}, \quad \gamma_0^2 = \frac{M \delta}{h^2}. \quad (21)$$

После интегрирования по углам система интегральных уравнений (12) дает систему трех одномерных интегральных уравнений, которые легко решаются с помощью вычислительных машин. Но мы можем заранее упростить эту систему, учитывая особенность системы ${}_\Lambda H^3$. Энергия связи ${}_\Lambda H^3$ лишь на малую величину отличается от энергии связи дейтрона. Это значит, что ${}_\Lambda H^3$ является очень рыхлой системой и по крайней мере одна частица всегда находится сравнительно далеко от остальных. Большим расстояниям соответствует малый импульс, а это означает, что в этом случае для решения системы (12) можно применить приближение, рассмотренное Митра [9, 10] для решения проблемы ${}_1 H^3$. Это приближение заключается в пренебрежении произведением $(\vec{x}\vec{p})$ в интегральных уравнениях. Отметим, что это приближение для нашей задачи будет гораздо лучшим, чем для случая ${}_1 H^3$.

В этом приближении решения системы интегральных уравнений даются выражениями

$$\begin{aligned} \Phi_s^\Lambda(\tilde{p}) = h_2^\Lambda(\tilde{p}) & \left[A \frac{g_s\left(\frac{\tilde{p}}{a_\Lambda}\right) g_s(p)}{\gamma^2 + \frac{1}{2} a_\Lambda \tilde{p}} + B \frac{g_s\left(\frac{\tilde{p}}{a_\Lambda}\right) g_t(p)}{\gamma^2 + \tilde{p}^2} \right] + \\ & + h_2^\Lambda(p) \left[(F+H) \frac{g_s\left(\frac{\tilde{p}}{a_\Sigma}\right) g_s(p)}{\gamma^2 + \gamma_0^2 + \frac{a_\Sigma}{2} \tilde{p}^2} + G \frac{g_s\left(\frac{\tilde{p}}{a_\Sigma}\right) g_s(p)}{\gamma^2 + \gamma_0^2 + \tilde{p}^2} \right], \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \Phi_s^\Sigma(p) = h_3^\Lambda(p) & \left[(F+H) \frac{g_s\left(\frac{\tilde{p}}{a_\Sigma}\right) g_s(p)}{\gamma^2 + \gamma_0^2 + \frac{a_\Sigma}{2} \tilde{p}^2} + G \frac{g_s\left(\frac{\tilde{p}}{a_\Sigma}\right) g_s(p)}{\gamma^2 + \gamma_0^2 + \tilde{p}^2} \right] + \\ & + h_4^\Sigma(p) \left[(A+C) \frac{g_s\left(\frac{\tilde{p}}{a_\Lambda}\right) g_s(p)}{\gamma^2 + \frac{a_\Lambda}{2} \tilde{p}^2} + B \frac{g_s\left(\frac{\tilde{p}}{a_\Lambda}\right) g_s(p)}{\gamma^2 + \tilde{p}^2} \right], \end{aligned} \quad (23)$$

$$\Phi_t^\Lambda(p) = (D+E) \frac{g_t\left(\frac{\tilde{p}}{2}\right) g_s(p)}{h_5^\Lambda(p) \left[\gamma^2 + \frac{a_\Lambda}{2} \tilde{p}^2 \right]}, \quad (24)$$

где

$$\begin{aligned} h_1^\Sigma(p) &= \mu(p) \left[1 - \frac{1}{4} \lambda_s N_{13}^\Sigma(p) \right], \\ h_2^\Lambda(p) &= \mu(p) \frac{\sqrt{3}}{4} \lambda_s N_{13}^\Lambda(p), \\ h_3^\Lambda(p) &= \mu(p) \left[1 - \frac{3}{4} \lambda_s N_{13}^\Lambda(p) \right], \\ h_4^\Sigma(p) &= \mu(p) \frac{\sqrt{3}}{4} \lambda_s N_{13}^\Sigma(p), \\ h_5^\Lambda(p) &= 1 - \lambda_t N_{12}^\Lambda(p), \end{aligned} \quad (25)$$

и

$$\mu(p) = \left\{ 1 - \frac{\lambda_s}{4} \left[3N_{13}^\Lambda(p) + N_{13}^\Sigma(p) \right] \right\}^{-1}. \quad (26)$$

Входящие в формулы (22)–(24) величины A, B, C, D, E, F, G, H являются постоянными, зависящими от энергии и параметров потенциала.

Они определяются в виде интегралов, под знаком которых находятся функции $\Phi_s^A(\rho)$, $\Phi_s^B(\rho)$ и Φ_s^C . Например, C определяется формулой

$$C = \frac{\sqrt{3}}{4} \lambda_s \gamma^2 \beta_s^4 \int \frac{g_s(\vec{x}) g_s\left(\frac{\vec{x}}{a_\Lambda}\right) \Phi_s^B(\vec{x}) d\vec{x}}{\left(\gamma^2 + \frac{a_\Lambda}{2} x^2\right)} \quad (27)$$

Из системы (22)–(24) ясно, что собственные значения энергии определяются из условия равенства нулю детерминанта восьмого порядка.

Численные значения корней детерминанта были найдены с помощью вычислительной машины М-20.

Наименьший корень этого детерминанта $\alpha = \frac{\gamma}{\beta_s} = 0,228$ соответствует полной энергии связи $\mathcal{E}(\Delta H^3) = 2,904$ Мэв, что находится в удовлетворительном согласии с экспериментальной величиной энергии связи $\mathcal{E} \simeq 2,3$ Мэв.

Отметим, что в наших расчетах можно перейти к пределу, когда исключается возможность переходов $\Lambda \rightleftharpoons \Sigma$. В этом случае энергия находится из условия равенства нулю детерминанта третьего порядка. Наименьший корень этого детерминанта соответствует энергии связи $\mathcal{E}(\Delta H^3) = 4,6$ Мэв. Этот результат показывает, что учет переходов $\Lambda \rightleftharpoons \Sigma$ играет важную роль.

Таким образом, применяя модель глобальной симметрии и беря взаимодействие между частицами в виде нелокального факторизующегося потенциала в форме Ямагучи с учетом возможности переходов $\Lambda \rightleftharpoons \Sigma$, можно объяснить наблюдаемую величину полной энергии связи гипертрития.

В заключение считаем своим долгом поблагодарить В. Г. Соловьева за постоянный интерес к работе и обсуждения, В. И. Огиевского, любезно проинформировавшего нас в области сильных взаимодействий, и А. В. Ракитского (ВЦ ОИЯИ) за программирование задачи.

Тбилисский государственный университет
(Поступило в редакцию 12.3.1964)

შიზიგა

ი. ჰაზაძის, ბ. ზილუშვილი

ჰიპერტრიტონის ბმის ენერგია არალოკალური
ურთიერთქმედების შემთხვევაში

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში გამოთვლილია ჰიპერტრიტონის სრული ბმის ენერგია, როცა ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედებას აქვს არალოკალური ფაქტორიზებადი სახე. გელ-მანის გლობალური სიმეტრიის გათვალისწინებით, დადგენილია

ურთიერთქმედებათა სახე, როცა მხედველობაში მიღებულია მხოლოდ პიონე-
ბის გაცვლა. ამ მიახლოებაში დაწერილია შრედინგერის განტოლება, რომე-
ლიც რიცხვობრივად არის ამოხსნილი, და მიღებული შედეგი შედარებულია
ცდასთან.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Hiroshi, Nakamura. The S-wave Λ - Λ interaction. *Physics Letters*, 6, 1963, 207.
2. M. Gell-Mann. Model of the Strong Couplings. *Phys. Rev.*, 106, 1957, 1296.
3. Р. Далитц. Современные проблемы ядерной физики. 1963, 50.
4. G. Rajasekaran, S. Biswas. A Binding in Hypernuclei by Nonlocal Interaction. *Phys. Rev.*, 122, 1961, 712.
5. D. Amati, B. Vitale. Topics Regarding the Strong Interactions of Strange Particles. *Fortsehr. d. Phys.* 7, 1959, 375.
6. Joshio Jamaguchi. Two-Nucleon Problem when the Potential is Nonlocal but Separable. *Phys. Rev.*, 95, 1954, 1628.
7. З. Ф. Харченко. Проблема трех частиц. *УФЖ*, VII, 1962, 582.
8. Г. А. Чилашвили. Проблема трех частиц, взаимодействующих с нелокальным потенциалом. *Сообщения АН ГССР*, т. 32, № 43, 1963.
9. A. N. Mitra. Three-body problem with separable potentials, *Nucl. Phys.*, 32, 1962, 529.
10. A. N. Mitra, V. S. Bhasin. Three-Body Problem with separable Potentials, (II) n-d Scattering. *Phys. Rev.*, 131, 1963, 1265.

Б. К. БАЛАВАДЗЕ, П. Ш. МИНДЕЛИ

СТРУКТУРА ЗЕМНОЙ КОРЫ В БАССЕЙНАХ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 26.3.1964)

Глубинное строение Черноморского водного бассейна до последнего времени изучалось только геологическими методами [1, 2, 3].

В 1930 г. здесь впервые были проведены маятниковые наблюдения вдоль профилей, исходивших со стороны северного побережья, причем некоторые из них были продолжены до южных областей моря [4]. Они обнаружили наличие интенсивного роста аномалии силы тяжести Буге в сторону глубоководной части моря. Более подробное изучение распределения этого элемента в бассейне Черного моря, а в особенности в Азовском море, было проведено в последнее время с помощью гравиметров. В результате установлено, что над глубоководной частью Черного моря располагается региональный максимум положительной аномалии силы тяжести, вытянутый в широтном направлении. Этот максимум довольно равномерно спадает в сторону береговой линии, переходя местами (зона западного Кавказа, Азовское море) в крупные отрицательные значения. Исключение составляет лишь горный Крым, характеризующийся большими положительными аномалиями, постепенно переходящими в отрицательные значения в северном направлении. Вдоль побережья Румынии и Болгарии, как об этом свидетельствуют некоторые данные, аномалии умеренных величин отрицательны и быстро растут по направлению Карпатских гор.

К последнему периоду относится также проведение в северной половине Черного моря глубинного сейсмического зондирования с целью изучения строения земной коры. Оно выполнено экспедициями Института океанологии АН СССР [5], ВНИИГеофизика [6] и Института геофизики АН ГССР [3]. Эти работы, главным образом Института океанологии, выявили особенности глубинного строения этого водного бассейна и установили мощности земной коры и ее слоев в северной половине моря.

В данной работе предлагаются результаты изучения структуры земной коры Черного и Азовского морей и окружающих их областей,



полученные путем количественной интерпретации аномалии Буге при учете отмеченных выше геофизических, а также геологических данных. Однако для получения еще некоторых дополнительных исходных данных о строении земной коры для тех участков исследуемой области, которые в этом отношении освещены слабо или вовсе не освещены, пришлось обратиться к наблюдениям сейсмических станций Кавказа и Крыма. Эти наблюдения использованы нами в двух направлениях:

1. Для определения под эпицентрами мощностей земной коры и ее слоев по методу близких землетрясений [7]. Соответствующие данные, позволяющие построить годографы $S-r$ для различных типов волн, были взяты из бюллетеней сети сейсмических станций СССР за 1955—1960 гг. Вычисления по определению мощности земной коры выполнены в девяти пунктах, шесть из которых падают на побережье Турции, что очень важно, поскольку для этой части мы не располагаем никакими другими геофизическими сведениями.

На рис. 1 звездочками показано местоположение этих пунктов. Согласно результатам определений, мощность коры в прибрежной полосе Черного моря меняется в пределах 43—49 км, а в море западнее Севастополя она составляет 33 км.

2. Для дополнительного изучения отсутствия гранитного слоя под глубоководной частью Черного моря, отмеченного исследованиями по глубинному сейсмозондированию [5], было проанализировано более 60 сейсмограмм сейсмических станций Тбилиси, Еревана, Симферополя, Ялты и Сочи с целью выявления на них короткопериодных поверхностных волн L_g и R_g , возникших от землетрясений в Иране, Турции, Греции, Албании, Югославии, Болгарии, Румынии, Венгрии. В результате было установлено, что эти волны не регистрируются, когда они направляются через глубоководную часть моря, регистрируются слабо при прохождении по ее краям и четко — при прохождении по континентальной коре. Это обстоятельство, с учетом природы данных волн [8, 9, 10], интерпретируется как результат отсутствия гранитного слоя, в котором они формируются. На рис. 2 область возможного отсутствия гранитного слоя очерчена зубчатой линией, которая проходит примерно по границе глубоководной части моря ($h > 2000$ м).

В результате анализа скорости распространения волн [5, 6, 7, 11] и плотностных данных по прибрежной полосе Украины и Кавказа [12, 13] нами установлено, что по плотности осадочный комплекс под бассейном Черного моря делится в основном на две части: верхний слой мощностью 0—3 км и плотностью 1,7—1,9 г/см³ (при $\bar{v} = 1,5$ —2,0 км/сек) и нижний слой плотностью 2,3—2,4 г/см³ (при $\bar{v} = 3,0$ —4,0 км/сек). Плотности гранитного базальтового и подкоркового слоев приняты рав-

ными 2,65; 2,90 и 3,30 г/см³ соответственно. Общие геологические сведения по прибрежной полосе Кавказа, Украины и Румынии заимствованы из соответствующих карт и разрезов.

Все вышеприведенные данные были положены в основу количественной интерпретации аномалии Буге, которая проведена по методу

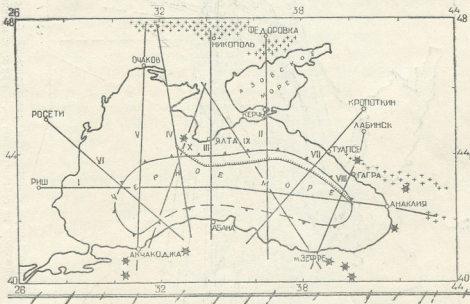


Рис. 1. Схема расположения гравиметрических профилей и граница распространения гранитного слоя по сейсмометрическим данным в бассейне Черного и Азовского морей

подбора вдоль профилей, направленных вкост простиранию изоаномалий. Их всего десять, из них девять поперечных, пересекающих исследуемые водные бассейны с юга на север с выходом на кристаллические массивы Большого Кавказа и Украины, и один продольный, протянутый от Дзирульского кристаллического массива через центральную часть моря до Риш (Болгария). Протягивание морских профилей на такие большие расстояния объясняется, с одной стороны, желанием использовать кристаллические массивы в качестве опорных, а с другой, — стремлением установить связь между структурами земной коры морского бассейна и континента. Заметим, что для повышения качества результатов количественной интерпретации кривых Δg не следует упускать возможности пересечения гравиметрическими профилями кристаллических массивов.

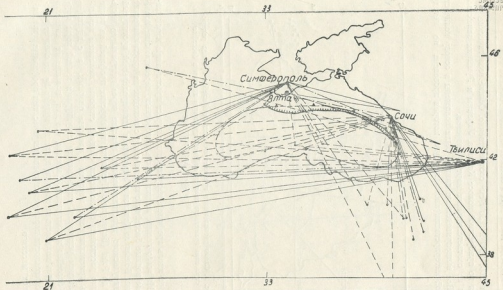


Рис. 2. Схема распространения гранитного слоя в бассейне Черного моря: \circ — эпицентры землетрясений; \odot — сейсмические станции; путь распространения волн Lg и Rg : — при четкой и интенсивной записи на сейсмограмме; - - - при мало интенсивной записи; --- при отсутствии записи; граница распространения гранитного слоя по данным волн Lg и Rg очерчена зубчатой линией, а по данным глубинного сейсмического зондирования — линией с черточками.

Результаты интерпретации аномалии силы тяжести удовлетворительно сходятся с результатами глубинного сейсмического зондирования. Они показывают, что мощность осадочного комплекса со всех сторон прибрежной полосы Черного моря, где она варьирует в пределах 7—8 км, увеличивается в сторону глубоководной части, достигая здесь 13—14 км. Иначе себя ведет этот комплекс в южной части Азовского моря, включая Керченский пролив и Таманский залив. Осадочный комплекс в этом районе имеет общую мощность около 10 км: слой плотностью $1,7 \text{ г/см}^3$ толще и порядка 6 км, а слой плотностью $2,3 \text{ г/см}^3$ порядка 4 км. Эти слои, постепенно уменьшаясь в мощности, выклиниваются у северных берегов Азовского моря, где выделяются кристаллические породы (рис. 1).

Мощность гранитного слоя в Черном море изменяется вполне закономерно; имея у береговой полосы суши мощность 10—15 км, она более или менее равномерно сокращается в сторону центральной части моря, где, по-видимому, сходится на нет.

Базальтовый слой также уменьшается в мощности от 20—23 км вокруг моря до 7—9 км в центре западной половины моря и до 10—14 км

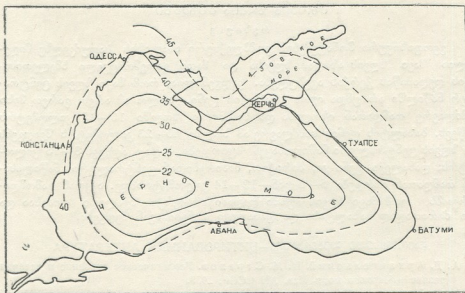


Рис. 3. Схема мощности земной коры в бассейне Черного моря и окружающих его областей

в центре его восточной половины. Кроме того, под глубоководной частью моря базальт выгибается вверх, образуя вытянутый по широте региональный купол. Под Азовским морем поверхности базальтового и подкорового слоев залегают примерно параллельно.



По результатам интерпретации кривых Δg мощность земной коры в центральной части моря равна 22—25 км и, постепенно увеличиваясь в сторону береговой линии, доходит до 35—43 км в окружающих море областях (рис. 3).

Таким образом, проведенные геофизические исследования устанавливают в бассейне Черного моря некоторое промежуточное строение земной коры, близкое, с одной стороны, к океаническому типу строения коры, а с другой, к континентальному. Азовское море, как и следовало ожидать из общих соображений, характеризуется континентальным строением коры.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило в редакцию 26.3.1964)

გეოფიზიკა

ბ. ბალავაძე, პ. შინდელი

დედამიწის ქერქის სტრუქტურა შავი ზღვისა და
აზოვის ზღვის აუზებში

რეზიუმე

გეოფიზიკური მონაცემების კომპლექსური ანალიზის საფუძველზე მიღებულია შავი ზღვის აზოვის ზღვისა და მათი გარემომცველი ხმელეთისათვის დედამიწის ქერქის აგებულება. დადგენილია, რომ შავი ზღვის ცენტრალურ ნაწილში არ უნდა იყოს გრანიტის ფენი, ხოლო ამ არეს გარეთ მისი სიმძლავრე თანდათან იზრდება და სანაპირო ზოლში 10—15 კილომეტრს აღწევს. ბაზალტის ფენის სიმძლავრე ამ ზოლში 20—23 კილომეტრს შეადგენს და ზღვის ცენტრალური ნაწილისაკენ მცირდება, სადაც აღწევს 8—13 კილომეტრს; დანალექი ფენი კი, პირიქით, ნაპირებიდან ცენტრალური ნაწილისაკენ თანდათან იზრდება 5—8-დან—12—14 კილომეტრამდე. აქედან გამომდინარეობს, რომ შავი ზღვის აუზში დედამიწის ქერქი შუალედო ტიპისაა და იგი ძირითადად ბაზალტისა და დანალექი ფენებისაგან შედგება.

დასრულებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Архангельский, И. М. Страхов. Геологическое строение и история развития Черного моря. Изд. АН СССР, 1938.
2. М. В. Муратов. Тектоника и история развития Альпийской геосинклинальной области юга Европейской части СССР и сопредельных стран. Тектоника СССР, т. II, Изд. АН СССР, 1949.
3. М. В. Муратов. История тектонического развития глубоководной впадины Черного моря и ее возможное происхождение. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 30, № 5, 1955.
4. А. В. Сорокин. Определение значений силы тяжести на Черном море. Докл. VII конфер. Балтийской геодезической комиссии, М.—Л., ОНТИ, 1934.

5. Ю. П. Непрочнов. Гаубинное строение земной коры под Черным морем к юго-западу от Крыма по сейсмическим данным. ДАН СССР, т. 125, № 5, 1959.
6. Б. А. Левченко. Отчет о работах Черноморской сейсмической партии НИМГЭ. Фонды ВНИИГеофизика, М., 1961.
7. Г. К. Твалтвадзе. Строение земной коры в Грузии и построение систем теоретических годографов. Изд. АН ГССР, 1960.
8. Е. Ф. Саваренский, Н. В. Вольднер. Волны Lg и Rg в Черноморском бассейне по данным сейсмических станций „Москва“, „Симферополь“ и некоторые соображения о их природе. Сб. „Сейсмические исследования в период МГГ“, №4. Изд. АН СССР, 1960.
9. Д. И. Сихарулидзе. Природа волн Lg и Rg и изучение строения земной коры. Труды Института геофизики АН ГССР, т. XXI, 1963.
10. Е. И. Патарая. Годограф волны Lg и Rg для эпицентрального расстояния от 200 до 1500 км. Информ. бюлл. АН СССР, №9, сентябрь, 1963.
11. Г. Я. Мурусидзе и В. К. Чичинадзе. Предварительный отчет Черноморской сейсмической экспедиции. Фонды ИГ АН ГССР. Тбилиси, 1959.
12. Б. К. Балавадзе. Гравитационное поле и строение земной коры в Грузии. Изд. АН ГССР, 1957.
13. Э. Э. Фотиади. Геологическое строение Русской платформы по данным региональных геофизических исследований и опорного бурения. Гос. научно-техническое изд. нефтяной и горнотопл. лит. М., 1958.

Г. К. ТВАЛТВАДЗЕ, М. С. ИОСЕЛИАНИ, Р. К. МАХАРАДЗЕ,
Т. И. ХЕЛАШВИЛИ

СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ АЛАЗАНСКОЙ ДОЛИНЫ

(на участке Лагодехи, Тамарнани, Цнори)

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 17.3.1964)

Осенью 1962 г. была организована сейсмическая экспедиция объединявшая: группу глубинного сейсмического зондирования сейсмометрической лаборатории Института геофизики АН ГССР, партию 14/62 «Спецгеофизики» Министерства геологии и охраны недр СССР (ныне Геологический комитет СССР) и партию 4/62 Геофизической экспедиции треста «Грузнефть».

Экспедиция провела сейсмические работы корреляционным методом преломленных волн (КМПВ) по профилю Лагодехи—Актафа с целью изучения: а) глубины залегания и морфологии поверхности кристаллического фундамента; б) характеристики основных слоев седиментного комплекса; в) возможностей постановки сейсмических исследований корреляционным методом преломленных волн в степной Кахети, которая является перспективной в смысле газонефтеносности, а также ряда методических вопросов, касающихся возбуждения и приема сейсмических волн.

В настоящей статье излагаются результаты, полученные в северной части профиля, т. е. в Алазанской долине, от Лагодехи до Цнори. Эти результаты имеют вполне определенное самостоятельное значение.

Район исследования — Алазанская долина представляет собой межгорную депрессию, расположенную между Южным склоном Большого Кавказа и Кахетинским хребтом. Поверхность этой долины имеет незначительный уклон от обоих бортов к р. Алазани.

Геологические структуры здесь покрыты слабодислоцированными и почти горизонтально залегающими молодыми отложениями, что в

сильной степени затрудняет изучение ее глубинного геологического строения. Этим и можно объяснить то обстоятельство, что до сих пор не существует единого мнения о ее глубинном геологическом строении.

По мнению некоторых исследователей, Алазанская долина является геосинклиналью, где осадочные отложения имеют большую мощность [1, 2]. Другие же исследователи отрицают геосинклинальную природу Алазанской долины и считают ее погруженным консолидированным субстратом северо-западного окончания Азербайджанской глыбы [3, 4, 5].

Для получения прямого и обратного годографов была задана полная система наблюдений из пяти пунктов взрыва: Лагодехи I (ПК-215); Лагодехи II (ПК-197), Тамариани (ПК-120), Алазани (ПК О) и Цнори (ПК+73).

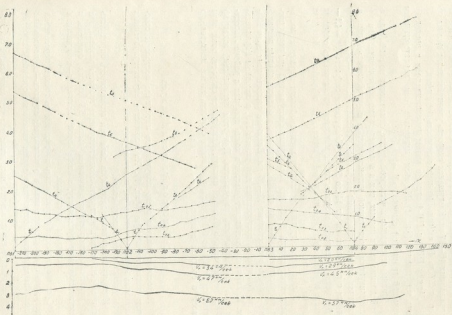
Наблюдения проводились пятью высокочувствительными низкочастотными сейсмическими станциями, предназначенными для работ по ГСЗ и КМПВ.

Волновая картина, зафиксированная на всех сейсмограммах довольно сложная. Все волны по сходству динамических и кинематических признаков были разделены на несколько групп, но для количественной интерпретации полученного материала были использованы только пять групп.

В первой группе условно объединены те волны, которые прослеживаются в области первых вступлений и соответствуют верхней тонкослойной осадочной толще. Эти волны вблизи ПВ характеризуются сравнительно большой интенсивностью, быстро затухают с расстоянием и в последующих вступлениях не отмечаются; они отмечаются от пункта взрыва только на 1,5—2,0 км. Годографы этих волн практически прямолинейны (фиг. 1), кажущаяся скорость меняется от 1,8 до 2,2 км/сек. Анализ годографов этих волн показывает, что общая мощность серии тонких слоев, к которым они относятся, изменяется в широких пределах.

Волны второй группы регистрируются и взаимно увязываются только на участке между ПВ-3 и ПВ-4; в первых вступлениях наблюдаются с расстояния 1,2—1,5 км от ПВ, но в дальнейшем они хорошо прослеживаются и в последующих вступлениях. Годографы этих волн прямолинейны и характеризуются почти постоянной кажущейся скоростью 1,9—2,0 км/сек. (фиг. 1). Граничная скорость $V_r=2,0$ км/сек. Частота колебаний 25—30 гц.

Третья группа волн прослеживается по обе стороны от ПВ-2. В первых вступлениях волны выходят с расстояния 1,2 км, но вскоре происходит смена волн и они переходят в последующие вступления, где выделяются достаточно уверенно. В целом группа характеризуется про-



Фиг. 1



стой формой записи, при этом видимая частота на всем интервале прослеживания 16—17 гц. Кажущаяся скорость увеличивается с юга на север от 2,7 до 4,0 км/сек. Граничная скорость 3,4 км/сек.

Между ПВ-3 и ПВ-4 эти же волны прослеживаются в последующих вступлениях (фиг. 1). На этом интервале они характеризуются меньшей граничной скоростью $V_r=2,9$ км/сек.

Волны, отнесенные к четвертой группе, отмечаются по всей Алазанской долине как в первых, так и в последующих вступлениях. Они характеризуются достаточной интенсивностью и устойчивостью записи. Видимая частота колебаний на разных участках разная—она увеличивается с севера на юг от 14 до 20 гц. Кажущаяся скорость $V^*=4,1—4,9$ км/сек. Граничная скорость также меняется, увеличиваясь с юга на север: в районе р. Алазани $V_r=4,5$ км/сек, а в районе Лагодехи $V_r=4,7$ км/сек.

Волны пятой группы регистрируются в области первых и последующих вступлений. В области последующих вступлений они появляются на расстоянии 5—8 км от ПВ, тогда как в области первых вступлений—только с расстояния 12—16 км. Видимые частоты этих волн 13—16 гц. Годографы, построенные для разных ПВ, в основном параллельны. Исключение составляет участок в конце профиля в районе Лагодехи, где параллельность нарушается. При этом нагоняющий годограф имеет незначительно больший наклон. Кажущаяся скорость этих волн меняется от 4,7 до 6,7 км/сек, граничная скорость также меняется, но имеет в среднем значение $V_r=5,7$ км/сек.

Сейсмогеологический разрез

На основе анализа всего полученного материала построены соответствующие годографы (фиг. 1). Из множества зарегистрированных волн использованы только те, которые уверенно коррелируются и хорошо увязываются между собой.

Интерпретация этих годографов дала нам возможность определить граничные скорости и построить соответствующие границы раздела, при этом граничные скорости со значением выше 5,5 км/сек отнесены к кристаллическому фундаменту, а ниже этой величины—к границам раздела в осадочном комплексе.

Средние скорости определялись в основном по точкам пересечения годографов преломленных волн и в некоторых случаях—по начальным точкам. Были также построены графики изменения средних скоростей с глубиной разными способами [6, 7, 8].

В результате анализа всего материала получен следующий сейсмогеологический разрез.

В осадочном комплексе выделяются несколько сейсмических горизонтов, при этом некоторые слои претерпевают большие изменения как в литологическом составе, так и в мощности.

Самый верхний слой, который выделяется между ПВ-3 и ПВ-4, имеет мощность 300 м на участке ПВ-3 и уменьшается до 200 м на участке ПВ-4. Средняя скорость в этом слое $\bar{V}=1,5$ км/сек. Он представлен в основном глинами и водоносными горизонтами четвертичного возраста. Этот слой не выделяется севернее р. Алазани.

Под ним выделяется слой с граничной скоростью $V_r=2,0$ км/сек. Средняя скорость до его подошвы $\bar{V}=1,65-1,75$ км/сек. Мощность слоя меняется от 550 м в районе р. Алазани до 400 м в районе Цнори. Подошва слоя в наиболее погруженной части залегает на глубине 700 м. К северу она воздымается и у ПК-150 почти выходит на поверхность. Этот слой мы отнесли к верхней части алазанской серии.

Ниже следует слой, граничная скорость которого изменяется в горизонтальном направлении: в районе Тамариани (ПВ-2) $V_r=3,4$ км/сек, а между ПВ-3 и ПВ-4 $V_r=2,9$ км/сек. Глубина залегания поверхности этого слоя рассчитана при значении средней скорости $\bar{V}=1,65-1,75$ км/сек. Мощность слоя меняется следующим образом: 600—650 м в районе Лагодехи, 400 м в районе Тамариани, 850—900 м под ПК-50, 650 м в районе р. Алазани и 550 м в районе Цнори. Необходимо отметить, что в районе Лагодехи дается суммарная мощность этого слоя с поверхностными тонкими слоями, мощность которых всего несколько десятков метров.

Этот слой мы отнесли к средней и нижней части алазанской серии.

На всем участке наших исследований выделяется довольно мощный слой с граничной скоростью $V_r=4,7$ км/сек. Этот слой, по-видимому, слагается из мезозойских отложений. Судя по значению граничных скоростей, он должен быть представлен в основном карбонатными и песчанистыми породами. Мощность этого слоя в районе Лагодехи (ПВ-1) равна 2400 м, далее к югу она незначительно уменьшается и у ПК-145 составляет 1800 м. Эта величина почти не меняется до ПК-50; далее к пункту ПВ-3 мощность опять возрастает до 200 м. На юге мощность этого слоя значительно возрастает и у ПК-100 ее значение достигает 3100—3200 м.

Сопоставив все данные о средних скоростях до поверхности кристаллического фундамента, получим значение $\bar{V}=3,5$ км/сек. Поверхность кристаллического фундамента была построена при значении $V_r=5,7$ км/сек.

Глубина залегания поверхности кристаллического фундамента меняется следующим образом: в районе Лагодехи составляет около



3.0 კმ, კი იგი სპერვა სლგკა ვოძდმადეაჲს ი ნაიწმენიჲს გლუბინი (2,3 კმ) დსტიგაჲთ აოკო ს. ტამარიანი, პოსლე ჯეგო პლავნო პოგრუჲაჲსა ი პოდ რ. ალავანი ჲლგაჲთ ნა გლუბინე 3,5 კმ; ნა ნებოლშიჲმ უაჲსტკე ოსტაჲსა Ბოსტაიწნიი, ნო ჲაჲთ პოგრუჲაჲსა ი დსტიგაჲთ ნაიბოლშიჲს გლუბინი (4,0 კმ) ვ რაიონე ს. ცნორი.

ჲაკ ვიდნო იჲ სეისმოგეოლოგიკოსკო რაჲრეზა, ალავანსკაი დოლიწა ვ რაიონე რასპოლოჲენი სეისმიკოსკო პროფილა ჲარაქტერიჲჲსა სპოკიწნიი ტექტონიკი.

პოვრჲოსტჲე კრისტალიკოსკო ფუნდამენტა იმეჲთ ნესლოჲწნიი რელჲეფი. ჲნიწნიე გრანიწნიი სკოროსი $V_p = 5.7$ კმ/სეკ დაჲთ ოსოვანიე დუმაჲთ, ჲო კრისტალიკოსკი ფუნდამენტ იჲრასტავლენ თეი ჲე პოროდაი, Ბოტორე ობნაჲაჲთჲსა ნა დჲირულიკოსკო მასსივე, თ. ე. Ბოსტაიწნი ვ ოსოვწნიი იჲ პალეოზოიკოსკი კრისტალიკოსკი პოროდი.

Академия наук Грузинской ССР

Институт геофизики

(Поступило в редакцию 17.3.1964)

გეოფიზიკა

გ. თვალთვაჲმ, მ. იოსელიანი, რ. მახარაჲძე, თ. ხელაშვილი

ალავანის გარკის სეისმოგეოლოგიკოსკი აგეგმულეზის უმესახეზ

რეზიუმე

1962 წლის უგემოდგომაზე ალავანის ვაკეზე ჲაგოდგეი—თამარიანი—წნორის უბანზე ჲატარებულ იქნა სეისმოგეტრული გემოკვლევები გარდატეხილ ტალღათა კოლერაციული მეთოდით, დანალექი წყების აგებულებისა და კრისტალური ფუნდამენტის ჲედაპირის მორფოლოგიის დადგენის მიზნით: ა) დანალექ წყებაში გემოკოფილ იქნა ერთმანეთისაგან დრეკადი თვისებებით, სიმძლავრითა და ასაკით განსხვავებული რამდენიმე ფენა; ბ) დადგენილ იქნა კრისტალური ფუნდამენტის ჲედაპირის ჲაწოლის სიღრმე და მორფოლოგია მთელ საკვლევ უბანზე.

დავოუწმავალი ჲიბიარატჲრა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. В. Вассоевич. Проблема тектоники Восточной Грузии. Азнефтеиздат, 1936.
2. И. Э. Карстенс. Материалы к палеогеографии Кахетинского хребта и в долине р. Алазани. Труды Нефт. геол. разв. инст., серия Б, вып. 47, 1934.
3. П. Д. Гамкрелидзе. Основные черты тектонического строения Грузии. Труды Геологического института АН ГССР, серия геологическая, т. X (XV), 1957.
4. А. И. Джanelidze. К вопросу о геологическом строении Кахетинского хребта и Алазанской долины. Сообщения АН ГССР, т. XI, № 8, 1950.
5. И. Р. Кахадзе. Грузия в юрское время. Труды Геологического института АН ГССР, серия геологическая, т. III (VIII), монография, 1947.
6. Г. С. Кравцов. Об определении средних скоростей по годографам преломленных волн. Сибирское отд. АН СССР, геология и геофизика, в. 1, 1961.
7. Е. Д. Тагай. Использование способа Вихерта—Чибисова для определения скоростных параметров среды при глубоких сейсмических зондированиях. Прикладная геофизика, в. 36, 1963.
8. С. В. Чибисов. Обработка криволинейного годографа упругих волн при плоскопараллельном распределении их скоростей в упругой среде. Геофизика, т. IV, в. 2, 1934.

ХИМИЯ

А. И. КАХНИАШВИЛИ, Г. Ш. ГЛОНТИ, Г. Д. БАГРАТИШВИЛИ,
М. Л. КАНТАРИЯ, Д. Ш. ИОРАМАШВИЛИ

КОНДЕНСАЦИЯ α и β -НАФТОЛОВ С НЕКОТОРЫМИ
ЗАМЕЩЕННЫМИ ВИНИЛКАРБИНОЛАМИ В ПРИСУТСТВИИ
ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. И. Арешидзе 5. 4. 1964)

Реакции конденсации нафтолов с непредельными спиртами почти не изучены. За последнее время проведено несколько конденсаций β -нафтола с предельными спиртами [1]. При этом получены 6-замещенные 2-нафтолы, которые представляют интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения [2].

Интересно было изучить, какое влияние окажет на реакцию конденсации и на физиологическую активность замена в алкил-нафтолах предельных радикалов непредельными. С этой целью мы провели конденсации α и β -нафтолов со следующими замещенными винил-карбинолами: диметилвинил, метилэтилвинилкарбинолами и 1-винилциклогексанолам-1 в присутствии фосфорной кислоты.

При конденсации замещенных винилкарбинолов с α и β -нафтолами в присутствии фосфорной кислоты получаются алкил-нафтолы, как и в случаях фенола [3] соответствующие не исходным замещенным винилкарбинолам, а изомерным им γ -замещенным алиловым спиртам.

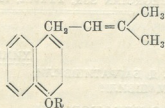
Строение α -замещенных α -нафтолов (I, VI и XI) полностью доказано гидрированием и окислением их метиловых эфиров.

При гидрировании непредельных α -замещенных α -нафтолов (I, VI и XI) в присутствии Pd/CaCO₃ поглощается два атома водорода и получаются соответствующие предельные α -замещенные α -нафтолы (II, VII и XIII).

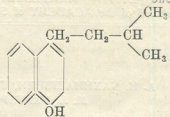
Метилированием α -замещенных α -нафтолов (I, VI и XI) получены соответствующие метиловые эфиры (III, VIII и XIV), окислением которых перманганатом калия выделена 4-метоксинафтойная кислота [4] и соответствующий кетон (ацетон, метилэтилкетон или циклогексанон).

При конденсации α -замещенных α -нафтолов (I и VI) с монохлоруксусной кислотой выделены: 2-метил-4-(4-карбоксиметоксинафтил)бутен-2 (IV) и 3-метил-5-(4-карбоксиметоксинафтил), пентен-3 (IX).

2-метил-4-(4-карбоксиметоксинафтил)бутен-2 (IX) оказался физиологически активным веществом; его 0,03%-ный раствор ускоряет прорастание семян кукурузы и распускание почек у черенков тополя.



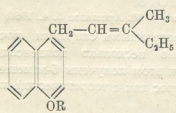
(I) R=H;



(II)

(III) R=CH₃;

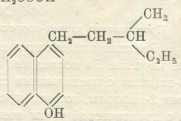
(IV) R=CH₂COOH.



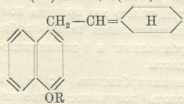
(VI) R=H;

(VIII) R=CH₃;

(IX) R=CH₂COOH

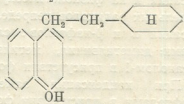


(VII)

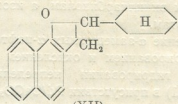
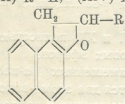


(XI) R=H;

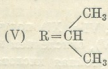
(XIV) R=CH₃



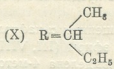
(XIII)



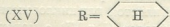
(XII)



(V)



(X)



(XV)

При конденсации α-нафтола с 1-винилциклогексанолом-1 из нейтральных продуктов конденсации выделен α₁-циклогексил-α-нафтоди-
 гидрофуран (XII), который мог образоваться только в результате
 вступления циклогексилиденалкильной группы в β-положение α-нафто-
 ла и последующей циклизации.

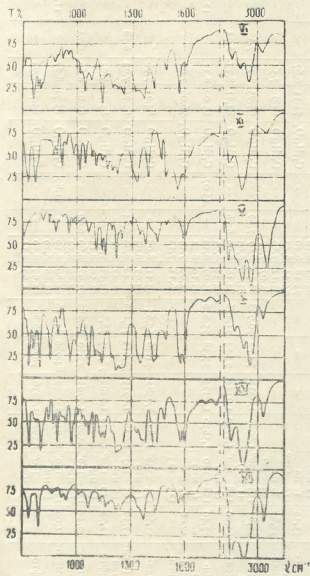


Рис. 1. ИК-спектры веществ V, VI, X, XI, XII и XV

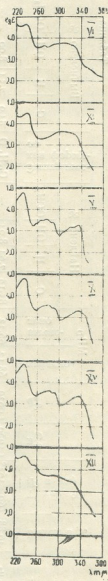


Рис. 2. УФ-спектры веществ V, VI, X, XI, XII и XV

Случай образования циклических соединений в результате циклизации замещенных фенолов и нафтолов с неопределенной боковой цепью наблюдался уже давно [5] и в дальнейшем подтвердился трудами многих авторов [6].

№	Вещество	Выход в %	Т. кип. °С (Р в мм)	n _D ²⁰	d ₄ ²⁰	МР ₀		Найдено %				Эмпири- ческая форму- ла	Вычислено %			
						найде- но	вычис- лено	С	Н	ОН	ОСН ₂		С	Н	ОН	ОСН ₂
I	2-метил-4-(4-гидрокси- нафта) бутен-2	30,88	160—165° (2 мм)	1,5990	1,0629	68,12	66,32	85,18 85,21	7,64 7,64	8,04	—	C ₁₁ H ₁₆ O	84,9	7,54	8,00	—
II	2-метил-4-(4-гидрокси- нафта) бутан	52,00	145—149° (2 мм)	1,5740	1,0292	68,62	66,798	84,40 84,42	8,50 8,44	8,00	—	C ₁₁ H ₁₆ O	84,11	8,41	7,94	—
III	2-метил-4-(4-метокси- нафта) бутен-2	74,83	150—155° (2 мм)	1,5795	1,0316	72,85	71,228	84,71 84,83	8,10 8,10	—	13,85	C ₁₁ H ₁₆ O	84,95	7,96	—	13,71
IV	2-метил-4-(4-карбокс- метоксинафта)бутен-2	55,12	Т. п. 116—117°	—	—	—	—	75,18 75,44	6,40 6,47	—	—	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	75,55	6,67	—	—
V	α-изопропил-β-нафтоди- гидрофуран	32,80	Т. п. 74—76°	—	—	—	—	85,12 85,07	7,36 7,57	—	—	C ₁₁ H ₁₆ O	84,9	7,54	—	—
VI	3-метил-5-(4-гидрокси- нафта) пентен-3	34,84	155—158° (1 мм)	1,6000	1,0632	72,72	70,968	84,50 84,68	8,07 8,03	7,69	—	C ₁₁ H ₁₆ O	84,95	7,96	7,55	—
VII	3-метил-5-(4-гидрокси- нафта) пентан	63,90	128—130° (1 мм)	1,5790	1,0344	73,24	71,446	84,18 84,34	8,98 8,95	—	—	C ₁₀ H ₁₆ O	84,21	8,77	6,74	—
VIII	3-метил-5-(4-метокси- нафта) пентен-3	77,40	138—140° (1 мм)	1,5850	1,0394	77,38	75,876	85,09 85,19	8,32 8,34	—	13,07	C ₁₁ H ₁₆ O	85,00	8,33	—	12,92
IX	3-метил-5-(4-карбокси- метоксинафта) пент- тен-3	12,00	Т. п. 123—124°	—	—	—	—	75,99 76,11	7,14 7,12	—	—	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	76,06	7,04	—	—
X	α-изобутил-β-нафтоди- гидрофуран	51,66	135—136° (1 мм)	1,5840	1,0582	71,46	69,65	85,11 84,97	8,08 8,03	—	—	C ₁₁ H ₁₆ O	84,95	7,96	—	—
XI	1-циклогексилден-(4-ги- дроксинафта) этан	37,39	165—167° (1 мм)	1,6080	1,0945	79,615	78,208	85,40 85,47	8,08 8,21	6,84	—	C ₁₁ H ₁₆ O	85,71	7,93	6,78	—
XII	α-циклогексил-β-нафто- дигидрофуран	12,72	149—150° (1 мм)	1,6040	1,0902	78,705	76,89	85,53 85,56	7,95 8,14	—	—	C ₁₁ H ₁₆ O	85,71	7,93	—	—
XIII	1-циклогексил-2-(4-гид- роксинафта) этан	69,44	135—136° (1 мм)	1,5900	1,07955	77,20	78,686	84,97 84,86	8,60 8,52	6,69	—	C ₁₁ H ₁₆ O	85,04	8,66	6,74	—
XIV	1-циклогексил-2-(4-мето- ксинафта) этан	71,00	148—150° (1 мм)	1,5950	1,0749	84,086	83,116	85,80 85,88	8,19 8,29	—	11,89	C ₁₁ H ₁₆ O	85,71	8,27	—	11,95
XV	α-циклогексил-β-нафто- дигидрофуран	53,20	149—150° (1 мм)	1,5920	1,0836	78,69	76,89	85,99 85,69	8,20 8,11	—	—	C ₁₁ H ₁₆ O	85,71	7,93	—	—

При конденсации β -нафтола с замещенными винилкарбинолами нами получены только нейтральные продукты реакции; они не обесцвечивают растворы перманганата калия и брома, не гидрируются и не содержат гидроксильной группы. Очевидно, вследствие большой легкости замещения соседнего α -положения в β -нафтоле и последующей циклизацией полученные нами нейтральные продукты реакции (V, X, XV) являются производными β -нафтодигидрофурана. Аналогичный продукт циклизации α -аллил- β -нафтола — α -метилен- β -нафтодигидрофуран давно получен [7].

Мы попытались спектроскопическим путем доказать химическое строение полученных нами продуктов. Были исследованы следующие соединения — V, VI, X, XI, XII, XV (рис. 1).

В ИК-спектрах соединений V, VI, X, XII, XV отсутствует заметное поглощение в области $3075\text{—}3095\text{ см}^{-1}$, соответствующее концевой винильной группировке $\text{H}_2\text{C}=\text{CHR}$, что, по-видимому, свидетельствует об изомеризации замещенного винилкарбинола в γ -замещенный аллиловый спирт. В спектрах соединений VI и XI проявляется полоса гидроксильной группы в области $3300\text{—}3600\text{ см}^{-1}$.

В ИК-спектрах соединений V, X, XII и XV отсутствует поглощение для валентного колебания гидроксильной группы, что может служить доказательством процесса циклизации монозамещенных нафтолов.

УФ-спектры соединений VI и XI с открытой боковой цепью почти одинаковы и резко отличаются от спектров соединений с циклическим строением V, X, XII и XV (рис. 2).

В спектре соединений VI и XI проявляются две широкие полосы — около 240 и 300 м μ . Эти спектры очень напоминают спектры α -нафтола [8] как по общему числу и расположению полос, так и по интенсивности. Это, по нашему мнению, может служить доказательством открытой структуры боковой цепи соединений VI и XI. В самом деле радикал 3-метилпентен-3-ил и радикал 1-циклогексиденэтил-2 с точки зрения их влияния на электронный спектр α -нафтола можно рассматривать как насыщенные группы, так как их двойная связь находится в β -положении к ароматическому кольцу и ее влиянием можно пренебречь. Аналогичный случай встречается в аллилнафтоле, электронный спектр которого в отличие от спектра винилнафталина сходен со спектром соответствующего алкилнафталина [8].

Электронные спектры соединений V, X, XII и XV (рис. 2) почти идентичны и резко отличаются от спектров соединений типа 4,5-бензгидриндена [8], что позволяет приписать им циклическое строение, которое предполагалось на основании исследования химических свойств и ИК-спектров.



УФ-спектр соединения XII характеризуется размытыми полосами, поэтому спектр трудно поддается анализу; можно лишь констатировать, что соединение XII отличается от изомерного соединения XV и не является 1-циклогексилденэтиловым эфиром нафтола, так как в этом случае спектр должен быть аналогичным спектру метоксинафталина [8]. Полученные ИК и УФ-спектры поглощения подтверждают выводы, основанные на исследовании химических свойств этих соединений.

Константы и данные анализа синтезированных нами веществ приведены в таблице.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Замещенные винилкарбинолы готовились гидрированием замещенных этинилкарбинолов в присутствии катализатора Pd на углекислом кальции [9].

Конденсация диметилвинилкарбинола с β -нафтолом в присутствии фосфорной кислоты. К смеси 10 г β -нафтола и 7,5 г кристаллической фосфорной кислоты при комнатной температуре и непрерывном перемешивании было добавлено по каплям 12 г диметилвинилкарбинола и перемешивание продолжалось 20 часов при 96—98°. В дальнейшем реакционная масса была обработана так же, как и в случае конденсации α -нафтола с диметилвинилкарбинолом [10]. При этом из нейтральных продуктов реакции было выделено 4,5 г α -изопропил- β -нафтодигидрофурана (V). Аналогично вышеописанному получены соединения (X) и (XV).

Конденсация метилэтилвинилкарбинола с α -нафтолом. К смеси 19,2 α -нафтола и 15 г кристаллической фосфорной кислоты при комнатной температуре и непрерывном перемешивании было добавлено по каплям 20 г метилэтилвинилкарбинола (т. кип. 114—115° $n_D^{20} = 1,4265$). Реакция протекала с разогреванием, и температура смеси к концу прибавления карбинола достигла 50°, после чего перемешивание производилось в течение 20 часов при 45—55°. В дальнейшем реакционная масса была обработана так же, как и в предыдущем случае конденсации. После разгонки в вакууме из кислых продуктов реакции было выделено в виде окрашенной трудноподвижной жидкости 10,49 г 3-метил-5-(4-гидроксинафтил) пентена-3. Аналогично получено соединение (XI).

Гидрирование 3-метил-5-(4-гидроксинафтил) пентена-3. При гидрировании 3 г вещества (VI) в 25 мл этилового спирта в присутствии 0,5 г Pd/CaCO₃ поглотилось 400 мл водорода (21°, 723 мм) и после разгонки в вакууме получено 2 г 3-метил-(3-метил-4-гидроксинафтил)пентана (VII). Аналогично получены соединения (II, XIII).

Метилирование 3-метил-5-(4-гидроксинафтил) пентена-3. Проведено метилирование 5 г вещества (VI) диметил-

сульфатом. При этом выделено 4 г 3-метил-5-(4-метоксинафтил) пентена-3 (VIII). Аналогично получены соединения (IV) и (XIV).

Окисление 3-метил-5-(4-метоксинафтил)пентена-3, 3,5 г вещества (VIII) было внесено в 72 мл 0,5% раствора поташа. К полученной смеси при размешивании и охлаждении ледяной водой постепенно добавлено 9,5 г измельченного перманганата калия, окисление продолжалось в течение 5 часов, после чего смесь обрабатывалась, как и в случае окисления 2-метил-4-(4-метоксинафтил)бутена-2 [10]. При прибавлении водного раствора йода и едкого натра к дистилляту образовался обильный осадок йодоформа (метилэтилкетон). После отгонки из нейтральных продуктов остаток выпарен до малого объема, подкислен соляной кислотой, при этом выпали кристаллы 4-метоксинафтойной кислоты—232° (из водного спирта).

Проба смешения с известным образцом плавилась при 230—232°.

Конденсация 3-метил-5-(4-гидроксинафтил)пентена-3 (VI) с монохлоруксусной кислотой. Конденсацией 2 г вещества (VI) с монохлоруксусной кислотой выделено 0,3 г 3-метил-5-(4-карбоксиметоксинафтил)пентена-3 (IX).

Спектрофотометрические измерения. ИК-спектры получены с помощью двухлучевого спектрометра. Вещества, за исключением VI, исследованы в жидком состоянии. VI растворялся в четыреххлористом углероде.

УФ-спектры поглощения получались на кварцевом спектрофотометре. Растворитель — абсолютный этиловый спирт. Концентрация растворов составляла $5 \cdot 10^{-4}$ г/мл

Выводы

1. При конденсации α и β -нафтола с замещенными винилкарбинолами в присутствии фосфорной кислоты получены соответствующие монозамещенные нафтолы, отвечающие не исходным, а изомерным им первичным γ -замещенным аллиловым спиртам. При этом в случае конденсации α -нафтола алкилирование происходит в 4-положении и выделяются α -замещенные- α -нафтолы (I, VI, XI).

При конденсации β -нафтола алкилирование происходит в 1-положении и получают лишь продукты циклизации α -замещенных β -нафтолов—замещенные нафтодигидрофураны (V, X и XV).

2. При гидрировании алкенил-нафтолов в присутствии катализатора Pd/CaCO₃ поглощается одна молекула водорода и получают соответствующие алкил-нафтолы (II, VII, XIII).

3. Метилированием алкенил-нафтолов выделены соответствующие метиловые эфиры, окислением которых получены 4-метоксинафтойная кислота и кетон (ацетон, метилэтилкетон или циклогексанон).

4. Конденсацией непредельных монозамещенных нафтолов с монохлоруксусной кислотой выделены непредельные нафтоксикарбоновые кислоты: 2-метил-4-(4-карбоксиметоксинафтил)бутен-2 (IV) и 3-метил-(4-карбоксиметоксинафтил)пентен-3 (IX).

5. Строение синтезированных нами веществ подтверждено изучением ИК и УФ-спектров поглощения.

Тбилисский государственный университет

(Поступило в редакцию 5.4.1964)

ქიმიკი

ბ. კახნიაშვილი, გ. ლლონტი, გ. ბაგრატიშვილი,
მ. ქანთარია, დ. იორაბაშვილი

α და β-ნაფტოლების კონდენსაცია ზოგბირით ჩანაცვლაზე
მიიღობარბინოლებთან ფოსფორმშავის თანდასწრებით

რეზიუმე

კონდენსაციის რეაქციაზე ფენოლის ბუნებისა და კარბინოლის რადიკალის გავლენის შესწავლის მიზნით ჩატარებულია α და β-ნაფტოლების კონდენსაცია შემდეგ ჩანაცვლებულ ვინილკარბინოლებთან: დიმეთილ, მეთილეთილ ვინილკარბინოლებთან და 1-ვინილციკლოპროპენ-1-თან ფოსფორმეჯვის თანდასწრებით.

აღმოჩნდა, რომ ანალოგიურად ფენოლისა α და β-ნაფტოლების კონდენსაციით ჩანაცვლებულ ვინილკარბინოლებთან ფოსფორმეჯვას თანდასწრებით, წარმოიქმნებიან არა გამოსავალი, არამედ მათი იზომერული პირველადი γ-ჩანაცვლებული ალილის სპირტის შესაბამისი მონოჩანაცვლებული ნაფტოლები.

მონოჩანაცვლებული ნაფტოლების აგებულება დადგენილია პიდირიგებითა და მეთილის ეთერების დაეანგვით.

კონდენსაციის შედეგად მიღებული პროდუქტების ნავარაუდები აგებულების სასარგებლოდ, ვარდა ქიმიური კვლევისა, მტყველებს ამავე შენაერთების შთანქმის ინფრაწითელი და ულტრაიისფერი სპექტრების შესწავლა.

დავოწმებულ ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

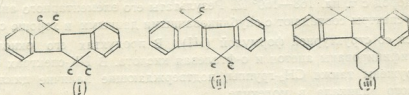
- Ng. Ph. Buu-Hoi, H. Le Bihan, F. Binon, P. Maleyran. Alkylation of Phenols and Naphthols with Some Symmetrical tertiary Alcohols. Journ. Org. Chem., 18, 1953, 4.
- Ng. Ph. Buu-Hoi, H. Le Bihan, F. Binon, P. Rayet. Tret-Butylation of β-Naphthole and 1-Chloro-2-Naphthol Joura. Org. Chem., 15, 1950, 1060.
- А. И. Кахнашвили, Т. Н. Кипаренко. Конденсация метилэтилвинилкарбинола с фенолом. ЖОХ, 1957, 942.
- R. Beilsteins. HandBuch der Organischen Chemie, т. X, 1927, 329.
- L. Claisen. Umlagerung von β-Naphtol-allylather in C-Allyl — β-Naphtol. B, 45, 1912, 3158.
- И. Н. Назаров, А. И. Кузнецова. Конденсация фенола и паракрезола с диметилвинилэтилкарбинолом. Изв. АН СССР, ОХН, 6, 1941, 431.
- B. R. Adams, R. E. Rindfusz. Derivatives of β-Naphtol. Journ. Amer. Chem. Soc., 41, 1919, 663.
- R. A. Friedel, M. Orchin. Ultraviolet Spectra of Aromatic Compounds. New-York, 1951.
- И. Н. Назаров, И. Н. Азербает, В. Н. Ракчеева. Обратимая изомеризация замещенных алиловых спиртов. Изв. АН СССР, ОХН, 4, 1946, 419.
- А. И. Кахнашвили, Г. Ш. Глonti. Конденсация α-нафтола с диметилвинилкарбинолом. Труды ТГУ, 74' 1959, 369.

Р. М. ЛАГИДЗЕ, Ш. Д. КУПРАВА

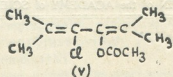
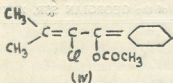
О ПРОДУКТАХ АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА
 ОКСИИЗОПРОПИЛОКСИЦИКЛОГЕКСИЛАЦЕТИЛЕНОМ В
 ПРИСУТСТВИИ БЕЗВОДНОГО $AlCl_3$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Эрстави 17.6.1964)

Недавно Дж. Хенкок и Д. Павиа [1] доказали, что полученный нами дегидрированием 5,5,10,10-тетраметил-4b, 5, 9b, 10-тетрагидроиндено-(2,1-a)-индена (I) продукт с т. пл. 217° имеет структуру (II).



Ранее нами было показано [2—4], что идентичный продукт (II) значительно меньшими выходами образуется также при дегидрировании углеводорода, полученного алкилированием бензола оксиизопропил-оксидциклогексилацетиленом, которому приписывали структурную формулу (III). Однако, как это вытекает из вышеизложенного, поскольку соединение (II), могло образоваться только из углеводорода (I), мы проверили все экспериментальные факты. В результате проведенной работы установлено: что источником образования (I) при алкилировании бензола оксиизопропил-оксидциклогексилацетиленом, не является присутствие 2,5-диметил-гексин-3-диола-2,5 в исходном диоле. Из продуктов взаимодействия безводного $AlCl_3$ непосредственно с диацетатом оксиизопропил-оксидциклогексилацетилена был выделен 1-хлор-2-ацетокси-1-изоприпилиден-2-циклогексилденэтан (IV). Структура (IV) показана идентификацией в продуктах его окисления ацетона, щавелевой кислоты и циклогексанона. Несмотря на хорошее совпадение аналитических данных со структурной формулой (IV), мы склонны думать, что частичная перегруппировка оксиизопропил-оксидциклогексилацетилена в 2,5-диметил-гексин-3-диол-2,5 происходит на первой стадии реакции и хлорэфир (IV) содержит небольшое количество невыделяемого обычными методами хроматографирования 3-хлор-4-ацетокси-2,5-диметил-2,4-гексадиена (V). В противном случае образование (I) из хлорэфира (IV) было бы невозможно объяснить.

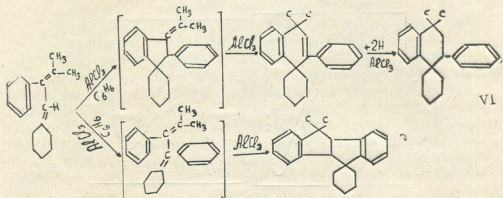


Наши многочисленные попытки обнаружения и выделения из продуктов алкилирования бензола оксиизопропилоксициклогексилациетином углеводорода (I), методами газо-жидкостной, капиллярной и тонкослойной хроматографии [5] не привели к определенным результатам. Эта задача была решена идентификацией в углеводородной фракции с т. кип. 130—133° (1—2 мм) [2] дибромида углеводорода (II) с т. пл. 312—313° [6].

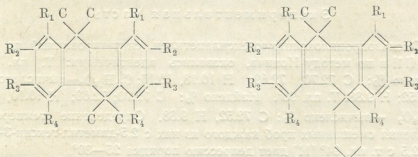
В некоторых случаях из фракции с т. кип. 130—133° (1—2 мм) был выделен в небольшом количестве ранее описанный кристаллический углеводород с т. пл. 168—169° [2]. Результаты его элементарного анализа и УФ-спектры совпадают с опубликованными данными и хорошо согласуются со структурной формулой (III). В продуктах его окисления идентифицированы ацетон и о-фталевая кислота. В ИК-спектрах были обнаружены также CH_2 -группы, подтверждающие наличие циклогексильного радикала в молекуле.

Адсорбционной хроматографией фракции с т. кип. 130—133° (1—2 мм) по методике, описанной в статье Нехера [7], была выделена аналитическая проба с той же температурой кипения и n_D^{20} 1.5650, отвечающая эмпирической формуле $\text{C}_{22}\text{H}_{28}$. В продуктах его окисления идентифицированы: ацетон, бензойная, о-фталевая и адипиновая кислоты. Углеводород $\text{C}_{22}\text{H}_{28}$ по характерным полосам 700 и 750 cm^{-1} отличается от ИК-спектров углеводородов типа 5,5,10,10-тетраметил-4b, 5, 9b, 10-тетрагидроиндено-(2,1-а)-индена и обнаруживает заметное сходство с соединениями типа 2-фенил-1,2,3,4-тетрагидронафталина [8]. Аналогичная картина наблюдается для спектра поглощения углеводорода $\text{C}_{22}\text{H}_{28}$ в УФ области света. Эти данные позволяют жидкому углеводороду с т. кип. 130—133° (1—2 мм) приписать структурную формулу (VI).

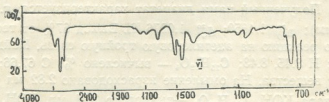
Подобные факты одновременного образования двух различных типов углеводородов: 5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено-(2,1-а)-индена и 2-фенил-1,2,3,4-тетрагидронафталина были отмечены также при алкилировании производных бензола некоторыми другими дивалентными и вторично-третичными γ -ацетиленовыми гликолями. Очевидно, в этих случаях замыкание циклов на последней стадии реакции осуществляется по двум нижеприведенным схемам:

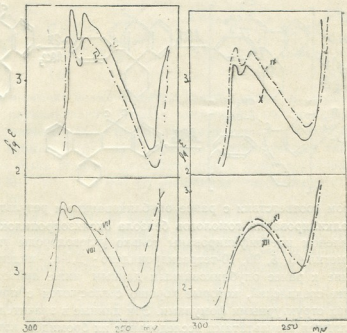


В полном соответствии с ранее опубликованными результатами в продуктах алкилирования гомологов бензола оксиизопропилоксициклогексилацетиленом идентифицированы только углеводороды типа 5, 5, 10, 10-тетраметил-4b, 5, 9b, 10-тетрагидроиндено-(2,1-а)-индена [9, 10]. В дополнение к ранее опубликованным данным ниже приводим УФ-спектры этих соединений, которые хорошо согласуются с предложенными для них структурными формулами. Эти данные в значительной мере подкрепляются результатами исследования их бромидов, которые будут опубликованы отдельно.



- (VII) — $R_1 = R_2 = CH_3$; $R_3 = R_4 = H$. (VIII) — $R_1 = R_2 = CH_3$; $R_3 = R_4 = H$.
 (IX) — $R_1 = R_3 = CH_3$; $R_2 = R_4 = H$. (X) — $R_1 = R_3 = CH_3$; $R_2 = R_4 = H$.
 (XI) — $R_1 = R_4 = CH_3$; $R_2 = R_3 = H$. (XII) — $R_1 = R_4 = CH_3$; $R_2 = R_3 = H$.





Экспериментальная часть

Оксизопропилоксициклогексилацетилен, синтезированный по способу [11] и по методу Иоцича, оказались идентичными: Т. пл. 38°. Найдено %: С 72.70, 72.69; Н 10.18, 10.16; $C_{11}H_{18}O_2$ — вычислено %: С 72.52; Н 9.88. Т. пл. 98°. Найдено %: С 72.70; 72.60; Н 10.10, 10.5, $C_{11}H_{18}O_2$ — вычислено %: С 72.52, Н 9.88. Определение температур плавления смешанных проб каждого из них с 2,5-диметил-гексин-3-диолом-2,5 с т. пл. 94° [11] дает депрессию порядка 25—30°.

50 г диола (0.274 м) и 84 г уксусного ангидрида (0.823 м) кипятят в течение 6 часов в присутствии кусочка сплавленного CH_3COONa . Продукты реакции промыты дистиллированной водой; маслообразный слой отделен в делительной воронке, разбавлен эфиром, и эфирный раствор высушен над Na_2SO_4 . Растворитель отогнан и остаток расфракционирован. Полученный нами диацетат характеризуется: т. кип. 98—100° (1—2 мм); n_D^{20} 1.4650; d_4^{20} 1.0276 [2]. Выход 67% от теории. Дает характерную реакцию на ацетиленовую тройную связь. Найдено %: С 67.88, 67.82; Н 8.45, 8.43; $C_{15}H_{22}O_4$ — вычислено %: С 67.66; Н 8.27.

0.1874 г вещества. На омыление израсходовано 2.82 мл 0.5 N спиртового раствора КОН. $C_{15}H_{22}O_4$ — вычислено 2.81 мл. КОН.



Омылением 1 г диацетата регенерирован исходный диол с т. пл. 98°. Взаимодействие безводного $AlCl_3$ с диацетатом. В трехгорлой колбочке, снабженной обратным холодильником, механической мешалкой и термометром, к смеси 10.5 г безводного $AlCl_3$ (0.0618 м) и 60 г деароматизированного бензина (с концом кипения 120°) при непрерывном перемешивании добавлено по каплям 15 г диацетата (0.0618 м). Продолжительность реакции 1 час. Температура 80—85°. Образовавшийся комплекс разложен подкисленной водой, многократно экстрагирован эфиром (30×5). Эфирная вытяжка промыта водой, высушена над Na_2SO_4 , и растворитель отогнан. Многократной фракционировкой 13 г сырого продукта и хроматографированием над окисью алюминия [7] выделен хлорэфир (IV) с т. кип. 87—90° (1—2 мм), n_D^{20} 1.4950; d_4^{20} 1.0308 [2]. Выход 35% от теории. Найдено %: С 64.57, 64.85; Н 8.03, 8.15; Cl 14.45; 14.43: $C_{13}H_{19}O_2Cl$ —вычислено %: С 64.33; Н 7.83; Cl 14.63.

В ИК-спектре (IV) полосы 2965, 2928, 1762, 1625, 1217 и 607 cm^{-1} характеризуют валентные колебания CH_3 , CH_2 , C-C, C-O и C-Cl-групп соответственно (1).

1 г вещества (IV) окислен подщелоченным 1% раствором перманганата калия, при комнатной температуре и непрерывном перемешивании в течение 30 часов. По мере обесцвечивания раствора добавляли небольшими порциями растертый в порошок $KMnO_4$. Образовавшийся осадок отфильтрован, промыт теплой водой и фильтрат несколько раз обработан эфиром для извлечения нейтральной части. Эфирную вытяжку медленно выпаривали почти до полного удаления растворителя. К полученному таким путем остатку нейтральных продуктов добавлен по каплям свежеприготовленный по известной прописи раствор 2,4-динитрофенилгидразина [12]. Выпавший оранжевого цвета осадок после повторной перекристаллизации из этанола имеет т. пл. 160—161° и синтетическим образцом 2,4-динитрофенилгидраза циклогексанона с т. пл. 160—161° в пробе смешения не дает депрессию температуры плавления.

В другом опыте к раствору 1 г хлорэфира (IV) в 50 мл ледяной уксусной кислоты при слабом подогревании в течение 1,5 часа добавлен отдельными порциями 4 г CrO_3 . Смесь разбавляли водой и отгоняли приблизительно 5—8 мл фракции, кипящей до 100—105°. По методике, описанной в предыдущем опыте, из дистиллята выделен 2,4-динитрофенилгидразон ацетона с т. пл. 125—126°, который в про-

(1) Спектральные исследования выполнены Ю. П. Егоровым и Б. В. Лопатиным, которым авторы выражают благодарность.



бе смешения с синтетическим образцом 2,4-динитрофенилгидразона ацетона с т. пл. 125—126° не обнаруживает депрессию. Остаток, после отгонки первой порции дистиллята, экстрагирован эфиром. Эфирная вытяжка промыта водой и растворитель отогнан. Смесь полученных таким путем продуктов растворена в 10% NaOH и обработана эфиром для удаления нейтральных веществ. Щелочный раствор подкислен разбавленной H₂SO₄, экстрагирован эфиром, и растворитель отогнан. Сублимацией содержащейся в колбочке полутвердой массы на масляной бане при 140—145° в течение 1,5—2 часа выделен кристаллический продукт, который после перекристаллизации из этанола имеет т. пл. 101—102° и в пробе смешения с заведомым образцом щавелевой кислоты не дает депрессии.

Алкилирование бензола диацетатом оксипропилоксициклогексилацетилена. Реакцию проводили в обычных условиях синтеза Фриделя-Крафтса. Диацетат 25 г (0,09 м), безводный AlCl₃ 28 г (0,21 м), бензол 230 г (3 м). Продолжительность реакции 3,5 часа. Температура 80°. Многократной фракционировкой 27 г конденсата выделены: I — фракция с т. кип. 87—90° (1—2 мм); n_D^{20} 1,4950, отвечающая хлорэфиру (IV). Выход 23% от теории. Найдено %: Cl 14,37, 14,33; C₁₃H₁₉O₂Cl — вычислено %: Cl 14,63. II — фракция с т. кип. 130—133° (1—2 мм); n_D^{20} 1,5650; d_4^{20} 1,0242. Выход 25% от теории. I г фракции с т. кип. 130—133° (1—2 мм) подвергнут хроматографированию через колонку (30×1,5 см), наполненную окисью алюминия (II-активности по Брокману) с применением системы растворителей: гексан, гексан-бензол (9:1); (8:2), (1:1) и бензол [7]. Получены шесть фракций: I фракция в количестве 0,3224 г; II фракция—0,2409 г; III фракция — 0,0941 г; IV фракция 0,098 г; V фракция 0,1354 г и VI фракция 0,0042 г. Первая и вторая фракции объединены в расфракционированы в атмосфере азота: Т. кип. 130—133° (1—2 мм); n_D^{20} 1,5650. Найдено %: С 90,96, 90,80; Н 8,92, 9,06; MR 96,81; C₂₃H₂₈ — вычислено %: С 90,78; Н 9,21; MR 96,68.

В продуктах окисления 1 г углеводорода (VI), в вышеописанных условиях, хромовым ангидридом в ледяной уксусной кислоте идентифицированы: ацетон, бензойная и о-фталевая кислоты.

В другом опыте к 1 г углеводорода (VI) добавлено 100 мл 1% раствора KMnO₄ и 0,5 г NaHCO₃, раствор кипятили и по мере обесцвечивания добавляли небольшими порциями растертый в порошок KMnO₄. Образовавшийся осадок отфильтрован и несколько раз промыт горячей водой. Объединенные фильтраты, обработаны эфиром для удаления нейтральных веществ. Раствор подкислен разбавленной H₂SO₄ и выпарен досуха. Остаток многократно экстрагирован абсолютным

эфиром. Растворитель выпарен осторожно и полутвердая масса перекристаллизована из разбавленной HNO_3 . Полученный таким путем продукт после удаления следов HNO_3 дистиллированной водой и высушивания в эксикаторе над P_2O_5 имеет т. пл. $147\text{--}149^\circ$ и в смешанной пробе синтетическим образцом адипиновой кислоты не дает депрессии температуры плавления.

Алкилирование бензола хлорэфиром (IV). Количество реагирующих веществ: хлорэфир (IV) 25 г (0,1 м), безводный AlCl_3 20 г (0,15 м), бензол 160 г (~ 2 м). Продолжительность реакции 2,5 часа. Температура 80° . Тщательной фракционировкой 24 г конденсата, наряду с невошедшим в реакцию хлорэфира (IV), выделен продукт с т. кип. $130\text{--}133^\circ$ (1—2 мм); n_D^{20} 1,5650 (выход до 20% от теории). В некоторых случаях из упомянутой фракции после продолжительного стояния наблюдалось выделение в небольшом количестве кристаллического углеводорода с т. пл. $168\text{--}169^\circ$ (III). Выделение кристаллического вещества с т. пл. $168\text{--}169^\circ$ облегчается при незначительном подогревании колбочки на водяной бане под вакуумом и пропусканием в нее через капилляр пузырьков воздуха.

Бромирование углеводорода (VI). К раствору 1 г вещества в 20 мл четыреххлористого углерода прилит по каплям раствор 1,24 г брома в 20 мл CCl_4 . Смесь оставляли в течение 7 дней при комнатной температуре. Оставшаяся после удаления растворителя смолообразная масса высушена в вакуум-эксикаторе и обработана небольшими количествами ацетона. Полученный таким путем твердый продукт в количестве 0,06 г перекристаллизован из смеси этанола и бензола (4:1); т. пл. $312\text{--}313^\circ$. В пробе смешения с дибраммидом углеводорода (I) с т. пл. $313\text{--}314^\circ$ [5] депрессии не дает.

Гидрирование углеводорода (VI). 5 г вещества растворено в 50 мл циклогексана. Гидрирование проводилось в 100 мм автоклаве при 100 ат, в присутствии 22 г никеля, полученного восстановлением муравьинокислого никеля. Продолжительность процесса 48 часов. Температура 200° . Фракционированием катализата выделена бесцветная массообразная жидкость с т. кип. $129\text{--}131^\circ$ (1 мм); d_4^{20} 0,9094; n_D^{20} 1,4904. По элементарному составу она отвечает продукту присоединения 12 атомов водорода к углеводороду $\text{C}_{23}\text{H}_{28}$ — найдено %: С 87,04, 87,08; Н 12,95; 12,96; $\text{C}_{23}\text{H}_{40}$ — вычислено %: С 87,34; Н 12,65.

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

(Поступило в редакцию 18.6.1964)



ბიომიკრო

მ. ხაჩიძე, ვ. ძოწენიძე

**ციტოქრომოქსიდაზას და ასკორბინოქსიდაზას აქტივობის
ცვალებადობა ვაზში**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. დურმიშიძემ 14.4.1964)

უკრედის სუნთქვა, როგორც ცნობილია, დამქანგველი ფერმენტების უშუალო მონაწილეობით მიმდინარეობს. სუნთქვის უკანასკნელი ფაზა, ე. ი. ორგანულ ნივთიერებათა დაქანგვა ატმოსფერული ქანგბადით, სხვადასხვა დაქანგვა-აღდგენითი სისტემის მონაწილეობით ხორციელდება.

მრავალი ექსპერიმენტის საფუძველზე დადგენილია, რომ მცენარის განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე სხვადასხვა დამქანგველი სისტემის მოქმედება ჭარბობს [1, 2, 3, 4].

ვაზში არსებული დამქანგველი ფერმენტებისგან უკეთ არის შესწავლილი პოლიფენოლოქსიდაზა, პეროქსიდაზა და კატალაზა [5, 6, 7, 8]; დადგენილია ამ ფერმენტების აქტივობის ცვალებადობა ვაზის სხვადასხვა ორგანოებში და მათი როლი ყურძნის გადამუშავების პროცესში [5, 6, 9, 10].

ამ შრომის მიზანი იყო შეგვესწავლა დამქანგველი ფერმენტების — ციტოქრომოქსიდაზას და ასკორბინოქსიდაზას აქტივობა ვაზის ცალკეულ ორგანოებში მისი განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე.

მეთოდისა

საკვლეფ ობიექტად ავიღეთ რქაწითელის სრულმოსავლიანი ვაზი და ამერიკული სახეობის საძირე ჰიბრიდი ბერლანდიერი რიპარია 5BB. დამქანგველი ფერმენტების აქტივობას ვსაზღვრავდით გაზაფხულზე, ვაზში წვენის მოძრაობის დაწყებისას — ტირილის წვენში, ხოლო შემდგომ პერიოდებში — ფოთლებში, ყლორტის მერქანსა და ქერქში, ფესვში და მტევნის ცალკეულ ხაწილებში: კლერტში, კანში, თესლსა და რბილობში.

საანალიზო მასალას ვიღებდით მაისში — ფოთლის გაშლის პერიოდში, ივნისში — ყვავილობისას, აგვისტოში — მარცვლის ზრდის პერიოდში, ოქტომბერში — ყურძნის სიმწიფის პერიოდში და დეკემბერში — ვაზის მოსვენების პერიოდში.

როგორც ციტოქრომოქსიდაზას, ისე ასკორბინოქსიდაზას განსაზღვრავს ვაწარმოებდით მანომეტრული მეთოდებით ვარზურგის აპარატზე [11].

ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობის განსაზღვრისათვის მასალის სუსპენზიის ვამზადებდით $1/15 M$ ფოსფატის ბუფერზე $P^H - 7,3$. რესპირომეტრში შეგვეკონდა 2 მლ სუსპენზია და 1,7 მლ გამოხდილი წყალი. გვერდით რეზერვუარში 0,3 მლ 1%-იანი ჰიდროხინონი და 0,7 მლ $4 \div 10^4 M$ ციტოქსომი C. ეს უკანასკნელი ჩვენ მიერ მიღებულ იქნა ხარის გულიდან კეილინისა და ჰარტის მეთოდით [12]. საკონტროლოდ ვიღებდით იმავე ნარევეს ციტოქრომ C-ს გარეშე. საცდელ არეში ტემპერატურა იყო 25° .



ასკორბინოქსიდაზას განსაზღვრისათვის მასალის სუსპენზიას ვამზადებდით ფოსფატის ბუფერზე $P^H = 6,0$. რესპირომეტრის ძირითად ნაწილში შეგვქონდა 1 მლ სუსპენზია და 3 მლ ფოსფატის ბუფერი, გვერდით რეზერვუარში კი 0.5 მლ 2%-იანი ასკორბინის მქაევა. საკონტროლოდ ვიღებდით აღუღებთ ინაქტივირებულ სუსპენზიას. საცდელ არეში ტემპერატურა იყო 25°.

ექსპერიმენტული მონაცემები და მათი განხილვა

გაზაფხულზე ვაზში წვენის მოძრაობის დაწყებიდან ფესვებში მიმდინარეობს ორგანულ ნივთიერებათა გაძლიერებული სინთეზი. მცენარის ფესვების ბიოსინთეზურ უნარზე წვენში არსებულ ორგანულ ნივთიერებათა შემადგენლობის მიხედვით მსჯელობენ. ვაზის ტირილის წვენში ნახულია დი- და ტრი-კარბონის ციკლის მქაეები, ამინომქაეები [3], ბოლოგოფურად აქტიური ნივთიერებები — ანევრინი და რიბოფლავინი [14], რომელთა შემცველობა იცვლება ვაზის განვითარების ფაზების მიხედვით.

ვაზის ტირილის წვენში ჩვენ მიერ ციტოქრომოქსიდაზას და ასკორბინოქსიდაზასთან ერთად განსაზღვრულ იქნა აგრეთვე სხვა დამქანგველი ფერმენტების, კერძოდ, პოლიფენოლოქსიდაზას, პეროქსიდაზას და კატალაზას, აქტივობა. შედეგები მოცემულია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

დამქანგველი ფერმენტების აქტივობა ვაზის ტირილის წვენში

ვაზის ჯიშე	ციტოქრომ-ოქსიდაზა	ასკორბინ-ოქსიდაზა	პოლიფენოლ-ოქსიდაზა	პეროქსიდაზა პურპუროგალინის რაოდენობა მგ-ით 2 მლ ცრემლზე 5 წუ განმავლობაში	კატალაზა გამოყ. O ₂ µl-ში 10 მლ ცრემლზე 3 წუ განმავლობაში
	შთანთქმული O ₂ µl-ში 1 საათის განმავლობაში 10 მლ ცრემლში				
რქაწითელი ბერლანდიერი X რიპარია 5 BB	40	35	6	1,2	15
	60	30	25	0,35	20

1 ცხრილში მოქყანილი მონაცემები მიუთითებს, რომ ვაზის ფესვებიდან მიწისზედა ორგანოებს სხვა ორგანულ ნაერთებთან ერთად გადაეცემა აგრეთვე ცილოვანი ნივთიერებანი—კერძოდ, ფერმენტები. როგორც ჩანს, ვაზის ტირილის წვენში დამქანგველი ფერმენტების აქტივობა იცვლება ვაზის ჯიშების მიხედვით. ციტოქრომოქსიდაზას, ასკორბინოქსიდაზას და კატალაზას აქტივობა შედარებით მაღალი აღმოჩნდა ბერლანდიერი X რიპარია 5 BB-ს ცრემლში, ხოლო პოლიფენოქსიდაზას და პეროქსიდაზას აქტივობა — რქაწითელის ცრემლში.

კვირტის გაშლის შემდეგ დამქანგველი ფერმენტების აქტივობას ვსაზღვრავდით ვაზის ვეგეტატიურ ორგანოებში.

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით [1], ციტოქრომოქსიდაზა აქტიურია მხოლოდ მცენარის განვითარების ადრეულ სტადიებზე.

ჩვენი ცდების შედეგად ციტოქრომოქსიდაზა ვაზის ვეგეტატიური ორგანოებიდან აქტიური აღმოჩნდა მხოლოდ ყვავილედში და ახლად გამოსულ ფოთლებში. სხვა ორგანოებში და სხვა პერიოდებში აქტიური ციტოქრომოქსიდაზა ვერ ვნახეთ (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა ვაზში
(ჯიში რქაწითელი)

ნარევის შემადგენლობა	O ₂ -ს შთანთქმა μ ლ-ში 1 გრ ნედლ მასალაში 60 წუთის განმავლობაში				
	ყვავილედში 5/V	ფოთლო			
		5.V	10.VI	3.VIII	14.X
2 მლ სუსპენზია + 1,7 მლ ფოსფატის ბუფერი + 0,3 მლ ჰიდროზინონი + 0,7 მლ ციტოქრომი C.	1098	1145	264	35	126
საკონტროლო 2 მლ სუსპენზია + 1,7 მლ ფოსფატის ბუფერი + 0,3 მლ ჰიდროზინონი	63	24	243	37	130

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა ყვავილედში დაახლოებით ისეთივეა, როგორც ახლად გამოსულ ფოთოლში. ყვავილედის შემდგომ განვითარებასთან ერთად მასში ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა ეცემა და ჩამოყალიბებულ მტევანში ციტოქრომოქსიდაზა აღარ გვხვდება.

როდობულოს (9) მიხედვითაც აქტიურ ციტოქრომოქსიდაზას უფრო ძენი არ შეიცავს. სისაკიანის და ფილიპოვიჩის (15) მიერ ნაჩვენებია, რომ ვაზის, კომპოსტოს, პამიდორის, გერანის ფოთლები შეიცავენ ციტოქრომოქსიდაზას, ამასთან ერთად ციტოქრომოქსიდაზური მოქმედება აქვს მხოლოდ უჯრედის სტრუქტურულ წარმონაქმნებს და ყველა სტრუქტურებიდან ყველაზე ძლიერი ციტოქრომოქსიდაზური აქტივობა აქვთ პლასტიდებს.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის განვითარების ფაზას, ჩვენ მიერ ვაზის ვეგეტაციის ორ პერიოდში — ფოთლის გაშლისას და მარცვლის ზრდის პერიოდში — რქაწითელის ფოთლებიდან დიფერენცირებული ცენტროფუგირებით გამოყოფილი იქნა პლასტიდები (დალექილი 5000 გ-ზე) და განისაზღვრა მათში ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა. შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

როგორც მოსალოდნელი იყო, ვეგეტაციის აღრეულ ფაზაზე ახლად გამოსულ ფოთლებიდან მიღებული პლასტიდები შეიცავენ ძლიერ აქტიურ ციტოქრომოქსიდაზას, ხოლო უფრო გვიანდელ ფაზაში გამოყოფილ პლასტიდებში ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა შედარებით უმნიშვნელოა.

ნახ. 1-ზე მოცემულია ასკორბინოქსიდაზას აქტივობა ორი ჯიშის ვაზის ფოთოლში, ყლორტსა და ფესვში ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში (საცდელად აღებული იყო V—VI იარუსის ფოთლები, იგივე მუხლთშორისის ყლორტი და 1—2 მმ დიამეტრის ფესვები).



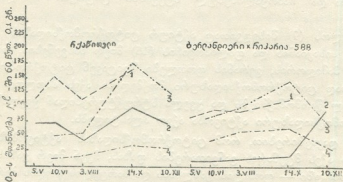
როგორც ნახ. 1-დან ჩანს, ასკორბინოქსიდაზა აქტიურია როგორც ვაზის ფოთოლში, ისე ყლორტსა და ფესვებში ვეგეტაციის ყველა პერიოდში, ამასთან ფერმენტის აქტივობა იცვლება პერიოდების მიხედვით. რქაწითელის ვაზში ასკორბინოქსიდაზას აქტივობის მაქსიმუმი სიმწიფის პერიოდშია. ზამთრის

ცხრილი 3

ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა ვაზის ფოთლებიდან გამოყოფილ პლასტიდებში

ნარევის შემადგენლობა	O ₂ -ს შთანთქმა μ ლ-ში 0,1 გრ მასალაში 60 წ. განმავლ.	
	პლასტიდები, მიღებული ახლად გაშლილი ფოთლებიდან	პლასტიდები, მიღებული ფოთლებიდან ისრიმობის პერიოდში
2 მლ სუსპენზია + 1,7 მლ ფოსფატის ბუფერი + 0,3 მლ ჰიდრობინონი + 0,7 მლ ციტოქრომი C.	3215	315
საკონტროლო (ციტოქრომ C-ს გარეშე)	326	258

პერიოდში რქაწითელის ყლორტსა და ფესვში, მართალია, შემცირებულია ასკორბინოქსიდაზას აქტივობა, მაგრამ ამ პერიოდში ფერმენტის აქტივობა მანც უფრო მაღალია, ვიდრე ისრიმობის პერიოდში.



ნახ. 1. ასკორბინოქსიდაზას აქტივობა ვაზში; 1—ფოთოლი, 2—ფესვი, 3—ყლორტის ქერქი, 4—ყლორტის მერქანი

საინტერესოა ის ფაქტი, რომ საძირე ვაზის ბერლანდიერი X რიპარია 5 BB-ს ფესვში ზამთარში ასკორბინოქსიდაზას აქტივობა გაცილებით მაღალი აღმოჩნდა. ვეგეტაციის პერიოდთან შედარებით.

ვაზის ყლორტის ქერქში ასკორბინოქსიდაზას აქტივობა ყველა პერიოდში გაცილებით მაღალია, ვიდრე მერქანში.

ყურძენში აქტიური ასკორბინოქსიდაზა ნაპოვნია სისაკიანის, ეგოროვის და აფრიაანის (6) და როდოპულოს (9) მიერ. მტეენის ნაწილებში ასკორბინოქსიდაზას აქტივობა ჩვენ განვსაზღვრეთ ვეგეტაციის ორ პერიოდში — მარცვლის ზრდის და სიმწიფის პერიოდში. შედეგები მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ისრიმობის პერიოდში მტევნის ნაწილებში ასკორბინოქსიდაზას აქტივობა ძალიან დაბალია, მარცვლის რბილობსა და თესლში კი ფერმენტი სულ არ არის აქტიური.

ცხრილი 4

ასკორბინოქსიდაზის აქტივობა ყურძენში (ჯიში რაქაწითელი)

ნარევის შემადგენლობა	O ₂ -ს შთანთქმა μ -ში 1 გრ ნედლ მასალაზე 60 წ. განმავლობაში	ისრიმობა (10.VIII)				სიმწიფე (20.X)				
		ყვავილედი	კლერტი	კანი	თესლი	რბილობი	კლერტი	კანი	თესლი	რბილობი
2 მლ სუსპენზია + 2 მლ ფოსფატის ბუფერი + 0,5 მლ ასკორბინის მჟავა იგივე ინაქტივირებულ ფერმენტით	42	41	34	25	21	372	55	34	36	
	15	35	30	27	18	52	38	36	28	

ყურძნის დამწიფებასთან ერთად, მასში, ისევე როგორც ვაზის სხვა ორგანოებში, ასკორბინოქსიდაზას აქტივობა იზრდება. განსაკუთრებით მაღალი აქტივობით ხასიათდება კლერტი; ფერმენტის აქტივობა შედარებით დაბალია მარცვლის კანში და რბილობში, ხოლო თესლში სულ არ არის აქტიური.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტის ბიოქიმიის განყოფილება

(რედაქციას მოუვიდა 14.4.1964)

БИОХИМИЯ

О. Т. ХАЧИДЗЕ, Ц. Г. ДЗОЦЕНИДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ЦИТОХРОМОКСИДАЗЫ И АСКОРБИНОКСИДАЗЫ В ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЕ

Резюме

Объектом исследования для изучения окислительных ферментов в различных органах виноградной лозы были взяты плодоносящий куст сорта Ркацитли и подвойный гибрид Берландиери X Рипария 5 ВВ.

Весной в начале сокодвижения в пасоке виноградной лозы обнаружены окислительные ферменты: цитохромоксидаза, аскорбиноксидаза, полифенолоксидаза, пероксидаза и каталаза.

Активность цитохромоксидазы, аскорбиноксидазы и каталазы преобладала в пасоке сорта Ркацитли, а активность полифенолоксидазы и пероксидазы — в пасоке гибрида Берландиери X Рипария 5 ВВ.

Среди вегетативных органов активная цитохромоксидаза обнаружена только в начале вегетации в молодых листьях и соцветиях виноградной лозы.



Пластиды, выделенные из молодых листьев в начале вегетации, характеризуются высокой цитохромоксидазной активностью, а активность цитохромоксидазы в пластидах, выделенных в период роста ягод, незначительна.

Аскорбиноксидаза в листьях, побегах и корнях обнаруживается во все периоды вегетации. Максимальная активность этого фермента в виноградной лозе сорта Ркацитли отмечается в период зрелости винограда.

В период покоя в корнях подвойного гибрида Берландиери×Рипария 5ВВ активность аскорбиноксидазы высокая.

Активность аскорбиноксидазы в коре гораздо выше, чем в древесине.

В период роста ягод в кистях винограда активность аскорбиноксидазы незначительна, но по мере созревания винограда она повышается. Сравнительно высокой активностью выделяются гребни, далее следуют кожура и мякоть винограда, а семена аскорбиноксидазы не содержат.

დავითიანი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. М. Михлин и П. А. Колесников. О дыхательных системах растений. Биохимия, 12, 1947, 452.
2. Н. Н. Крюкова. Дыхательные системы ростков ячменя и их участие в адсорбции гликокола. Биохимия, 14, 1949, 538.
3. Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская и Т. М. Иванова. Окислительные процессы и их роль в биологии различных органов растений. Биохимия плодов и овощей, сб. 2, 1951, 21—52; сб. 3, 5, 1955.
4. Н. М. Сисакян, В. И. Бирюзова и А. М. Кобякова. Характер изменения структуры и ферментативной активности пластид в онтогенетическом цикле развития. Биохимия, в. 5, 1951, 149.
5. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. Изд. АН СССР, М., 1955.
6. Н. М. Сисакян, И. А. Егоров и Б. Л. Африкян. Биохимические особенности сорта винограда и их связь с типом вина. Биохимия виноделия, сб. II, ст. 7, 1948.
7. ე. მაკარეცკაია, ჯ. ილურძიძე-მოლჩანი, მ. კრეღაშვილი. ვახის ლერწის სუნთქვა, კატალაზას და პეროქსიდაზას აქტიურობა შენახვისა და სათურში სტრატეგიკაციის პერიოდში. თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტის შრომები, 10, 5, 1946.
8. М. Н. Дурбоглав. Активность каталазы в тканях виноградной лозы. Биохимия виноделия, сб. 6, 1960, 253.
9. А. К. Родопуло. Окислительно-восстановительные процессы в виноградном соке и вине. Труды Всесоюзного НИИ виноградарства и виноделия. „Магарач“, т. IV, 3, 1953.
10. С. М. Манская. Ферментативные окислительные процессы и их значение в технологии вина. Биохимия виноделия, сб. I, 1947.
11. Д. М. Михлин и А. А. Мутускин. Распределение железопорфириновых ферментов между различными частями растения. Биохимия, 21, в. I, 1956, 137.
12. Дж. Б. Самнер и Г. Ф. Сомерс. Химия ферментов и методы их исследования. ИЛ, М., 1948.
13. ს. დურმიშიძე და თ. ხაჩიძე. ამინომჟავათა ბიოსინთეზი ვახის ფესვებში. საქართველოს სსრ მეცნიერების მთავარი, XXIV, № 5, 1960.
14. თ. ჭკუასელი, ჯ. ტარასაშვილი. ანგერინის და რიბოფლავინის დინამიკა ვახის ტიროლის წვენი. საქართველოს სსრ მეცნიერების ბოტანიკის ინსტიტუტის შრომები, XX, 1959, 181.
15. Н. М. Сисакян и И. И. Филиппович. Цитохромоксидаза изолированных пластид. ДАН СССР, XVII, № 3, 1949, 517.

Н. Н. НУЦУБИДЗЕ, Д. И. ГУЛБАНИ

ФЛАВОНОЛЫ В ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЕ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 16.4.1964)

В последнее время усиленно изучаются флавонолы растений. В частности, ряд работ посвящен изучению флавонолов винограда. Из кожицы винограда *Vitis Vinifera* были выделены кверцетин и изокверцитрин [1], а также рутин [2]. В винограде присутствуют и кверцитрин и мирицитрин [3]; они были найдены и в других частях виноградной лозы [4]. Одним из нас было доказано присутствие в виноградной лозе предшественников флавонолов — кофейновой и хлорогеновой кислот [5].

Существует сравнительно мало данных о содержании флавонолов в листьях и побегах виноградной лозы [6]. Но надо отметить, что с точки зрения практического использования и изучения биогенеза листья и побеги представляют собой важный объект исследования.

В связи с этим мы задались целью идентифицировать флавонолы из разных частей виноградной лозы, изучить их количественные изменения в разных органах виноградной лозы в зависимости от периодов вегетации и исследовать образование флавонолов в процессе фотосинтеза.

Методика исследования

Определение флавонолов по методу Вильсона [7, 8] и его модификации [9] осуществляется гораздо медленнее, чем количественные определения, при которых применяется хроматография на бумаге. Изучение флавонолов виноградной лозы хроматографическим методом в основном носит качественный характер. Изучение флавонолов виноградной лозы количественно, с помощью хроматографии на бумаге, было осуществлено в нашей лаборатории [5]. Хроматографические методы успешно применяются также в анализах родственных флавонолам соединений [10, 11, 12].

Для идентификации флавонолов использовалась следующая схема: последовательная экстракция растительного материала петролевым эфиром, хлороформом, этиловым эфиром, уксусноэтиловым эфиром и метанолом → выделение суммарных препаратов → хроматогра-



фия на бумаге → получение отдельных компонентов и их физико-химическая характеристика.

Для идентификации выделенного препарата флавонола применялись: спектр поглощения в ультрафиолетовой зоне, флуоресцентный анализ, реакция окрашивания, двумерная хроматография (I растворитель — 20%-ная или 60%-ная лед. уксусная кислота, II растворитель — *n*-бутанол: лед. уксусная кислота: вода — 4:1:5) и электрофорез (400v, 10 mA на 1 см, 2%-ный натрий тетраборнокислый). Полученные нами препараты сопоставляли с препаратами проф. Сешадри¹ в разных системах растворителей (*n*-бутанол: лед. уксусная кислота: вода—4:1:5; изопропанол: вода—22.78; 60:40; лед. уксусная кислота: вода—15:85; 60:40). Наши данные мы сравнивали с данными постоянных R_F других авторов [13, 14].

Для количественного исследования флавонолов применялся денситометр системы Шипалова [15]. В анализе пользовались хроматографической бумагой «Быстрая». Стандартные кривые построили чистыми препаратами — кверцитрином, кверцетином, рутином и кемпферолом. Растворителем применили верхнюю фазу — *n*-бутанол: лед. уксусная кислота: вода—4:1:5, проявителем — 1%-ное азотнокислое серебро в 25%-ной аммиачной воде. Проявленные хроматограммы сушили в темноте. После 0,5—1 часа хроматограммы пропускали через денситометр. Применяли светофильтр с характеристикой (450 миллимикрон). Площадь подкривных измеряли планиметром и сравнивали со стандартными кривыми. Количество флавонола в отдельном пятне пересчитывали на содержание в воздушносухом материале.

Опыты для изучения образования флавонолов в процессе фотосинтеза ставились в среде радиоактивного двууглекислого газа. Верхние или средние части побегов помещали в среде $C^{14}O_2$, и проводили фотосинтез в специальной камере. Спустя определенное время после начала фотосинтеза брали образцы с трех частей побегов — верхнего, среднего и нижнего. После фиксации в аппарате Коха материал сушили на воздухе, экстракцию воздушносухого материала проводили 80%-ным этиловым спиртом. В экстрактах измеряли радиоактивность, при этом то количество, которое наносили на хроматограмму, выпаривали и измеряли активность β счетчиком; распределение радиоактивности в отдельных соединениях определяли с помощью хроматографии и радиоавтографии; проявленную рентгеновскую пленку последнего проводили через денситометр и с C^{14} в отдельных соединениях судили по площади подкривных.

¹ Приносим благодарность М. Н. Нестюк, которая поделилась с нами препаратами проф. Сешадри.

Экспериментальная часть

Флавонолы были выделены из разных частей Ркацители, Чинури, Саперави и Берландиери×Рипария 5ВВ. Выход гликозидов из 1 кг воздушносухого материала колеблется от 1,5 до 2,5%. Идентифицировали кверцитрин, кверцетин, кемпферол, рутин, изокверцитрин и лютеолин.

В табл. 1 даны количества флавонолов в разных частях виноградной лозы европейского вида. По содержанию флавонолов, как видно, выделяются листья. Они содержат кверцитрин, кверцетин, кемпферол, рутин, изокверцитрин и лютеолин.

Таблица 1

Количество флавонолов в разных частях виноградной лозы европейского вида (максимум и минимум 10—15 определений в мг/г в воздушносухом материале)

Части растений	Кверцитрин	Кверцетин	Кемпферол	Рутин	Изокверцитрин	Лютеолин
Пыльца	0,3—9,2	0,0—1,9	0,0—3,2	—	—	—
Соцветие	8,6—21,0	0,09—1,83	—	—	—	—
Листья	5,0—5,5	1,0—10,8	0,4—8,5	0,0—7,9	+	+
Зеленые побеги	2,6—7,7	0,5—0,8	—	+	+	—
Однолетний побег	0,3—0,5	—	—	—	—	—
Кожица винограда	0,85—4,5	0,57—1,02	++	+	+	—
Гребни	0,48—6,4	+	—	—	—	—

Содержание флавонолов в листьях разных сортов виноградной лозы приведено в табл. 2. Как видим, сорта виноградной лозы отличаются друг от друга по содержанию флавонолов в листьях. Некоторые сорта содержат до 5% флавонолов в пересчете на воздушносухой материал. По содержанию флавонолов выделяются следующие сорта виноградной лозы: Саперави, Оджалеши, Шасла, Семильон и др. Сравнительно мало флавонолов в листьях сортов Ркацители, Цоликаури и др.

Опыты, проведенные по фотосинтезу, показали, что радиоактивный кверцитрин появляется через 24 часа от начала фотосинтеза, проведенного в среде $C^{14}O_2$ (табл. 3). Передвижение продуктов фотосинтеза происходит в листьях и побегах нисходящим путем. Меченые флавонолы в оставленных вне камеры частях виноградной лозы обнаружены только в побегах, и то через 120 часов после начала фотосинтеза. Вне камеры после 120 часов в тех же побегах радиоактивными были, кроме кверцитрина и кверцетина, четыре катехина. Опыты, проведенные на средних листьях, показали, что кверцитрин становится меченым и в нижних листьях, которые находятся вне камеры (табл. 4).

В разных частях виноградной лозы определяли флавонолы по периодам вегетации: Результаты даны в табл. 5.



Флавонолы листьев разных сортов виноградной лозы (июль)
(в мг/г в воздушносухом материале)

	Сорт виноградной лозы	Кверцитрин	Кверцетин	Кемпферол	Рутин	Сумма
Грузинские сорта	1 Оджалеси	33,2	3,4	6,9	3,5	48
	2 Грубела	22,4	4,1	5,1	—	31,6
	3 Александроули	15,5	3,1	5,5	—	24,1
	4 Горули мцване	15,7	2,6	5,0	0,25	23,6
	5 Шави хариствала	10,8	10,8	0,4	—	22,0
	6 Симонасеули	16,0	2,3	0,8	—	19,1
	7 Чинури	16,3	2,6	—	+	18,9
	8 Шави будешури	11,5	2,1	3,5	—	17,1
	9 Шавкапито	12,9	1,4	1,7	—	16,0
	10 Коцхана	13,6	1,2	0,89	—	15,7
	11 Саперави	13,0	1,0	1,2	—	15,2
	12 Дзвелшави	12,5	1,0	1,2	—	14,7
	13 Оцханури Саперави	12,5	1,1	0,7	—	13,8
	14 Ркацители	6,0	2,1	5,2	—	13,3
	15 Цоликаури	5,4	2,2	3,5	+	11,1
Иностранские сорта	16 Семильон	23,0	3,3	8,5	7,9	42,7
	17 Шасла	28,0	4,5	7,0	—	39,5
	18 Морастель	25,6	3,3	5,7	—	34,6
	19 Мускадель	18,2	3,7	3,0	1,1	31,0
	20 Пино черное	14,5	3,0	5,0	—	22,5
	21 Каберне	15,5	1,3	1,2	—	18,0
	22 Ркацители × 420a	17,1	1,8	1,9	—	17,8
	23 Берландиери × Рипария 5ВВ	8,9	1,0	1,1	—	11,0

Приводятся показатели содержания флавонолов в разных частях виноградной лозы в трех периодах вегетации. В самых больших количествах флавонолы присутствуют в зеленых частях виноградной лозы. Содержание флавонолов в листьях летом в 1,5—2 раза выше, чем весной и осенью.

Изучалась динамика накопления флавонолов в разных частях виноградной лозы во время вегетации по показателям четырех сортов (образцы брались через 15 дней; сорта винограда: Саперави, Ркацители, Горули мцване и Чинури). Динамика накопления флавонолов носит следующий характер: весной в молодых листьях в основном содержится кверцитрин, в малых количествах представлены кверцетин и кемпферол. С ростом листьев содержание флавонолов падает постепенно до июня, потом опять повышается и в максимальных количествах накапливается в июле-августе.

Весной в побеге присутствуют кверцитрин и кверцетин, в исключительных случаях—кемпферол. В течение вегетации содержание флавонолов в побегах постепенно уменьшается, а осенью они почти не встречаются. В гребнях содержание флавонолов уменьшается с созреванием винограда.

Таблица 5
 Содержание флавонолов в разных частях виноградной лозы (Ркацители)

Части виноградной лозы	Флавонолы в мг/г в воздушносухом материале				
	Кверцитрин	Кверцетин	Рутин	Кемпферол	
Цветение	Соцветие	14,5	+	1,8	3,2
	Листья	13,9	+	—	+
	Зеленые побеги	6,5	+	—	—
	Побеги	0,8	+	—	1,6
Незрелая лозь	Верхние листья	55,7	+	+	+
	Листья	18,4	8,2	—	+
	Побеги	6,5	—	—	—
	Гребни	2,5	1,7	—	—
	Кожица винограда	+	1,4	+	+
Полная зрелая лозь	Листья	9,0	2,1	+	1,3
	Побеги	+	—	—	—
	Гребни	+	2,2	—	—
	Кожица винограда	+	1,4	—	1,1

 Таблица 6
 Содержание флавонолов в листьях разных ярусов (август-сентябрь)

Сорт виноградной лозы и расположение листьев	Время взятия пробы	Кверцитрин	Кверцетин	Рутин	Кемпферол	
		в мг/г в воздушносухом материале				
Ркацители	Август	Верхние листья	45,0	3,4	—	8,0
		X — XI	10,1	5,2	—	10,1
		V — VI "	10,7	4,7	—	7,4
Ркацители	Сентябрь	Верхние листья	18,1	1,9	—	2,4
		X — XI	6,2	3,5	—	4,9
		V — VI "	4,5	3,1	—	3,6
Ркацители	Август	Верхние листья	56,0	+	3,7	—
		X — XI	33,0	2,14	1,1	—
		V — VI "	38,2	3,1	—	—
Ркацители	Сентябрь	Верхние листья	55,5	1,7	—	—
		X — XI	34,2	2,6	4,7	—
		V — VI "	28,9	2,1	+	—

Листья разных ярусов значительно отличаются по содержанию флавонолов (табл. 6). Как видно, верхние листья содержат гораздо больше флавонолов, чем листья нижних ярусов.

Листья и зеленые части виноградной лозы наряду с флавонолами содержат катехины [16]. Флавонолы и катехины, как известно, харак-

теризуются Р-витаминной активностью. Исходя из вышеизложенного, остатки зеленых операций виноградной лозы, как содержащие биофлавоноиды, можно использовать в качестве сырья для получения Р-витамина.

Выводы

Из разных частей виноградной лозы идентифицированы, кверцитрин, кверцетин, кемпферол, рутин, изокверцитрин и лютеолин. Основными флавонолами виноградной лозы являются первые три.

В самых больших количествах флавонолы содержатся в листьях (4—5%), в других частях их содержится гораздо меньше. Листья разных сортов виноградной лозы содержат разное количество флавонолов.

По содержанию флавонолов в листьях выделяются следующие сорта винограда: Оджалеши, Саперави, Грубела, Семильон, Шасла и др. (2—5%). Сравнительно меньше флавонолов (1—1,5%) в листьях сортов Ркацители, Цоликаури и др.

В листьях и зеленых частях виноградной лозы образование радиоактивных флавонолов в среде $C^{14}O_2$ замечено через 24—48 часов после начала фотосинтеза. Верхние листья содержат флавонолы в гораздо больших количествах, чем листья нижних ярусов. По содержанию флавонолов листья выделяются в июле-августе. Зеленые части, особенно листья, можно использовать как сырье для биофлавоноидов.

Разработан метод количественного определения флавонолов, основанный на хроматографии на бумаге.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники
Отдел биохимии
Тбилиси

(Поступило в редакцию 16.4.1964)

ბიოქიმიკა

ბ. ნუცუბიძე, დ. გულბანი

ფლავონოლები ვაზში

რ ე ზ ი უ მ ე

ვაზის სხვადასხვა ნაწილიდან იდენტიფიცირებულია კვერციტრინი, კვერცეტინი, კემპფეროლი, რუტინი, იზოკვერციტრინი და ლუტეოლინი. ვაზის ძირითად ფლავონოლებს წარმოადგენს პირველი სამი.

ყველაზე მეტი რაოდენობით ფლავონოლებს ფოთლები შეიცავს (4—5%), სხვა ნაწილებში მათი შემცველობა ბევრად უფრო მცირეა. სხვადასხვა ჯიშის ვაზის ფოთლები ფლავონოლებს სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავს.

ფოთლებში ფლავონოლების შემცველობით გამოირჩევიან ვაზის ჯიშები — ოჯალეში, საფერავი, ღრუბელა, სემილიონი, შასლა და სხვა (2—5%). შედარებით მცირე რაოდენობით (1—1,5%) ფლავონოლებს შეიცავს — რკაწითელის, ცოლიკაურისა და სხვა ჯიშის ვაზის ფოთლები.



ფოთლებსა და ვაზის მწვანე ნაწილებში რადიოაქტიური ფლავონოიდების წარმოქმნა $C^{14}O_2$ -ის არეში შეიმჩნევა ფოტოსინთეზის დაწყებიდან მხოლოდ 24—48 საათის შემდეგ.

ვაზის კენწორის ფოთლები ფლავონოიდებს შეიცავენ ბევრად მეტი რაოდენობით, ვიდრე ქვედა იარუსის ფოთლები. ფლავონოიდების შემცველობით ვაზის ფოთლები გამოირჩევა ივლის-აგვისტოში.

ვაზის მწვანე ნაწილები, განსაკუთრებით ფოთლები, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც ბიოფლავონოიდების წყარო.

შემუშავებულია ფლავონოიდების რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდი, რაც დამყარებულია ქალაღდის ქრომატოგრაფიაზე.

დაბოვნებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. K. J. Williams, S. H. Wendir. The isolation and identification of quercetin and isoquercitrin from grapes. *Journ. Am. Chem. Soc.*, 4372, 1952, 74.
2. K. Henning and R. Burkhardt. Der Nachweis phenolartiger Verbindungen und hydroaromatischer Onycarbonsäuren in Traubenbestandteilen, Wein und Weinähnlichen Getränken. *Weinberg und Keller*, 5, 1958, 593.
3. K. Henning und R. Burkhardt. Vorkommen und Nachweis von quercitrin und Myricitrin in Trauben und Wein. *Weinberg und Keller*, 7, № 1, 1960, 1.
4. С. В. Дурмишидзе и Н. Н. Нуцубидзе. Хроматографические исследования дубильных веществ виноградной лозы. *ДАН СССР*, ХСVI, № 6, 1954, 1197.
5. С. В. Дурмишидзе. Превращения катехинов, антоцианов и флавонолов в виноградной лозе. IV биохимический конгресс, Вена, 1958, 5.
6. P. Dupuy, J. Puisais. Contribution à l'étude chromatographique des pigments antocyaniques chez les Ampélidées. *C. R. Acad. Sci.*, 240, 1955, 1802.
7. C. W. Wilson. Complex of B with phlavones. *Journ. Amer. Chem. Soc.*, 61, 1939, 2303.
8. Т. А. Канаддзе. Определение кверцитрина в винограде. *Труды Института виноградарства и виноделия АН ГССР*, VIII, 1954, 259.
9. М. Н. Нестюк. Изучение количественных и качественных изменений флавоновых веществ в процессе онтогенетического развития некоторых высших растений. *Автореферат*, М., 1959.
10. К. М. Джемухадзе и Г. А. Шальнева. Превращения катехинов при развитии чайного листа. *ДАН СССР*, 99, № 6, 1954, 1069.
11. J. et P. Ribereau-Gayon. La séparation des anthocyanes des raisins. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 238, № 21, 1954, 2114.
12. Н. Н. Нуцубидзе. Количественная хроматография на бумаге катехинов винограда. *Труды Института виноградарства и виноделия Академии наук ГССР*, X, 1958, 309.
13. H. F. Linskens. *Papier Chromatographie in der Botanik*. Berlin Gottingen—Heidelberg, 1955.
14. E. A. H. Roberts, R. A. Cartright, D. J. Wood. The flavonols of tea. *J. Sci. Food and Agric.*, 7, № 10, 1956, 637.
15. М. С. Шипалов, М. А. Бокучава и Г. А. Соболева. Применение денситометра для количественного определения катехинов, разделенных методом хроматографии на бумаге. *Биохимия*, 23, 3, 1958, 390.
16. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М., 1955.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. Т. ЧАГУНАВА, Э. Р. ДЗНЕЛАДЗЕ, Л. И. ГВАСАЛИЯ

ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИЯ СУЛЬФИДНЫХ МАСС МАРГАНЦА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Ландия 22.2.1964)

Марганцевые руды и отходы марганцевой промышленности Чнагурского месторождения нашли промышленное применение для очистки коксового газа и синтез-газа от сероводорода и органической серы [1]. Марганцевые массы оказались также весьма эффективными катализаторами гидроочистки при обессеривании жидкого топлива [2].

В процессе обессеривания указанными массами горючих газов и жидкого топлива от сероводорода и сераорганических соединений образуется сульфид марганца [3]. В зависимости от температуры процесса, концентрации серы в исходном сырье, степени насыщения массы и минералогической характеристики исходной руды степень сульфидизации марганца колеблется от 40 до 95%.

В отличие от других катализаторов марганцевые очистные массы в процессе деструктивного гидрообессеривания жидкого топлива насыщаются серой, и в результате этого продолжительность цикла очистки лимитируется не процессом сажевыделения на катализаторе, а процессом сульфидизации массы. Поэтому качество марганцевого катализатора — адсорбента определяется возможностью его регенерации, т. е. десульфуризации.

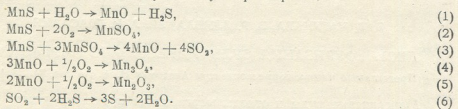
Для получения активной массы важным фактором является сохранение устойчивого температурного режима в процессе регенерации. Такой режим сравнительно легко выдерживается, когда в качестве окислителя сульфидных масс марганца применяется паровоздушная смесь. При этом не наблюдаются местные перегревы, которые значительно ухудшают качество регенерированной массы; кроме того, наличие водяного пара в смеси способствует протеканию реакции газификации кокса, выделяющегося на катализаторе в процессе гидрообессеривания жидкого топлива.

Исходный материал для исследования процесса десульфуризации сульфидных масс марганца паровоздушной смесью был получен путем пропускания серосодержащих горючих газов через восстановленную марганцевую пероксидную руду при температуре 350—400°.



Содержание серы в исследуемых образцах колебалось в пределах 18—29%, содержание марганца в исходной руде—54%; размер зерен массы—1,5—2 мм.

В результате химического взаимодействия паровоздушной смеси с сульфидом марганца протекают окислительные реакции, которые можно представить в виде следующих суммарных реакций:



В зависимости от соотношения водяного пара и воздуха при разных температурах в продуктах реакции изменяется отношение между сернистым газом и сероводородом. Общая сера в продуктах реакции определялась в виде сернистого газа йодометрическим методом [4]. Для перевода сероводорода и элементарной серы в сернистый газ предусматривалась дополнительная подача воздуха в конвертор у выхода газа из сульфидных масс.

Основные опыты были проведены при температурах 600, 650, 700 и 800° и при соотношении воздух: водяной пар=2:1; 4:1; 7:1; объемная скорость — от 3500 до 5500 час⁻¹.

Таблица 1
Результаты десульфуризации сульфидных масс марганца (содержание серы в массе — 18 %)

Температура, °С	Соотношение воздух пар	Объемная скорость, час ⁻¹	Продолжительность регенерации, мин	Содержание серы, %		Степень регенерации, %
				до регенерации	после регенерации	
600	4:1	3700	415	18	1,6	90,90
650	4:1	3700	150	18	3,7	79,30
650	4:1	3700	424	18	0,6	96,50
700	4:1	3700	280	18	0,44	97,60
700	4:1	3700	281	18	0,01	99,95
700	2:1	4300	202	18	0,22	98,8
700	7:1	5500	264	18	0,2	98,90
700	без пар	3000	123	18	1,3	92,60

Полученные данные показывают, что высокая степень десульфуризации достигается при температурах 600—700°.

Кинетика первого периода десульфуризации сульфидных масс марганца достаточно хорошо описывается при помощи уравнения

$$Y = K\tau,$$

где Y — степень десульфуризации массы, %, K — относительная скорость десульфуризации, τ — время, сек.

Относительная скорость десульфуризации K с повышением температуры растет. Кажущаяся энергия активации между температурами 600—800° определялась на основании зависимости $\lg K$ от $1/t$ (рис. 1) и равна 6900 кал/моль.

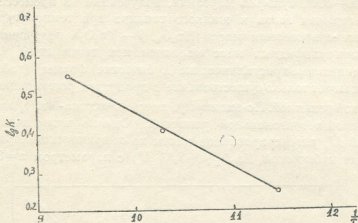


Рис. 1. Зависимость $\lg K$ от $1/t$

Низкое значение энергии активации показывает, что десульфуризацию сульфидных масс марганца лимитируют диффузионные процессы.

Кинетические показатели десульфуризации сульфидных масс марганца были использованы для определения влияния кратности регенерации на их активность. Показателем активности регенерированной

Таблица 2

Результаты восьмикратной регенерации сульфидной массы марганца (начальная сероємкость — 15,6%)

Кратность регенерации	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Сероємкость после каждой регенерации, %	26	22,1	29,6	27,7	25	23,8	29,1	8,3

массы являлась ее сероємкость до наступления проскока серы в процессе обессеривания азотноводородной смеси от сероуглерода при температуре 400° (табл. 2). Условия регенерации: температура 700°, соотношение воздух : водяной пар = 4 : 1, объемная скорость 3700 час⁻¹.



За исключением последнего опыта (VIII¹), активность очистной массы после регенерации изменяется незначительно. Здесь важную роль играет сохранение кристаллической формы исходного вещества после регенерации, что достигается в определенных температурных условиях.

Рентгенометрические исследования показали, что закись марганца, полученная путем восстановления пиролюзита водородом при температуре 300—500°, сульфид марганца, полученный в процессе обесесеривания горючих газов и жидкого топлива при температуре 400—500° и регенерированная масса (Mn_2O_3 , β — Mn_2O_3), полученная после регенерации сульфидных масс марганца при температуре 600—800°, имеют одинаковые кристаллические (кубические) формы (табл. 3). Сомнение вызывает только существование в продуктах регенерации γ - Mn_2O_3 с кубической решеткой. По-видимому, здесь имеется α - Mn_2O_3 или β - Mn_2O_3 с одинаковой тетрагональной решеткой. Однако интенсивная линия ($d=2,6718 \text{ \AA}$) регенерированной массы по американской картотеке соответствует кубической Mn_2O_3 ($d=2,63 \text{ \AA}$) с параметром $a=8,7 \text{ \AA}$ [5].

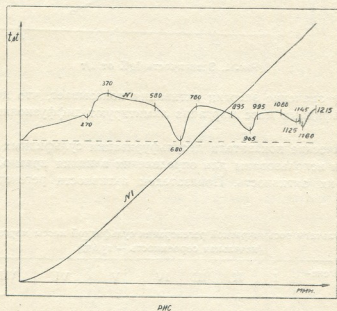


Рис. 2. Термограмма марганцевой сульфидной массы

Сохранение кристаллической структуры очистной массы как в процессе сульфидизации, так и в процессе регенерации облегчает формирование нового соединения — сульфида марганца или закиси марганца.

¹ Масса перегревалась выше 1000°.

не по реакции [1], ибо это формирование не связано с дополнительной затратой энергии против ориентирующих сил агглов подкладки, как это вытекает из принципа ориентационно-размерного соответствия [6].

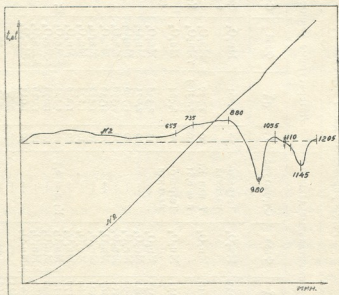


Рис. 3. Термограмма марганцевой сульфидной массы после регенерации и вторичной сульфидизации

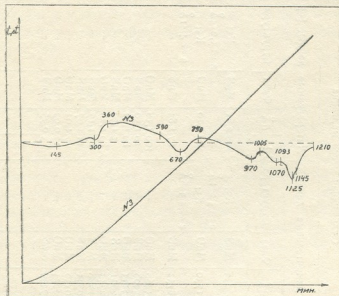


Рис. 4. Термограмма регенерированной массы

Рентгенометрическое исследование сульфидной массы марганца (содержание серы — 18%) и продуктов его регенерации с паровоздушной смесью при температуре 750°

Сульфидная масса марганца				Регенерированная масса марганца											
Экспериментальные данные				Литературные данные [5]				Экспериментальные данные				Литературные данные [8]			
I	dÅ	Фаза	Структура	I/I ₀	dÅ	Фаза	Структура	I	dÅ	Фаза	Структура	I	dÅ	Фаза	Структура
100	2,6055	MnS	K5; a = 5,211Å	100	2,61	MnS	K5; a = 5,214Å	30	2,9933	Mn ₂ O ₃	Тетраго- нальная	30	3,061	Mn ₂ O ₃	Ta = 5,762; c = 9,439
100	2,1730	MnO	K5; a = 4,346Å	100	2,20	MnO	K5; a = 4,41Å	80	2,6718	Mn ₂ O ₃	T или K; a = 8,81	70	2,739	Mn ₂ O ₃	—
90	1,8132	MnS	—	67	1,85	MnS	—	90	2,4231	Mn ₂ O ₃	Тетраго- нальная	100	2,63(5)	7Mn ₂ O ₃	K; a = 8,7
90	1,5460	MnO	—	100	1,56	MnO	—	70	2,464	Mn ₂ O ₃	—	70	2,464	Mn ₂ O ₃	T; a = 5,762; C = 9,439
40	1,4908	MnS	—	10	1,50	MnS	—	30	2,338	Mn ₂ O ₃	—	30	2,338	Mn ₂ O ₃	—
30	1,3233	MnO	—	80	1,33	MnO	—	30	2,025	Mn ₂ O ₃	—	30	2,025	Mn ₂ O ₃	—
10	1,2921	MnS	—	5	1,30	MnS	—	30	1,786	Mn ₂ O ₃	—	30	1,786	Mn ₂ O ₃	—
30	1,2744	MnO	—	80	1,28	MnO	—	70	1,570	Mn ₂ O ₃	—	70	1,570	Mn ₂ O ₃	—
70	1,1668	MnS	—	23	1,17	MnS	—	100	1,5287	Mn ₂ O ₃	—	70	1,536	Mn ₂ O ₃	—
70	1,0635	MnS	—	11	1,07	MnS	—	50	1,4302	Mn ₂ O ₃	—	50	1,432	Mn ₂ O ₃	—
30	1,0136	MnO	—	7	1,02	MnO	—	20	1,2669	Mn ₂ O ₃	—	30	1,274	Mn ₂ O ₃	—
30	0,9924	MnO	—	17	0,99	MnO	—	10	1,2179	Mn ₂ O ₃	—	20	1,228	Mn ₂ O ₃	—
30	0,9459	MnS	—	3	0,93	MnS	—	40	1,1214	β-Mn ₂ O ₃	K; a = 9,4	40	1,122	β-Mn ₂ O ₃	K; a = 9,401
								60	1,0796	β-Mn ₂ O ₃	—	50	1,078	β-Mn ₂ O ₃	—
								60	1,0289	β-Mn ₂ O ₃	—	10	1,026	β-Mn ₂ O ₃	—
								60	1,0165	β-Mn ₂ O ₃	—	50	1,013	β-Mn ₂ O ₃	—
								70	0,9823	—	—	—	—	—	—
								50	0,9752	—	—	—	—	—	—

(¹) Рентгенометрическое исследование выполнено в лаборатории аналитической химии Института прикладной химии и электрохимии АН ГССР. Излучение FeK. Диаметр камеры D_к 57,3 мм. Радиус образца 0,35 мм. Ток 14 мА. Напряжение 30 кВ. Оценка интенсивности линий визуальная.

Термограмма сульфидной массы (рис. 2) и термограмма той же массы после регенерации и вторичной сульфидизации (рис. 3) почти идентичны (содержание серы в обоих образцах — 20%).

Первые эндоэффекты (рис. 2 и 3) соответствуют удалению гигроскопической воды. Экзотермические пики при $370-360^\circ$ и $580-590^\circ$ указывают на окисление MnS в MnO и $MnSO_4$, а также — на окисление MnO . На термограммах отсутствуют острые экзотермические пики, наблюдаемые на термограммах синтетического зеленого сульфида марганца и алабандина из Сакарамбу и Литошиц [7]. Эти расхождения объясняются, по-видимому, наличием закиси марганца в сульфидных массах.

Окисление закиси марганца и сульфида марганца паровоздушной смесью идет частично до образования пиролюзита, на что указывает пиролюзитный и β -курнакитовый эффект при температурах $680-670^\circ$ и $965-970^\circ$ (рис. 2 и 3). На диаграммах отсутствуют эндоэффекты разложения сульфата марганца. Это еще раз подтверждает мнение о том, что сульфат марганца, получаемый прямым окислением сульфида, не может образоваться в значительном количестве в обожженной массе в связи с протеканием реакции [3], что подтверждается также и термодинамическим расчетом [9]. В продуктах регенерации химическим и рентгенометрическим анализами не были обнаружены ионы SO_4^{2-} .

По данным физико-химического и термического анализов регенерированной массы, повышение температуры выше 980° нежелательно, так как происходит понижение активности в результате исчезновения β - Mn_2O_3 , на что указывает β -курнакитовый эффект при температуре 980° (рис. 4).

Выводы

Исследован процесс десульфуризации сульфидных масс марганца паровоздушной смесью в интервале температур $600-800^\circ$.

Вычислена кажущаяся энергия активации, которая в пределах температур $600-800^\circ$ равна 6900 кал/моль. При соблюдении изотермичности процесса начальная активность массы сохраняется при многократной регенерации. Высокая обессеривающая способность регенерированной массы объясняется сохранением кристаллической структуры исходной массы. При перегреве выше 980° активность массы резко снижается в связи с изменением ее кристаллической структуры.

Академия наук Грузинской ССР
Институт прикладной химии и электрохимии

(Поступило в редакцию 22.2.1964)



მ. ჩაგუნავა, ე. ძეილაძე, ლ. გვასალია

ბანბანშუმის სულფიდური მასების დესულფურჩიზაცია

რეზიუმე

სტატიაში შესწავლილია მანგანუმის სულფიდური მასების დესულფურჩიზაციის პროცესი ჰაერ-ორთქლის ნარევით $600 - 800^{\circ}$ ტემპერატურის ფარგლებში. დადგენილია პროცესის ოპტიმალური ტემპერატურა. ოპტიმალური ტემპერატურაზე ზევით მასის გადახურება მკვეთრად ამცირებს მის აქტივობას, რაც გამოწვეულია მასის კრისტალური სტრუქტურის ცვლილებით. აირად ფაზაში წყლის ორთქლის არსებობა გამორიცხავს მასის გადახურებას და ხელსაყრელ პირობებს ჰქმნის დესულფურჩიზაციის პროცესისათვის.

სულფიდური მასის რეაგერ რეგენერაციის დროს იზოთერმიულ პირობებში შენარჩუნებულია გამოსავალი მასის აქტივობა. მასის გადახურება 980° -ს ზევით დაკავშირებულია სტრუქტურულ ცვლილებებთან, რაც იწვევს აქტივობის შემცირებას.

პროცესის დიფუზიურ ხასიათზე მიუთითებს დესულფურჩიზაციის პროცესის აქტივაციის ენერგიის შედარებით დაბალი მნიშვნელობა $600 - 800^{\circ}$ ფარგლებში. იგი ტოლია 6900 კალ/მოლ.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Т. Чагунава. Обессеривание горючих газов и жидкого топлива марганцевыми массами. Труды Грузинского политехнического института, № 7, (55), 149, 1957.
2. В. Т. Чагунава, Э. Р. Дзиелადзе. Обессеривание сырого бензола и легкой фракции нефти марганцевой массой. Химия сероорганических соединений, содержащихся в нефтях и нефтепродуктах, т. V, БашФАН СССР, Госоптехиздат, 1963, стр. 113.
3. В. Т. Чагунава и Я. Г. Бучукури. Использование марганцевых масс для очистки газа от сероводорода и сероуглерода. Сообщения АН ГССР, т. XVIII, № 5, 1957.
4. А. В. Авдеева. Газовая сера, Госхимиздат, 1950, стр. 92.
5. Cumulative alphabetical and Grauped numerical index of X-ray diffraction data. Including the fifth set of cards, 1953.
6. П. Д. Данков. Кристаллохимический механизм взаимодействия поверхности с чужеродными элементарными частицами. Журнал физической химии, 20, 8, 352, 1946.
7. Любор Жак. К вопросу о термическом изучении MnS . Минералогический сб. Львовского геологического общества при университете им. И. Франко, № 10, 1956, 212.
8. Е. Я. Роде. Кислородные соединения марганца. Изд. АН СССР, М., 1952.
9. Я. Г. Бучукури, В. Т. Чагунава, Т. В. Пандулая. Обжиг марганцевых сульфидных масс. Сообщения АН ГССР, г. XVII, № 8, 1956.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Г. М. ДОМАНСКАЯ

К ВОПРОСУ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПЕРМАНГАНАТА КАЛИЯ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 26.5.1964)

Перманганат калия принадлежит к числу продуктов, выпускаемых химической промышленностью уже свыше ста лет. За этот период процесс его получения подвергся ряду усовершенствований, описанных в литературе. Однако в ней почти не встречается данных по его кристаллизации. Между тем, условия кристаллизации, размеры получаемых кристаллов, их форма и ее искажения имеют весьма существенное значение не только для придания определенных физических свойств и гранулометрического состава выпускаемому продукту, но и для решения ряда вопросов, связанных с технологическими операциями, следующими за кристаллизацией. Отстаивание пульпы, фильтрование осадков, промывка и сушка кристаллов находятся в самой тесной связи с характером кристаллического осадка и, как показала практика, не раз сыграли роль «узких мест» в производстве перманганата.

В нашей стране получение перманганата калия осуществляется двумя методами — полуэлектрохимическим из пиролюзита, с промежуточным получением манганата, и электрохимическим — через анодное растворение ферромарганца. Эти методы нашли разное решение и в части получения кристаллического продукта. Из сопоставления технологических схем действующих предприятий вытекает, что переработка первичных кристаллов перманганата, образующихся в электролизной ванне при анодном растворении ферромарганца, значительно проще: количество отдельных операций здесь сведено к минимуму. Однако при всех вариантах схем получение кристаллов перманганата калия происходит в среде, содержащей КОН, K_2CO_3 и K_2MnO_4 . На разных этапах технологии содержание этих веществ в производственных растворах колеблется в широких пределах. В кристаллизаторах так называемая «общая щелочность» доходит до 80—100 г/л, в электролизных ваннах она достигает 200—250 г/л. Технический готовый продукт представляет собой мелкокристаллическую массу, склонную к комкообразованию и содержащую много пылящих частиц. В связи



с этим была проведена работа по изучению некоторых вопросов, связанных с кристаллизацией перманганата калия из щелочной среды.

Для исследования кристаллизации в горячий раствор, содержащий заданное количество щелочи, вносили такое количество кристаллов KMnO_4 , чтобы образовался ненасыщенный при данной температуре раствор. Тщательно перемешанные при температуре 80° растворы заливались в серию кристаллизаторов объемом по 0,5 л; кристаллизация проводилась в состоянии покоя. Конечная температура маточника составляла 20° . На каждую серию опытов ставился контрольный кристаллизатор с водным раствором KMnO_4 . Полученные образцы кристаллов анализировались, просматривались в микроскоп и одновременно производилась их микрофотосъемка.

Таблица 1
Влияние содержания КОН в растворе на кристаллизацию KMnO_4

№ опытов	Содержание в исходном растворе, г/л		Окислительная способность маточника после кристаллизации (20°) в мл 0,1 н. $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ на 10 мл	Содержание в маточнике после кристаллизации (20°)		Выход кристаллов		Примечания
	КОН	KMnO_4		KMnO_4	K_2MnO_4	г	%	
1	0	160	165,0	51,03	—	53,8	67,21	Кристаллы игольчатые, $l_{\text{ср}} = 10 - 12$ мм
2	30	160	103,0	32,54	—	63,6	79,50	То же, $l_{\text{ср}} = 7 - 8$ мм
3	50	160	94,0	17,38	12,32	73,8	62,12	Иглы стали намного мельче, сростаются неправильно
4	80	160	80,7	11,06	14,34	66,2	82,75	То же
5	120	160	87,0	10,4	17,06	66,5	83,12	Средний размер игл — 3 мм
6	150	160	80,2	8,12	26,54	63,3	82,87	$l_{\text{ср}} = 1 - 2$ мм
7	180	160	126,4	9,16	47,72	53,1	65,12	
8	220	140	116,2	10,45	45,32	43,1	61,57	
9	260	140	114,0	11,37	38,34	45,6	65,14	

Исследуя влияние содержания в маточнике КОН на кристаллизацию перманганата, мы получили данные, представленные в табл. 1. При выделении из водного раствора наиболее чистых кристаллов KMnO_4 , извлечение продукта в твердой фазе составляет 67%. При наличии в маточнике 30 г/л КОН, растворимость KMnO_4 снижается и выход кристаллов поднимается до 79,5%. Максимальной величины — 92,1% он достигает при 50 г/л, а затем снова уменьшается в связи с переходом части растворенного KMnO_4 в K_2MnO_4 . При 180 г/л КОН

выход KMnO_4 падает до 65%, так как значительная часть перманганата остается в растворе, образовав манганат.

На внешний вид и размеры кристаллов наличие щелочи оказывает большое влияние. Так, в водном растворе в условиях стационарной кристаллизации у стенок кристаллизатора высаживаются мелкие кристаллы, а основная масса состоит из игольчатых кристаллов длиной 10—12 мм. С увеличением содержания щелочи в растворе иглы становятся мельче, истончаются, а в растворе концентрацией 150—180 г/л КОН, они наиболее мелкие и равномерны. В растворе, содержащем 220 г/л КОН, отмечается появление кристаллов в форме шестигранных призм, а в еще более концентрированном они образуют всю кристаллическую массу, в которой лишь изредка попадаются мельчайшие иглы. При больших увеличениях видно, что поверхность кристаллов, выросших в щелочной среде неровная, размытая. Размывание кристаллов происходит в основном по боковым граням — ребра и вершины менее подвержены воздействию щелочного маточника. Из данных табл. 1 видно, что с увеличением щелочности маточника изменяется его окислительная способность, выраженная в мл 0,1 н раствора восстановителя—в начале она резко падает, а затем вновь возрастает. Это объясняется следующим: увеличение содержания щелочи в растворе вызывает снижение растворимости KMnO_4 и соответствующее снижение окислительной способности. Но в связи с тем, что в маточнике идет химический процесс восстановления KMnO_4 щелочью по уравнению $2\text{KMnO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2$, раствор обогащается более растворимым в щелочной среде манганатом. Маточный раствор, выделив кристаллы перманганата, сохраняет все же высокую окислительную способность, соответствующую содержанию в нем ионов MnO_4^- и MnO_4^{2-} . Следует отметить, что литературные данные [1, 2] по растворимости KMnO_4 и K_2MnO_4 в щелочной среде весьма ограничены и неполны, особенно в области систем $\text{KMnO}_4 - \text{K}_2\text{MnO}_4 - \text{KOH} - \text{H}_2\text{O}$ и $\text{KMnO}_4 - \text{K}_2\text{MnO}_4 - \text{KOH} - \text{K}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$.

Влияние содержания в маточнике углекислого калия исследовалось на примере растворов, содержащих от 50 до 250 г/л K_2CO_3 . Опыты, результаты которых представлены в табл. 2, показывают, что даже при высоком содержании K_2CO_3 в растворе и нагреве до 80° манганат в маточниках не обнаруживается. Конечно, процесс восстановления KMnO_4 при высокой температуре и большой щелочности раствора и здесь имеет место, но он идет с образованием окислов марганца, а не манганата.

Содержание KMnO_4 в карбонатных маточниках после кристаллизации значительно ниже, чем в водном растворе, поэтому выход кри-

таллов в этом случае равномерно увеличивается, достигая 90% при концентрации поташа 150—250 г/л. Изменения внешнего вида кристаллов имеют в общем тот же характер, что и при наличии КОН в растворе. С ростом концентрации K_2CO_3 кристаллы укорачиваются, становятся тоньше и из концентрированных растворов выпадают тонкие игольчатые кристаллы, средняя длина которых составляет 1—2 мм.

Таблица 2
Влияние содержания карбоната калия в растворе на кристаллизацию $KMnO_4$

№ опытов	Содержание в исходном растворе, г/л		Окислит. способ. мат. после кристаллизации, $t=20^\circ$, в мл 0,1 н раствора $Na_2C_2O_4$ на 10 мл	Содерж. в маточн. после кристаллиз. $KMnO_4$, г/л	Выход кристаллов		Содержание $KMnO_4$ в кристаллах, %	Содерж. K_2CO_3 в кристаллах, %	Примечание
	K_2CO_3	$KMnO_4$			г	%			
1	—	140	168,0	53,2	46,0	65,7	99,4	—	Игольчатые кристаллы, средняя длина 8—12 мм
2	50	140	114,0	35,07	53,9	77,0	99,5	0,2	То же, кристаллы мельче.
3	100	140	85,0	26,2	57,9	82,7	99,1	0,5	Иголки стали гораздо мельче и тоньше
4	150	140	59,0	18,64	61,6	88,0	98,8	0,5	
5	200	140	47,3	14,8	63,0	90,4	98,7	1,2	Иголки $l_{cp}=1-2$ мм
6	250	120	36,0	11,37	54,5	90,0	97,4	1,8	

В случае присутствия в маточнике смесей КОН и K_2CO_3 влияние их на кристаллизацию $KMnO_4$ почти не отличается от рассмотренного выше случая для растворов КОН. Практически из растворов, содержащих 100 г/л КОН и 100 г/л K_2CO_3 , в условиях стационарной кристаллизации можно получить хорошо оформленные, мелкие, игольчатые кристаллы $KMnO_4$ с высоким выходом продукта в твердой фазе—около 90%.

Известно, что $KMnO_4$ кристаллизуется в орторомбических призмах. Параметры элементарной ячейки, содержащей четыре молекулы, составляют: $a=9,098\text{Å}$; $b=5,730\text{Å}$; $c=7,39\text{Å}$ [3].

Образование игольчатых кристаллов является одним из часто встречающихся случаев искажения кристаллических форм, вызванных условиями массовой кристаллизации и свойственно перманганату калия. В связи с тем, что КОН и K_2CO_3 относятся к высокорастворимым веществам и имеют общий ион с $KMnO_4$, они сильно понижают растворимость последнего. Возможно, этим и объясняется то обстоятельство,

что КОН и K_2CO_3 одинаково вызывают уменьшение размеров кристаллов $KMnO_4$, сохраняя их игольчатую форму.

Большая вязкость щелочных растворов также способствует образованию большого количества мелких, а не отдельных крупных кристаллов. Образование же своеобразных кристаллов, выпадающих из высококонцентрированных растворов КОН, зависит от чисто химических причин, связано с кристаллизацией манганата и не имеет общего со специфическим влиянием примесей в растворе на кристаллизацию $KMnO_4$.

Для получения некоторых данных о влиянии скорости охлаждения маточника на кристаллизацию были поставлены опыты, аналогичные описанным, но с различной скоростью охлаждения — от многих часов до 30 минут. Они показали, что даже при охлаждении от 80 до 20° за 30 минут успевают выпасть из водных растворов иглы, достигающие нескольких мм в длину, а в растворе 100 г/л КОН и 100 г/л K_2CO_3 образовывается осадок со средней длиной игл около 2 мм.

Таблица 3

Влияние перемешивания на кристаллизацию $KMnO_4$ из водного раствора

№ опытов	Содержание $KMnO_4$ в маточнике, г/л		Температура маточника, °С	Скорость мешалки, об/мин	Выход кристаллов, г	Гранулометрический состав продукта (вес. %)							Примечание
	нач.	кон.				10 мм	5—3 мм	2—3 мм	1—2 мм	0,5—1 мм	0,5—0,25 мм	< 0,25 мм	
1	120	51,5	80—22	0	46,3	38	24	16	10	7	4	1	Кристаллы игольчатые (размер указывается по длине игл)
2	120	52,2	82—20	6	45,8	0	0	6	24	28	23	8	Мелкие иглы, призмы и искаженные кристаллы
3	120	50,1	85—19	20	46,8	—	—	3	16	32	37	12	
4	120	53,4	85—21	60	45,5	—	—	2	12	28	37	21	

Из концентрированных по щелочи маточников выпадает порошкообразный осадок, проходящий через сито 0,25 мм, в состав которого входит манганат. Таким образом, даже при большой скорости охлаждения маточника и изменении соотношения между скоростью образования зародышей и ростом кристаллов может быть получен $KMnO_4$ в виде хорошо оформленного игольчатого кристаллического осадка как из водных, так и из щелочных растворов.

Для определения влияния перемешивания на форму и величину образующихся кристаллов была применена описанная в литературе методика [4]. В табл. 3 показаны результаты опытов, проведенных в водных растворах $KMnO_4$. Перемешивание сильно повлияло на внеш-



ний вид и гранулометрический состав полученного продукта. Форма кристаллов изменилась, появилось много неправильно оформленных кристалликов. Среди них были мелкие иглы, призмы, разнообразные еростки. При больших скоростях перемешивания иглы в кристаллах перестали встречаться.

Резко изменилась и величина кристаллов. Уже при малой скорости перемешивания исчезли кристаллы длиной более 2 мм, образовалось большое количество мелкой фракции. Та же картина наблюдалась и в щелочных растворах. Если в стационарных условиях получены мелкие игольчатые кристаллы, то перемешивание изменило их форму и размеры. Появилось большое количество мелких, сросшихся кристаллов неправильной формы, гранулометрический анализ которых показал наличие 10—20% фракции <0,01 мм. Такие изменения в характере осадка вызывают уплотнение осадка во время фильтрования и способствуют образованию комков во время сушки и хранения продукта.

Сравнение средних размеров кристаллов, полученных в покоящихся и перемешиваемых маточных растворах, показывает, что перемешивание, так же как и увеличение интенсивности перемешивания, увеличивает скорость образования зародышей в большей степени, чем скорость роста кристаллов. Это соответствует опытным данным, полученным для некоторых других солей [5].

Представляет интерес характер включения составляющих щелочного маточника в продукт. Если кристаллы KMnO_4 содержат 2—3 и более % щелочи, то это сказывается на их внешнем виде. Характерный для перманганата металлический блеск при хранении исчезает, кристаллы кажутся покрытыми матовым налетом. При увеличениях в 100 и более раз на теле основных кристаллов KMnO_4 видны мелкие, белые кристаллики K_2CO_3 . Анализ промышленных образцов технического KMnO_4 показывает полное отсутствие в нем КОН и наличие K_2CO_3 , количество которого меняется от 0 до 1%. В некоторых случаях обнаруживается 0,1—0,2% KHCO_3 . Это связано с тем, что кристаллы после центрифугирования содержат около 10% влаги, с которой связаны и другие составляющие маточника. При щелочности его около 100 г/л продукт может содержать до 1% щелочи. Во время сушки, которая происходит при температуре порядка 80°, КОН карбонизируется за счет углекислоты воздуха. Не исключена возможность протекания и процесса образования бикарбоната, чем и следует объяснить отсутствие в осадке едкого калия, являющегося обязательной составной частью маточного раствора.

Выводы

1. Крystalлизация $KMnO_4$ по принятой технологии происходит из щелочных растворов, в связи с чем изучено влияние состава раствора на процесс кристаллизации. Исследовано влияние содержания в растворе KOH (30—250 г/л) и K_2CO_3 (50—250 г/л). Максимальное извлечение $KMnO_4$ в твердой фазе получено при концентрации KOH 50 г/л.

2. Исследование характера изменения внешнего вида, размеров и формы кристаллов, образующихся в присутствии KOH , K_2CO_3 или их смеси, показало, что из исходных растворов, содержащих до 100 г/л KOH или 200 г/л K_2CO_3 , а также из смесей до 1200 г/л KOH и 100 г/л K_2CO_3 , в стационарных условиях даже при большой скорости охлаждения можно получать хорошо оформленные, игольчатые кристаллы $KMnO_4$.

3. Исследован характер изменений внешнего вида и гранулометрического состава кристаллов $KMnO_4$, образующихся в состоянии покоя и при перемешивании раствора с различной скоростью. Кристаллизация из щелочных растворов с интенсивным перемешиванием приводит к образованию большого количества мелких фракций и ухудшению некоторых физических свойств продукта.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии и
электрохимии

(Поступило в редакцию 26.5.1964)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. დობანსკი

ქალიშვიის პერმანგანატის კრისტალიზაციის საკითხისათვის

რეზიუმე

პერმანგანატის კრისტალიზაცია მოქმედი ტექნოლოგიით, ტუტე ხსნარებისაგან წარმოებს. ამიტომაც სტატიაში შესწავლილია ხსნარის შედგენილობის გავლენა კრისტალიზაციის პროცესზე. კერძოდ, შესწავლილია KOH -ისა (30 — 250 გ/ლ) და K_2CO_3 -ის (50 — 250 გ/ლ) ხსნარის გავლენა. პერმანგანატის მაქსიმალური ამოღება მყარ ფაზაში ხდება, როდესაც KOH -ის კონცენტრაცია 50 გ/ლ-ია.

შესწავლილია KOH -ის, K_2CO_3 -ისა და მათი ნარევის წყალხსნარებისაგან მიღებული $KMnO_4$ კრისტალების გარეგნული სახე, ზომა და ფორმა.

მიღებულია, რომ ხსნარები, რომლებიც შეიცავენ 100 გ/ლ KOH -ა ან 200 გ/ლ K_2CO_3 -ს, აგრეთვე 100 გ/ლ KOH -სა და 100 გ/ლ K_2CO_3 -ს ნარევის,

სწრაფად გაცივების შემთხვევაშიც კი, წარმოიქმნება პერმანგანატის კარგად გამოკვეთილ ნემსისებური კრისტალები.

შესწავლილია წარმოქმნილი პერმანგანატის კრისტალების გრანულომეტრული შედგენილობა და გარეგნული სახე, ხსნარების სხვადასხვა სიჩქარით ბრუნვისა და უძრავი მდგომარეობიდან.

ტუტე ხსნარებში ინტენსიური მორვეით კრისტალიზაციის დროს წარმოიქმნება წვრილი ფრაქციის დიდი რაოდენობა, რაც ერთგვარად აუარესებს პროდუქციის ფიზიკურ თვისებებს.

დადოებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Sackur, Taegener. Ztschr. Elektroch., 18, 1912.
2. F. Flottman. Ztschr. anorg. Chem., 73, 1, 1928.
3. P. Pascal. N. t. de ch. min, XII, 1047, 1960.
4. Л. Н. Матусевич. Докл. на первом совещании по росту кристаллов. Изд. АН СССР, М., 1957, 212.
5. М. В. Товбин, С. И. Краснов, ЖФХ., 25, 1949, 161.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Н. Ш. ГОГИШВИЛИ, Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР)

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ИОНОВ МОЛИБДЕНА
НА ЭЛЕКТРОЛИЗ СУЛЬФАТА
МАРГАНЦА

Ценные свойства электролитического марганца объясняют тот интерес, который проявляется к различным участкам технологии его производства. Основные усилия при этом направляются на изыскание способов повышения выхода по току металла, общего извлечения марганца и снижения производственных потерь.

При попытках решения этих вопросов одним из основных направлений следует считать изучение влияния примесей, так как катодный процесс выделения марганца чрезвычайно чувствителен к наличию их в электролите.

При получении марганца из марганцевых карбонатных руд Чиатурского месторождения [1] вредной примесью в электролите оказался молибденовый ион, который находится в руде в виде повелита— CaMoO_4 и молибдита— $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{MoO}_3 \cdot 7\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ [2]. Содержание молибдена в руде в среднем достигает 0,003%. Наличие в растворе ~1,5 мг/л молибдена лишило нас возможности получать катодный металл из электролизной ванны.

В известных в литературе работах [3, 4] исследователи ограничиваются только указанием на необходимость удаления из электролита коллоидов молибдена и мышьяка. Весь этот цикл работ не позволяет судить о влиянии примеси, о вызываемых ею эффектах на катоде, о допустимых пределах содержания и необходимой степени очистки. Настоящее исследование проведено с целью изучения влияния примеси иона молибдена на электролиз марганца.

Для случая электролиза марганца при наличии в электролите примеси иона молибдена интерес представляют данные о потенциалах изучаемых металлов.

Стационарный потенциал марганца в марганцевом электролите (смеси сульфатов марганца и аммония) имеет значение—1,216 в при MnSO_4 : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 0,1$ и 1,149 в при MnSO_4 : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 1$ [5].

Величина неравновесных потенциалов молибдена в марганцевом электролите не изучалась. По данным наших замеров, потенциал молибдена в растворе сульфата марганца и смеси сульфатов марганца и аммония при 20° характеризуется величиной, приведенной в табл. 1.

Величины потенциалов молибдена в растворах сульфата марганца в присутствии сульфата аммония при рН=3, 5, 7, 8 показывают значи-

Таблица 1

Неравновесный потенциал молибдена в растворах сульфата марганца и смеси сульфатов марганца и аммония (вольт)

Время, мин	Молибден				Медь
	MnSO ₄ рН 3,5	MnSO ₄ + (NH ₄) ₂ SO ₄ рН 3,5	MnSO ₄ + (NH ₄) ₂ SO ₄ рН 7	MnSO ₄ + (NH ₄) ₂ SO ₄ рН 8	MnSO ₄ + (NH ₄) ₂ SO ₄ рН 7
2	+0,2015	+0,1816	+0,0191	+0,0310	+0,0266
30	+0,2568	+0,2253	+0,0960	+0,0516	+0,0266
60	+0,2814	+0,2428	+0,1200	+0,0625	+0,0260
12 час	+0,3016	+0,2780	+0,1386	+0,0966	+0,0259

тельную зависимость от последнего. С уменьшением рН раствора потенциал молибденового электрода становится положительнее, что характеризует тенденцию металла к пассивированию. Слабая депассивация металла наблюдается при наличии в растворе сульфата аммония.

Сравнение величин перенапряжения водорода на никеле, кобальте и молибдене дает возможность сделать вывод, что коррозия пары $-Mn-Mo^+$ должна протекать менее интенсивно, чем коррозия пар $-Mn-Ni^+$ и $-Mn-Co^+$, благодаря несколько большему перенапряжению водорода на молибдене.

Методика работы

Ввиду трудности моделирования производственных ванн, была выбрана методика сравнительного электролиза. Параллельно работал ряд ванн, причем одна из них в каждом случае являлась стандартной.

Очистка электролита от имеющихся в нем примесей проводилась введением в раствор небольших количеств сульфида аммония. После сульфидной очистки в электролите слабовосстановительная среда уничтожалась посредством обработки раствора двуокисью марганца.

В качестве анодов применялись пластины из сплава свинца с серебром (1% Ag), предварительно формованные в горячем электролите, с целью получения на поверхности анодов плотного слоя мелкодисперсной двуокиси марганца; в качестве катодов применялись пластины из нержавеющей стали.

В качестве стандартных условий электролиза применялись концентрации: Mn—23—25 г/л, (NH₄)₂SO₄—150—160 г/л, температура—20—23° С.

В работе рассмотрены вопросы:

1) условия осаждения марганца на катоде при различных концентрациях примеси молибдена;

2) условия осаждения марганца на катоде в присутствии примеси молибдена в зависимости:

- а) от длительности электролиза;
- б) восстановительной среды (0,1 г/л SO_3^{2-});
- в) катодной плотности тока.

Результаты эксперимента

1. Внешний вид электродов в присутствии примеси иона молибдена

Марганец, в отличие от цинка, при наличии включений не показывает отдельных язвин.

Внешний вид осадков марганца, полученных из ванн с примесью иона молибдена, характеризуется при содержании его (1 мг/л) темными каймами по краям электрода, при более высоких содержаниях (~ 3 мг/л)—отдельными крупными очагами растворения в средней части катода. Наиболее характерные виды растворения марганца в присутствии иона молибдена приведены на рис. 1.

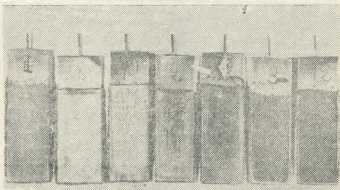


Рис. 1. Вид электродов с марганцем, полученных из ванн, содержащих примесь иона молибдена (мг/л): чистой; 0, 5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,75; 2,0; 3,0

2. Осаждение марганца при разных концентрациях примеси иона молибдена

Определялось влияние на электролиз марганца количества молибдена от нуля до предельно допускаемых концентраций.

Из результатов опытов следует подчеркнуть следующее: сравнение pH катодитов в конце опытов показывает более сильное защелачивание содержащих примесь молибдена; так, в ваннах с содержанием 1,25—3 мг/л молибдена катодиты показывают наличие мути в конце опыта.

Сравнительно спокойное протекание процесса наблюдается до 1,5 мг/л молибдена (рис. 2). Предельной концентрацией иона молибдена при принятых условиях электролиза нужно считать 1,5 мг/л, причем относительный катодный выход по току составляет 70—75% от обычного. Катодный металл при этом нездоровый, края электродов оголены от дендритов (см. рис. 1).

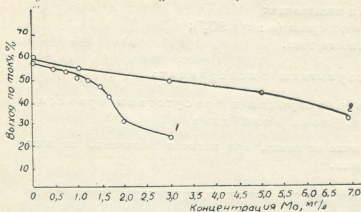


Рис. 2. Зависимость выхода по току в ваннах от содержания примеси иона молибдена: 1—электролит без восстановителя, 2—электролит с восстановительной средой—0,1 г/л SO_3^{2-}

При этом в катодном осадке обнаруживается от $4,3 \cdot 10^{-3}$ % (при 0,5 мг/л) до $4 \cdot 10^{-2}$ % (при 3 мг/л)

молибдена. Определение концентрации иона молибдена в течение электролиза в катодите при исходном содержании 1,8 мг/л Мо показало следующее:

Время, мин	0	5	10	20	30	60	120	180	240	480
Концентрация молибдена в катодите (мг/л)	1,8	1,45	1,40	1,29	0,97	0,8	0,7	0,62	0,35	0,25

Таким образом, основное количество молибдена выделяется на катоде за первые 60 минут, т. е. в начале электролиза. В течение последующего времени имеет место постепенная миграция ионов молибдена в катодит. Так что к концу электролиза в катодите сохраняется определенное количество молибдена, примерно 0,2—0,3 мг/л, которое при данных условиях не осаждается. Очевидно, что концентрация молибдена в электролите до 0,3 мг/л для электролиза не опасна.

3. Электролиз марганца в присутствии примеси молибден-иона и восстановителя сульфит-иона

Для проверки влияния восстановителя на электролиз марганца в присутствии молибдена была проведена серия опытов при содержании в электролите сульфит-иона в количестве 0,1 г/л. Эти опыты не дают исчер-

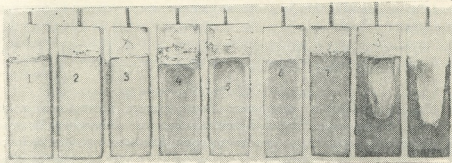


Рис. 3. Вид металла при электролизе в присутствии восстановителя с примесью иона молибдена (мг/л): 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7

пывающих данных о влиянии вообще восстановителей на электролиз марганца в присутствии примеси молибдена.

Наличие в электролите восстановителя $\text{SO}_3^{2-} \sim 0,1$ г/л дает возможность проводить процесс электролиза с высокими выходами по току в присутствии даже 3 мг/л молибдена (кривая 2, рис. 2).

Внешний вид металла, полученного из электролита с примесью иона молибдена в присутствии восстановителя, свидетельствует о локализации работы пар (рис. 3).

4. Протекание процесса электролиза марганца в присутствии примеси иона молибдена во времени

Влияние длительности электролиза на выход по току и качество металла определялось при концентрациях иона молибдена в электролите (мг/л): 0,5, 1,0, 2,0.

Данные рис. 4 свидетельствуют о росте интенсивности влияния примеси иона молибдена с увеличением продолжительности электролиза. Так, сравнение кривых рис. 4, показывает снижение выхода по току во времени для марганца при катодном осаж-

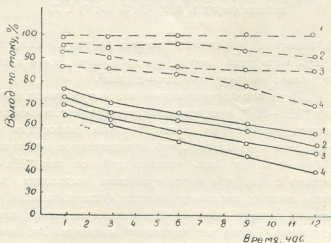


Рис. 4. Изменение выхода по току со временем при различных концентрациях иона молибдена (мг/л): 1) 0; 2) 0,5; 3) 1,0; 4) 2,0. Пунктирные линии — относительный выход по току

дении его из чистых ванн и довольно значительное усиление снижения при наличии примеси.

5. Влияние катодной плотности тока (D_k) на электролиз марганца в присутствии иона молибдена

Данные по влиянию изменения D_k на процесс электролиза в присутствии примеси иона молибдена показывают, что повышение D_k ведет к значительному снижению выхода по току как в ваннах без примеси, так и с примесью молибдена (рис. 5).

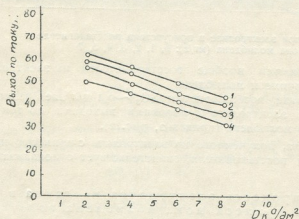


Рис. 5. Влияние плотности тока на выход по току марганца при различных концентрациях иона молибдена (мг/л): 1) 0; 2) 0,5; 3) 1,0; 4) 1,75

наблюдаемое понижение выхода по току. Так, при наличии в ваннах 1 мг/л молибдена выход по току при $D_k=8$ а/дм² на 21% отличается от выхода по току при $D_k=2$ а/дм².

Изучение коррозионного и электрохимического поведения марганца и пар $\text{Mn}^{2+}-\text{Mo}^{6+}$ в марганцевом электролите показало, что пара работает с неявно выраженным положительным разностным эффектом. Последнее позволяет предполагать, что отрицательное действие молибдена на электролиз не может быть вызвано работой пар $\text{Mn}^{2+}-\text{Mo}^{6+}$. Очевидно, это связано с тем, что перенапряжение выделения водорода на молибдене очень низкое; поскольку имеется факт попадания молибдена в катодный осадок, следует ожидать образования активных центров (в точках включения молибдена) для выделения водорода. Это должно привести к снижению выхода по току марганца и повышению рН электролита, что и наблюдается в опытах.

Повышение рН вызывает нарушение нормального хода электролиза и приводит к порче катодных осадков.

Известно, что с повышением плотности тока повышается перенапряжение выделения водорода и уменьшается обратное коррозионное растворение марганца, но при этом одновременно протекающие вторичные катодные процессы имеют значительное влияние на ход процесса электролиза и вызывают

Как известно из недавних работ А. Т. Ваграмяна и В. Н. Кудрявцева [6] с электролитом из сульфата железа, повышение pH является условием, облегчающим образование порошкообразных осадков железа в областях плотностей тока, достаточно далеко отстоящих от предельных.

Коллоиды молибдена, включаясь в катодный осадок марганца, возможно, создают условия для образования на катоде порошкообразных осадков марганца, наличие же больших участков порошкообразного металла с низким перенапряжением водорода создают условия для работы макропар.

Выводы

1. Сравнение данных о стационарных потенциалах металлов-примесей и перенапряжения водорода на них дает основание ожидать возрастания интенсивности действия примесей по ряду $Cu < Mo < Co < Ni$.

2. Допустимое количество ионов молибдена в марганцевом электролите, в зависимости от чистоты его и режима электролиза при отсутствии восстановительной среды, лежит в пределах от 1,25 до 1,75 мг/л. Наличие примеси в указанных пределах снижает выход по току марганца на 15—20 % при 11-часовом процессе.

3. Изменение некоторых факторов режима процесса катодного осаждения марганца в присутствии примеси молибдена влияет на величину выхода по току:

а) с увеличением времени электролиза влияние молибдена становится интенсивнее—выход по току заметно падает;

б) с увеличением плотности тока влияние примеси молибдена становится интенсивнее—выход по току падает.

4. В катодном металле содержание металла-примеси возрастает с увеличением его содержания в электролите.

5. Внешний вид осадков марганца, полученных из ванн с примесью молибдена, характеризуется: при содержании молибдена ~1,75 мг/л темной каймой по торцам электрода, нездоровыми дендритами, сам металл покрывается черным вязущим налетом, по-видимому, смеси мелкодисперсного молибдена и окисленных соединений марганца, или совершенно оголяется. На катоде не наблюдается ярко выделенных очагов растворения.

6. Электролиз сернокислых растворов с примесью молибдена при наличии восстановительной среды (0,12 г/л SO_3^{2-}) показал положительное влияние на процесс электролиза сульфит-иона, которое сказывается в увеличении выхода по току.

Академия наук Грузинской ССР

Институт прикладной химии и

электрохимии

Тбилиси

(Поступило в редакцию 28.4.1964)

6. გობიშვილი, რ. აბლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

მოლიბდენის იონების გავლენა მანგანუმის სულფატის
 ელემენტარობაზე

რ ე ზ ი უ მ ე

შრომაში ნაჩვენებია, რომ მოლიბდენის იონების კონცენტრაციის ზრდა მანგანუმის ელექტროლიტში იწვევს მანგანუმის დენით გამოსავლის შემცირებას. მოლიბდენის გავლენა უფრო ინტენსიური ხდება დენის სიმკვრივისა და ელექტროლიზის ხანგრძლივობის ზრდისას.

დადგენილია მოლიბდენის იონების დასაშვები კონცენტრაცია სტაციონალური აბაზანისათვის — 1,25—1,75 მგ/ლ და გამდინარე აბაზანისათვის < 1,0 მგ/ლ. მოცემულია მოლიბდენის სხვადასხვა კონცენტრაციის დროს მიღებული ნალექების აღწერილობა. ნაჩვენებია, რომ ელექტროლიტში სულფატ-იონის შეყვანისას მოლიბდენის იონის მავნე გავლენა შესამჩნევად მცირდება.

დაკოფიზებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Р. И. Агладзе и Н. Ш. Гогошвили. Вскрытие чиагурской карбонатной руды перколированием. Труды Института прикладной химии и электрохимии АН ГССР, II, 60, 1961.
- 2 С. С. Смирнов. Зона окисления сульфидных месторождений. Изд. АН СССР, М., 1951, 254.
- 3 И. Н. Плаксин и Д. И. Юханов. Гидрометаллургия. Metallurgizdat, М., 1949, 638.
- 4 А. Н. Салли. Марганец. М., 1959, 76.
- 5 Р. И. Агладзе, А. Э. Легран. Электродный потенциал марганца в водных растворах. Труды Института металла и горного дела, II, 1949.
- 6 А. Т. Ваграмян, В. Н. Кудрявцев. О причинах образования электролитических порошков металлов. ЖПХ, 35, 7, 1546.



ГЕОЛОГИЯ

Д. Г. ИОСЕБИДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ВЕРХНЕЙ ЮГЫ
ЗАПАДНОЙ АБХАЗИИ

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 9.7.1964)

Большая часть территории Западной Абхазии сложена верхнеюрскими отложениями, поэтому небезынтересно восстановить палеогеографические условия, существовавшие на данной территории в различные века поздней юры. С целью восстановления физико-географических условий мы исходили из анализа фаций и их изменений в вертикальном и горизонтальном направлениях и опирались в основном на данные по палеоэкологии встречаемых в этих отложениях ископаемых организмов. Нам удалось установить расположение береговой линии, характер и глубину бассейна верхнеюрского моря на различных участках Западной Абхазии.

Как известно, к концу средней юры в Грузии происходит крупная регрессия и море отступает в геосинклиналильные области, а в нижнем келловее начинается наступление моря. Эти явления очень хорошо выражены и в Абхазии. Здесь суша, существовавшая в пределах Главного хребта, в начале келловее сократилась в размерах, но не была полностью залита келловейским морем. Прямым доказательством этого является наличие кварцевого и аркозового материала в осадках, распространенных в верховьях р.р. Геги, Агепсты и Псоу. Этот материал не мог быть привнесен со стороны Грузинской глыбы, которая располагалась далеко на востоке от указанных мест. Значит, келловейское море с северной стороны было ограничено Главным хребтом.

На непосредственную близость суши с восточной и северо-восточной стороны указывает следующее явление: в ряде пунктов, например на р. Решаве, в верховьях р. Баклановки, в нижнем течении р. Бзыби, нижняя часть верхнеюрских глинисто-песчанистых отложений подстилается свитой конгломератов. Во всех случаях келловей представлен глинисто-песчанистыми осадками, исключение составляет только район р. Геги, где келловей начинается известняковыми конгломератами. Не только литологический анализ вышеупомянутых отложений, но и обнаруженная в них фауна указывают на их прибрежный характер. На прибрежный характер указывают такие прикреп-

ленные формы, как *Ostrea hemideltoidea* Lahusen, *Ctenostreon* cf. *pectiniformis* Schloth., *Lima duplicata* Sow., уплощенная форма *Exogyra nana* Sow. и др.

Гегская антиклиналь, вскрытая в среднем течении р. Геги, была создана среднеюрской орофазой и морем покрылась лишь в среднем келловее. На это указывает тот факт, что известняковые конгломераты района р. Геги, являющиеся базальными образованиями, содержат фауну среднего келловоя. Замещение песчано-глинистой фации келловоя известковистой на данном участке, по-видимому, обусловлено тем, что здесь мы имели возвышенный участок суши, который в нижнем келловее представлял собой небольшой остров в мелководном море, куда после его погружения под уровень моря, в среднем келловее, все же терригенный материал с близлежащей суши не доходил. Песчано-карбонатные отложения в разрезе р. Геги выше переходят в чистые известняки, что указывает на углубление мелководного моря.

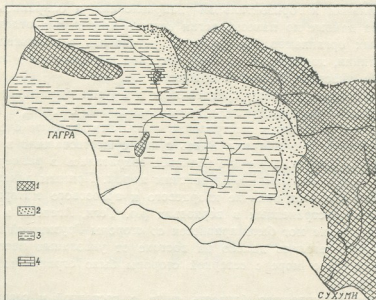


Рис. 1. Фации келловоя и нижнего оксфорда: 1—суша, 2—песчано-глинистые отложения, 3—глинисто-песчаные отложения, 4—карбонатные отложения

Мощность келловейских осадков изменчива в широких пределах: по р. Решаве она достигает 200 м, а в районе р. Геги ее мощность снижается до 3 м. Распределение различных фаций и палеогеографическая обстановка для келловейского века в Абхазии показаны на прилагаемой схематической карте (рис. 1).

В течение оксфорда море продолжало углубляться, но в основном все же представляло мелководный бассейн. Распределение суши и

моря в оксфорде в общих чертах не отличалось от келловейского. Немного изменялось очертание береговой линии, на что указывает увеличение количества песчанистого материала в некоторых пунктах. Северной границей оксфордского моря остался Главный хребет. По данным И. Р. Кахадзе [2], на востоке граница моря не выходила за пределы р. Гумисты. На близость береговой линии указывает и фауна двустворок и брюхоногих. Обитателями неритовой и прибрежной зон являются обнаруженные в бассейне р.р. Решавы и Баклановки *Pleuromya uniformis* Sow., *Pleuromya varians* Ag., *Camptonectes virdunensis* Buv., *Pseudomelania hedonia* d'Orb., *Purpuroidea bzbica* sp. n. и др. Южная граница этого бассейна ограничивалась средним течением р. Баклановки. Об этом свидетельствует выклинивание терригенных отложений в южном направлении. Палеогеографическая обстановка отображена на рис. 1.

Начавшиеся в келловее нисходящие движения продолжались и в лузитане, что выражено в Абхазии. После раннего оксфорда море лузитанского века увеличивает площадь. Восточная граница этого моря недалеко продвинулась в сторону суши. Восточнее верховьев р. Хипсты к верховьям р.р. Решавы и Баклановки карбонатные осадки лузитана, распространенные в западных участках Абхазии по горизонтали уступают место обломочным известнякам, которые без перерыва перекрывают терригенные отложения нижнего оксфорда. Это явление указывает на близость береговой линии, располагавшейся к востоку от верховьев р.р. Хипсты, Решавы и Баклановки.

В Центральной и Западной Абхазии появляются рифовые фации. В ряде мест коралловые постройки достигают большой мощности. В других местах отлагаются осадки в сопутствующих рифам фациях оолитовых и брекчиевидных известняков и мергелей. В районе Гегской антиклинали и хребта Кацирха по долине Псоу строится мощный риф, приближающийся к барьерному типу. В перекристаллизованных рифовых известняках сохранились шестилучевые кораллы, брюхоногие моллюски и местами плеченогие. На границе рифовых известняков со слоистыми осадками встречаются гнезда, переполненные остатками рифолюбов. Тут попадаются толстостворчатые двустворки, брюхоногие моллюски, крупные плеченогие. Так, например, в районе горы Ах-Ибох отчетливо наблюдается смена терригенной фации карбонатной в западном и северо-западном направлениях. Выходы мергелистых известняков, обнажающиеся у подножья горы Ах-Ибох, можно даже назвать устричниками. Эти слои датируются лузитаном. Обнаруженный комплекс фауны свидетельствует о богатой жизни на рифах и в пририфовой зоне. Здесь обнаружены руководящие лузитанские двустворки и плеченогие: *Lopha soli-*

taria Sow., *L. gregarea* Sow., *L. genuflecta* Arkell, *Mytilus pectinatus* Sow., *M. morrisii* Scharpe, *Parallelodon keyserlingii* d'Orb., вздутые *Exogyra nana* Sow. с завитой макушкой, характерные для сублиторальной зоны; *Lobothyris subformosa* Roll., *L. schmidti* Sim., *Postepithyris cincta* Cott., *P. etalloni* Roll., *Juralina rauraca* Roll. и др.

В районе урочища Джирхва (Бзыбская антиклиналь) и горы Брдзышха весь лузитан представлен мергелями и рифовыми известняками. В Абхазии рифовые и сопутствующие рифам фации развиты лишь в южной части лузитанского бассейна. К концу лузитана море начинает отступать и уже намечается смена нисходящих движений восходящими. В разрезе горы Дзышра среди лузитанских известняков появляются прослои песчаников и гли. Распространение рифовых известняков показано на палеогеографической карте лузитанского века (рис. 2).

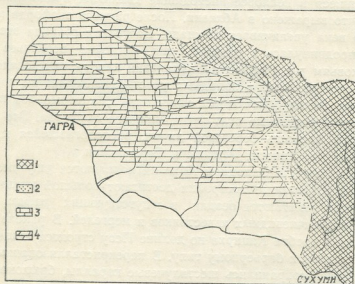


Рис. 2. Фации верхнего оксфорда (лузитана): 1—суша, 2—песчано-глинистые отложения, 3—рифовые и массивные известняки, 4—слоистые мергелистые известняки и мергели

Намечающиеся к концу лузитана восходящие движения достигают своей кульминационной точки в позднем кимеридже. В бассейне р. Агепсты фации кимериджа представлены пестрыми мергелями и мергелистыми известняками, которые перемежаются со слабобитуминозными известняками. Южнее этой полосы в разрезе Гегской антиклинали в осадках кимериджа почти нет терригенного материала. Еще южнее кимеридж и согласно продолжающий его титон представлены известняками или битуминозными известняками. Следовательно,

суша, откуда сносился материал в бассейн кимериджского моря, находилась севернее. От бассейна р. Геги к хребту Кацирха замечается увеличение терригенного материала. В районе хребта Кацирха развиты оолитовые, обломочные и слоистые известняки. К юго-востоку до горы Арабика преобладают битуминозные известняки, а от горы Арабика до северного крыла Бзыбской антиклинали кимеридж представлен брекчиевидными, битуминозными и сахаровидными известняками. Эти широкоразвитые карбонатные фации к востоку и югу сменяются отложениями, более богатыми терригенным материалом. Следовательно, в этих направлениях нужно предполагать близость суши. На южном крыле Бзыбской антиклинали, левом берегу р. Бзыби в урочище Джирхва, восходящие движения нашли свое выражение в увеличении количества терригенного материала. Так, кимериджские отложения, сменяющие песчанистые известняки лузитана, представлены пестрыми песчаниками и глинами, переслаивающимися с песчанистыми известняками, доломитами и мергелями. Восточнее в сторону горы Дзышра наблюдается преобладание терригенного материала над карбонатным. Здесь и намечается восточная граница рассматриваемого бассейна.

Смена карбонатных отложений терригенными, в частности пестроцветной свитой, хорошо видна в верховьях р. Решавы и на южных склонах горы Ах-Ибох. Здесь пестроцветная свита представлена типичными терригенными отложениями с линзами карбонатных пород, но уже в долине р. Баклановки известняки отсутствуют и рассматриваемые отложения полностью представлены терригенной фацией.

По данным Н. Г. Химшиашвили [5], карбонатные линзы пестроцветной свиты горы Ах-Ибох содержат фауну, согласно которой свита датируется кимериджем: *Hinnites fallax* Dollfuss, *H. cornuati* Log., *Avicula ophione* d'Orb., *A. plana* Contej. Состав фауны указывает на мелководные условия бассейна на данном участке. Представители рода *Hinnites* являются обитателями сублиторальной зоны; на глубине около 200 м живут *Avicula* [1].

В позднем кимеридже, как уже было упомянуто, регрессия достигает максимума и прибрежная часть кимериджского бассейна превращается в сушу. Карбонатные отложения с морской фауной нижнего кимериджа выше сменяются прибрежными песчано-глинистыми осадками пестроцветной свиты. В связи с омерлением бассейна создались условия, неблагоприятные для жизни моллюсков, и поэтому в верхнем кимеридже не найдены остатки ископаемых организмов.

За кимериджской регрессией в титоне последовала трансгрессия, но она незначительно расширила границы кимериджского бассейна, причем в ряде мест лагунные отложения кимериджа выше переходят

в морские отложения титона. На прилагаемой карте (рис. 3) отражены границы фаций в кимериджском веке. Хотя трансгрессия, начавшаяся в титоне, имела ограниченное распространение, углубление бассейна было все же заметным. Об этом говорит то, что терригенные осадки кимериджской пестроцветной свиты, заканчивающиеся гипсоносными лагунными отложениями, выше сменяются известняками и мергелистыми известняками. К концу юрского периода произошло мощное горообразование, за которым последовал интенсивный рост рифов. Это совпадение не случайно. Его можно объяснить тем, что в период горообразовательных движений и непосредственно после окончания складкообразования дно геосинклинального моря отличалось особой подвижностью и было неровным. Возникали как бы валобразные вздутия, частично поднимающиеся над уровнем моря и образующие архипелаги. Вокруг этих подводных поднятий и около островов расселялись рифостроящие организмы. После окончания горообразования наступило устойчивое погружение дна моря, и тогда возникли мощные рифовые постройки. Палеогеографическая обстановка титонского времени показана на рис. 4.

Возраст мергелистых известняков в районе гор Дзышра и Брдзышха, сахаровидных известняков в окрестностях оз. Рица и в среднем течении р. Бзыби установлен на основании наличия морской титонской фауны пластинчатожаберных, брюхоногих и плеченогих. Весь комплекс фауны представлен рифолюбными формами: *Ctenostreon proboscideum* var. *rarecostatum* Lev., *Diceras speciosum* Münster, *Dic. staszicii* Zeusch., *Ptygmatis pseudobruntrutana* Gemm., *Phaneroptyxis austriaca* Zitt., *Ph. kokkozensis* Vogdt, *Jtiera gemmellaroi* Pčel., *Rhactorhynchia corallina* var. *neocomiensis* Jac. et Fall., *Rhynchonella moeschi* Roll., *Zeilleria kokkozensis* Mois.

Находки расщепленнозубых пластинчатожаберных моллюсков [3] обычно связаны с коралловыми рифами, по отношению к которым они являются спутниками, располагавшимися на внешней стороне рифов в зоне активного движения водных потоков. К характерным формам пририфовых образований относятся представители рода *Ctenostreon*. Весь комплекс фауны указывает на нижнетитонский возраст известняковой фации. Верхний титон не охарактеризован фаунистически, хотя он должен быть представлен, так как на упомянутых участках не отмечается перерыва в отложении между титоном и нижним неокомом.

Наряду со всеми перечисленными данными, присутствие нижнетитонской фауны рифолюбов указывает на наличие в титонское время мелководного морского бассейна. Восточная граница этого бассейна проходит в районе гор Ах-Ибок и Брдзышха. На юг осадки титона далеко не заходят, трансгрессия и в этом направлении ограничена.

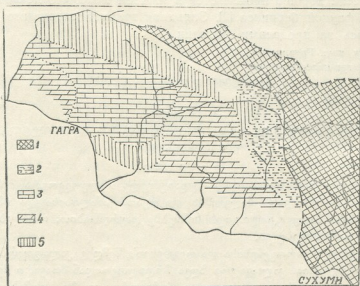


Рис. 3. Фации кимериджа: 1—суша, 2—прибрежные лагунные отложения (глины, песчаники, гипсоносные слои), 3—массивные, битуминозные известняки, 4—мергелистые известняки, мергели, 5—цветные мергели с терригенным материалом

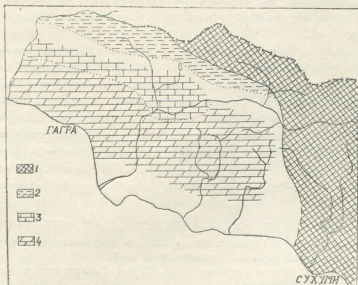


Рис. 4. Фации титона: 1—суша, 2—флишевые отложения, 3—рифтовые и массивные известняки, 4—известняки и мергелистые известняки

Трансгрессия хорошо проявляется в нижнем меле, что сказано руководящей фауной берриаса [2]. Западная граница титонского бассейна находилась за пределами Абхазии.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт палеобиологии

(Поступило в редакцию 9.7.1964)

გეოლოგია

ჯ. იოსებიდე

დასავლეთ აფხაზეთის ზედაიურული დროის პალეოგეოგრაფიის
 შესწავლისათვის

რეზიუმე

დასავლეთ აფხაზეთისათვის ზედაიურული პალეოგეოგრაფიის სურათი აღდგენილია ძირითადად ნალექების ფაციესთა ანალიზისა და იმ ნამარხი ორგანიზმების პალეოკოლოგიურ ნიშნებზე დაყრდნობით, რომლებიც ამ ნალექებიდანაა მოპოვებული.

შუაიურული ოროგენეზისა და ჩეკრესიის შემდეგ კალოვიურში დაიწყო ზღვის ტრანსგრესია. კალოვიური ზღვა ჩრდილოეთიდან მთავარი ქედით იყო შემოსაზღვრული; მისი აღმოსავლეთი საზღვარი კი მდ. გუმისთამდე ვერ აღწევდა. ქვედა ოქსფორდულში ხმელეთისა და ზღვის განაწილება ბევრად არ განსხვავდებოდა კალოვიურისაგან, მცირედ შეიცვალა მხოლოდ სანაპირო ზოლის მოხაზულობა.

კალოვიურში დაწყებული დაღმავალი მოძრაობა გრძელდებოდა ზედა ოქსფორდულშიც (ლუზიტანურში). ამ დროისთვის ცენტრალურ და დასავლეთ აფხაზეთში ჩნდება რიფული ფაციესი, მარჯანთა ნაგებობანი დიდ სიმძლავრეს აღწევენ.

ლუზიტანური დროის დასასრულს იწყება აღმავალი მოძრაობა, რაც თავის მაქსიმუმს ზედა კიმერიჯულში აღწევს. კიმერიჯული აუზის სანაპირო ზოლის ადგილს იჭერს ხმელეთი. აუზის გათხელებასთან დაკავშირებით შეიქმნა მოლუსკთა ცხოვრებისათვის არახელსაყრელი პირობები. ამიტომ არის, რომ ზედა კიმერიჯულ ნალექებში ნამარხი ორგანიზმების ნაშთები თითქმის არ მოიპოვება. კიმერიჯული რეგრესია შესცვალა ტიტონურ ტრანსგრესიამ ტიტონური დროის აუზის აღმოსავლეთ საზღვრად შეიძლება მივიღოთ მთა ახ—ბიზის რაიონი. ტიტონური ნალექები სამხრეთით შორს არ ვრცელდებიან, ხოლო ამ აუზის დასავლეთ საზღვარი სცილდება საკვლევე რაიონის ფარგლებს.

დასავლეთი ლიბიატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Б. П. Жижченко. К изучению фаций второго средиземноморского яруса. Труды геологической службы Грузнефти, в. 6, 1937.
2. И. Р. Кахадзе. Грузия в юрское время. Труды Геологического института АН ГССР, т. III (VIII), 1947.
3. В. Ф. Пчелинцев. Рудисты мезозоя горного Крыма. Изд. АН СССР, 1959.
4. А. И. Равикович. Современные и ископаемые рифы. Изд. АН СССР, 1954.
5. Н. Г. Химшиашвили. Верхнеюрская фауна Грузии. Изд. АН ГССР, 1957.

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Л. Ш. ДАВИТАШВИЛИ (академик АН Грузинской ССР), Т. Г. КИТОВАНИ
О ФИЛОГЕНЕЗЕ НЕКОТОРЫХ *CARDIIDAE* ИЗ ГУРИЙСКИХ И
ЧАУДИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Мы уже писали о связях между комплексами солоноватоводных моллюсков куяльника, гурия и чауды [1]. Здесь мы попытаемся рассмотреть филогенетические отношения тех групп, к которым причаждлежат формы, обычно фигурирующие под названиями *Didacna digressa* Livent., *Did tschaudae* Andrus., *Did. plesiochora* Dav. и *Did. pleistopleura* Dav. Первый из упомянутых видов относим к новому роду *Digressodacna* Dav. et Kit. nov. gen., второй—к роду *Tschaudia* Dav. а третий к роду *Submonodacna* Livent.

Род *Digressodacna* genus novum.

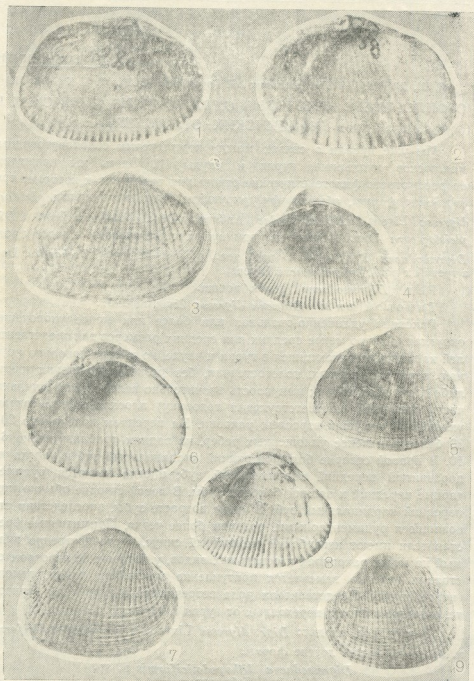
Типовой вид: *Didacna digressa* Livental 1931.

Раковина удлинненно-овальная или более или менее укороченно-округлая, обычно менее средних или средних размеров для представителей кардиид, встречающихся в гурии и чауде, но иногда довольно крупная, неравносторонняя, толстостенная, без резкого утолщения каких-либо отдельных частей; выпуклость значительно колеблется. Начальная часть раковины (соответствующая годовику) плоская, с чем связано уплощение макушки взрослых раковин. На переднем поле около 20—30 более или менее уплощенных ребер, на заднем приблизительно 6—10. В правой створке большой задний кардинальный зуб и иногда недоразвитый передний кардинальный зуб; иногда имеются рудиментарные передний и задний боковые зубы. В левой створке обычно лишь передний кардинальный зуб. В юном возрасте зубы, впоследствии становящиеся рудиментарными, развиты более четко. Примитивные представители имеют неглубокий мантийный синус, часто явственно видимый на юных раковинах и остальных видов, у которых во взрослом состоянии нередко замечается притупление мантийной линии, гомологичное синусу. Представители рода встречаются в гурийском горизонте, а также в слоях, переходных от гурия к чауде.

В этот род входят: *Digr. digressa* Livent., *Digr. lithopodoliciformis* n. sp. и некоторые другие формы.

Digressodacna lithopodoliciformis n. sp.
Табл. рис.

Didacna digressa Liv.: Эберзин 1962, тб. XXXIII, фиг. 4, 10.



Голотип: Институт палеобиологии АН Грузинской ССР, № 58-Г.

Описание. Раковина удлинённая, умеренно неравносторонняя, умеренно выпуклая, со слабо выраженным килевым перегибом, довольно толстостенная. Макушки почти не выступают над верхним краем. Наружная поверхность покрыта уплощенными ребрами, которых на переднем поле около 20, на заднем же лишь близ макушки видно около шести тонких ребрышек, которые по направлению к краю раковины сглаживаются. В замке правой створки маленький задний кардинальный зуб, а в левой — маленький передний кардинальный. Во взрослом состоянии боковые зубы отсутствуют. Мантийная линия в своей передней части, у отпечатка переднего сводящего мускула, значительно удалена от края раковины, а далее назад она может несколько опускаться. В области, гомологичной синусу, мантийная линия обнаруживает значительную изменчивость: на одних экземплярах имеется маленький синус, на других — притупление, развитое в различной степени.

Онтогенетические изменения. Сюда относятся относительно слабо выпуклые представители рода, но в течение онтогенеза выпуклость створок возрастает: наименьшая она у годовиков, которые еще очень плоски, а затем, ниже, на наружной поверхности, кроме нежных струек нарастания, видны более грубые уступы, причем каждый отдел раковины, расположенный между двумя ближайшими друг к другу уступами, немного отклоняется внутрь, т. е. по направлению к плоскости смыкания створок. Благодаря этому по мере роста относительная выпуклость раковины нарастает. Эта черта развита у данного вида слабее, чем у других представителей рода.

Сравнение. Рассматриваемый вид связан незаметными переходами с *Digr. digressa* (Livent.). А. Г. Эберзин [2] хорошо показал огромную изменчивость *Digr. digressa*. Однако эта изменчивость не носит совершенно беспорядочного характера: намечается господствующая направленность изменений в сторону увеличения выпуклости раковины, возрастания ее размеров и редукции синуса мантийной линии.

Объяснение таблицы

- Рис. 1. *Digressodacna lithopodoliciformis* Dav. et Kit. Паратип № 280-Г. Грузия, Гурия, с. Хварбети, гурийские слои. Левая створка внутри $\times 1,25$.
- Рис. 2 и 3. *Digressodacna lithopodoliciformis* Dav. et Kit. Голотип № 58-Г. Грузия, Гурия, с. Хварбети, гурийские слои. Первая створка, 2—изнутри, 3—снаружи $\times 1,25$.
- Рис. 4 и 5. *Submonodacna pleistopleura* Dav. Паратипы № 163/14-Ч. Грузия, Гурия, г. Цвермагала, чаудинский горизонт. 4—Правая створка изнутри; 5—та же снаружи $\times 1/2$.
- Рис. 6—9. „*Monodacna*“ *pleonexia* Dav. Паратипы 4-К и 1-К. Грузия, Гурия, с. Цихисперди, куяльницкие слои. 6—Правая створка изнутри; 7—та же снаружи; 8—левая створка изнутри; 9—та же снаружи $\times 1/1$



Одно из существенных отличий *Didr. digressa* от описываемого вида — увеличение выпуклости раковины — связано с тем, что концентрические отделы, каждый из которых, очевидно, соответствует годовичному росту, у нее сильнее отклоняются в сторону плоскости смыкания створок, чем у *Digr. lithopodoliciformis*. Это хорошо видно на относительно слабо выпуклой *Digr. digressa*, изображенной в монографии Эберзина на тб. XXIII, рис. 5 с. В дальнейшем эта черта усиливается, и поверхность годовика может оказаться горизонтальной или даже опрокинутой в обратную сторону, т. е. наклоненной к замку раковины. Таким образом, у *Digressodacna* увеличение выпуклости раковины часто осуществляется не равномерным и плавным отклонением растущей раковины в течение всего периода ее роста, а несколькими этапами; в пределах каждого из них раковина сохраняет способ роста, не связанный с усилением выпуклости, но зато сильно отклоняется в сторону плоскости смыкания на грани между двумя этапами (на «годовых кольцах»).

Вопрос о происхождении рода *Digressodacna*. Один из нас высказывал предположение о его близких филогенетических отношениях к куяльницким формам, обычно фигурирующим под названием дидакномий [3]. К роду *Didacnomya* Н. И. Андрусов относил дидакнообразные формы со слабо развитым синусом мантийной линии. В диагнозе рода *Didacna*, содержащемся в монографии Эберзина ([2], 26), сказано: «Мантийная линия всегда цельная». Куяльницкие дидакномии имеют свойственную также дигрессодакнам приплюснутую макушку; это зависит от того, что и у них юные раковины—годовики были плоские. В дальнейшем, на следующем этапе онтогенеза, раковина, оставаясь в общем уплощенной, отклонялась в сторону плоскости смыкания створок, имея плоские, у большинства видов, ребра наружной поверхности и небольшой синус или синусообразное притупление мантийной линии.

Из куяльницких моллюсков Гурии и Абхазии этими чертами обладают, кроме вида, определяемого как *Didacnomya vulgaris* Sinz., еще «*Monodacna*» *dalii* Tschel., которая, к тому же, приближается к роду *Digressodacna* по числу ребер: по Челидзе ([4], 184, 212) на переднем поле 28—30 ребер, а на заднем 6—7. У «*Monodacna*» *dalii* гораздо полнее, чем у дигрессодаки, развит замковый аппарат; но это не может считаться препятствием к признанию близких родственных отношений между обоими видами, поскольку ослабление замка у гурийских кардий, по сравнению с куяльницкими,—общеизвестное явление. Не предвешая вопроса о том, из какого куяльницкого вида непосредственно

развились дигрессодакны, мы можем считать установленным, что они произошли от куяльницких форм, группирующихся вокруг *Didacnomya vulgaris* или очень сходных с последними.

Род *Tschaudia* Davitashvili, 1956

Типовой вид: *Didacna tschanda* Andrus.

Раковина довольно крупная или средних размеров, округлая (иногда «монетовидная») или овально-треугольная, слабо выпуклая, умеренно или слабо неравносторонняя, довольно толстостенная, нередко массивная, особенно в передней части. Макушка почти не выдается над замочным краем. Килевой перегиб выражен очень слабо. На переднем поле обычно 12—14 ребер, на заднем 4—7. В замке правой створки массивный задний кардинальный зуб, имеющий в плане вид узкого треугольника, обращенного вершиной к макушке, а впереди него маленький сливающийся с краем передний кардинальный зуб, который иногда совершенно отсутствует. В левой створке массивный, тоже треугольный в плане, передний кардинальный зуб. Боковых зубов нет. Отпечаток переднего сводящего мускула сильно вдавленный, небольшой; отпечаток заднего сводящего мускула по площади крупнее, не поверхностный. Мангитная линия без синуса.

Сравнения. Этот род очень близок к *Digr. digressa*, и стратиграфически выше слоев с последней встречаются формы, переходные от *Digressodacna* к *Tschaudia*. В процессе филогенеза рассматриваемого рода происходит уплощение раковины и уменьшение числа ребер, сопровождающееся расширением межреберных бороздок; у чаудий заметно никаких признаков: ни синуса мангитной линии, ни ее притупления на том месте, где у некоторых дигрессодакн имеется слабо развитый синус. Нет сомнения в том, что *Tschaudia* развилась из *Digressodacna*. Если при формировании рода *Digressodacna* происходило в основном увеличение выпуклости раковины, то в процессе образования рода *Tschaudia* совершался обратный процесс—уплощение раковины. Это различие, связанное, очевидно, с экогенетическими изменениями, которые мы затронем несколько дальше, заставляет нас считать необходимым выделение рода, несмотря на малочисленность видов, которые следует к нему отнести.

Отдельные формы рода отличаются одна от другой степенью уплощения раковины, ее очертаниями, ее величиной, числом ребер и другими признаками.

Род *Submonodacna* Livental, 1931.

Типовой вид: *Didacna pleistopleura* Dav.

В. Э. Ливенталь ([5], 26 и 27) не дал характеристики рода. Однако он отметил, что «следует его считать генетически связанным с

родом *Cardium* и от него происходящим в результате ослабления замка в условиях, нам пока не известных, но не способствовавших одновременному развитию при этом синуса». Разделяя мнение автора о целесообразности выделения этого рода, дадим его краткий диагноз.

Раковина довольно крупная, тонкостенная, умеренно неравносторонняя, умеренно выпуклая; макушка мало возвышается над замковым краем. Кля нет, и резкие перегибы на поверхности отсутствуют. Равномерно тонкие створки с многочисленными и очень тонкими межреберными бороздками, делают раковину своеобразно изящной. Замковая пластинка тонкая. В правой створке один небольшой задний бугорковидный кардинальный зуб; иногда заметны рудиментарные боковые зубы. В левой створке небольшой кардинальный (передний) зуб, а боковые отсутствуют. Мантийная линия без синуса.

К этому роду мы относим не только *Submonodacna pleistopleura* с подвидом *Submon. pleistopleura pseudomultistriata* Dav., но и *Submon. plesiochora* Dav., а также некоторые пока не описанные формы из чаудинского и гурийского горизонтов.

Древнейшие известные формы рода встречаются в гурийских отложениях Гурии. В чаудинское время они получают широкое распространение. В историческом развитии субмонодакны наблюдается заметное увеличение раковины.

Из форм, описанных до настоящего времени, с *Submonodacna* наиболее сходен вид, описанный под названием *Monodacna pleonexia* Dav. из куяльницких отложений Поквешы, в Абхазии. Существенное различие между описываемым родом и «*Mon.*» *pleonexia* заключается лишь в присутствии у этой последней формы очень неглубокого округленного синуса. Остальные черты, которыми «*Mon.*» *pleonexia* отличается от *Submonodacna*, — наличие у первой переднего и заднего боковых зубов в правой створке и несколько меньшая величина раковины — почти неизбежны у форм одного филогенетического ряда из разных горизонтов: куяльника и гурия. Поскольку установлен факт исчезновения слабо развитого синуса в другой группе гурийских кардинид, в роде *Digressodacna*, нас не может удивлять вторичное «округление» мантийной линии в задней ее области у *Submonodacna*. Для сравнения даем изображения *Submon. pleistopleura* Dav. и «*Mon.*» *pleonexia* Dav. (табл. р. 4,5). В гурии обнаружен также и *Submon. plesiochora* Dav., которая до сих пор считалась присущей лишь чауде.

Представители рода встречаются в чаудинских отложениях мыса Чауда, Галлиполи, Гурии и мыса Идукопас.

Филогенетические и таксономические соображения. Невозможно выделить некоторых новых родов гурийско-чаудинских кардий. Нельзя на основании грубого наружного сходства отнести формы дигрессодакн к роду *Didacna*, для которого цельная мантийная линия и некоторые другие особенности — первичные признаки, в то время как у дигрессодакн и их потомков чаудий цельная мантийная линия есть филогенетически вторичное явление. Новые роды *Digressodacna* и *Tschaudia* отличаются друг от друга и от остальных родов солоноватоводных кардий не в меньшей мере, чем ранее выделенные роды.

Экогенетические соображения. Самостоятельность родов *Digressodacna*, *Tschaudia* и *Submonodacna* подтверждается экогенетическим анализом этих групп. *Digressodacna* и *Submonodacna* возникли не позднее начала гурья, но, возможно, еще в куяльнике. Обе эти родовые группы произошли от форм, которые закапывались в осадок глубоко и потому имели мантийную линию с синусом. Один из нас [6] высказал мнение, что такие, более или менее эндобионтные, формы имеют, при прочих равных условиях, больше шансов выживания при изменении экологических условий, чем формы, живущие на поверхности осадка или лишь незначительно, небольшой частью тела, в него углубляющиеся. Из двустворок куяльника, по-видимому, ведших эпибионтный образ жизни, в гурьи выжили лишь очень немногие, да и те клонившиеся к полному упадку реликты. Отсюда перед названными группами кардий открылась перспектива интенсивной экогенетической экспансии. И вот перед нами — выходцы из эндобиоса, дигрессодакны и субмонодакны, ставшие на путь укорочения сифонов (с возвратом состояния последних к нормальному для дидакнообразных кардий) и увеличения вздутости раковины, ее выпуклости. В дальнейшем, в более поздней части гурья или на грани гурья и чауды, когда на сцену выступают представители рода *Didacna sensu proprio*, лучше приспособленные к освоению большинства ниш, ранее занимавшихся «ложными» дидакнами родов *Digressodacna* и *Submonodacna*, эти два рода отступают на второй план, и численность их популяций значительно снижается. Впрочем субмонодакны смогли все же сохраниться — особенно их формы с легкой тонкостенной раковинкой, экологически довольно далекие от настоящих дидакн. Из дигрессодакн же исчезают наиболее «дидакнообразные» формы, даже по облику очень напоминающие настоящих дидакн (в частности, такие, как «*Digr. triquetra*» Livent.), а остаются относительно мало выпуклые формы, которые в дальнейшем развиваются в направлении *Tschaudia tschaudae* — тол-

стостенных, но невыпуклых форм с массивной передней частью примакущечной области и с цельной мантийной линией. Эти формы, конечно в достаточной степени отклонялись экологически от настоящих дидакн и потому не испытывали значительной конкуренции со стороны этих последних. Чаудии представляли особый экологический тип в солонатоводном бассейне того времени и могли развиваться в относительно благоприятных условиях. С этим, очевидно, связано возникновение, несмотря на незначительную длительность чаудинского времени, различных видов и подвидов чаудий, которые вымерли лишь при резком изменении гидрологических условий в конце чауды.

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

(Поступило в редакцию 17.8.1964)

პალეობიოლოგია

ლ. დავითაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
თ. კიტოვანი

გურიული და ჩაუდური ნალექების ზოგირითი *CARDIIDAE*-ბის
ფილოგენეზის შესახებ

რ ე ხ ი მ ე

სტატიაში აღწერილია ახალი გვარები *Digressodacna* (ახალი სახით *Digr. lithopodoliciformis*)—გურიის გურიული შრეებიდან და *Tshaudida*—წავი ზღვის აუზის ჩაუდური შრეებიდან. განხილულია კუილნიკური, გურიული და ჩაუდური ნალექების ზოგირითი *Cardiidae*-ბის ფილოგენეზური დამოკიდებულება და ეკოგენეზი.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Ш. Давиташвили и Т. Г. Китовани. О преемственной связи между комплексами солонатоводных моллюсков куяльника, гурья и чауды. Вопросы геологии Грузии, XXII сессия МГК. Изд. АН ГССР, 1964.
2. А. Г. Эберзин. Солонатоводные кардииды плиоцена СССР, ч. IV. Труды Палеонтологического института АН СССР, т. XCI, 1962.
3. Л. Ш. Давиташвили. О развитии фауны Черноморского бассейна в течение плиоцена. Сообщения АН ГССР, т. XVII, № 3, 1956.
4. Г. Ф. Челидзе. Двустворчатые нижнего и среднего плиоцена Грузии. Вестник Гос. музея Грузии, т. XIII А, 1946.
5. В. Э. Ливенталь. Геологические исследования в юго-западной части Гურიиского нефтеносного района. Труды АЗНИИ, вып. II, 1931.
6. Л. Ш. Давиташвили. Об условиях выживания и вымирания животных при изменениях гидрологического режима в морских бассейнах. Сообщения АН ГССР, т. XVI, № 9, 1955.

Г. Л. ЗОДЕЛАВА, Е. Н. БОГАЧЕВА, И. С. ГВИЛАВА,
 Н. Д. ГОГОХИЯ, Г. А. ЗУКАКОВ

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
 ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
 ПОСТОЯННЫХ НАГРУЗОК

(Представлено академиком Р. Р. Двали 13.7.1964)

В отличие от большинства конструкционных материалов, пластическим массам присущ релаксационный характер процессов деформирования.

На рис. 1, 2, 3 даны кривые ползучести некоторых конструкционных пластических масс. Как можно убедиться, при малых напряжениях после начального периода деформация увеличивается медленно, асимптотически приближаясь к некоторому постоянному значению. В наших экспериментах при малых напряжениях после 70—80 часов наблюдалось полное затухание роста деформаций. При более высоких напряжениях происходил непрерывный рост деформаций: после начального периода быстро уменьшалась скорость деформирования и изменение деформаций приобретало характер установившегося процесса (с постоянной скоростью деформирования).

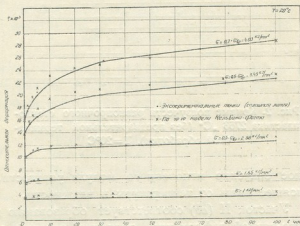


Рис. 1. Кривые ползучести винипласта „А“ (ТУ МХП 3823—53), $T=20^{\circ}\text{C}$

Таким образом, весь диапазон изменения напряжения от 0 до σ_{max} некоторым напряжением $\sigma_{\text{н}}$ делится на две отличающиеся друг от друга области (рис. 4): нижнюю область $\sigma < \sigma_{\text{н}}$, где скорость деформации стремится к нулю и снижение прочности материала во времени не имеет места, и верхнюю область $\sigma > \sigma_{\text{н}}$, в которой происходит непрерывное увеличение деформаций и разрушение материала неизбежно.



Напряжение $\sigma_{н}$, делящее весь диапазон деформирования конструкционного пластика на две области, является тем предельным напряжением, которое материал может воспринять без разрушения в течение бесконечно большого времени. Придерживаясь определения [1], напряжение $\sigma_{н}$ в дальнейшем будем называть нижним пределом длительной прочности.

Как показывают эксперименты, в нижней области $\sigma < \sigma_{н}$ кривую деформации во времени можно разделить на три участка (рис. 4).

Участок I (Oa) соответствует мгновенному приложению нагрузки, вызывающему мгновенные упругие деформации, скорость развития которых равна скорости приложения нагрузки. Мгновенным упругим деформациям соответствует определенное значение мгновенного модуля упругости, для данного пластика зависящее лишь от температуры и влажности.

Участок II (ab) соответствует образованию и развитию во времени упруго-вязкой деформации, величина которой зависит от величины напряжения.

Участок III (bc) характеризует процесс затухания скорости деформации во времени—деформация медленно стремится к некоторому постоянному значению (при $\sigma = \sigma_{н}$ к $\epsilon_{н}$).

Упруго-вязкая деформация, развивающаяся на участках II и III нижней области деформирования, является обратимой—через определенное время после снятия нагрузки эта деформация практически исчезает (рис. 1).

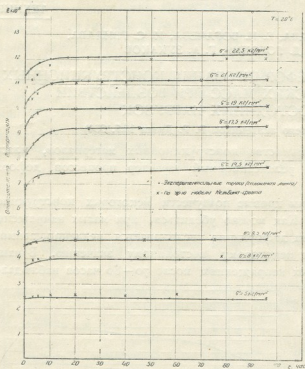


Рис. 2. Кривые ползучести равнопрочного стеклопластика 2763 „С“ (без предварительной термической обработки), $T=20^{\circ}\text{C}$

Нижнюю область (рис. 4) впредь мы будем именовать областью упруго-вязких деформаций, а явление изменения деформации во времени в этой области—упруго-вязкой ползучестью.

В верхней области кривую деформации во времени можно разделить на четыре участка: участок I (od)—участок мгновенных упругих деформаций; на участке II развивается упруго-вязкая деформация с уменьшающейся скоростью роста деформации. По истечении определенного времени образование и рост упруго-вязкой деформации прекращается и начинается образование пластической деформации (при этом плавность кривой не нарушается). Участок II (de) представляет собой неустановившуюся стадию деформации (ползучести) и характеризуется постепенным уменьшением скорости возрастания деформации. Участок III (ef)

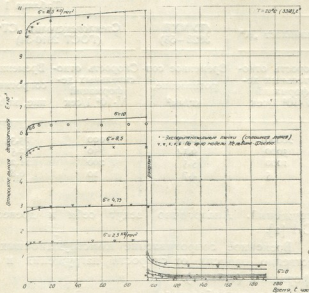


Рис. 3. Кривые ползучести равнопрочного стеклопластика 3318 °С (без предварительной термической обработки), $T=20^{\circ}\text{C}$



Рис. 4. Кривые развития деформаций во времени

При длительных испытаниях конструкционных полимерных материалов кривые деформации во времени в области пластических деформаций могут иметь различный вид, однако они будут содержать основные элементы приведенной кривой (рис. 4).

является установившейся стадией ползучести, при которой пластическая деформация протекает с постоянной скоростью. После накопления пластической деформации на участке IV (fg) происходит резкое увеличение скорости деформации и разрушение материала. Эту область мы будем называть областью пластических (вязких) деформаций, а явление изменения деформаций во времени—пластической ползучестью.

При длительных испытаниях конструк-

При разгрузке образца в области пластических деформаций сначала исчезает мгновенная упругая деформация, образовавшаяся при нагружении, затем со временем исчезает упруговязкая деформация.

Таблица 1

Винипласт „А“	(ТУМХП 3823-53)	Стеклотекстолит „СТ“ (ГОСТ 2910-54)	
Скорость относительных деформаций $V \cdot 10^6$ 1/сек	Временное сопротивление, кг/мм ²	Скорость относительных деформаций $V \cdot 10^6$ 1/сек	Временное сопротивление, кг/мм ²
20000	6,62	1000	13,34
3000	6,14	750	12,5
1000	5,5	200	11,2
5	4,7	10	6,8

В результате остается пластическая деформация, развившаяся в нагруженном состоянии (рис. 1). Закономерность образования и развития деформаций в этой области зависит от истории предыдущих

нагрузений. Аналогично ведут себя и древесно-слоистые пластики ДСП [2].

Временное сопротивление конструкционных пластических масс существенно зависит от скорости нагружения и скорости вынужденных деформаций (табл. 1).

Как можно убедиться, временное сопротивление характеризует только данный процесс испытания и его можно представить суммой двух членов:

$$\sigma_v = \sigma_n + \sigma_v, \quad (1)$$

где σ_n — нижний предел длительной прочности, а σ_v — прирост напряжения сверх σ_n , обусловленный скоростью развития вынужденных деформаций.

Обозначив через σ_t напряжение, по достижении которого в пластике начинают образовываться пластические деформации, при неизменной нагрузке будем иметь $\sigma_t = \sigma_n$. σ_t зависит от скорости вынужденной деформации или нагружения. Ввиду малой разницы между этими величинами при скорости деформации $v \neq 0$, с достаточной для практической цели точности можно принять $\sigma_n = \sigma_t$.

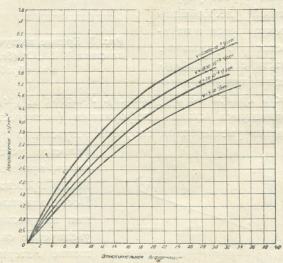


Рис. 5. Кривые „напряжение—деформация“ винипласта для разных скоростей вынужденных деформации, T=20°C

Анализируя вышесказанное, мы приходим к выводу, что в качестве основного показателя механических качеств полимерного материала целесообразно принять новую характеристику—нижний предел длительной прочности.

На рис. 5 и 6 даны кривые „напряжение—деформация“ для некоторых конструктивных пластиков, испытанных нами при разных скоростях вынужденной деформации.

Как видно из кривых, модуль упругости для конструктивных пластиков зависит от скорости вынужденных деформаций, а также от вида нагружения и истории предшествующих нагружений. Таким образом, модуль упругости для пластических масс теряет свой физический смысл и следует считать бесспорным то важное положение, что конструктивные пластические массы не имеют определенного модуля упругости и соответственно предела упругости.

Что же касается применяемого нами мгновенного или длительного модулей упругости, то первый характеризует материал при скорости вынужденной деформации, близкой к скорости распространения звука в данном материале,

а второй—при скорости, равной нулю, при этом значение длительного модуля упругости не зависит от величины напряжения.

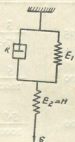


Рис. 7. Модель Кельвина—Фогта

Область упруго-вязких деформаций

Точное поведение конструктивных пластических масс под нагрузкой дают сложные механические модели [3, 4], однако законы деформирования, полученные на основании последних, не позволяют решать инженерные задачи.

Близкий к действительной картине поведения материала под нагрузкой в области упруго-вязких деформаций закон деформирования дает трехэлементная модель Кельвина—Фогта (рис. 7). Закон деформирования в данном случае будет иметь вид [5]

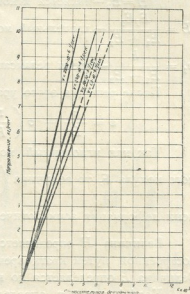


Рис. 6. Кривые „напряжение—деформация“ стеклотекстолита „СТ*“ (ГОСТ 4646-49) для разных скоростей вынужденных деформаций. $T=20^{\circ}\text{C}$



$$Hn_1 \dot{\varepsilon} + E\varepsilon = \sigma + n_1 \dot{\sigma}, \quad (2)$$

где

$\dot{\varepsilon}$ и $\dot{\sigma}$ — производные деформаций и напряжения по времени;

$H = E_2$ — является мгновенным модулем упругости;

$E = \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2}$ — длительный модуль упругости;

$n_1 = \frac{k}{E_1 + E_2}$ — время релаксации в области упруго-вязких деформаций.

После решения этого уравнения при $\sigma = \text{const}$ имеем

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \sigma \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right) \exp \left[-\frac{Et}{Hn_1} \right]. \quad (3)$$

Так как мгновенный модуль упругости H всегда больше длительного модуля E , то величина $\left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right)$ отрицательна и с течением времени деформация асимптотически приближается к величине $\frac{\sigma}{E}$.

Величина H определяется по кривой «деформация — напряжение», построенной путем кратковременного машинного испытания материала. Величина E определяется по кривой ползучести.

Коэффициент n_1 определяется по кривой, полученной при испытании материала на релаксацию напряжений.

Таблица 2

Материал	Временное сопротивление в растяжении, $\sigma_{вр}$ кг/мм ²	Нижний предел длительной прочности, σ_n кг/мм ²	Мгновенный модуль упругости, H кг/см ²	Длительный модуль упругости, E кг/см ²	Время релаксации, $\frac{n_1}{n_2}$ час
Винипласт „А“ (ТУ МХП 3823—53)	5,76	2,5	26670	20715	$\frac{3}{117,5}$
Стеклопластик 2763 „С“ (равнопрочный без термообработки)	31,5	13,5	208400	189000	$\frac{5}{1600}$
Стеклопластик 3318 „С“ (равнопрочный без термообработки)	21,5	8,5	167900	158800	$\frac{3,5}{1000}$

Примечание:

1. Верхние цифры в последней графе дают осредненное значение времени релаксации для области упруго-вязких деформаций ($\sigma < \sigma_n$), нижние цифры — значения этого коэффициента для области пластических деформаций ($\sigma > \sigma_n$).

2. Для винипласта мгновенные и длительные модули упругости являются переменными при $\sigma \leq 3$ $H = 28410$ кг/см² и $E = 24130$ кг/см², а при $\sigma \geq 3$ $H = 24940$ кг/см² и $E = 17300$ кг/см². В таблице даны осредненные значения этих величин.

Испытания образцов пластиков на ползучесть нами проводились на установке ИП-4М (конструкции ЦНИИТМАШ), а на релаксацию—на установке Рел-Ви-5.

В табл. 2 даны значения постоянных формулы (3) для исследованных нами пластиков, а на рис. 1, 2, 3 нанесены теоретические значения деформаций, определенные по формуле (3).

Область пластических деформаций

В области пластических деформаций модель Кельвина—Фогта и соответственно, закон деформирования (2) не могут быть применены. Модель Максвелла (рис. 8) и четырехэлементная модель Максвелла—Кельвина—Фогта (рис. 9) также не описывают работу материала в этой области, так как эти модели при $\sigma = \text{const}$ дают пластическую деформацию с самого начала после приложения усилия $\sigma > \sigma_n$. Четырехэлементная модель дает значительно превышенные значения пластических деформаций, а по модели Максвелла при $\sigma = \text{const}$ сразу после нагружения деформирование идет по линейному закону, т. е. наступает установившийся

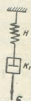


Рис. 8. Модель Максвелла

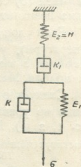


Рис. 9. Четырехэлементная модель

процесс ползучести, что не соответствует действительности. Как было отмечено выше, на участке II области пластических деформаций (рис. 4) развиваются упруго-вязкие деформации, игнорирование которых приводит к существенным неточностям.

Если за основу примем модель Максвелла (рис. 8), то закон деформирования в области пластических деформаций примет вид

$$(\sigma - \sigma_n) + n_2 \dot{\sigma} = n_2 H \dot{\epsilon} \quad (\sigma > \sigma_n), \quad (4)$$

где H —мгновенный модуль упругости материала; n_2 —время релаксации в области пластических деформаций.

Решение уравнения (4) при $\sigma = \text{const}$ будет иметь вид

$$\epsilon = \epsilon_0 + \frac{\sigma - \sigma_n}{n_2 H} t \quad (\sigma > \sigma_n), \quad (5)$$

где $\epsilon_0 = \frac{\sigma - \sigma_n}{H}$ —начальная мгновенная деформация, соответствующая напряжению $\sigma - \sigma_n$.

При $\sigma = \sigma_n$ из уравнения (5) получим $\epsilon = 0$.

Если принять справедливость уравнения (2) для участка II исследуемой области (упруго-вязких деформаций) и сочетать его с уравнением (5), закон деформирования для области пластических деформаций примет вид:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \sigma \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right) \exp \left[-\frac{Et}{Hn_1} \right] + \frac{\sigma - \sigma_n}{n_2 H} t, \quad (6)$$

где $\frac{\sigma}{E}$ — начальная мгновенная деформация, соответствующая напряжению $\sigma > \sigma_n$.

Анализ уравнения (5) показывает, что в начальный период после нагружения третий член (пластическая деформация) очень мал (порядка $10^{-8} \div 10^{-9}$) и наблюдается развитие лишь упруго-вязких деформаций. Далее (во времени) начинается затухание упруго-вязких деформаций (второй член (6) становится малым) и на участке III (рис. 4) его значение весьма незначительно.

Если допустить, что $\sigma_n = 0$ (σ_n стремится к нулю при повышении температуры), уравнение (6) даст закон деформирования материала, совпадающий с законом деформирования, соответствующим четырехэлементной модели Максвелла—Кельвина—Фогта (рис. 9).

Следует отметить, что теоретические значения деформаций, полученные из уравнения (6), хорошо согласуются с данными экспериментов (рис. 1, 2, 3). В табл. 2 даны значения постоянных уравнения (6).

Институт машиноведения СХХ ГССР
Тбилиси

(Поступило в редакцию 13.7.1964)

ბეჭდვა:

ბ. ზოდელავა, ე. ბოგაჩევა, ი. გვილავა, ნ. დგოგოხია, გ. ზუდიაკოვი

კონსტრუქციული პლასტიკური მასების დეფორმირების
თავისებურებანი მუდმივი ძაბვის მოქმედების დროს

რეზიუმე

კონსტრუქციული პლასტიკების დეფორმირების დროს მუდმივი ძაბვის გაყენებით შესაძლებელია გამოიყოს დრეკად-ბლანტი და პლასტიკური დეფორმაციების არეები, რომლებიც ერთმანეთისაგან გაყოფილია ხანგრძლივი სიმტკიცის ქვედა ზღვართან σ_n . პლასტიკური დეფორმაციების არეში დეფორმირების კანონზომიერება დამოკიდებულია ადრინდელი დატვირთვების ისტორიაზე. პლასტიკური მასების სიმტკიცის ზღვარი დამოკიდებულია დატვირთვისა და იძულებითი დეფორმაციების სიჩქარეებზე.

სტატიაში განხილულია ვინიბლასტიკისა და ორი სახის მინაპლასტიკის ცოცვადობის დიაგრამები.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 10145-62. Металлы. Методы испытания на длительную прочность.
2. Ф. П. Белянкин, В. Ф. Яценко, Г. И. Дыбенко. Механические характеристики пластика ДСП. Изд. АН УССР, Киев, 1961.
3. В. Н. Финдли. Ползучесть и релаксация напряжений пластиков. В сб.: „Влияние высоких температур на авиационные конструкции“. Оборонгиз, М., 1961.
4. Дж. Ферри. Вязко-упругие свойства полимеров. ИЛ, М., 1963.
5. А. Р. Ржаницын. Некоторые вопросы механики систем, деформирующихся во времени. Гостехиздат, 1949.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Ан. А. ЛОСАБЕРИДЗЕ

ПОВЕРХНОСТИ ВЛИЯНИЯ РАДИАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
АРОЧНЫХ ПЛОТИН ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНЕРЦИОННЫХ
СИЛ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ СЕЙСМЕ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 9.4.1964)

Построение поверхностей влияния перемещений арочной плотины является основой динамического расчета этой конструкции.

В сейсмических районах среди внешних динамических сил, действующих на арочную плотину, самым важным является сейсмическое воздействие.

Формы колебаний арочной плотины при землетрясениях зависят от направления сейсмических волн.

Одной из возможных наихудших форм колебаний арочной плотины можно считать кососимметричную форму изгиба (рис. 1), соответствующую поперечному сейсму [1].

При кососимметричной форме колебаний арочной плотины инерционные силы плотины развиваются также кососимметрично и получают в основном радиальное направление. Целью построения поверхностей влияния радиальных перемещений является определение этих инерционных сил.

Построение поверхностей влияния перемещений арочной плотины по теории оболочек представляет весьма сложную задачу. С целью упрощения решения этой задачи в настоящей работе предлагается приближенный метод [2, 3].

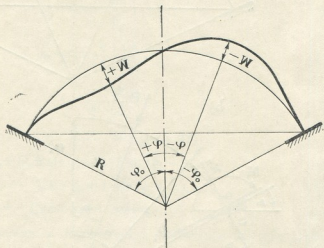


Рис. 1



Линии влияния статически неопределимой величины
 круговой арки при действии кососимметричных
 радиальных сил

Рассмотрим круговую арку постоянной толщины h с центральным углом $2\varphi_0$ и осевым радиусом R (рис. 2а). На арку действуют кососимметричные единичные силы, направленные радиально. Основная система для определения усилия в ключе показана на рис. 2б.

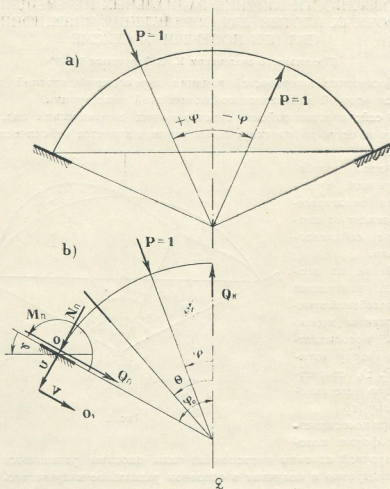


Рис. 2

Каноническое уравнение с учетом упругости опирания пят арки будет иметь следующий вид:

$$E_0 (\delta_{kk} Q_k + \Delta_{kp} - u \sin \varphi_0 - v \cos \varphi_0 + \gamma R \sin \varphi_0) = 0, \quad (a)$$

откуда

$$Q_k = \frac{-E\delta \cdot \Delta_{kp} + E\delta \cdot u \cdot \sin \varphi_0 + E\delta \cdot v \cdot \cos \varphi_0 - E\delta \cdot \gamma \cdot R \sin \varphi_0}{E\delta \delta_{kk}}, \quad (1)$$

где u , v и γ — упругие перемещения под пятой арки; Δ_{kp} и δ_{kk} — упругие перемещения в ключе арки.

Упругим перемещениям под пятой арки можно придать следующий общий вид:

$$E\delta u = n_1 N_n, \quad (b)$$

$$E\delta v = n_2 Q_n - n_3 M_n, \quad (c)$$

$$E\delta \gamma = n_4 M_n - n_5 Q_n, \quad (d)$$

где n_1, \dots, n_5 — упругие характеристики опирания под пятой арки; для приближенных определений этих коэффициентов можно пользоваться методом Фогта—Буссинеска [3, 5], по которому

$$n_1 = n_2 = \xi \cdot \frac{E\delta}{E_c}, \quad (e)$$

$$n_3 = n_5 = \frac{\eta}{h} \cdot \frac{E\delta}{E_c}, \quad (f)$$

$$n_4 = \frac{\mu}{h^2} \cdot \frac{E\delta}{E_c}. \quad (g)$$

Усилия в пяте арки будут иметь вид (рис. 2b)

$$M_n = Q_k R \sin \varphi_0 - I \cdot R \sin (\varphi_0 - \varphi), \quad (2)$$

$$N_n = -Q_k \sin \varphi_0 + I \cdot \sin (\varphi_0 - \varphi), \quad (3)$$

$$Q_n = -Q_k \cos \varphi_0 + I \cdot \cos (\varphi_0 - \varphi). \quad (4)$$

Упругие перемещения в ключе арки определяем по трехчленной формуле Мора.

Окончательно будем иметь

$$E\delta \delta_{kk} = \left(\frac{R}{h}\right)^3 \cdot 6 \left(\varphi_0 - \frac{I}{2} \sin 2\varphi_0\right) + \frac{R}{h} (1,9 \varphi_0 + 0,45 \sin 2\varphi_0), \quad (5)$$

$$E\delta \Delta_{kp} = -\left(\frac{R}{h}\right)^3 \cdot 6 \left[(\varphi_0 - \varphi) \cdot \cos \varphi + \frac{I}{2} \sin \varphi - \frac{I}{2} \sin (2\varphi_0 - \varphi) \right] - \\ - \frac{R}{h} [1,9 (\varphi_0 - \varphi) \cdot \cos \varphi + 0,45 \sin (2\varphi_0 - \varphi) - 0,45 \sin \varphi]. \quad (6)$$

После соответствующих подстановок в (1) окончательно получим

$$Q_k = \frac{-E\delta \Delta_{kp} + n_1 \sin \varphi_0 \cdot \sin(\varphi_0 - \varphi) + n_2 \cos \varphi_0 \cdot \cos(\varphi_0 - \varphi) + n_3 R \cos \varphi_0 \cdot \sin(\varphi_0 - \varphi) + n_4 R^2 \sin \varphi_0 \cdot \sin(\varphi_0 - \varphi) + n_5 R \sin \varphi_0 \cdot \cos(\varphi_0 - \varphi)}{E\delta \delta_{kk} + n_1 \sin^2 \varphi_0 + n_2 \cos^2 \varphi_0 + n_3 R \sin \varphi_0 \cdot \cos \varphi_0 + n_4 R^2 \sin^2 \varphi_0 + n_5 R \sin \varphi_0 \cdot \cos \varphi_0} \quad (7)$$

Линии влияния радиальных перемещений круговой арки

Расчетная схема показана на рис. 3. Рассмотрим случай, когда $\varphi_j > \varphi$. Пользуясь трехчленной формулой Мора и учитывая упругие перемещения под пятой аркой, окончательно получаем

$$E\delta v_{j,\varphi} = -Q_k \left[\left(\frac{R}{h} \right)^2 c_1 + \frac{R}{h} \cdot c_3 \right] + \left(\frac{R}{h} \right)^3 c_2 + \frac{R}{h} \cdot c_4 + N_n \cdot n_1 \cdot \sin(\varphi_0 - \varphi_j) + Q_n [n_2 \cos(\varphi_0 - \varphi_j) + n_3 R \sin(\varphi_0 - \varphi_j)] - M_n [n_3 \cos(\varphi_0 - \varphi_j) + n_4 R \sin(\varphi_0 - \varphi_j)], \quad (8)$$

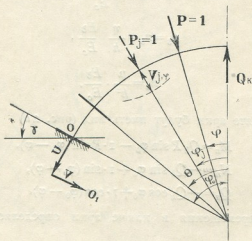


Рис. 3

где

$$c_1 = 6 \left[(\varphi_0 - \varphi_j) \cdot \cos \varphi_j \frac{1}{2} \sin \varphi_j - \frac{1}{2} \sin(2\varphi_0 - \varphi_j) \right], \quad (9)$$

$$c_2 = 6 \left[(\varphi_0 - \varphi_j) \cdot \cos(\varphi_j - \varphi) + \frac{1}{2} \sin(\varphi_j - \varphi) - \frac{1}{2} \sin(2\varphi_0 - \varphi_j - \varphi) \right], \quad (10)$$

$$c_3 = 1,9 (\varphi_0 - \varphi_j) \cos \varphi_j - 0,45 \sin \varphi_j + 0,45 \sin(2\varphi_0 - \varphi_j), \quad (11)$$

$$c_4 = 1,9 (\varphi_0 - \varphi_j) \cdot \cos(\varphi_j - \varphi) - 0,45 \sin(\varphi_j - \varphi) + 0,45 \sin(2\varphi_0 - \varphi_j - \varphi). \quad (12)$$

Для случая, когда $\varphi_j < \varphi$, можно воспользоваться теоремой Бетти о взаимности перемещений.

Построение поверхностей влияния радиальных перемещений арочной плотины

Ход построения поверхностей влияния перемещений поясним по примеру, приведенному на рис 4. Здесь, на развернутом профиле срединной поверхности симметричной арочной плотины нанесена расчетная сетка вертикальных консолей и горизонтальных арок. Инерционные силы тяжести арочной плотины представим в виде сосредоточенных сил в уз-

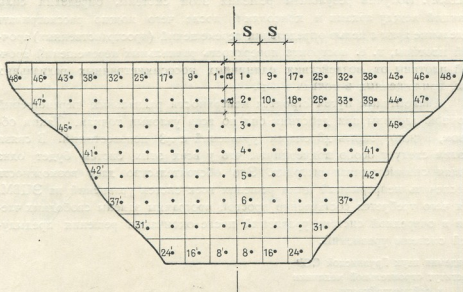


Рис. 4

ловых точках. Рассмотрим случай приложения единичных кососимметричных радиальных сил в узловых точках 1—1'. Требуется определить поверхность радиальных перемещений арочной плотины в целом (пространственная задача). Составим условия неразрывности радиальных перемещений по всем узловым точкам (справа от оси симметрии). Например, в точке 1 будем иметь

$$E_2 \frac{1}{s} (\delta_{1,1} X_1 + \delta_{1,2} X_2 + \dots + \delta_{1,18} X_{18}) =$$

$$= E_2 \left[\left(1 - \frac{X_1}{a} \right) \cdot v_{1,1} - \frac{X_9}{a} \cdot v_{1,9} - \dots - \frac{X_{18}}{a} \cdot v_{1,18} \right],$$

где $\delta_{11}, \delta_{12}, \dots$ — ординаты линии влияния горизонтальных перемещений консоли.

В точке 2 будем иметь

$$E\delta \frac{I}{s} (\delta_{2,1} X_1 + \delta_{2,2} X_2 + \dots + \delta_{2,8} X_8) = \\ = E\delta \left[-\frac{X_2}{a} \cdot v_{2,2} - \frac{X_{10}}{a} \cdot v_{2,10} - \dots - \frac{X_{47}}{a} \cdot v_{2,48} \right].$$

Аналогичные уравнения составляются по всем узловым точкам. Получим систему линейных алгебраических уравнений, решение которой выполняется с помощью электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ). Получив результаты решения этой системы, определим силы реакций между арками и консолями, после чего можно рассматривать отдельные арки с целью определения перемещений (пространственных) арочной плотины, т. е. построить поверхность радиальных перемещений арочной плотины от воздействия единичных кососимметричных радиальных сил, приложенных в точках 1—1'.

Аналогичным путем строятся поверхности радиальных перемещений арочной плотины при действии сил по всем узловым точкам. Таким образом, нужно решить 48 систем уравнений с 48 неизвестными. В связи с этим следует особо подчеркнуть, что у всех этих систем будет одна общая симметричная матрица. Это обстоятельство дает возможность обеспечить непрерывный цикл решения всех систем уравнений на ЭЦВМ, для чего требуется составление простой программы замены свободных членов в очередной системе уравнений после окончания решения предыдущей системы уравнений.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости

(Поступило в редакцию 9.4.1964)

საშენიანო მექანიკა

ა. ლოსაბერიძე

თაღოვანი კაშხალების გავლენის ზედაპირების განივი სიისმის
 დროს ინერციის ძალების განსაზღვრისათვის

რეზიუმე

სტატიაში მოცემულია თაღოვანი კაშხალების გავლენის ზედაპირების აგების ორიგინალური მეთოდი, რომელიც ურთიერთგადამკვეთი წრიული თაღების და კონსოლების ლეროვან საანგარიშო სქემას ემყარება.

თაღოვანი კაშხალების რხევის ერთ-ერთ არახელსაყრელ ფორმას უკუსიმეტრული ფორმა წარმოადგენს, რომელიც შეესაბამება განივ სისიმიურ ზემოკმედებას [1]. ამ ფორმის მიხედვით კაშხლის ინერციის ძალებიც უკუსი-

მეტრიულად განვითარდება, რომელთა მიმართულების ხაზი ძირითადად რადიალური იქნება.

გავლენის ზედაპირების აგების მიზნით შედგენილია თაღებისა და კონსოლების სათანადო გადაადგილებათა განუწყვეტლობის პირობები, რომელთაც წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემების სახე აქვთ. ამ სისტემების ამოხსნა მარტივად წარმოებს ელექტრონულ გამოთვლით მანქანებზე. ამოხსნათა ციკლის განუწყვეტელი პროგრამირება სავსებით შესაძლებელია, ვინაიდან განტოლებათა სისტემებს ერთი საერთო სიმეტრული მატრიცა გააჩნიათ.

გავლენის ზედაპირების აგების შემდეგ ინერციის ძალების განსაზღვრა არ წარმოადგენს სიძნელეს, რისთვისაც საჭიროა გამოყენებულ იქნეს სათანადო ლიტერატურა [4].

დავოჴმავალი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Изучение на модели сейсмостойкости бетонной арочной плотины Ингури-ГЭС ТНИСГЭИ им. Винтера, тема № 72 (рукопись), Тбилиси, 1963,†
2. Ан. А. Лосаберидзе. Новый метод расчета арочных плотин. Строительство и архитектура. Информационный сборник Госстроя ГССР, № 3, Тбилиси, 1963.
3. Ан. А. Лосаберидзе. Использование линий влияния деформаций круговых арок для расчета арочных плотин по многоконсольной схеме. Труды Института строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР, № 10, Тбилиси, 1964.
4. И. Л. Корчинский и др. Основы проектирования зданий в сейсмических районах. Госстройиздат, 1961.
5. Frederick Fogt. Stresses in thick Arches of Dams. Proceedings ASSE, August, 1926.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Э. Р. МЮЛЬМАН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ
СВОЙСТВ БЕТОНОВ НА ТЕДЗАМИТЕ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 22.5.1964)

Исследованием в бетонах тедзамита (обоженного тедзамского туфа) выявлено высокое качество его как легкого заполнителя [1, 2, 3].

В настоящей статье приводятся результаты изучения основных прочностных и деформативных свойств конструктивных тедзамитобетонов марок «75»—«500». Бетоны изготовлялись на тедзамите, полученном обжигом тедзамского туфа в полупроизводственной установке с вращающейся печью. Насыпной объемный вес отдельных фракций колебался в пределах 600—820 кг/м³. Были изучены прочности и модули упругости при сжатии и растяжении, предельные сжимаемость и растяжимость. При этом преследовалась цель по возможности установить зависимость между названными показателями бетонов при наличии ряда факторов (возраста, режима твердения, расхода цемента и его активности, вида песка и т. д.), влияние которых может быть интегрально учтено изменением объемного веса и прочности.

Предварительно было изучено влияние ряда технологических факторов на прочность и объемный вес тедзамитобетона.

Оптимальным зерновым составом заполнителя для конструктивных бетонов оказался состав, рассчитываемый по формуле

$$y = \left(\frac{x}{D} \right)^{0,7},$$

где y —количество материала в % по объему, с максимальной крупностью заполнителя D , прошедшего через сито с размером отверстия x мм.

Проведенными опытами была установлена зависимость прочности (марки бетона) R_{28} плотных тедзамитобетонов от расхода цемента Π и его активности R_{II} в виде формулы

$$R_{28} = 0,035 \Pi \sqrt{R_{II}} - 35.$$

Бетоны изготовлялись на заполнителе указанного оптимального состава с расходами цемента от 120 до 600 кг/м³; жесткость бетонной



смеси определенная по ГОСТу 10181—62, составляла 10—50 сек. В качестве, вяжущего был использован шлакопортланд-цемент марки «400» и портландцемент марки «500».

Испытания проводились на образцах: кубах $10 \times 10 \times 10$ см и $20 \times 20 \times 20$ см, призмах $10 \times 10 \times 30$ см и восьмерках сечением 10×10 см и длиной призматической части 45 см.

При изучении деформативных свойств была принята следующая методика испытаний. Образцы нагружались ступенями (0,1 R) от условного нуля (0,05 R) до половины предела прочности данного вида сопротивления (0,5 R) с замерами деформаций на каждой ступени. Затем образец подвергался многократным разгрузению и нагружению (от 0,5 R до 0,05 R) до полного отжата пластических деформаций, после чего снова нагружался по ступеням с замером деформаций до момента разрушения в случае растяжения и до 0,8 $R_{пр}$ при сжатии. Деформации при сжатии определялись

Таблица 1

Результаты испытания бетона на сжатие и на растяжение

№№ составов	Возраст бетона в мес.	Вид хранения	Об. вес бетона перед испытанием кг/м ³	Предел прочности при сжатии R_c кгс/см ² обр. $10 \times 10 \times 10$ см	Предел прочности при растяжении R_p кгс/см ²	$\frac{R_p}{R_c}$
1	2	3	4	5	6	7
103	1	Влажн.	1585	119	11,2	0,099
44	1	Влажн.	1480	182	19,1	0,105
101	1	Влажн.	1710	242	24,8	0,102
392	1	Сухое	1625	284	14,7	0,052
38	1	Сухое	1780	297	20,2	0,068
293	1	Влажн.	1630	318	17,3	0,055
295	1	Водн.	1660	321	23,0	0,071
294,а	6	Влажн.	1630	348	23,0	0,067
295,а	3	Водн.	1770	368	30,9	0,084
33	12	Сухое	1645	380	27,2	0,072
294	6	Сухое	1610	315	26,4	0,084
346	1	Влажн.	1755	535	28,3	0,053
102	1	Влажн.	1990	318	27,5	0,087
104	1	Влажн.	1920	82	9,8	0,119

Примечание. Бетоны в составах № 102—104—на кварцевом песке, остальные—на тедзамитовом.

Результаты испытания на сжатие и растяжение образцов различного режима хранения в возрасте до 1 года даны в табл. 1.

Полученные значения отношения предела прочности при растяжении к пределу прочности при сжатии R_p/R_c имеют большой разброс. Усредненные значения прочности при растяжении для различных марок бетона близки к приведенным в СНиПе для тяжелого бетона.

зеркальным прибором на базе 100 мм, деформации при растяжении — микроными индикаторами на базе 400 мм.

В результате испытаний установлено высокое значение отношений призматической прочности к кубиковой, в среднем равное 1 (от 0,80 до 1,20 при размере кубов $10 \times 10 \times 10$ см). Отношение прочности кубов $20 \times 20 \times 20$ см к прочности кубов $10 \times 10 \times 10$ см по испытаниям 60 образцов составляет в среднем 0,92 (от 0,85 до 1,04).

В табл. 2 приводятся значения начальных модулей, модулей упругих деформаций и предельные деформации при сжатии. Значения начального модуля упругости при сжатии тедзамитобетона E_c могут быть рассчитаны по формуле, предложенной Г. Д. Цискрели для холодного бетона [4]:

$$E = K\gamma^2 \sqrt{R_{np}},$$

где E —модуль упругости в кгс/см², K —эмпирический коэффициент, γ —объемный вес бетона в кг/м³, R_{np} —призменная прочность бетона в кгс/см².

Деформативные показатели бетона при сжатии

Таблица 2

№ составов	Возраст бетона в месяцах	Вид хранения	Предел прочности при сжатии R кгс/см ² обр. $10 \times 10 \times 10$ см	Предел прочности при сжатии R_{np} кгс/см ²	Объемный вес в высушенном состоянии γ кг/м ³	Предельная сжимаемость $E_c \cdot 10^4$	Модуль упругости E тыс. кгс/см ²		Начальный модуль упругости, вычисл. по формуле тыс. кгс/см ²	Расхождение между вычисл. и эксперим. модулями в %/о
							при напр. R_{np}			
							начальн. $0,2 R_{np}$	упруг. $0,5 R_{np}$		
104	1	Влажн.	82	62	1740	13,0	125	104	107	-14,4
103	1	Влажн.	119	97	1410	18,0	115	94	100	-13,1
270	1	Сухое после пропарки	—	219	1500	24,7	140	135	140	0
246	6	Сухое	215	355	1440	22,0	139	127	158	+13,7
265a	2	Водн.	222	225	1540	22,5	150	141	145	-3,3
248	6	Водн.	238	268	1550	21,5	156	150	155	-0,6
101	1	Влажн.	242	238	1630	26,0	159	151	156	-1,9
272	6	Сухое после пропарки	242	267	1500	26,3	136	123	150	+10,3
41	1	Влажн.	268	323	1500	23,0	163	156	159	-2,4
102	1	Влажн.	318	296	1910	22,8	195	185	197	+1,0
348	1	Влажн.	535	520	1610	31,0	186	172	201	+8,1
203	3	Влажн.	—	345	1580	25,5	163	166	171	+4,9
204	6	Влажн.	321	331	1585	23,6	170	171	170	0
42	12	Влажн.	338	372	1520	24,5	169	169	169	0
37	1	Сухое	288	311	1510	21,7	163	151	159	-2,5
205	3	Сухое	308	265	1575	21,5	150	145	157	+4,7
206	6	Сухое	—	280	1535	23,7	158	140	156	-1,3
36	12	Сухое	380	380	1525	24,0	167	167	171	+2,4
98	12	Сухое после пропарки	264	316	1550	25,2	158	154	163	+3,2

Примечание. Бетоны составов № 102—104—на кварцевом песке, остальные—на тедзамитовом.

По результатам наших опытов коэффициент K следует принять равным 15,5, и тогда формула (1) принимает вид

$$E_c = 15,5 \gamma \sqrt{R_{np}}. \quad (2)$$



Расхождения между значениями E_c , определенными экспериментально и вычисленными по формуле, составляют в среднем $\pm 6\%$ и не превышают $\pm 15\%$.

Модули упругости при растяжении и предельные значения растяжимости приводятся в табл. 3.

Таблица 3
Деформативные показатели бетона при растяжении

№ составов	Возраст бетона в месяцах	Вид хранения	Предел прочности при сжатии R_c кгс/см ² обр. $10 \times 10 \times 10$ см	Предел прочности при растяжении R_p кгс/см ²	Объемный вес бетона в высушен. сост. γ кг/м ³	Предельная растяжимость $E_p \cdot 10^5$	Начальный модуль упругости E		Начальн. модуль упругости, вычислен. по формуле тыс. кгс/см ²	Расхождение между экспер. и вычислен. модулями в %/0
							тыс. кгс/см ² при напряжении			
							0,2 R_p	0,8 R_p		
103	1	Влажн.	119	11,2	1410	12,8	119	86	129	+ 8,4
44	1	Влажн.	182	19,1	1510	12,0	165	149	165	0
101	1	Влажн.	242	24,8	1630	15,3	170	147	195	+ 14,7
292	1	Сухое	284	14,7	1490	10,5	160	146	149	- 6,9
38	1	Сухое	297	20,2	1490	14,2	170	149	166	- 2,3
293	1	Влажн.	318	17,3	1520	14,8	179	157	161	- 10,0
295	1	Водн.	321	23,0	1530	11,2	186	177	177	- 4,8
294a	6	Влажн.	348	23,0	1540	15,0	174	167	179	+ 2,9
295a	3	Водн.	368	30,9	1630	14,0	230	204	209	- 9,1
33	12	Сухое	380	27,1	1510	18,0	220	160	185	- 15,9
294	6	Сухое	315	26,4	1500	17,2	172	151	183	+ 6,4
346	1	Влажн.	535	28,3	1610	14,1	214	174	202	- 5,6
104	1	Влажн.	82	9,5	1740	10,5	133	74	152	+ 14,3
102	1	Влажн.	318	27,7	1910	13,0	239	207	237	- 0,8

Примечание. Бетоны составов № 102—104—на кварцевом песке, остальные—на тедзамитовом.

Для вычисления начальных модулей упругости при растяжении можно составить уравнение, аналогичное уравнению (1):

$$E_p = 41 \gamma \sqrt[3]{R_p}, \quad (3)$$

где E_p —начальный модуль упругости при растяжении кгс/см², γ —объемный вес бетона в высушенном состоянии в кг/м³, R_p —предел прочности

Таблица 4
Нормативные значения начальных модулей упругости тедзамитобетона при растяжении восьмерок сечением 10×10 см в кгс/см².

Марка бетона	Начальные модули упругости тедзамитобетона, тыс. кгс/см ²	
	при сжатии	при растяжении
100	100	115
150	125	135
200	135	150
250	150	165
300	170	175
400	195	195
500	210	210

Приняв за основу формулы (2) и (3), можно рекомендовать следующие нормативные начальные модули упругости (табл. 4).

Сравнение величин табл. 4 с значениями модулей упругости, рекомендованными СНИПом для легких бетонов, показывает превышение первых на 20—25% при сжатии и на 30—45% при растяжении.

Значения предельных деформаций бетона марок „75“—„500“ находятся в пределах $(13 \div 31) \cdot 10^{-4}$ при сжатии и $(10 \div 18) \cdot 10^{-5}$ при растяжении.

В ы в о д ы

1. Тедзамитобетон является эффективным видом легкого бетона, имеющего высокую удельную прочность при умеренных расходах цемента.

2. Для тедзамитобетона могут быть приняты одинаковыми значения призмной и кубиковой прочностей.

3. Отношение предела прочности при растяжении к пределу прочности при сжатии можно принимать по СНИПу.

4. Начальные модули упругости бетона при сжатии и растяжении могут быть определены по двухпараметровым формулам

$$E_c = 15,5 \gamma \sqrt[3]{R_{np}} \quad \text{и} \quad E_p = 41 \gamma \sqrt[3]{R_p},$$

в которых влияние многочисленных факторов интегрально учитывается изменением объемного веса и прочности.

5. Модули упругости тедзамитобетона на 20—40% выше, чем рекомендованные СНИПом для легкого бетона.

Тбилисский государственный
научно-исследовательский институт
строительных материалов
Тбилиси

(Поступило в редакцию 22.5.1964)

საგეოდეზიატო მუშაობები

ა. ვიულხანი

თეძამიტოზე დამზადებული ბეტონის სიმტკიცისა
და დეფორმაციული თვისებების
გამოკვლევა

რეზიუმე

თეძამიტობეტონები (გამომწვარი თეძამის ტუფზე დამზადებული ბეტონები) წარმოადგენენ მსუბუქი ბეტონის ეფექტურ სახეობას მაღალი ხედე რითი სიმტკიცით ცემენტის ზომიერი ხარჯით დამზადებისას. დადგენილია, რომ ამ ბეტონის პრიზმული სიმტკიცის შეფარდება კუბიკურთან დაახლოებით 1-ს ეთანადება.

შეფარდება ზღვრული სიმტკიცისა, ვაჭიმვაზე ზღვრულ სიმტკიცესთან კუმშვაზე, აღმატება მძიმე ბეტონისათვის „სამშენებლო ნორმებითა და წესებით“ რეკომენდებულ სიდიდეს.

კუმშვისა და ვაჭიმვის დრეკადობის საწყისი მოდულები ტეძამიტობეტონისათვის შეიძლება გამოთვლილ იქნეს ორი პარამეტრული ფორმულის საშუალებით, სიმტკიცისა და მოცულობითი წონისაგან დამოკიდებით.

ტეძამიტობეტონის დრეკადობის საწყისი მოდულები კუმშვისა და დაჭიმვის დროს 20—40%-ით მაღალია „სამშენებლო ნორმებითა და წესებით“ მსუბუქი ბეტონისათვის რეკომენდებულ სიდიდეზე.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. С. Кутателадзе, В. Н. Шапакидзе, А. З. Татишвили. Заполнители для легких бетонов из местного сырья. Бюллетень НТИ, № 4—5, 1959.
2. А. З. Татишвили, В. В. Серингюлян, Э. Р. Мюльман. Легкие бетоны на естественных и искусственных заполнителях Грузии. Тбилиси, 1963 (на груз. яз.).
3. Э. Р. Мюльман. Обожженный тедзамский туф как заполнитель легких бетонов. Информац. сборник Госстроя ГССР, „Строительство и архитектура“, № 4—5, Тбилиси, 1963.
4. Г. Д. Цискрели. Сопротивление растяжению неармированных и армированных бетонов. М., 1954.

С. В. МАЧАРАШВИЛИ

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРАВЛЯЮЩИМИ АППАРАТАМИ ОСЕВЫХ ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ВСТРЕЧНОГО ВРАЩЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Дзидзигури 16.4.1964)

Благодаря простоте конструкции и довольно хорошей эффективности в последнее время для тонкого регулирования режима работы турбомашин широкое применение получили направляющие аппараты. При наличии механизма одновременного поворота лопаток направляющего аппарата можно легко осуществить дистанционное и автоматическое регулирование вентиляторов. Но регулирование передним направляющим аппаратом не всегда дает эффект, и его действие весьма различно для разных типов вентиляторов.

Регулированию центробежных и обычных осевых вентиляторов с помощью направляющих аппаратов посвящено значительное количество исследований [1, 2]. Вопросы же регулирования вентиляторов встречного вращения направляющими аппаратами до настоящего времени не изучены.

Назначение направляющего аппарата заключается в изменении момента количества движения воздуха перед рабочим колесом, т. е. окружной проекции абсолютной скорости (C_u). Действие направляющего аппарата сводится к управлению предварительной закруткой потока и дросселированию на входе вентилятора.

В вентиляторах встречного вращения поток можно закручивать направляющим аппаратом против вращения первого колеса $C_{u1} > 0$ и по его вращению $C_{u1} < 0$.

Принимаем, что при нулевом угле установки лопаток направляющего аппарата (поток на входе в первое колесо не закручивается) поток выходит из второго колеса на расчетном режиме в осевом направлении. Углы установки лопаток направляющего аппарата, при которых производится закручивание потока против вращения первого колеса, отмечаются знаком плюс (+), а те углы, при которых поток закручивается по вращению первого колеса, — знаком минус (-).

Рассмотрим кинематику потока в лопаточных венцах при схеме $HA + K_1 + K_2$. Окружные скорости первого и второго колес принимаются равными $U_1 = U_2 = U$.



На рис. 1 даны треугольники скоростей потока при $C_{u1} = 0$ (сплошные линии), $C_{u1} > 0$ (пунктирные линии) и $C_{u1} < 0$ (осевые линии).

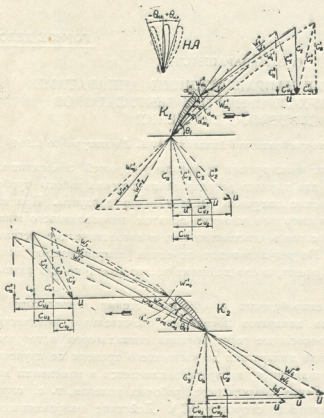


Рис. 1. Треугольники скоростей потока в вентиляторе встречного вращения при схеме $H_A + K_1 + K_2$

скорость потока, C_y — коэффициент подъемной силы, b — ширина лопаток рабочего колеса, увеличиваются циркуляция Γ и соответственно теоретическое давление H_{T1} , развиваемое первым колесом. Вместе с тем растут осевая скорость C_a и производительность вентилятора Q . Обратное положение наблюдается во втором рабочем колесе при закручивании потока против вращения первого колеса: средняя относительная скорость Wm_2 и угол атаки α_{m2} уменьшаются ($Wm_2 < Wm_2$ и $\alpha_{m2} < \alpha_{m2}$) и соответственно снижается давление, развиваемое вторым колесом.

Как видно из рис. 1, при закручивании потока по направлению вращения первого колеса $Wm_1' < Wm_1$, $\alpha_{m1}' < \alpha_{m1}$ и $Wm_2' > Wm_2$, $\alpha_{m2}' > \alpha_{m2}$ и

Допустим, что при $\Theta_{HA} = 0^\circ$ средние относительные скорости потока в первом и втором колесах равны соответственно Wm_1 и Wm_2 , а углы атаки — α_{m1} и α_{m2} .

При закручивании потока против вращения первого колеса относительная скорость Wm_1 и угол атаки α_{m1} растут ($Wm_1' > Wm_1$ и $\alpha_{m1}' > \alpha_{m1}$). С увеличением угла атаки растет коэффициент подъемной силы крыла C_{y1} . Вследствие этого, согласно уравнению

$$\Gamma = \frac{1}{2} b W C_{y1}$$

где Γ — циркуляция потока в колесе, W — относительная

Соответственно теоретическое давление, развиваемое первым колесом, уменьшается, а вторым—увеличивается.

Очевидно, что в вентиляторах встречного вращения с помощью направляющего аппарата регулирующий эффект можно получить только в том случае, когда изменение развиваемого давления в первом колесе происходит в большей степени, чем во втором.

При исследовании регулирования направляющими аппаратами вентиляторов встречного вращения, кроме эффективности, необходимо определить целесообразность установки спрямляющего аппарата за вторым колесом и влияние его на форму кривой давления левее его максимума.

Известно, что теоретическим путем не удается точно определить регулировочные кривые давления, особенно в его левой части. Сравнительно правильное представление можно получить с помощью экспериментов. В связи с этим мы произвели опыты на установке вентилятора встречного вращения, изготовленной нами на базе обычного осевого вентилятора лабораторного образца серии В. Схема вентилятора воздухопроводной сети с вентилятором и его описание даны в статье [3].

Некоторые результаты экспериментов в виде кривых зависимостей $H-Q$, $N-Q$, $\eta-Q$ и δ^1-Q даются на рис. 2, 3 и 4 (CA за вторым колесом отсутствует).

Анализируя полученные экспериментальные материалы, можно отметить следующее: при изменении угла установки лопаток направляющего аппарата соответственно меняются развиваемые вентилятором расход, давление, величина мощности и к. п. д. Эффективность регулирования направляющим аппаратом в значительной степени зависит от соотношения углов установки лопаток рабочих колес.

При закручивании потока против вращения первого колеса мощность на первой ступени увеличивается, а на второй уменьшается, и наоборот—при закручивании потока по вращению первого колеса мощность на первой ступени уменьшается, а на второй увеличивается (по сравнению с $\Theta_{HA}=0^\circ$). При этом изменение мощности в зависимости от углов установки лопаток направляющего аппарата на первой ступени производится в большей степени, чем на второй.

При неглубоком регулировании суммарная мощность ступеней по сравнению с мощностью, потребляемой вентилятором при установке лопаток направляющего аппарата в нейтральном положении ($\Theta_{HA}=0^\circ$), уменьшается, а величина максимального к. п. д. незначительно снижается. Не-

(¹ δ^1 —угол между абсолютной скоростью C_a и осевой скоростью C_a на выходе второго колеса. Значения δ^1 при отклонении потока от осевого направления в сторону вращения второго колеса условно приняты нами как положительные величины, а при отклонении потока против вращения второго колеса—как отрицательные.

обходимо отметить, что в некоторых случаях при закручивании потока против вращения первого колеса наблюдается увеличение максимального к. п. д. по сравнению с к. п. д. вентилятора при установке лопаток на-

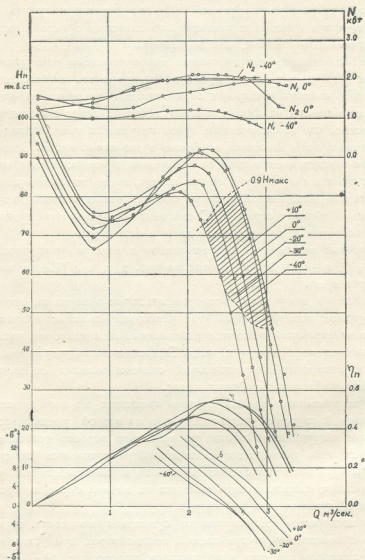


Рис. 2. Регулировочные характеристики опытного вентилятора при $\theta_1/\theta_2=30/20^\circ$

правляющего аппарата в нейтральном положении $\theta_{НА}=0^\circ$ (рис. 3). Это, по-видимому, объясняется тем, что при закручивании потока против вращения первого колеса величина уменьшения потерь давления в рабочих колесах больше, чем потери в направляющем аппарате.

Глубина впадины и величина обратного склона на кривой давления с увеличением отрицательных углов установки лопаток направляющего аппарата уменьшаются.

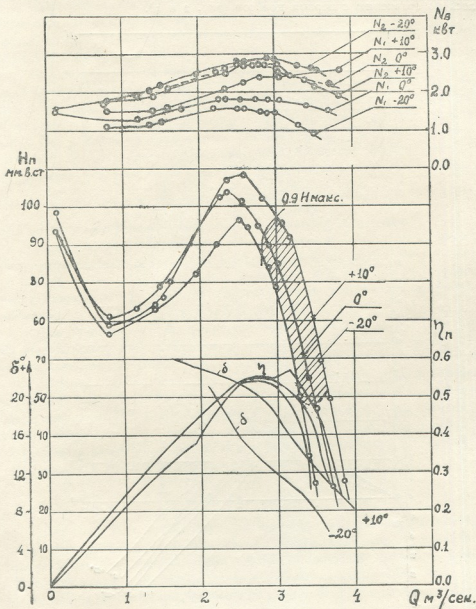


Рис. 3. Регулировочные характеристики опытного вентилятора при $\theta_1/\theta_2=30/30^\circ$

Регулирование направляющим аппаратом с закруткой потока против вращения первого колеса малоэффективно при оптимальных соотношениях углов установки лопаток рабочих колес (т. е. когда при $\theta_{H1} = 0^\circ$ на расчетном режиме поток выходит из второго колеса в осевом направлении) и при значительно меньших углах установки лопаток второго колеса по сравнению с первым колесом (рис. 2 и 4).

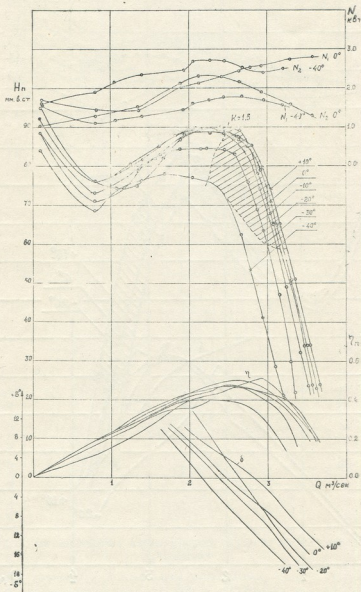


Рис. 4 Регулировочные характеристики опытного вентилятора при $\theta_1/\theta_2 = 40/20^\circ$

Регулирование вверх от расчетного с закруткой потока против вращения первого колеса оказывается эффективнее при одинаковых углах установки лопаток обоих рабочих колес (рис. 3).

Сравнение показало, что по глубине (по давлению) результаты регулирования направляющим аппаратом опытного вентилятора с встречно-вращающимися колесами по схеме $HA+K_1+K_2$ и по обычной схеме $HA+K_1+CA+K_2+CA$ почти равноценны.

При регулировании направляющим аппаратом для определения целесообразности установки спрямляющего аппарата на выходе второго колеса с помощью цилиндрической насадки измерялся вектор абсолютной скорости C_3 и соответственно определялись величины скоростей закручивания C_{u_3} и вызванные ими потери давления ΔH_{c_u} . Наши расчеты показали, что при регулировании направляющим аппаратом потери давления ΔH_{c_u} , вызванные остаточной скоростью закручивания на выходе второго колеса и отнесенные к полному давлению $\frac{\Delta H_{c_u}}{H_n}$, для режимных точек, соответствующих максимальному к. п. д., меняются незначительно.

На основе вышеизложенного можно заключить, что если на расчетном режиме с противоположным вращением рабочих колес обеспечивается осевой выход потока из второго колеса, то при неглубоком регулировании направляющим аппаратом режима работы вентилятора встречного вращения нет необходимости устанавливать CA .

При одинаковых углах установки лопаток рабочих колес (или если θ_2 незначительно меньше θ_1), когда поток вторым колесом перекручивается, или при значительно малых углах установки лопаток второго колеса по сравнению с углами установок лопаток первого колеса (последнее может быть принято с целью улучшения формы кривой давления левее максимума [3]) для увеличения к. п. д. вентилятора при регулировании направляющим аппаратом и без него необходимо установить CA за вторым колесом. Однако при этом конструкция вентилятора встречного вращения в некоторой степени усложняется.

Выводы

Для тонкого и неглубокого дистанционного и автоматического регулирования режима работы вентилятора встречного вращения может быть применен передний направляющий аппарат (в сочетании глубокого ручного регулирования с поворотом лопаток рабочих колес). При этом, если на расчетном режиме (при $\theta_{HA}=0^\circ$) обеспечивается осевой выход потока из вентилятора без спрямляющего аппарата, то при регулировании направляющим аппаратом нет необходимости устанавливать CA за вторым колесом, т. е. можно принять схему $HA+K_1+K_2$. Если вентилятор встреч-

ного вращения будет работать с одинаковыми углами установок лопаток обоих рабочих колес или если угол установки лопаток второго колеса значительно меньше, чем первого (с целью улучшения формы кривой давления), установка за вторым колесом спрямляющего аппарата дает положительный эффект (повышает к. п. д. вентилятора [3]), однако из-за усложнения конструкции вентилятора затрудняется практическое применение спрямляющих аппаратов.

Присутствие направляющего и спрямляющего аппаратов не ухудшает условий устойчивости работы вентилятора.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горного дела

им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило в редакцию 16.4.1964)

სამთო სპეციალური

ს. მახარაშვილი

შემხვედრი ბრუნვის ორსაფეხურიანი ღერძული ვენტოლატორების მიმართველი მიმართველი აპარატებით აპარატებით რეგულირება

რ ე ზ ი უ მ ე

ჩვეულებრივი ღერძული და ცენტრიდანული ვენტოლატორების მიმართველი აპარატებით რეგულირების საკითხი ფართოდაა გაშუქებული ლიტერატურაში. შემხვედრი ბრუნვის ვენტოლატორების მიმართველი აპარატებით რეგულირება კი დღემდე არ არის შესწავლილი. ამიტომ ჩვენ სპეციალურ საცდელ დანადგარზე შევისწავლეთ შემხვედრი ბრუნვის ვენტოლატორების მიმართველი აპარატებით რეგულირების საკითხები.

ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ შემხვედრი ბრუნვის ვენტოლატორი სქემით $მა+მთ_1+მთ_2$ და ჩვეულებრივი ღერძული ვენტოლატორი სქემით $მა+მთ_1+გა_1+მთ_2+გა_2$ მიმართველი აპარატით რეგულირების ეფექტურობის თვალსაზრისით თითქმის ტოლფასანი არიან. ამიტომ შემხვედრი ბრუნვის ორსაფეხურიანი ღერძული ვენტოლატორების მცირე ფარგლებში დისტანციური და ავტომატური რეგულირებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს წინა მიმართველი აპარატი, ე. ი. მივიღოთ სქემა $მა+მთ_1+მთ_2$.

დასოფნებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Дзидзигури, Ш. И. Ониани. Регулирование параллельно включенных шахтных осевых вентиляторов с направляющими аппаратами. Сообщения АН ГССР, т. XIX, № 5, 1957.
2. И. В. Брусилловский. Исследование регулирования двухступенчатого осевого вентилятора ЦАГИ К-06 двумя типами промежуточного аппарата. Промышленная аэродинамика, № 12, Оборонгиз, 1959.
3. А. А. Дзидзигури, С. В. Мачарашвили. Исследование некоторых вопросов аэродинамики осевых двухступенчатых вентиляторов встречного вращения. Труды Института горного дела им Г. А. Цулукидзе. Изд. АН ГССР, 1963.



БОТАНИКА

Г. В. КАНДЕЛАКИ

ПУТИ РАЗВИТИЯ АПОМИКТИЧЕСКОГО ЭНДОСПЕРМА

(Представлено академиком В. Л. Менабде 17.3.1964)

Открытие С. Г. Навашиним двойного оплодотворения утвердило в эмбриологии растений положение о том, что у покрытосемянных эндосперм развивается после оплодотворения, в то время как у голосемянных он развивается еще до оплодотворения. Очевидно, в связи с этим развитие эндосперма без оплодотворения у *Epiphegus virginiana* (сем. Orobanchaceae), *Martynia louisiana* (сем. Pedalineae), *Anogra pallida* (сем. Onagraceae) и у некоторых представителей Вухасеae и Meliceae [1] вызывает сомнения.

Некоторые исследователи полагают, что даже у растений, образующих зародыш из яйцеклетки партеногенетическим путем, образование эндосперма может быть осуществлено в том же зародышевом мешке лишь в результате оплодотворения.

Однако у типичных апомиктов, не нуждающихся в опылении (*Antennaria alpina*, *Alchemilla*, *Chondrilla*, *Taraxacum*, *Ranunculus*), развитие эндосперма происходит апомиклично.

Отмечалось апомиклическое развитие эндосперма и у амфимиктичных растений. Так, Шарф [2] пишет, что у *Hemerocallis fulva* и *H. citrina*, а также у *Dasylyrion acrotrichum* (представителей сем. Liliaceae), по-видимому, имеет место образование эндосперма без оплодотворения. Кроме того, для *Ramondia nathaliae* и *R. serbica* (сем. Gesneraceae) есть указания на то, что, несмотря на регулярное слияние спермия с яйцеклеткой, тройное слияние является факультативным и часто может отсутствовать [1]. Но исключения лишь подтверждают правило—развитие без тройного слияния может происходить лишь в редких случаях.

Один из таких случаев описан в работе Модилевского и Марьянович [3]. Кастрированным и неопыленным завязям махорки наносилось поранение (укол пинцетом), в результате которого в смежных с пораненными семязпочках наблюдалось развитие из неслившихся полярных ядер, нескольких малых ядер эндосперма. Отмечалось также [4], что при скрещивании махорки *Nicotiana rustica* с *Nicotiana langsdorfii* образование семян идет по трем направлениям и в одном из них, при оплодотворении лишь яйцеклетки, имеет место развитие партеногенетического эндосперма. Апомиклическое развитие эндосперма наблюдалось также Страсбургером у *Caelebogyne ilicifolia*, Карано у *Euphorbia dulcis* и Вигером у *Sarcococca pruniformis* [1].



Замотайловым [5] было описано развитие партеногенетического эндосперма у сортов инжира, склонных к партенокарпии. Кахидзе и Александрова [6] отмечали развитие апомиктического эндосперма у мака, Лайкова [7]—у кукурузы и Канделаки [8]—у пшеницы.

Таким образом, у покрытосемянных растений двойное оплодотворение не всегда обязательно.

Исследования подобных отклонений в развитии эндосперма представляют большой интерес не только с эволюционной точки зрения, в связи с проблемой происхождения покрытосемянных, но и в связи с задачами экспериментальной эмбриологии, а именно с разрешением проблемы искусственного возбуждения партеногенеза у растений.

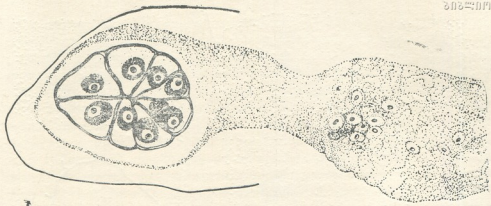
Для большинства покрытосемянных, помимо того, что эндосперм развивается после оплодотворения, закономерным является и то, что центральное ядро приступает к делению вскоре после оплодотворения, тогда как зигота характеризуется значительно более продолжительным периодом покоя.

По теории Попа [1], увеличенное число хромосом в первичном ядре эндосперма может быть одной из причин, способствующих более быстрому росту эндосперма, однако, как отмечает П. Магешвари, даже у *Onagraceae*, у которых зигота и первичное ядро эндосперма одной плоидности¹, развитие эндосперма протекает в более быстром темпе.

С другой стороны, существует ряд фактов, свидетельствующих о явлении, обратном тому, о котором мы говорили, а именно о развитии зародыша ранее эндосперма. Так, у *Vincetoxicum nigrum* зигота претерпела уже несколько делений, в то время как полярные ядра еще не слились. У *Mitella pentandra* и *Zostera marina*, наряду с многоклеточными зародышами, наблюдались неразделившиеся вторичные ядра. Подобное же явление имело место у *Taraxia ovata* и *Zauschneria latifolia* (из сем. *Onagraceae*) [1]. Чем это обусловлено, неизвестно. И на вопрос, заданный П. Магешвари [1],—почему в случаях запоздалого опыления, применения чуждой пыльцы или пыльцы, облученной рентгеновскими лучами, сначала начинает делиться яйцеклетка—тоже пока нет ответа.

У гаплоидных растений с гаметическом набором хромосом при партеногенетическом развитии эндосперм гаплоиден или диплоиден, в случаях же псевдогамии (т. е. наличия тройного слияния в отсутствие оплодотворения яйцеклетки) он триплоиден. У наследственных апомиктов, таких, как *Chondrilla* [9], *Taraxacum* [10], *Ranunculus*, [1], характеризующихся выпадением мейоза в материнских клетках зародышевого мешка, благодаря чему все ядра зародышевого мешка оказывается диплоидными, эндосперм тетраплоиден.

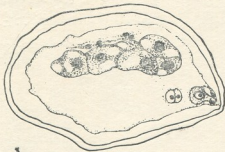
¹ Ядро мегаспоры претерпевает только два деления и образуется лишь микропиллярная четверка ядер, из которых дифференцируется яйцевой аппарат и единственное полярное ядро.



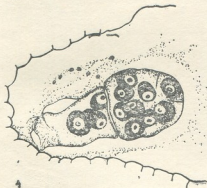
1



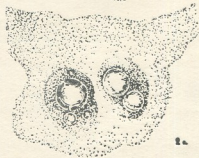
2



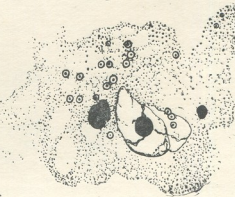
3



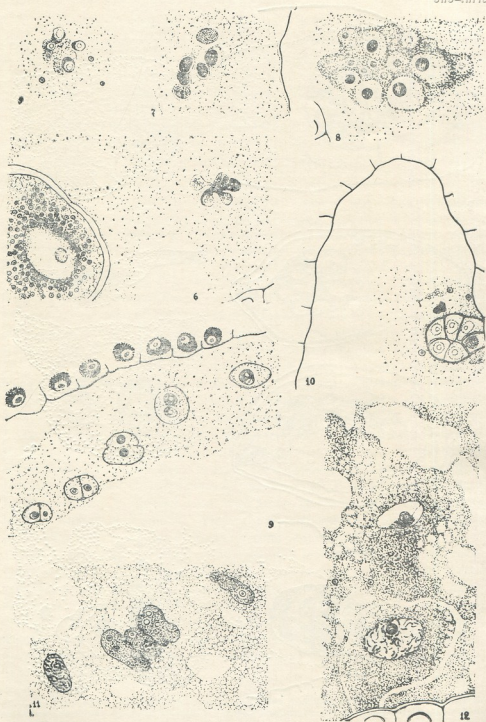
4



5



6



Но способствует ли это увеличение плоидности полярных ядер развитию из них эндоспермальной ткани без оплодотворения?

Модилевский отмечал [3,4], что в том случае, когда эндоспермальная ткань начинает развиваться без оплодотворения, она может брать начало как от слившихся полярных ядер, так и от каждого из них в отдельности. Наблюдавшееся нами у пшеницы расхождение полярных ядер, при чем каждое из них приобретало сходство с первичным ядром эндосперма (рис. 2, а), также подтверждает вышесказанное.

Несмотря на вышеперечисленные факты, природа стимулов, которые могли бы вызвать деление неоплодотворенных яйцеклетки и вторичного ядра, в сущности еще не исследована. Лишь отдельные факты говорят о возможности подобного развития.

Так, Хедеман [11] уколом в завязь (по методу Габерландта) вызвал развитие двуклеточного зародыша и эндосперма в нуклеарной стадии развития в неопыленной завязи *Mirabilis usiflora*.

Как уже отмечалось, из опытов Модилевского и Марьянович [3] с махоркой также следует, что раневое раздражение оказывает стимулирующее влияние на процессы развития зародыша и эндосперма.

Катаяма [1] наблюдал развитие зародыша в неопыленной завязи *T. monococcum* (фиксированной на девятый день после кастрации), в отсутствии эндосперма.

Отмечавшееся нами [8,12,13] развитие партеногенетических зерновок при чужеродных опылениях у пшеницы говорит о стимуляции этих процессов ферментами и активно действующими веществами пыльцы.

В отдаленных скрещиваниях нами [8] также отмечалось развитие зародышей при нетронутых полярных ядрах. Такие случаи имели место в скрещиваниях *Triticum monococcum* × *T. macha*. Из 179 завязей (при фиксации материала через 3—4 суток после опыления) в 90 случаях наблюдалось развитие как зародыша, так и эндосперма, и в 10 случаях — лишь одного зародыша без эндосперма (рис. 4)¹.

Поскольку у растений, для которых характерным является регулярный автономный апомиксис, Христов и Николов [14] наблюдали более позднее развитие эндосперма, мы, опираясь на данные генетического анализа, можем утверждать, что и в случаях, описанных нами, имело место это явление.

Но, как бы ни шло развитие при апомиксисе — обгоняет ли развитие зародыша развитие эндосперма или наоборот, — пока мы не овладели методами экспериментального возбуждения партеногенеза у растений и последовательности всех этапов будет трудно уловить.

¹ Рис. 1,4—12 зарисованы при одном увеличении. Кроме рис. 7, где материал фиксировался по Карнуа и красился метил-грюн-пиронином, во всех остальных случаях применялись фиксация по Навашину и окраска по Фельгену.

Принимая во внимание тесную взаимозависимость в развитии зародыша и эндосперма [4, 15], полагаем, что развивающийся зародыш может стимулировать развитие эндосперма без оплодотворения точно так же, как апомиктический эндосперм может побудить яйцеклетку к дальнейшему развитию.

С этой точки зрения представляет интерес наблюдаемое нами автономное развитие эндосперма у пшеницы. Лайкова [7] не отмечала в подобных случаях развития зародыша. Но Кахидзе и Александрова [6] наблюдали развитие и зародыша.

Развитие многоклеточного зародыша нам удалось наблюдать в зародышевом мешке цветка *Triticum aestivum*, опыленного на четвертый день после кастрации пылью *Opuntia ficus indica* и фиксированного через семь суток после опыления. Антиподы к этому времени дегенирировали. От полярных ядер остались раздробленные ядрышки со сгущенным плазмой вокруг них (рис. 1).

В остальных случаях при отсутствии факта оплодотворения в завязях кастрированных и неопыленных цветков, фиксированных через длительное время после кастрации, а также при отдаленной гибридизации и чужеродном опылении, нами наблюдались различные стадии развития апомиктического эндосперма, а также ряд изменений в элементах зародышевых мешков и в самой завязи. Одним из наиболее часто встречающихся изменений был рост завязей в длину, благодаря которому они оставляли впечатление оплодотворенных.

Так, в завязи цветка *T. macha*, опыленного на восьмой день после кастрации чужеродной пылью, а именно пылью *Spartium junceum*, и фиксированного через четверо суток после опыления, мы наблюдали увеличенную в длину полость зародышевого мешка (рис. 2). Такие завязи встречались большей частью в цветках, в которых мы находили личинок шведской мушки или крылатую тлю. В этих случаях к раздражению, вызванному кастрацией, присоединяется раздражение как механическое — от движения насекомых, так и биологическое — от действия на завязи их экскретов. Эмбриологическое исследование подобных завязей показало, что они являются чисто партеноперикарпическими (термин, предложенный П. А. Барановым) [16] образованиями, так как зародышевые мешки еще сохранили все присущие им элементы или последние уже дегенирировали, а развился лишь перикарпий. В яйцеклетке морфологические изменения пока незаметны. Полярные ядра разъединены. В каждом из них наблюдаются добавочные ядрышки, окруженные, как и основные, фелленположительными гранулами. Внешний вид каждого из полярных ядер в отдельности напоминает первичное ядро эндосперма (рис. 2, а).

Кроме того, в этом же зародышевом мешке наблюдались тяжи плазмы с образованиями, напоминающими добавочные полярные ядра. Их характеризуют очень большие ядрышки, незначительное количество фелленпо-

ложительных гранул и отсутствие ясно выраженной оболочки (рис. 2 получен с трех срезов). Подобно первым ядрам эндосперма, они располагаются в тяже плазмы, выстилающем зародышевый мешок.

Не располагая пока более поздними стадиями развития подобных ядер, мы ничего не можем сказать о том, какая судьба их постигнет— дадут ли они начало эндоспермальной ткани или нет.

Разъединенные полярные ядра, структурой своей напоминающие интерфазные ядра, мы рассматриваем как наиболее близкие к самостоятельному делению без слияния и оплодотворения (рис. 2, п. я.).

Кроме того, в полости зародышевых мешков цветков *T. macha*, неопыленных или чужеродно опыленных, наблюдаются протоплазмические шары (рис. 2, п. ш.), подобные описанным Модилевским [4] и Худяк [15] у злаков.

В отношении добавочных полярных ядер (рис. 2, н.) можно допустить, что им дало начало одно из ядер антипод. О подобном развитии добавочных полярных ядер сообщала Полякова [17]. Нам же нередко удавалось наблюдать разделившиеся «спинные» ядра антипод. На рис. 3 изображен зародышевый мешок цветка *T. macha*, кастрированного и неопыленного, фиксированного на девятый день после кастрации.

Картины митоза в этих ядрах не имели места, но можно предполагать наличие аномального митоза или амитоза.

Интересен тот факт, что «спинные» ядра антипод у пшеницы дегенерируют в меньшей степени, чем «брюшные», вдающиеся в полость зародышевого мешка. Эти небольшие клетки антипод на спинной стороне зерновки (между антиподами и тканью нуцеллуса) наблюдались нами довольно часто. Их ядра, возможно, в некоторых случаях и дают начало апомиктическому эндосперму.

В зародышевом мешке цветка *T. macha*, неопыленном и фиксированном на одиннадцатый день после кастрации, мы наблюдали следующие изменения: возникновение в сфере полярных ядер, из их же вещества, небольших положительно окрашенных по Фельгену ядер с крупными ядрышками (рис. 5). Подобное состояние полярных ядер мы считаем первой стадией развития апомиктического эндосперма.

Близкой к ней является стадия, представленная на рис. 6, где изображен зародышевый мешок цветка *T. macha*, опыленного пылью *Spartium junceum* на девятый день после кастрации (фиксация через трое суток после опыления). Здесь наблюдается расщепление полярного ядра на лопасти. В некоторых из лопастей этого амебоидного ядра имеет место положительная реакция на ДНК, тогда как другие, с многочисленными мелкими вакуолями, ануклеальны. Лучевая симметрия наводит на мысль об одновременном расщеплении одного ядра на лопасти (рисунок сделан по двум срезам). Подобная фрагментация ядра очень близка к амитозу.

В зародышевом мешке завязи цветка *T. macha*, кастрированного и неопыленного, в сфере полярных ядер (которые, как и в зародышевых мешках, изображенных на рис. 5 и 6, отсутствуют) наблюдаются уже отдельные обособившиеся ядра, правда, с плохо выраженными ядрышками (рис. 7). Наиболее крупное из ядер характерно окрашено метил-грюмом, остальные же ядра окрашены в лиловатый тон и по виду приближаются к дегенерирующим ядрам. Возможно, что лишь крупное ядро и будет делиться в дальнейшем и даст начало эндоспर्मальной ткани.

Поскольку изображенные на рис. 5, 6, 7 картины наблюдаются, судя по объему ядерной массы, как результат деления одного из полярных ядер, то возникшие в этом случае ядра эндосперма должны быть гаплоидны.

Близкая к вышеописанной картина имела место при анализе завязей после отдаленных скрещиваний. Так, в скрещивании *T. macha* с *Elymus giganteus*, в котором нам ни разу не удалось наблюдать оплодотворение, несмотря на проникновение спермиев в зародышевые мешки (рис. 8), вместо полярных ядер, отмечалась группа неодинаковых по величине ануклеальных ядер. Их существование позволяет допустить возможность развития из них эндоспर्मальной ткани.

В неопыленных завязях, фиксированных в более поздние сроки после кастрации, мы встречали уже вполне оформленные ядра эндосперма (рис. 9). Ядра эти не дают реакции на ДНК при окраске по Фельгену.

Амитотическое деление (наряду с митотическим) свободных положительно окрашенных ядер эндосперма наблюдалось в завязи *T. macha*, фиксированной на девятый день после кастрации. Цветок не опылялся (рис. 11). В этот срок в оплодотворенных зародышевых мешках мы должны были иметь уже клеточный эндосперм и многоклеточный зародыш. Здесь же наблюдалось развитие свободных ядер эндосперма числом больше 100 (рис. 11) и шестиклеточный зародыш с почти ануклеальными ядрами (рис. 10).

Кроме того, в завязи кастрированного и неопыленного цветка *T. macha*, фиксированного на девятый день после кастрации, мы наблюдали яйцеклетку в профазе и одно полярное ядро с положительно окрашенным по Фельгену сгустком, прилегающим к ядрышку (рис. 12).

Итак, в наших опытах с кастрацией без опыления и с чужеродным опылением на эмбриологическом материале в двух случаях наблюдалось развитие зародыша, в одном—яйцеклетка в профазе и в нескольких случаях—развитие апомиктического эндосперма. Генетический же контроль констатировал развитие небольшого числа нормально выполненных зерновок. Можно допустить, что последние могли иметь и иное происхождение—могли иметь место апоспория или партеногенетическое развитие из

диплоспоровых зародышевых мешков, развитие которых у *Poa* хорошо известно, для пшеницы же не установлено. Лишь дальнейшее эмбриологическое исследование рода *Triticum* поможет установить истину.

Отмеченные нами при эмбриологическом исследовании материала факты подтверждают данные генетического анализа о наличии в роде *Triticum* нерегулярного, стимулятивного партеногенеза.

Выводы

1. У покрытосемянных растений эндосперм может развиваться автономно, без тройного слияния. Оставляя открытым решение вопроса о том, какого порядка это явление, атаквистического или патологического, мы полагаем, что для решения проблемы искусственного возбуждения партеногенеза у растений оно представляет интерес.

2. Развитие апомиктического эндосперма у пшеницы на эмбриологическом материале удалось наблюдать лишь у гексаплоидного вида *T. macha*. Возможность развития эндосперма из неоплодотворенных ядер и дальнейшая жизнеспособность возникшей ткани, как видно, возрастают вместе с плоидностью полярных ядер.

3. Апомиктический эндосперм возникает путем амитотического деления полярных ядер, но на поздних стадиях своего развития ядра делятся и митотически. Последнее является подтверждением восстановления их жизнеспособности и полноценности.

4. В то время как неоплодотворенные полярные ядра делятся амитотически, яйцеклетка способна делиться лишь митотическим путем. Триплодное, первичное ядро эндосперма, возникающее, в результате оплодотворения, также всегда делится митотически. Амитоз имеет место в этом случае на поздних стадиях развития эндоспермальной ткани.

5. Эндоспермальная ткань у пшеницы может возникать из недегенерировавших и поделившихся «спинных» ядер антипод.

Академия наук Грузинской ССР

Институт ботаники

(Поступило в редакцию 17.3.1964)

გობანიძე

ბ. კანდელაკი

აკადემიკოსი ენდოსპერმის განვითარების გზები

რეზიუმე

ემბრიოლოგიურმა კვლევამ დაადასტურა გენეტიკური ანალიზის მონაცემები გვარ *Triticum*-ში არარეგულარული, სტიმულირებული პარტენოგენეზის არსებობის შესახებ.

დადგინდა, რომ ფარულთესლიანებში ენდოსპერმს ავტონომიური განვითარების მიდრეკილება აქვს სამმაგი შერწყმის გარეშე.

აპომიქტური ენდოსპერმი ვითარდება პოლარული ბირთვების ამიზოტური დაყოფით, მაგრამ განვითარების მოგვიანო საფეხურებზე ენდოსპერმის ბირთვები იყოფა მიტოზურადაც, რაც მათ ნორმალურობასა და სიცოცხლისუნარიანობაზე მიუთითებს.

როდესაც გაუნაყოფიერებელი პოლარული ბირთვები ამიზოზურად იყოფა, კვერცხუჯრედში საერთოდ მხოლოდ მიზოტური გაყოფა შეინიშნება.

ენდოსპერმის პირველადი, ტრიპლოიდური ბირთვი, მიღებული განაყოფიერების შედეგად, აგრეთვე ყოველთვის მიზოტურად იყოფა. ჰიბრიდულ ენდოსპერმში მიზოტს ადგილი აქვს მხოლოდ მოგვიანო სტადიების გავლისას.

ხორბალში აპომიქტური ენდოსპერმი შეიძლება აგრეთვე განვითარდეს ანტიპოდების არადეგენერირებული დორზალური ბირთვების დაყოფით.

ენდოსპერმის აპომიქტურად განვითარების შესაძლებლობა მეტად საინტერესოა პარტენოგენეზის ხელოვნურად გამოწვევის პრობლემასთან დაკავშირებით.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. Магешвари. Эмбриология покрытосемянных. М., 1954.
2. K. Schnarf. Embryologie der Angiospermen, Berlin, 1929.
3. Я. С. Модилевский, Е. Мар'янович. Эмбриологични процеси в зародкових мішках, обумовлені впливом поранень кастрираних завязей. ДАН УССР, 1939.
4. Я. С. Модилевский. Цитозембриология высших растений. Киев, 1963
5. С. С. Замотаилов. Эмбриология инжира при разных вариантах опыления. Изв. АН СССР, № 2, 1955.
6. Н. Т. Кахидзе и И. Александрова. Апомиксис у мака. Тезисы III Всесоюзного совещания эмбриологов, 1960.
7. Л. И. Лайкова. Развитие эндосперма у кукурузы без опыления. Тезисы IV совещания эмбриологов, Л., 1963.
8. Г. В. Канделаки. К изучению партеногенеза и партенокарпии у *Triticum* Тезисы IV совещания эмбриологов, Л., 1963.
9. V. Poddubnaja-Arnoldi. Geschlechtliche ungeschlechtliche Forpftanzung bei einiger Chondrilla. Arten Planta (Berl.), 19, H, 1, 1933.
10. V. Poddubnaja-Arnoldi und V. Dianowa. Eine zytoembryologische Untersuchung einiger Arten der gattung Taraxacum. Planta, Bd. 23, 1934.
11. Hedemann. Ueber experimentelle Erzeugung von Adventivembryonen bei Mirabilis fliflora und Mirabilis. fröibeli. Biol. Zentbl., 51, 1913, 647—652.
12. Г. В. Канделаки. К изучению партеногенеза в роде *Triticum*. Труды Тбилисского ботанического института, т. XXI, 1960, 261—270.
13. Г. В. Канделаки. К цитозембриологическому изучению индуцированного партеногенеза. Сообщения АН ГССР, т. XXIX, 5, 1962.
14. М. А. Христов и Хр. Николов. Исследование развития зародышевого мешка у некоторых видов рода Роа. Известия Ботанического института Болгарской АН, кн. VII, 1960.
15. М. И. Худяк. Эндосперм покрытосемянных растений. Киев, 1963.
16. П. А. Баранов. История эмбриологии растений. М., 1955.
17. Т. Ф. Полякова. О морфологических и функциональных изменениях элементов зародышевого мешка. Вестник ЛГУ, № 21, 1956.

თბილისის მიდამოებში გავრცელებულ გვარ *ROSULARIA* (D. C.)
STAPF-ის წარმომადგენლები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 28.3.1964)

თბილისის მიდამოებში ბერია მსუქანასებრთა ოჯახში შემაჯავრობი სახეობები, რომლებიც იმდენად მსგავსნი არიან, რომ ხშირად ცნელი ხდება არა თუ სახეობის, არამედ გვარის დადგენაც კი.

გვ. *Rosularia* (D. C.) Stapf წინათ განიხილებოდა გვ. *Sedum* ერთ-ერთ სექციაში *Sempervivoides* Boiss. ამ სექციის წარმოშობის პირველ წყაროდ ითვლება კავკასია. მის შემადგენლობაში შედის კავკასიაში გავრცელებული ორი სახეობა *Sedum pilosum* M. B. S. *sempervivoides* Fisch., რომელიც პირველ ხანებში ძლიერ მიემსგავსება კლდისვაშლას [1].

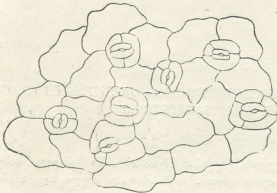
1939 წ. ა. ბორისოვამ [2] შემოაღნიშნული ორი სახეობა გვ. *Sedum* L.-დან გადაიტანა გვ. *Rosularia* (D. C.) Stapf., 1949 წ. გამოცემულ „საქართველოს ფლორაში“ კი აღნიშნული სახეობანი კვლავ გვ. *Sedum* L.-ში განიხილება. გამოყოფას ა. ბორისოვამ—საფუძვლად დაუდო შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: 1) ქვედა ფოთლები ფესვთანურ როზეტებშია შეკრებილი, 2) გვირგვინის ფურცლები თითქმის შუამდეა შეზრდილი, 3) ფოთლურა გაფარჩხული და სწორმდგომა.

ჩვენი აზრით, პირველი განმასხვავებელი ნიშანი არ უნდა იყოს საკმაოდ მყარია, რადგან გვ. *Sedum* L.-ის რამდენიმე სხვა წარმომადგენელსაც ახასიათებს ფესვთანური როზეტები (*Sedum in dicum* Hamet, *S. Capaea* L., *S. viscosum* Praeg). რაც შეეხება დანარჩენ ნიშნებს, ისინი საკმაოდ მკვეთრნი არიან და ჩვენი აზრით, უფრო მართებულია აღნიშნული სახეობები განიხილებოდეს გვ. *Rosularia* (D. C.) Stapf. ამას ადასტურებს როგორც შემოთქმული დასახელებული განმასხვავებელი მორფოლოგიური ნიშნები, ისე ჩვენ მიერ ჩატარებული ანატომიური გამოკვლევების შედეგებიც.

Rosularia pilosa (M. B.) A. Bor. მცენარე ორწლოვანია. პატარა ტანი-საა, საყვავილე ღეროს გარეშე; თითქმის მიწაზეა გართხმული. მთელი მცენარე შეზუსვილია.

როზეტის ფოთლები კვერცხისებრ-ნიჩბისებრია, ბრტყელი, ხორცოვანი, მუდომარე, 7-დან 10 მმ-დე სიგრძისაა და 3—5 მმ სიგანისაა; წვერი ბლაგვი, ფერით ბაცი მწვანე.

ფოთლი დაფარულია ერთშრიანი ეპიდერმისით. ეპიდერმისის უჯრედები მცირედ დაკლანძობილია. დაფარულია მრავალუჯრედიანი ბუსუსების დიდი რაოდენობით. ზედა და ქვედა ეპიდერმისი ერთმანეთისაგან არ განირჩევა არც

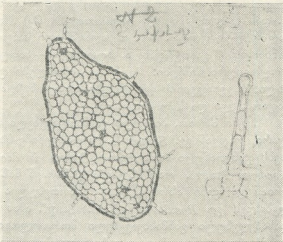


სურ. 1

კონები, ძლიერ მცირე ზომისაა, განლაგებულია ერთ სწორ ხაზზე (სურ. 2).

ღერო აღმამდგომია ვინაიდან მცენარეს ფესვთანური ფოთლები როზეტებში აქვს შეკრებილი, ამიტომ ღეროს დანახვა მხოლოდ ფოთლების მოცილების შემდეგ შეიძლება, რაც საბაბს აძლევს ზოგ მკვლევარს ასეთი ტიპის მცენარეები უღეროების სახელწოდებით გამოაყოს [3, 4, 5].

ღეროს ანატომიური აგებულება, ისევე როგორც ფოთლისა, ძლიერ მარტივია. იგი დაფარულია ისეთივე ფორმის ბუსუსებით, როგორითაც ფოთლები. გამტარი სისტემა შედგება უწყვეტ წრედ განლაგებული მერქნისა და ლაფნის ელემენტისაგან. ღეროს ანატომიაში საინტერესოა ის გარემოება, რომ მისი როგორც პირველადი ქერქის პარენქიმა, ისე გულგულიც შეიცავს ქლოროფილის მარცვლებს, რაც განპირობებული უნდა იყოს ღეროს ასიმილაციური როლით (სურ. 3).

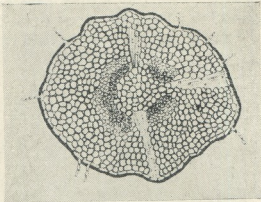


სურ. 2

ყვავილენი თავაკისებრია, მრავალყვავილიანი (6—18), დატოტვილი. ყვავილი 5 წევრიანია. ჯამის ფოთლები ხაზურ ფუძესთან შეზრდილია.

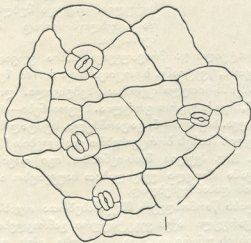
გვირგვინის ფურცლები შიშველი შუამდეა შეზრდილი, მტვრიანა 10 გვირგვინის ფურცლებზე უფრო მოკლეა. ნაყოფი 5 ვარსკვლავისებრი, გაფარჩხული სწორმდგომია.

მცენარე ჰევავის მაის-ივნისში. მოვარდისფრო ფერის ყვავილები აქვს. მას მეტად თავისებური გამრავლება ახასიათებს. ზრდასრულ როზეტში განვითარების განსაზღვრულ სტადიაზე შეუმჩნეველად ჰქრება მისი ზრდის კონუსი, რომლის ნაცვლად პერიფერიულად განლაგებული ფოთლების უბეებში ჩნდება ახალი როზეტები. ასეთი როზეტების რაოდენობა ჩვეულებრივად 3—5-ია. ვინაიდან ამ გზით წარმოშობილი როზეტები ერთმანეთს არ სცილდებიან, ამიტომ ისინი ვეგეტატიური გამრავლებისათვის არ გამოდგებიან [6], ე. ი. ეს მცენარე გამრავლების თავისებურებითაც განსხვავდება სხვა კლდისდუშუმებისაგან.



სურ. 3

აღნიშნული მცენარე იზრდება მთების შუა და ზედა სარტყელში. საქართველოს ფარგლებში გვხვდება: ქართლში, სამხრეთ-ოსეთში, მთიულეთში, მესხეთსა და ჯავახეთში, ამიერკავკასიის რესპუბლიკებში და შუა აზიაში; საერთოდ კი მცირე აზიაში [2].



სურ. 4

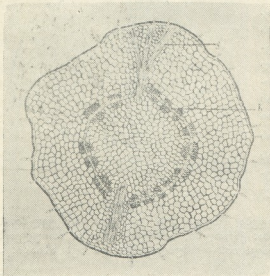
უჯრედიანი ბუსუსებით. ზედა და ქვედა ეპიდერმისის როგორც ბაგის თანმხლები, ისე ეპიდერმული უჯრედებიც მსგავსია. ბაგის თანმხლები უჯრედების ტიპი ანიზოციტური და დიაციტურია (სურ. 4).

Rosularia sempervivoides (Fisch) A. Bor. მცენარე ერთ-ან ორწლოვანია. ფესვთანური ფოთლები შეკრებილი აქვს როზეტში. როზეტები ყველა შემთხვევაში მარტოულია. დაფარულია ბუსუსებით. ძლიერ მიემსგავსება კლდისვაშლას.

ფოთლები ბრტყელი, ხორცოვანი, წაგრძელებული, კიდეწამწამიანია, ხშირად მოწითალო ლაქით ან წითელი წვერით.

ფოთოლი დაფარულია ერთ-შრიანი ეპიდერმისით; ეპიდერმისის უჯრედები მცირედ დაკლაკნილია. იგი დაფარულია მეტად თავისებური ფორმის მრავალ-

ფოთლის ანატომიური აგებულება, ისე, როგორც *R. pilosa* (M. B.) A. Bor. შემთხვევაში, ძლიერ მარტივია. მეზოფილი შედგება ერთგვაროვანი მრგვალი ფორმის უჯრედებისაგან, რომელთაც არ ემჩნევათ მესრისებრ და ღრუბლისებრ პარენქიმალ დაყოფის არაერთი ნიშნები. აღნიშნული უჯრედები დიდი რაოდენობით შეიცავენ ლორწოვან სითხეს. გამტარი სისტემა შედგება მცირე ზომის საკმაოდ დიდი რაოდენობის კონებისაგან, რომლებიც ერთ სწორ ხაზზე განლაგებული (სურ. 5).



სურ. 5

ღეროს ანატომიაც დიდად არ განსხვავდება წინათგანხილული სახეობის ანატომიურ აგებულებისაგან. ღერო დაფარულია ისეთივე ფორმის ბუსუსებით, როგორც ფოთლები. ღეროს პარენქიმის უჯრედები, წინა სახეობისაგან განსხვავებით, ქლოროფილის მარცვლებს არ შეიცავს. გამტარი სისტემა კონების სახით რგოლურადაა განლაგებული. შეიმჩნევა კამბიუმის უჯრედების ორწყობიანი ზოლი (სურ. 6).

ვინაიდან მცენარე რიზტულია, დაყოფა მუხლად და მუხლთშორისად არ შეიმჩნევა.

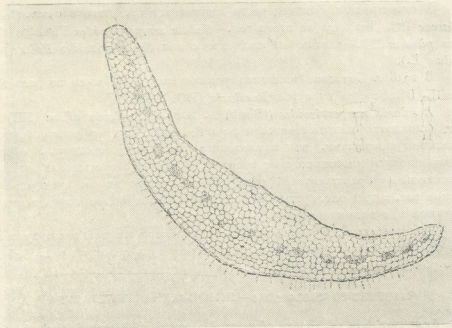
ყვავილენი ფარისებრი, დატოტვილი და მრავალყვავილიანია. ყვავილი 5-წევრიანია. ჯამის ფოთლები სამკუთხა, წვეტიანი, ხორცოვანი და ძირში შეზრდილია. გვირგვინის ფურცლები კაშკაშა წითელი ფერისაა, შებუსვლი. ლანცეტა შუამდე შეზრდილი და ჯამზე 2,5-ჯერ უფრო გრძელია. მტერიანები—10, გვირგვინის ფურცლებზე უფრო მოკლეა. ნაყოფი—5, გაფარჩხული, სუსტად შეზუსვილი, წვრილწერტილოვანი, მუცლის მხარეს ბორცვისებრი გასქელებით [7].

R. sempervivoides (Fisch.) A. Bor. ჰყვავის მაის-ივნისში. იგი თავისი მუქი მწვანე როზეტებითა და კაშკაშა წითელი ყვავილებით საუკეთესო ანსამბლსა ჰქმნის კლდოვანი ადგილების დასამშენებლად.

აღნიშნული სახეობა გამონაკლისს წარმოადგენს მსუქანასებრთა ოჯახში იმ მხრივ, რომ მას სრულიად დაკარგული აქვს ვეგეტატიური გამრავლების უნარი. უნდა ვივარაუდოთ, რომ მას ეს უნარი დროთა მანძილზე აქვს დაკარგული, რასაც ერთგვარად ადასტურებს როზეტის მჭიდროდ მიჯრილ ფოთლებს შორის პატარა ჩანასახოვანი როზეტის არსებობა. ეს როზეტი, რასაკვირველია, განვითარებას ვერ აღწევს და ადრევე იღუპება, მაგრამ თვით ეს ფაქტი უდაოდ საინტერესოა [6].

Rosularia sempervivoides (Fisch.) A. Bor-ზე განვითარებული ეს რო-
ზეტი ჩვენ აღრევე მოვაცილეთ და ცალკე დავრგეთ ქვიშაზე. როზეტი და-
ფესვიანდა, ამის შემდეგ იგი გადაეიტანეთ მიწაში. როზეტი ნორმალურად
ვითარდებოდა და აყვავდა კიდევ.

მცენარე ჰყვავის ივნის-ივლისში. იგი საუკეთესოა კლდოვანი ადგილების
დასაშვენებლად. გარდა ამისა, მას იყენებენ ხალხურ მკურნალობაშიც.



სურ. 6

გავრცელებულია საქართველოს შემდეგ მხარეებში: ქართლში, თრია-
ლეთში, მესხეთში და ჯავახეთში. სსრკ-ის ფარგლებში მითითებულია მხო-
ლოდ ამიერკავკასიისათვის; საერთოდ კი გვხვდება მცირე აზიაში [2].

ჩვენი აზრით, უფრო მართებულია ა. ბორისოვას მოსაზრება იმის შე-
სახებ, რომ აღნიშნული ორი სახეობა *Sedum pilosum* M. B. და *Sedum semper-
vivoides* Fisch. განიხილებოდეს, როგორც *Rosularia pilosa* (M. B.) A. Bor-
და *Rosularia sempervivoides* (Fisch.) A. Bor., რასაც ამტკიცებს, როგორც
მის მიერ მოყვანილი მორფოლოგიური ნიშნები (გვირგვინის ფურცლები შუ-
ამდეა შეზრდილი, ფოთლურა გაფარჩხული და სწორმდგომია), ისე ჩვენ მიერ
ჩატარებული ანატომიური დაკვირვებები (ეპიდერმისზე მრავალუჯრედიანი
ბუსუსები და ბაგეების თანხლები დიაციტური ტიპის უჯრედები).

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 28.3.1964)

М. Л. КАЧАРАВА

 ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *ROSULARIA* (DC) STAPF, РАСПРОСТРАНЕННЫЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТБИЛИСИ

Резюме

В окрестностях Тбилиси часто встречаются представители сем. *Crasulaceae* DC. Два вида из этого сем.—*Sedum sempervivoides* Fisch. и *Sedum pilosum* MB.—раньше относились к секции *Sempervivoides* Boiss (род *Sedum* L.).

В 1938 г. Борисова выделила упомянутые выше виды из рода *Sedum* L. и перенесла их в род *Rosularia* (DC) Stapf.

Rosularia sempervivoides ((Fisch) A. Bor. и *Rosularia pilosa* (MB) A. Bor. отличаются от представителей рода *Sedum* L. как морфолого-систематическими признаками, так и анатомическими особенностями. У обоих видов имеются многоклеточные волоски, а тип околоустьичных клеток диацитный (у представителей рода *Sedum* L. таких многоклеточных волосков нет, а тип околоустьичных клеток в большинстве случаев анизоцитный или энциклоцитный).

Таким образом, в нашей работе на основании анатомических признаков подтверждается правильность перенесения двух видов из рода *Sedum* L. в род *Rosularia* (DC) Stapf.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. R. Praeger. Lloyd. Notes of sedum L. Journal of Botany British and foreign vol LVI. London, 1918.
2. Флора СССР, т. XI, М.—Л., 1939.
3. G. C. Gilbert. Cacti and succulents. London, 1957.
4. Hills. Loureance-Alpine gardening. London, 1957.
5. H. M. Roan. Cactus and other succulent plants. London, 1956.
6. კახელაძე, მასალები გვარი *Rosularia* (DS) Stapf-ს ორი სახეობის მემბრატორი გამრავლების შესწავლისათვის. თბილისის ბოტანიკური ბაღის მოანბნ. თბილისი, 1958
7. საქართველოს ფლორა, ტ. 4. თბილისი, 1948.



მცენარეთა ფიზიოლოგია

თ. შაჟახალი, დ. კობახიძე

**ბარემო ფაქტორების გავლენა ვაზის ფისვში პიგმენტების
შემცველობაზე**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ჯაფარიძემ 7. 2. 1964)

ჩვენ მიერ დადგინილია, რომ ვაზის ფესვები შეიცავენ ყველა იმ პიგმენტს, რომლებიც ფოთლებში გვხვდება. ქალაქის ქრომატოგრაფიული მეთოდის გამოყენებით ჩატარებულმა ანალიზმა გვაჩვენა, რომ ფიზიოლოგიურად აქტიური, ნორმალური ვაზის ფესვები შეიცავენ „ა“ და „ბ“ ქლოროფილს, კაროტინს, ლუტეინს, ვიოლიქსანტინს და ნეოქსანტინს. პიგმენტური ზონის შემდგომმა მიკროსკოპულმა ანალიზმა გამოავლინა უჯრედებში ის ორგანოიდები, რომლებიც აღნიშნული პიგმენტების მატარებელი აღმოჩნდნენ. ამჟამად ფესვის უჯრედთა ქლოროპლასტების და სხვა სახის პლასტიდების შესწავლა მიმდინარეობს.

სიბნელეში წარმოქმნილი ფესვის ქლოროფილი სინათლის ზემოქმედებას და მაღალ ტემპერატურას ვერ უძლებდა, ხდებოდა მისი სწრაფი დაშლა და გახუნება. ასეთსავე მოვლენას ჰქონდა ადგილი, როდესაც ფესვები ანაერობულ პირობებში იმყოფებოდა. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ფესვებში პიგმენტების სინთეზის უნარზე გარემო ფაქტორების გავლენის შესწავლის საკითხი დაისვა. აღნიშნული საკითხი აქტუალურია და მას გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. საღ, ნორმალურად განვითარებულ ვაზის ფესვებში ჯიშისათვის დამახასიათებელი პიგმენტების მაქსიმალური რაოდენობა გვხვდება. ამა თუ იმ არახელსაყრელი გარემო ფაქტორების ზეგავლენით ფესვის პიგმენტები იშლება და ბრკოლდება მათი ნორმალური სინთეზის პროცესი. აღნიშნული გარემოება იწვევს ფესვების ფიზიოლოგიური ფუნქციების ინაქტივირებას, რაც შემდგომ მიწისზედა ორგანოების მდგომარეობაზე და მთელი მცენარის ნორმალურ ზრდა-განვითარებაზე ახდენს გაცლენას.

ვითვალისწინებთ რა ფესვის სისტემის გარკვეულ ფიზიოლოგიურ მოზაიკას, მისი სხვადასხვა ზონების განსხვავებულ აქტივობას, ფუნქციათა განაწილებასა და ფიზიოლოგიურ დიფერენცირებას, ფესვის სისტემის მილიანი ზრდის ზონა დავყავით სამ ქვეზონად: 1. ფესვის წვერი (მერისტემა), 2. გაჭიმვის ზონა და 3. ფესვის ბუსუსთა ზონა. აღნიშნულ ზონებში პიგმენტები რაოდენობრივად სპექტროფოტომეტრის გამოყენებით ისაზღვრებოდა.

პირველ ცხრილში მოცემულია რქაწითელის, გორულისა და ჩინური ჯიშის ვაზის ფესვების სხვადასხვა ზონებში კაროტინის, „ა“ და „ბ“ ქსიროფილის რაოდენობა. ცხრილიდან ჩანს, რომ პიგმენტების მაქსიმალურ რაოდენობას პირველ ზონაში ვხვდებით. შემდეგ ზონებში როგორც კაროტინოიდების, ისე „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის რაოდენობა მცირდება.

რქაწითელისა და ჩინურის ფესვების ბოლო ზონაში ქლოროფილები არ აღმოჩნდა, რაც გამოწვეული უნდა იყოს ხელოვნურად შექმნილი არახელსაყრელი გარემო პირობებით (მაღალი ტემპერატურა 30° და სინათლის დიდი ინტენსივობა), რომლებმაც გამოიწვიეს ფესვის ზრდის ინტენსივობის შესუსტება და მესამე ზონის, ფესვის ბუსუსთა ზონის, სუსტი განვითარება. პიგმენტების სინთეზზე რქაწითელისა და გორულის ფესვებში უარყოფითად მოქმედებს მაღალი ტემპერატურა და სინათლე. „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის ყველაზე მაღალი შემცველობა აღნიშნულია 20°-ზე სიბნელის პირობებში, ხოლო კაროტინის მაქსიმალური შემცველობა სინათლეზე ტემპერატურის იმავე პირობებშია დადგენილი. „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის სინთეზზე ჩინურის ფესვებში სინათლე უფრო უარყოფითად მოქმედებს, ვიდრე მაღალი ტემპერატურა.

ცხრილი 1

მილიგრამ პროცენტობით ნედლ წონაზე

ჯიშის ობიექტი	ზონები	სიბნელე t°+30°					t°+20°					t°+20° სინათლე				
		a	b	a+b	a:b	კაროტინი	a	b	a+b	a:b	კაროტინი	a	b	a+b	a:b	კაროტინი
რქაწითელი ფესვები	1	0,02	0,02	0,04	1	0,26	0,05	0,10	0,15	0,5	0,41	0,024	0,04	0,06	0,7	0,40
	2	0,02	0,03	0,05	0,7	0,08	0,02	0,04	0,06	0,5	0,13	0,018	0,01	0,03	0,3	0,10
	3	კვალი	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0,12	0	0	0	0	0,15
გორულა ფესვები	1	0,04	კვალი	0,04	—	0,17	0,03	0,08	0,11	0,4	0,18	0,06	0,06	0,12	1	0,25
	2	0,04	0,01	0,03	2	0,20	0,04	0,11	0,15	0,4	0,07	0	0	0	0	0,10
	3	0,01	0,01	0,02	1,4	0,07	0,03	0,11	0,14	0,3	0,05	0,01	0,02	0,03	0,5	0,11
ჩინური ფესვები	1	0,09	0,13	0,2	0,7	0,18	0,05	0,02	0,07	2,5	0,40	0,04	0,07	0,11	0,6	0,26
	2	0,02	0,06	0,1	0,3	0,09	0,02	0,03	0,05	0,7	0,11	0,03	0,03	0,06	1	0,11
	3	0	0	0	0	0,10	0,05	0,06	0,11	0,8	0,14	0	0	0	0	0,09

აღსანიშნავია, რომ ფესვებში „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის რაოდენობა და მათი ურთიერთმეფარდება ფოთოლში არსებულ ქლოროფილების რაოდენობისა და ურთიერთმეფარდებისაგან მკვეთრად განსხვავდება. ფესვის პიგმენტური ზონის ყველა ქვეზონაში „ა“ და „ბ“ ქლოროფილი ან თანაბარი რაოდენობითაა, ან კიდევ ზოგჯერ „ბ“ ქლოროფილი ცოტათი მეტია „ა“ ქლოროფილზე. მაღალი ტემპერატურა და სინათლე „ბ“ ქლოროფილის სინთეზზე უფრო უარყოფითად მოქმედებს, ვიდრე „ა“ ქლოროფილის სინთეზზე.

ვინაიდან ფესვები უმთავრესად წყლისა და მინერალური ნივთიერებების შთანთქმისა და მათი პირველადი გარდაქმნის ადგილს წარმოადგენენ, ბუნებრივია, რომ გარემო საკვები ხსნარის იონური შედგენილობა გარკვეულ გავლენას მოახდენს ფესვებში პიგმენტების შემცველობაზე და მათ ფიზიოლოგიურ აქტივობაზე. აქედან გამომდინარე, ფესვებში პიგმენტების სინთეზზე გარემო ფაქტორების გავლენის შესწავლისას გათვალისწინებული იყო სხვადასხვა შედგენილობის საკვებ არეებზე ფესვის პიგმენტების სინთეზის უნარის გარკვევა. ამისათვის პირველ ხანებში საცდელად ავიღეთ ორი საკვები ხსნარი: 1. კნობის ხსნარი, სადაც აზოტი კალციუმის ნიტრატის ფორმითაა წარმოდგენილი და 2. მეორე ხსნარი იმავე კნობისა, სადაც აზოტი ქლორიანი ამონიუმის სახით იყო წარმოდგენილი.

საკონტროლოდ ავიღეთ მცენარეები, რომლებიც დავაფესვინათ იმავე პირობებში, მხოლოდ სუფთა წყალსადენის წყლის გამოყენებით. ფესვებში პიგმენტების სინთეზზე შემოადინებული ორი ფორმის აზოტის გავლენის შესწავლა იმით იყო გამოწვეული, რომ ადრე ჩვენ მიერ დადგენილი იყო ფესვებში პიგმენტების რაოდენობის გარკვეული მჭიდრო კავშირი იმ ადღენით რეაქციებთან, რომლებსაც ავითარებს ფესვი ცხოველმოქმედების პროცესში. ასეთი ადღენითი რეაქციებიდან პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს ნიტრატების ადღენა და იმ ნახშირბადის ადღენა, რომელიც ფესვის მიერ გარემო არედან შთაინთქმება.

ცხრილი 2

გ ი შ ი	ობიექტი	ზონები	მგრ. %/ით ნედლ წონაზე				კაროტინი
			a	b	a+b	a : b	
რქაწითელი I NO ₃	ფესვები	1	0,035	0,042	0,077	0,8	0,32
		2	0,024	0	0,024	—	0,17
		3	0,036	0,04	0,076	0,9	0,13
რქაწითელი II NH ₄	ფესვები	1	0,075	0,040	0,115	1,8	0,21
		2	0,003	0	0,034	—	0,13
		3	0,03	0	0,03	—	0,20
რქაწითელი III H ₂ O	ფესვები	1	0,03	0,03	0,06	1,0	0,21
		2	0,012	0,021	0,033	0,6	0,16
		3	0,025	0,034	0,057	0,7	0,19

მე-2 ცხრილში მოყვანილი მასალიდან ირკვევა, რომ ორივე ფორმის აზოტი ხელს უწყობს ფესვებში პიგმენტების სინთეზს. ნიტრატული ფორმის აზოტის ზეგავლენით „ა“ და „ბ“ ქლოროფილისა და კაროტინის რაოდენობა საგრძნობლად იზრდება. ასევე იზრდება პიგმენტების რაოდენობა ამონიაკური აზოტის ზეგავლენით. აღსანიშნავია, რომ ამონიაკური აზოტის ზეგავლენით უმთავრესად „ა“ ქლოროფილის რაოდენობა მატულობს, ხოლო ნიტრატული აზოტის ზეგავლენით ორივე ფორმის ქლოროფილის რაოდენობა იზრდება.

პიგმენტებს მაქსიმალური რაოდენობით ფესვის წვერი შეიცავს, შემდეგ ფესვის ბუსუსთა ზონა, ხოლო გაკიმვის ზონაში პიგმენტების რაოდენობა ან



მცირდება, ან კვალის სახითაა წარმოდგენილი. ამ ზონაში ქლოროფილი „ბ“ სულ აღარ გვხვდება. აღნიშნული არ ეხება იმ მცენარეებს, რომლებიც სუფთა წყალსადენის წყალში იყვნენ დაფესვიანებული. ამ ვარიანტში „ბ“ ქლოროფილის რაოდენობა ყველა ზონაში საგრძნობლად აკარბებს „ა“ ქლოროფილის რაოდენობას. ამგვარად, საკვები მარილები ხელს უწყობენ ფესვებში პიგმენტების სინთეზს. იზრდება უმთავრესად „ა“ ქლოროფილის რაოდენობა, მატულობს აგრეთვე კაროტინი.

ამონიაკური აზოტი ხელს უწყობს უმთავრესად „ა“ ქლოროფილის სინთეზს; ხოლო ნიტრატული აზოტის ზემოქმედებით კაროტინისა და ორივე ფორმის ქლოროფილის რაოდენობა იზრდება. მომავლისათვის გათვალისწინებულია მაკრო-და მიკროელემენტების სხვადასხვა ფორმების გავლენის უფრო დეტალური შესწავლა ფესვებში პიგმენტების სინთეზის უნარზე. აღნიშნულ საკითხს ფესვური კვების ფიზიოლოგიის შესწავლაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. დადგენილია, რომ ფოთლებში ქლოროფილისა და სხვა პიგმენტების სინთეზი მჭიდროდაა დაკავშირებული იმ რეაქციებთან, რომლებიც ფესვის სისტემაში მიმდინარეობს.

ის მცენარეები, რომლებიც ფესვებში ქლოროფილს დიდი რაოდენობით შეიცავენ, გამოირჩევიან ფოთლებში ქლოროფილის მაღალი შემცველობით. გარდა ამისა, აღმოჩნდა, რომ იმ მცენარეების ქსილების წვენი, რომლებიც ფესვებში პიგმენტების მაღალი სინთეზის უნარით ხასიათდებიან, შეიცავს რალაც სპეციფიკურ ნივთიერებებს, რომელიც ხელს უწყობს ფესვებში პიგმენტების სინთეზის პროცესს [1, 2].

ცხრილი 3

ჯ ი შ ი	ობიექტი	ზონები	მგრ %/6-ში ნედლ წონაზე				
			a	b	a + b	a : b	კაროტინ
3309	ფესვები	1	0,014	0,015	0,029	1	0,18
		2	0	0,	0	0	0,22
		3	0,010	0,020	0,030	0,5	0,28
5ბბ	ფესვები	1	0,018	0,052	0,070	0,3	0,22
		2	0,006	0,006	0,012	1	0,08
		3	0,012	0,04	0,052	0,3	0,22
ფოთლები		3309	14,5	5,6	20,1	2,6	14,2
		5ბბ	18,4	6,3	24,7	2,8	16,0

შემდგომ ცდებში გამოსაკვლევად ავიღეთ ამერიკული ვაზის ორი ჯიში: რიპარია X რუპესტრის 3309, როგორც არაგამძლე ჯიში და ბერლინდიერი X რიპარია 5ბბ როგორც შედარებით უფრო ქლოროზგამძლე ჯიში. მესამე ცხრილიდან ჩანს, რომ ჯიში 3309, 5ბბ-სთან შედარებით ფესვებში ქლოროფილის დაბალი შემცველობით ხასიათდება. აღნიშნულის შესაბამისად 3309 ფოთლებშიაც ქლოროფილს უფრო მცირე რაოდენობით შეიცავს, ვიდრე 5ბბ. იგივე სურათი მეორდება მცენარეების მყნობის შემთხვევაში. 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვებსა და ფოთლებში ქლოროფილის უფრო მცირე რაოდენო-

ბაა, ვიდრე უფრო ქლოროფილგამძლე საძირეზე 5ბბ-ზე მყნობის შემთხვევაში. ამასთან დაკავშირებით საინტერესოა აღინიშნოს ჩვენ მიერ ადრე დადგენილი ფაქტი.

ვაზის ტირილის წვენი სხვადასხვა საკვები ორგანული და მინერალური ნივთიერებების გარდა, ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების, კერძოდ, ზრდის ნივთიერებებისა და ვიტამინების არსებობა. აღმოჩნდა, რომ აღნიშნული ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები უფრო მეტი რაოდენობით ქლოროზგამძლე ვაზის ჯიშების წვენიშია, ე. ი. იმ მცენარეების ქსილების წვენიში, რომლებიც ხასიათდებიან ფესვებში პიგმენტების მაღალი სინთეზის უნარით. შესაძლოა, რომ ფესვებში მყოფი სპეციფიკური, ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, სხვა ფუნქციების გარდა ხელს უწყობენ ფესვებსა და ფოთლებში ქლოროფილების და სხვა ფიტოხრომების სინთეზს და ამ გზით საგრძნობლად აპირობებენ იმ რეაქციებს, რომლებიც ფესვებსა და მიწის ზედა ორგანოებში მიმდინარეობენ.

გამოკვლევა ჩატარებულია პროფ. ლ. ჯაფარიძის ხელმძღვანელობით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

(რედაქციის მოწვიდა 7. 2. 1964)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Т. Я. ЧКУСЕЛИ, Д. В. КОТАЕВА

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ В КОРНЕВОЙ СИСТЕМЕ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Резюме

Нашими предыдущими исследованиями было показано, что корневая система виноградной лозы содержит все те пигменты, которые имеются в листьях. В корнях методом бумажной хроматографии обнаружены хлорофилл «а» и «в», каротин, лютеин, виолаксантин и неоксантин.

В данной работе рассматривается влияние температуры, света и минеральных питательных веществ на содержание фитохромов в корневой системе виноградной лозы. Исследования показали, что высокая температура (30°), анаэробные условия и интенсивный яркий свет разрушают и задерживают синтез пигментов в корнях. Максимальное содержание хлорофилла «а» и «в» наблюдается при температуре 20°C в условиях темноты. В корнях количество и соотношение хлорофилла «а» и «в» значительно отличается от его содержания в листьях. В корнях количество хлорофилла «а» и «в» или одинаковое или же количество хлорофилла «в» немного выше. Высокая температура и свет более неблагоприятно влияют на синтез хлорофилла «в», чем на синтез хлорофилла «а».

Нитратная и аммиачная формы азота способствуют синтезу пигментов в корнях. Под влиянием нитратного азота увеличивается количество хлорофилла «а» и «в», а под влиянием аммиачного азота увеличивается главным образом количество хлорофилла «в». Максимальное содержание пигментов наблюдается в кончиках и в зоне корневых волосков. В зоне растяжения содержание пигментов минимальное. Установлена определенная связь между содержанием и синтезом пигментов в корнях и количеством физиологически активных веществ (витаминов и ростовых веществ) в пасоке виноградной лозы.

დამწმენდი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Рубин, В. Ф. Германова. Влияние корневых систем на формирование фотосинтетического аппарата. ДАН СССР, 107, № 5, 1956.
2. В. Ф. Гавриленко, Б. А. Рубин. Влияние пасоки на процессы зеленения листьев. ДАН СССР, 148, № 4, 1963.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Э. Н. КЕЦХОВЕЛИ, Д. Ч. КИНКЛАДЗЕ

ДИНАМИКА ЖЕЛТЫХ ФИТОХРОМОВ КОРЫ И ДРЕВЕСИНЫ
В ТЕЧЕНИЕ ГОДА

(Представлено академиком Л. И. Джапаридзе 23.3.1964)

Нами было показано [1], что желтые фитохромы коры и древесины подвергаются определенным сезонным изменениям.

Динамика желтых фитохромов: каротина, лютеина, виолаксантина — изучалась методом бумажной хроматографии [1, 2] в однолетних побегах двух листопадных растений (*Carpinus caucasica* Grossh. и *Parrotia persica* С. А. М.), которые содержат в коре и древесине больше фитохромов, чем другие древесные породы. Для сравнения было взято вечнозеленое растение *Evonymus japonica* Wall.

Исследование велось с октября 1961 г. по ноябрь 1962 г. Пробы для анализа брались два раза в месяц. Анализы проводились в полутьмной комнате при комнатной температуре.

Carpinus caucasica Grossh. Как видно из таблицы, лютеина оказывается больше в осенне-зимний период, с максимумом в январе. Затем его количество постепенно уменьшается и с незначительными колебаниями держится на одном уровне включительно по июнь. Своего второго максимума лютеин достигает в августе и, сразу резко уменьшившись, вновь увеличивается в последующие месяцы.

Можно считать, что каротин и виолаксантин не повторяют динамики содержания лютеина в коре и характеризуются некоторыми особенностями. Так, каротин с октября начинает незначительно уменьшаться вплоть до декабря. С января количество каротина постепенно увеличивается и своего максимума достигает в июле. Как показывает таблица, не выражен зимний максимум, как в случае лютеина. После летнего максимума содержание каротина в коре падает и в осенние месяцы с незначительными колебаниями держится на одном уровне.

Что касается виолаксантина, то содержание его в коре также постепенно увеличивается до марта (повышение содержания виолаксантина, а также каротина весной совпадает с цветением), затем начинает уменьшаться до августа и после резкого падения (сентябрь) вновь повышается осенью.

Содержание желтых фитохромов в коре и древесные побегах (1961—1962 гг.)
в мг% на свежий вес

Название растений	Объект	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	
<i>Carpinus cassioides</i> Grossh.	Кора	Каротин	2,6	2,6	2,4	3,6	2,2	2,6	4,2	4,2	4,0	6,4	5,8	4,2	4,6	4,2
		Лютеин	2,6	8,0	7,2	9,6	8,8	6,8	7,2	7,4	6,8	9,6	11,2	7,2	8,8	9,0
		Виаляксантин	1,26	1,18	1,40	1,92	2,2	2,6	2,2	1,60	1,70	1,38	2,0	0,50	1,82	1,86
	Древесина	Каротин	1,38	1,52	1,2	1,98	1,94	1,80	1,90	1,70	1,52	2,2	1,20	2,2	2,0	1,94
		Лютеин	2,6	3,4	3,0	4,6	4,0	3,4	3,0	2,4	2,6	2,0	1,92	2,8	3,2	3,0
		Виаляксантин	0,4	0,48	0,46	1,26	1,00	0,52	0,80	0,18	0,18	0,14	0,12	0,14	0,70	0,90
<i>Purrotia persica</i> C. A. M.	Кора	Каротин	3,8	5,4	5,0	3,0	4,0	5,0	6,0	4,0	4,6	4,0	4,0	4,2	4,6	5,2
		Лютеин	8,2	12,2	11,8	7,8	8,4	8,0	8,2	7,4	8,0	6,4	6,8	8,2	8,6	10,2
		Виаляксантин	3,6	3,6	3,4	1,64	4,0	3,2	2,4	1,48	2,4	1,42	2,0	1,66	3,4	4,2
	Древесина	Каротин	2,0	1,40	1,78	1,38	1,2	2,4	1,92	1,22	1,26	1,28	1,26	2,4	1,78	2,0
		Лютеин	2,8	2,6	2,8	1,82	2,8	2,0	1,34	1,24	1,42	1,48	1,76	2,0	1,72	1,78
		Виаляксантин	1,10	1,00	0,86	0,40	0,78	1,00	0,44	0,26	0,38	0,28	0,36	0,50	0,92	0,96
<i>Evonymus japonica</i> Wall.	Кора	Каротин		4,8	5,0	7,4	9,4	7,6		7,4	6,0	7,2	8,0	7,4	9,4	8,4
		Лютеин		11,2	9,8	14,4	17,4	14,8	10,4	10,4	10,4	13,4	13,2	15,0	23,2	17,6
		Виаляксантин		3,2	1,56	4,6	7,2	4,8	1,62	2,6	2,2	2,4	2,8	2,6	6,4	6,2
	Древесина	Каротин		0,52	0,50	0,82	0,80	0,80	0,90	0,50	0,64	0,40	0,70	0,62	1,04	0,86
		Лютеин		1,22	0,92	1,66	1,24	1,50	1,14	0,76	1,12	0,80	1,02	1,16	2,2	1,72
		Виаляксантин		0,40	0,36	0,50	0,40	0,50	0,38	0,12	0,18	0,10	0,20	0,08	0,60	0,54

В древесине динамика содержания желтых фитохромов в течение года выражена совершенно одинаково (табл.) Максимум для каротина, лютеина и виолаксантина наблюдается в январе, после чего количество этих фитохромов все уменьшается вплоть до августа. Осенью наблюдается их накопление в древесине.

Parrotia persica С. А. М. На объекте *Parrotia persica* имеется возможность провести параллель между изменением содержания желтых фитохромов листьев, коры и древесины.

Динамика желтых фитохромов листьев протекает однообразно (табл.). Высшая точка приходится на апрель. Затем их количество постепенно уменьшается до конца вегетации и только в осенние месяцы (сентябрь-октябре) наблюдается их незначительное увеличение. В ноябре эти фитохромы ведут себя иначе: количество каротина резко повышается, тогда как лютеина и виолаксантина значительно уменьшается. В связи с этим мы провели добавочные анализы желтых фитохромов не только зеленых листьев (летом), но и красно-желтых листьев с дерева и опавших листьев осенью. Как оказалось, в зеленых листьях наблюдается обычное соотношение желтых фитохромов, тогда как в осенних соотношение меняется в пользу каротина. Интересно, что высоким содержанием каротина характеризуется не только верхний слой опавших листьев, но и самый нижний слой гниющих листьев, в которых количество каротина еще сравнительно высокое, тогда как лютеин содержится в виде следов, а виолаксантина нет вовсе.

Динамика желтых фитохромов коры *Parrotia persicae* (табл. 1) отличается от таковой у *Carpinus caucasica*.

В коре *Parrotia* максимальное содержание лютеина наблюдается осенью и в начале зимы. Его количество резко уменьшается в январе и стоит на одном уровне до июля. С июля кривая содержания лютеина опять начинает подниматься и своего максимума достигает в осенние месяцы.

Что касается изменения содержания каротина и виолаксантина, то после осеннего максимума этих фитохромов отмечается повышение количества каротина до апреля, а виолаксантина—до февраля. Интересно, что это позднезимнее и весеннее повышение в содержании каротина и виолаксантина, так же как и у *Carpinus caucasica*, совпадает с бутонизацией и цветением *Parrotia*, у которого бутоны появляются уже во второй половине февраля, а в марте начинается цветение. Лютеин же в это время, как и у *Carpinus*, значительно уменьшается. После весеннего максимума количество обоих фитохромов чуть уменьшается и остается на одном уровне до осени. Осенью эти фитохромы в коре вновь накапливаются. Следует обратить внимание на один момент. Когда в осенних листьях в ноябре замечается резкое падение количества желтых фитохро-

мов, то параллельно эти фитохромы накапливаются в коре. Данное положение является как бы еще одним доказательством перемещения фитохромов из листьев в кору в осенний период, на что указывают некоторые исследователи [3—8].

Динамика желтых фитохромов древесины *Parrotia* отличается от их динамики в древесине *Carpinus*. В этом случае высокое содержание фитохромов держится в осенне-зимне-весенний период. Максимумы отмечаются именно ранней весной. Так, в случае лютеина—в середине февраля, а для каротина и виолаксантина—в середине марта. Вторая часть динамики повторяет ход изменения содержания желтых фитохромов древесины *Carpinus*.

Evonymus japonica Wall. Динамика всех трех фитохромов: каротина, лютеина, виолаксантина—кору *Evonymus* протекает совершенно одинаково (табл.). Максимальное содержание фитохромов отмечается в осенне-зимний период года.

Таблица изменения содержания желтых пигментов древесины показывает, что содержание каротина и ксантофилла (лютеина и виолаксантина) незначительно повышается в осенний период; в остальные времена года количество этих пигментов держится с очень незначительными колебаниями на одном уровне.

Как видно из вышеприведенного материала, динамика желтых фитохромов коры и древесины листопадных и вечнозеленых растений принципиальных различий не обнаруживает.

Динамика желтых фитохромов дает возможность судить априори об их физиологической функции. Возможно, что эта система желтых фитохромов может участвовать в процессе фотосинтеза и что заметное увеличение каротина, лютеина и виолаксантина в осенне-зимний период может быть связано с повышением стойкости растений в неблагоприятное время года.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники
Тбилиси

(Поступило в редакцию 23.3.1964)

გვანახეთა ფიზიოლოგია

ე. კეცოხელი, დ. კიკლადე

ქერქისა და მერქნის ყვითელი ფიტოქრომების დინამიკა წლის განმავლობაში

რეზიუმე

1961 წლის ოქტომბრიდან 1962 წლის ნოემბრამდე შესწავლებოდა ქერქისა და მერქნის ყვითელი ფიტოქრომების—კაროტინის, ლუტეინისა და ვიოლაქსანტინის შემცველობა წლის განმავლობაში.

გამოკვლევამ დაგვანახვა, რომ ფოტოლცენია და მარადმწვანე მცენარე-
 ების ქერქისა და მერქნის ყვითელი ფიტოქრომების დინამიკა წლის განმავ-
 ლობაში რაიმე პრინციპულ განსხვავებას არ იძლევა.

დავოყვავული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Э. Н. Кецховели, Д. Ч. Кинкладзе. Сезонная динамика желтых фито-
 хромов коры и древесины. Сообщения АН ГССР, XXXV:1, 1964.
2. Д. И. Сапожников, И. А. Бронштейн-Попова, Т. А. Красовская и
 А. Н. Маевская. Количественное определение основных каротиноидов зе-
 леного листа с помощью бумажной хроматографии. Физиология растений, 3,
 в. 5, 1956, 487—489.
3. В. О. Казарян и Э. С. Авуиджан. О перемещении хлорофилла в растениях.
 ДАН СССР, 101, 1, 1955, 181—183.
4. Д. Ф. Проценко, К. И. Богомаз. Зміна стану паластидного апарата у різ-
 них по морозостійкості дерев як пристосувальна ознака. Наукові записки Киї-
 вський Державний університет ім. Т. Г. Шевченка. Праці Ботанич. Саду ім.
 Акад. О. Ф. Фоміна, 16, в. 1, 25, 1957, 55—92.
5. Т. Н. Яковлев. Влияние ментора на передачу красящих веществ. Яровизация, 1
 (28), М.—Одесса, 1940.
6. К. А. Еремич и Е. Г. Минина. Биохимический анализ листьев дуба черешча-
 того в связи с изучением процессов плодоношения. Труды Института леса, 47,
 1960, 51—60.
7. Э. Н. Кецховели, Д. Ч. Кинкладзе, Ц. Е. Хахуташвили. О динамике
 хлорофилла коры и листьев в связи с вопросом о его перемещении в кору.
 Сообщения АН ГССР, 28, 4, 1962, 455—460.
8. С. И. Лебедев. Физиологическая роль каротина в растении. Изд. АН УССР
 Киев, 1953, 3—160.

ჰიანაწლავის უიზთავის ბაქტერიოლოგიური შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ჯავახიშვილმა 16.4.1964)

ბავშვთა ასაკში მუცლის ღრუს ქირურგიული პათოლოგიის ერთ-ერთ ყველაზე აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს მწვავე აპენდიციტი.

მეცნიერული გამოკვლევებით დადგენილ იქნა, რომ უკანასკნელ წლებში საგრძობლად იმატა ჰიანაწლავის ანთების მწვავე ფორმებმა. აქედან, ცხადია, ის ინტერესი, რასაც მკვლევარები იჩენენ ჰიანაწლავის მწვავე ანთების ეტიოპათოგენეზის შესწავლის საქმეში. ამ პრობლემის გადაწყვეტა წარმოადგენს ერთ-ერთ მთავარ პირობას ჰიანაწლავის მწვავე ანთების დროული პროფილაქტიკისა და რაციონალური მკურნალობისათვის.

ლიტერატურული წყაროები [1, 2, 3, 4], ჰიანაწლავის ანთების ეტიოპათოგენეზის შესახებ ცხადყოფენ, რომ აპენდიციტის განვითარებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ჰიანაწლავის მიკროფლორა, სახელდობრ ნაწლავის ჩხირი, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ მწვავე აპენდიციტის დროს ჰიანაწლავის შიგთავსიდან ნაწლავის ჩხირთან ერთად გამოიყოფა 15-ზე მეტი სხვადასხვა სახის მიკრობი.

მ. განტმანმა [5] ჰიანაწლავის ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევისას ნაწლავის ჩხირი გამოჰყო შემთხვევათა 87,2%-ში, ხოლო 6%-ში მან მიიღო სტერილური ნათესი, რასაც იგი ხსნის ჰიანაწლავის ობლიტერაციით.

გ. ფრუნკინამ და ი. ბერილომ [1] ნაწლავის ჩხირი ნახეს შემთხვევათა 95%-ში, ნაწლავის ჩხირთან ერთად სტაფილოკოკი—3%-ში, ხოლო სტრეპტოკოკი — 13,6%-ში. ანალოგიური მონაცემები აქვს ბ. მაცეცკოს [4], რომელმაც ნაწლავის ჩხირი ნახა შემთხვევათა 92%-ში სხვადასხვა მიკრობებთან კომბინაციაში.

ა. რემიზმა [6] შეისწავლა ჰიანაწლავის მიკროფლორა აპენდიციტის სხვადასხვა ფორმის დროს და აღნიშნა, რომ აერობული მიკრობები გვხვდება ჰიანაწლავის ანთების ყველა ფორმის დროს; ანაერობული მიკრობები კი უმთავრესად განგრენული და პერფორირებული ფორმების დროს.

ამრიგად, როგორც ლიტერატურული მონაცემებიდან ჩანს ჰიანაწლავის მწვავე ანთების განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი მიეკუთვნება მის მიკროფლორას, განსაკუთრებით ნაწლავის ჩხირს (ჰიანაწლავიდან მისი ხშირი გამოყოფის საფუძველზე).



უკანასკნელ წლებში ინტერესი ამ საკითხისადმი განსაკუთრებით გაიზარდა, ვინაიდან გამოვლინებულ იქნა ნაწლავის ჩხირის ტოქსინური შტამები [coli O 111], რომელთაც ეკუთვნის მთავარი როლი ბავშვთა ენტერიტების განვითარებაში.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ბავშვთა ასაკში განვითარებული აპენდიციტის დროს აერობული მიკრობებისა და განსაკუთრებით ნაწლავის ჩხირის ეტიოპათოგენური როლი. ამ მიზნით შესწავლილ იქნა 84 ოპერირებული ჭიანწლავის მიკროფლორა; აქედან 79 ჭიანწლავი ამოკვეთილ იქნა (მწვავე აპენდიციტის გამო წარმოებული ოპერაციის დროს (კატარული — 40, ფლემონური — 25, დესტრუქციული — 14), დანარჩენი 5 ჭიანწლავი გამოვიყენეთ საკონტროლოდ, რომელთაგანაც ორი მიღებულია თავისუფალი თიქრის ოპერაციის დროს, ორი — გაუვალობის დროს ჩატარებულ ლაპარატომიისას და ერთიც — ფილტვების ანთებით დაღუპული ბავშვის გვამიდან 8 საათის შემდეგ, შემთხვევით აღნიშნულ შემთხვევებში ავადმყოფებს ანამნეზში არ აღენიშნებოდათ აპენდიციტისათვის დამახასიათებელი მოვლენები.

მასალის შესწავლა წარმოებდა ბავშვთა პირველი გაერთიანებული კლინიკური საავადმყოფოს, რესპუბლიკური ცენტრალური კლინიკური საავადმყოფოსა და თბილისის კალინინის სახელობის რაიონის სანიტარულ ეპიდსადგურის ბაქტერიოლოგიურ ლაბორატორიებში.

მასალის გამოკვლევა წარმოებდა შემდეგნაირად: ამოკვეთილ ჭიანწლავს ვათავსებდით სტერილური პეტრის ფინჯანში. მისი ვარგანი აღწერის შემდეგ ვკვეთავდით მას ჯორჯლის მიმაგრების გასწვრივი ღერძის მიმართულებით და თვალის კონტროლის ქვეშ ვადგენდით შიგთავსის შემცველ ნაწილაკებს. ამის შემდეგ ვკვეთავდით ჭიანწლავის პროქსიმალურ და დისტალურ ნაწილებს, რომლებსაც ერთად ვათავსებდით შაქრიან ბულიონში და ვდგამდით თერმოსტატში 24—48 საათის განმავლობაში 37° ტემპერატურაზე. ბაქტერიების ზრდის შემთხვევაში ხდებოდა გამოყოფილი მიკრობების იდენტიფიკაცია მათი მორფოლოგიური, კულტურული და ბიოქიმიური თვისებების შესწავლის საფუძველზე.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგინდა იქნა, რომ აპენდიციტის დროს ჭიანწლავი 97,5%-ში (77 შემთხვევა) შეიცავდა ნაწლავის ჩხირს, ხოლო ზოგჯერ მასთან ერთად გვხვდებოდა სტაფილოკოკი — 6,3%-ში (5 შემთხვევა), სტრეპტოკოკი — 3,8%-ში, (3 შემთხვევა), ენტეროკოკი — 2,5%-ში (2 შემთხვევა), *Proteus Vulgaris* — 1,3%-ში (1 შემთხვევა), ხოლო 2,5%-ში ნათესები აღმოჩნდა სტერილური (2 შემთხვევა).

რაც შეეხება საკონტროლო (ნორმალურ) ჭიანწლავს, მის სანათურიდანაც ყოველთვის ვღებულობდით ნაწლავის ჩხირის ზრდას.

ლიტერატურაში არსებული ცნობები ანთებადი ჭიანწლავის მიკროფლორის შესახებ დაუპირისპირეთ საკუთარ მონაცემებს, რაც წარმოდგენილია ცხრილის სახით (იხ. ცხრილი 1).

ამრიგად, როგორც 1 ცხრილში მოყვანილი მასალიდან ჩანს, ნაწლავის ჩხირი გამოყოფილ იქნა ანთებადი ჭიანწლავისაგან შემთხვევათა 97,5% ში, რაც სასვებით ეთანადება არსებულ ლიტერატურულ მონაცემებს.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ნაწლავის ჩხირი გამოყოფილია აგრეთვე საღი ჭიანწლავის სანათურიდანაც. ის ფაქტი, რომ ნაწლავის ჩხირი გვხვდება როგორც ანთებად, ისე ნორმალურ ჭიანწლავში, საფუძველს გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ ნაწლავის ჩხირის არსებობა ყოველთვის როდია დაკავშირებული ჭიანწლავში მიმდინარე ანთებად პროცესთან. მასადაამე, ნაწლავის ჩხირი არ წარმოადგენს გადამწყვეტ ფაქტორს ჭიანწლავის ანთების განვითარების ეტიოლოგიაში. აპენდიციტის გამომწვევ მიზეზთა კომპლექსში ნაწლავის ჩხირი უნდა

ცხრილი 1

მიკრობთა დასახელება	საკუთარი მასალის მონაცემები (%-ით)		მკვლევარები და მათი მონაცემები (%-ით)		
	79 შემთხვევა	5 შემთხვევა (საკონტროლო)	ფორმინა და ბუილო	განტანი	მაცენკო
ნაწლავის ჩხირი	97,5	100	95	87,2	92
ნაწლავის ჩხირი და სტაფილოკოკი	6,3		3	42,5	8
ნაწლავის ჩხირი და სტრეპტოკოკი	3,8		13,6	14,8	
ნაწლავის ჩხირი და ენტეროკოკი	2,5			43	
ნაწლავის ჩხირი და <i>Proteus vulgaris</i> სტერილური	1,3			6	
	2,5				

წარმოადგენდეს მეორად ფაქტორს, წამყვან მიზეზად კი უნდა ჩაითვალოს ფუნქციური: დისკინეზური მოვლენები და ანგიო-ნევროზული მოშლილობები [7, 8, 9]. ჭიანწლავი სანთების განვითარებაში მის სანათურში არსებულ უცხო სხეულსაც გარკვეული როლი უნდა ეკუთვნოდეს.

ჩვენ მასალის მიხედვით (79 შემთხვევა), ჭიანწლავის სანათურის შიგთავსი უპირატესად შეიცავდა განავლოვან მასებს — 25,3% (20 შემთხვევა), განავლოვან კენჭებს — 17,7% (14 შემთხვევა), ჩირქოვან ჰემორაგიულ სითხეს — 8,9% (1 შემთხვევა), ჭიებს — 3,8% (3 შემთხვევა), უცხო სხეულებს — 2,5% (2 შემთხვევა).

აძვიარად, ჭიანწლავის კედლის ფუნქციურ-სტრუქტურული ცვლილებები, საევის მხრივ, ხელს უწყობს ჭიანწლავის სანათურში არსებული მიკრობების შეჭრას ტრავმირებულ კედელში და ქმნის ანთების განვითარების პირობებს.

ბავშვთა პირველი გაერთიანებული
 კლინიკური საავადმყოფო
 თბილისი

(რედაქციას მოუყიდა 16.4.1964)

Н. А. МТВАРАДЗЕ

БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖИМОГО ЧЕРВЕОБРАЗНОГО ОТРОСТКА

Резюме

Исследована микрофлора содержимого 84 червеобразных отростков. При остром катаральном аппендиците — 40, флегмонозном — 25, деструктивных — 14, без патологических изменений — 5. В 97,5% случаев бактериологически обнаружена кишечная палочка, иногда сопровождаемая стафилоккокком (в 6,3%), стрептококком (в 3,8%), энтерококком (в 2,5%), *Proteus vulgaris* (в 1,3%), а в 2,5% случаев посев оказался стерильным. В содержимом нормальных (контрольных) отростков каждый раз обнаруживалась кишечная палочка.

На основании собственных наблюдений и литературных данных можно сделать вывод, что наиболее часто встречающейся микрофлорой червеобразного отростка (как в норме, так и при его патологии) является кишечная палочка.

Основная причина развития аппендицита лежит в его функционально-дискинетических и ангионевротических нарушениях. Кишечная палочка — не решающий, а только лишь вторичный фактор в этиологии аппендицита.

Функционально-структурные нарушения отростка способствуют проникновению микробов в ее измененную стенку, что содействует развитию воспаления.

ՀԱՄԱՐՏՅՈՒՄՆԻ ԱՌՈՒՅՈՒՄՆԵՐ—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Е. Фрумкина, А. Г. Берилло. Микрофлора аппендиксов при аппендицитах. Хирургия, № 1, 1940.
2. А. Л. Коганович-Дворкина. Роль и значение анаэробной инфекции при воспалительных заболеваниях червеобразного отростка. Хирургия, № 6, 1940.
3. С. Ю. Чахунашвили. Экспериментальные исследования о воспалительных изменениях червеобразного отростка. Л., 1940.
4. П. А. Маценко. Острый аппендицит, 1941, 108 — 112.
5. М. В. Гантман. К вопросу о бактериологии червеобразного отростка и его брыжейки. Медицинский журнал БССР, № 10 — 11, 1939.
6. А. М. Ремиз. Роль анаэробной инфекции при остром аппендиците. Вестник хирургии, кн. 112 — 113, М., 1940.
7. А. В. Русаков. К вопросу об этиологии, патогенезе и классификации аппендицита. Хирургия, № 5, 1952.
8. Е. П. Евсеев. О роли микрофлоры червеобразного отростка в патогенезе острого аппендицита. Здравоохранение Таджикистана, № 1, 1961.
9. Е. П. Евсеев. О роли сосудисто-нервных факторов в патогенезе острого аппендицита. Материалы юбилейной сессии, посвященной 25-летию Ставропольского гос. мед. института, 1963.



მიკრობიოლოგია

ლ. ალექსი-მესხიშვილი

ქალაქლდამშობელი სოკოების ბიოლოგიის შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანჩაევმა 16.4.1964)

ქალაქის დამაზიანებელი სოკოების ბიოლოგია ნაკლებადაა შესწავლილი. საყურადღებოა პ. გრუშისა და ტ. პანისეტის [1] შრომა, რომელიც ეხება *Penicillium chrysogenum*-ის განვითარებაზე ტემპერატურის და ჰაერის შეფარდებითი ტენის გავლენას; დადგენილია ამ სოკოს ზრდა-განვითარებისათვის ტემპერატურისა და ჰაერის შეფარდებითი ტენის მინიმალური, ოპტიმალური და მაქსიმალური ზღვრები. საფუარა და ობის სოკოების ზრდა-განვითარებაზე დაბალი ტემპერატურის გავლენის შესახებ ცნობებს გვაწვდიან ს. ატა და ფ. შტაიბი [2], ფ. ჩისტიაკოვი, ზ. ბოჩაროვა, გ. ნოსკოვა [3,4]. *Cladosporium fulvum*-ზე ტემპერატურისა და ჰაერის შეფარდებითი ტენის გავლენა შესწავლილი აქვს კ. კალაშნიკოვს [5].

საქართველოში ხელნაწერთა დამაზიანებელი სოკოების ბიოლოგიური თავისებურებანი შეუსწავლელია. ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა ტემპერატურის, ჰაერის შეფარდებითი ტენისა და სინათლის გავლენა ზოგიერთი (*Penicillium tardum*, *Penicillium luteum*, *Trichoderma lignorum*, *Aspergillus niger*, *Stemphylium amoenum*, *Cladosporium herbarum*) ცელულოზის დამშლელი სოკოების ზრდა-განვითარებაზე.

ცდები ჩატარებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის კ. კეკელიძის სახელობის ხელნაწერთა ინსტიტუტში.

ტემპერატურის გავლენა. ტემპერატურის გავლენის დასადგენად ცდები ჩატარდა პოლითერმოსტატში (იხ. ცხრილი 1).

როგორც ცხრილიდან ჩანს, სოკოების ზრდა-განვითარება 1—38° ტემპერატურის ფარგლებში მიმდინარეობს, ზრდის მინიმალური ტემპერატურაა: *Cladosporium herbarum*-თვის 1—2°, *Penicillium tardum*-თვის 5—6°, *Penicillium luteum*-ისა და *Aspergillus niger*-ისათვის 7—8°, ხოლო *Trichoderma lignorum*-ისა და *stemphylium amoenum*-ისათვის 11—12°.

ოპტიმალური ტემპერატურა 25°—28° ფარგლებში მერყეობს. გამონაკლისია *Aspergillus niger*, რომლის განვითარების ოპტიმუმი 35—38°. მაქსიმალურია: *Penicillium tardum*, *Penicillium luteum*, *Cladosporium herbarum*-ისა და *Stemphylium amoenum*-ისათვის 35—38° t, ხოლო *Aspergillus niger*-ისა და *Trichoderma lignorum*-სათვის 42—43° შეიძლება ჩაითვალოს.



ტენის გავლენა სპორების გაღვივებაზე. სპორების გაღვივებაზე ტენის გავლენის გამოსარკვევად ცდები ექსიკატორებში ჩატარდა ჰაერის სხვადასხვა (30,40,50,60,70,80,90%) შეფარდებით ტენზე. სპორებს სასაგნე მინით ვათავსებდით ექსიკატორებში, გაღვივება აღირიცხებოდა 24,48, 72 საათის შემდეგ. საკონტროლოდ აღებული იყო სპორების გაღვივება 100% ტენში.

გამოირკვა, რომ ჩვენ მიერ გამოცდილი სოკოების სპორები მხოლოდ 100% შეფარდებითი ტენის პირობებში ლივდებიან 48—72 საათის განმავლობაში. უფრო დაბალი შეფარდებითი ტენის პირობებში კი სპორები არ ლივდებიან.

ცხრილი 1
ტემპერატურის გავლენა ქალაქდამშლეილი სოკოების ზრდა-განვითარებაზე

სოკოს სახელწოდება	1—2°	5—6°	7—8°	11—12°	16—20°	22°	25—26°	27—28°	33°	37—38°	42°	45°
<i>Trichoderma lignorum</i>	არ განვითარდა	არ განვითარდა	არ განვითარდა	31	85	85	85	85	60	41	7	არ განვითარდა
<i>Aspergillus niger</i>	"	"	4	13	24	34	54	55	65	66	22	"
<i>Penicillium luteum</i>	"	"	6	7.5	32	40	44	44	15	8	არ განვით.	"
<i>Penicillium tardum</i>	"	ოდნავ შესამჩნევი ზრდა	11	18	32	40	49	45	25	24	"	"
<i>Cladosporium herbarum</i>	ოდნავ შესამჩნევი ზრდა	8	10	15	13	31	40	19	13	არ განვითარდა	"	"
<i>Stemphylium amoenum</i>	არ განვითარდა	არ განვითარდა	არ განვითარდა	4	12	27	27	19	14	14	"	"

შენაშენა: *Trichoderma lignorum*-მა 25—26° და 27—28° ტემპერატურაზე ზრდა დაამთავრა მე-5 დღეს.

დასველებისა და გაშრობის გავლენა. გაღვივების უნარის მქონე სპორების (ორკვირიანი) სუსპენზიას ორი საათის განმავლობაში ვათავსებდით სასაგნე მინაზე, წვეთის აშრობის შემდეგ სასაგნე მინა გადაიტანებოდა სხვადასხვა (30,40,50,60,70,80,90,100%) შეფარდებით ტენზე. სპორების ცხოველმყოფელობა მოწმდებოდა 10,20,30,40,50 დღის შემდეგ. ექსპოზიციის გასვლის შემდეგ სპორებს ეწვეთებოდა წვეთი წყალი, გადაგვქონდა ნოტიო კამერაში ოპტიმალურ ტემპერატურაზე და 24 საათის შემდეგ აღირიცხებოდა გაღვივების ინტენსივობა.

როგორც დაკვირვებამ გვიჩვენა, რამდენადაც უფრო დაბალია ტენი, იმდენად სწრაფად კარგავენ სპორები ცხოველმყოფელობას. ასე მაგ.: *Penicillium tardum*, *Aspergillus niger* და *Trichoderma lignorum*-ის სპორები 30% შეფარდებითი ტენის დროს ცხოველმყოფელობას 10 დღის განმავლობაში კარგავენ, ხოლო *Stemphylium amoenum*, *Penicillium luteum* და *Cladospo-*

rium herbarum-ის სპორები გალივების უნარს 40% შეფარდებით ტენის პირობებშიც კი კარგავენ. შეფარდებითი ტენის მატებასთან ერთად მატულობს გალივების უნარი. ექსპოზიციის მატებასთან ერთად ყველა შემთხვევაში გალივების უნარი შემცირებულია. ასე მაგ.: *Trichoderma lignorum*-ის სპორების გალივების უნარი 90% ტენის პირობებში 10 დღის შემდეგ 84%-ს უდრის, 50 დღის განმავლობაში კი გალივების უნარი 46%-ს არ აღემატება. ამრიგად, რამდენადაც უფრო დაბალია შეფარდებითი ტენი, იმდენად სწრაფად კარგავენ სპორები ცხოველმყოფელობას.

სინათლის გავლენა. სოკოების ზრდა-განვითარებაზე სინათლის გავლენის გამოსარკვევად პეტრის თასებში, ლუდ-აგარის სუბსტრატზე გადავთესეთ ორკვირიანი სოკოვანი კულტურები. პეტრის თასების ერთი ნაწილი დავტოვეთ ოთახის სინათლეზე, ხოლო მეორე ნაწილს შემოვავხვიეთ შავი ქალაღი და მოვათავსეთ სიბნელეში.

ცდების შედეგად გამოირკვა, რომ ჩვენ მიერ გამოცდილი სოკოების ყველა სახეობა ერთნაირად იზრდებოდა როგორც სინათლეზე, ისევე სიბნელეში. ორივე შემთხვევაში სოკოების ზრდა ერთდროულად დაიწყო და პეტრის თასის ზედაპირი ერთდროულად დაიფარა სოკოს მიცელიუმით.

ამრიგად, ჩატარებული მუშაობის შედეგად დადგინდა იქნა *Penicillium tardum*, *Penicillium luteum*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma lignorum*, *Cladosporium herbarum* და *Stemphylium amoenum*-ის ზრდა-განვითარების მინიმალური (1—12°), ოპტიმალური (25—28°), და მაქსიმალური (35—42°) ტემპერატურა.

სპორების ინტენსიური გალივება აღინიშნება 100% შეფარდებით ტენზე. რამდენადაც დაბალია შეფარდებითი ტენი, იმდენად სწრაფად კარგავენ სპორები გალივების უნარს.

სინათლე სოკოების ზრდა-განვითარებაზე გავლენას არ ახდენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ხელნაწერთა ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.4.1964)

МИКРОБИОЛОГИЯ

Л. Г. АЛЕКСИ-МЕСХИШВИЛИ

К ИЗУЧЕНИЮ БИОЛОГИИ БУМАГОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ

Резюме

Изучалось влияние температуры, относительной влажности воздуха и освещения на рост и развитие некоторых целлюлозоразрушающих грибов (*Penicillium tardum*, *Penicillium luteum*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma lignorum*, *Stemphylium amoenum*, *Cladosporium herbarum*).

Установлены минимальная (1—12°), оптимальная (25—28°) и максимальная (35—42°) температуры роста и развития вышеуказанных грибов.



Интенсивное прорастание спор отмечается при 100%-ной относительной влажности воздуха. Чем ниже относительная влажность, тем быстрее споры теряют способность прорасти.

Освещение не влияет на рост и развитие грибов.

დაბოვებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. P. Groom and T. Panisset. Studies on *Penicillium chrysogenum*. Thom in relation to temperature and relative humidity of the air. ann. Appl. Biol., XX, 4, 1933, 633—660.
2. S. Ata und F. Staub. Kälteeinfluß auf Hefe und Reifeartige Pilze. Ibl. Bakt. Parasiten. Infektionsz. u. Hyg., Abz. 2, 1957, 110, 21—25, 659—673.
3. Ф. М. Чистяков, и З. З. Бочарова. Влияние низких температур на развитие микроорганизмов. Микробиология, 1937, т. 6, в. 9—10, 1292—1307.
4. Ф. М. Чистяков, Г. Л. Носкова. Влияние низких температур на развитие микроорганизмов. Микробиология, 1938, т. 7, в. 5, 565—578.
5. К. Я. Калашников. *Cladosporium fulvum* и влияние температуры и влажности воздуха на его развитие. Вестник защиты растений, 1940, № 5, 137—145.



პარაზიტოლოგია

ლ. პეტრიაშვილი

ტბის ბაყაყის (*RANA RIDIBUNDA* PALL.) ჰელმინთოფაუნა
ბაზალეთის ტბის პირობებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 9.4.1964)

ამფიბიები, შედიან რა მრავალი ხერხემლიანი ცხოველის საკვებ რაციონში, ხშირად ისეთი ჰელმინთის ეპიზოოტიის წყაროს წარმოადგენენ, რომელსაც საგრძნობი ზიანის მოტანა შეუძლია სოფლის მეურნეობისათვის. ხშირ შემთხვევაში ამფიბიები იმ ჰელმინთების შუალედი ან რეზერვუარული მასპინძლები არიან, რომლებიც იწვევენ: ალარიოზს, თიზოცეფალიოზს, ჰიპოდერიოზს, ექინოპარიფიოზს, გნატოსტომოზს და სხვა.

ამრიგად, ამფიბიების ჰელმინთების შესწავლას არა მარტო თეორიული, არამედ აგრეთვე გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობაც აქვს: მიუხედავად ამისა, მათი ჰელმინთოფაუნა საქართველოში საკმაოდ სუსტადაა შესწავლილი [1,2].

1918 წელს ლინტროპმა [1] გუდაუთის რაიონში 5 სახეობის უკულო ამფიბია გაკვეთა, რომელშიც სკრიაბინისა და ზახაროვის მიერ 4 სახეობის ჰელმინთი იქნა რეგისტრირებული: ნემატოდა — *Pleurogenes claviger* Rudolphi, 1817; ტრემატოდა — *Rhabdias bufonis* (Schrank, 1788); *Osvaldocruzia goezia* Skrjabin et Schulz, 1952; *Oxysomatium longispiculum* Railliet et Henry, 1913.

1961 წელს თეზისების სახით გამოქვეყნდა ე. ჭიაბერაშვილისა და გ. მჭედლიძის [2] შრომა, სადაც მათ მიერ 6 სახეობის უკულო ამფიბიაში 20 სახეობის ტრემატოდაა რეგისტრირებული. აღწერილია ერთი ახალი ფორმა: *Pleurogenoides samgoriensis* Tschiaberashwili et Mtschedlidze, 1961, ხოლო *Diplodiscus mehrai* (Pande, 1937) საბჭოთა კავშირში მათ მიერ პირველადაა რეგისტრირებული.

უკულო ამფიბიებიდან ტბის ბაყაყი საბჭოთა კავშირში ფართოდაა გავრცელებული, ამდენად მისი კვებითი ღირებულება თევზების, რეპტილიების, ფრინველებისა და ზოგიერთი სასოფლო-სამეურნეო ცხოველისათვის როგორც ბუნებრივ, ისე ხელოვნურ პირობებში საკმაოდ დიდია.

ბაზალეთის ტბის ხერხემლიანი ცხოველების ეკოლოგიურ-ჰელმინთოლოგიური შესწავლის მიზნით ჩვენ გამოვიკვლიეთ *Rana ridibunda*-ს ჰელმინთოფაუნა, რაც საშუალებას იძლევა დადგინდეს და გამოვლინებულ იქნეს ჰელმინთთა ისეთი სახეობები, რომლებსაც ეპიზოოტოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ ტბასა და მის სანაპირო ზონაში მობინადრე სხვა ხერხემლიანების ინვაზიურ დაავადებაში.



ბაზალეთის ტბასა და მისი სანაპირო ზონიდან მასალის აღება მიმდინარეობდა სეზონების მიხედვით 1962—1963 წლებში.

R. ridibunda-ს გაკვეთას ვახდენდით სრული ჰელმინთოლოგიური მეთოდით. დიდ ყურადღებას ეუთმობდით ჰელმინთების ლარვული ფორმების გამოვლინებას კომპარესორის საშუალებით.

ჰელმინთოლოგიურ მასალას, გარდა ნემატოდებისა, ვაფიქსირებდით 70° სპირტში, ვლებავდით შაბიან კარმინში და ვამზადებდით მუდმივ პრეპარატებს. ნემატოდების დაფიქსირებას ვახდენდით ბარბაგალოს ხსნარში, რკვევის დროს ვადაგვქონდა რძის მჟავაში—ვამზადებდით დროებით პრეპარატებს.

ბაზალეთის ტბის *R. ridibunda*-ს გამოკვლეული 80 ეგზემპლარიდან 16 სახეობის ჰელმინთი იქნა რეგისტრირებული, სადაც ჰელმინთოკომპლექსური მაჩვენებელი შემდეგნაირად განაწილდა: *T*—8 (7 სქესმწიფე, 1 ლარვული), *N*—7 (3 სქესმწიფე, 4 ლარვული), *A*—1 (სქესმწიფე). *R. ridibunda*-ს ნემატოდებით დაინვაზირება შეადგენს 73,7%-ს, ტრემატოდებით—62,5%-ს, აკანტოცტეფალებით—1,2%-ს, ჩვენ მიერ ცესტოდებისა და წურბელების წარმომადგენლები რეგისტრირებული არ ყოფილა. ინვაზიის საერთო პროცენტი 95.

ქვემოთ ვიძლევიტ რეგისტრირებულ ჰელმინთთა სისტემატიკურ მიმოხილვას.

კლასი Trematoda Rudolphi, 1808.

ოჯახი *Gorgoderidae* Looss, 1901.

1. *Gorgodera cygnoides asiatica* (Skarb., 1950) Pigul., 1952 საშარდ ბუშტის ტიპური ჰელმინთია. ინვაზიის სიხშირე—26 შემთხვევა, ინტენსივობა—1—22 ეგზემპლარი.

საქართველოში რეგისტრირებულია ე. ჭიბებრაშვილისა და გ. მჭედლიძის [2] მიერ.

ოჯახი—*Plagiorchiidae* (Lühe, 1901) Ward., 1917.

2. *Haematolechus variegatus* (Rudolphi, 1818) Looss, 1899 ფილტვის ჰელმინთია. აღნიშნულ მასპინძელში ინვაზიის სიხშირე—11 შემთხვევა. ინვაზიის ინტენსივობა—1—8 ეგზემპლარი.

საქართველოში პირველად ე. ჭიბებრაშვილისა და გ. მჭედლიძის [2] მიერაა რეგისტრირებული.

ოჯახი—*Lecithodendriidae* Odhner, 1910.

3. *Pleurogenoides medians* (Olsson. 1876.) ლოკალიზაცია წვრილ ნაწლავში ხდება. ინვაზიის სიხშირე—3 შემთხვევა, ინტენსივობა—1—65 ეგზემპლარი. საქართველოს ტერიტორიაზე პირველად ჩვენ მიერაა რეგისტრირებული.

4. *Prosotocus fülleborni* Travassos, 1930 გვხვდება წვრილ ნაწლავში ინვაზიის სიხშირე—2 შემთხვევა, ინტენსივობა—4—17 ეგზემპლარი მ. გ. ოლიკოვა [3] აღნიშნულ ჰელმინთს განიხილავს როგორც სპეციფიკურს *R. esculenta*-სათვის.

საქართველოს ტერიტორიაზე პირველად ჩვენ მიერაა რეგისტრირებული. ოჯახი—*Cephalogonimidae* Nicoll, 1914.

5. *Gephalogonimus retusus* (Dujardin, 1845). იშვიათი ჰელმინთია, ლოკალიზაცია წვირლ ნაწლავში ხდება. ინვაზიის სიხშირე—1 შემთხვევა, ინტენსივობა—4 ეგზემპლარი.

1932 წელს საბჭოთა კავშირში (კავკასია) ეს ჰელმინთი პირველად დინიკის [4] მიერაა რეგისტრირებული, ხოლო მოგვიანებით—ე. ჭიაბერაშვილისა და გ. მჭედლიძის [2] მიერ.

ოჯახი—*Diplodiscidae* Skrjabin, 1949.

6. *Diplodiscus subclavatus* (Goeze 1782) ლოკალიზაცია წვირლ ნაწლავში ხდება. ინვაზიის სიხშირე—13 შემთხვევა, ინტენსივობა—1—6 ეგზემპლარი. ფართოდ გავრცელებული ჰელმინთია, მასპინძელს აინვაზირებს თავკომბალის სტადიაში.

საქართველოში პირველად იგი ჭიაბერაშვილისა და გ. მჭედლიძის [2] მიერაა რეგისტრირებული.

7. *Diplodiscus mehrai* (Pande, 1937) გვხვდება ტბის ბაყაყის სწორ ნაწლავში. იშვიათი ჰელმინთია. ინვაზიის სიხშირე—3 შემთხვევა, ინტენსივობა—2—3 ეგზემპლარი.

ოჯახი—*Strigeidae* Railliet, 1919.

8. *Tetracotile sp.* larva ტბის ბაყაყის სომატურ კუნთებში გვხვდება. ინვაზიის სიხშირე—5 შემთხვევა, ინტენსივობა—10—45 ეგზემპლარი. სახეობაზე რკვევა ვერ მოხერხდა.

ჩვენ მიერ ბაზალეთის ტბის თევზით მკვებავ ფრინველებში აღნიშნულია ამ გვარის წარმომადგენელი, რომელიც შესაძლებელია *Tetracotile sp.*-ის სქესმწიფე ფორმას წარმოადგენს.

კლასი *Nematoda* Rudolphi, 1808.

ოჯახი—*Cosmocercidae* Travassos, 1925.

9. *Cosmocerca ornata* (Dujardin 1845). ლოკალიზაცია კუჭსა და ნაწლავში ხდება. ინვაზიის სიხშირე—22 შემთხვევა, ინტენსივობა—1—14 ეგზემპლარი.

საბჭოთა კავშირში ფართოდაა გავრცელებული, განვითარება პირდაპირია, რაც განსაზღვრავს ინვაზიის სიხშირესა და ინტენსივობას.

საქართველოში პირველად ჩვენ მიერაა რეგისტრირებული.

ოჯახი—*Rhabdiasidae* Railliet, 1915.

10. *Rhabdias bufonis* (Schrank, 1788). ლოკალიზებულია ამფიბიების ფილტვში, ინვაზიის სიხშირე—6 შემთხვევა, ინტენსივობა—1—20 ეგზემპლარი. ჩვენ მიერ ნაპოვნია ჰერმადროდიტული დედლები. სქესობრივი გამრავლება ნიადაგში ხდება.

1918 წელს ლინტროპმა [1] აღნიშნული ჰელმინთი *Rana arvalis* ფილტვში იპოვნა. საქართველოს პირობებში *R. ridibunda* ახალი მასპინძელია.

ოჯახი—*Fisariidae* Cobbold, 1864.



11. *Icosiella neglecta* (Diesing, 1851). ლოკალიზაცია ენისქვეშა, მზრის, ბარძაყისა და სხვა სომატურ კუნთებში ხდება, ინვაზიის სიხშირე—11 შემთხვევა, ინტენსივობა—1—6 ეგზემპლარი. შუალედი მასპინძლიდან განთავისუფლებული ლარვა კუნთოვან ქსოვილს კანის გზით აღწევს.

საქართველოს ტერიტორიაზე ჩვენ მიერ პირველადაა რეგისტრირებული. ოჯახი—*Thelaziidae* Skrjabin, 1915.

12. *Physocephalus sexalatus* (Molin, 1860) larva გვხვდება *R. ridibunda*-ს კუჭის გარსზე, აღსანიშნავია ინვაზიის მაღალი პროცენტი (41,2%) ინვაზიის სიხშირე—33 შემთხვევა, ინტენსივობა—20—280 ეგზემპლარი.

ბაზალეთის ტბის მიდამოებში ამ ჰელმინთის საბოლოო მასპინძელი შეიძლება გახდეს: კურდღელი, სახედარი და ღორი. ვფიქრობთ, რომ აღნიშნულ გარემოში ძირითადად დეფინიტური მასპინძლის როლს ღორი უნდა ასრულებდეს, რასაც ხელსაყრელ პირობებს უქმნის ტბის სანაპირო ზონაში განლაგებული მეღორეობის ფერმა. ეს საკითხი შემდგომ დაზუსტებას მოითხოვს.

აღნიშნული ჰელმინთი საქართველოს ტერიტორიაზე პირველად ჩვენ მიერაა რეგისტრირებული.

13. *Ascarops strongylina* (Rudolphi 1819) larva. ძირითადად ლოკალიზაცია კუჭის გარსზე ხდება, დაავადება შეადგენს 30%-ს ინვაზიის სიხშირე—24 შემთხვევა, ინტენსივობა—8—150 ეგზემპლარი.

აღნიშნული ჰელმინთის საბოლოო მასპინძელი ღორია; იშვიათად კი მსხვილფეხა რქიანი პირუტყვი.

საქართველოს ტერიტორიაზე პირველად ჩვენ მიერაა რეგისტრირებული. ოჯახი—*Gnatosomatidae* Railliet, 1895, emend Nicoll, 1927.

14. *Gnatosoma bispidum* Fedtschenko, 1872—larva.—ენახეთ მკერდის ღრუს კუნთოვან ქსოვილში, ინვაზიის სიხშირე—1 შემთხვევა, ინტენსივობა—1 ეგზემპლარი.

აღნიშნული ჰელმინთის დეფინიტურ მასპინძელს ფრინველები წარმოადგენენ, თუმცა დუბინინის, სკრიაპინისა და შულცის [5] მიერ შინაურ და გარეულ ღორშიც იქნა რეგისტრირებული.

გნატოსტომოზი საკმაოდ რთული დაავადება, იგი პათოგენურია ადამიანისათვის, აგრეთვე ცხოველებისათვის (ღორი, მსხე, რქიანი პირუტყვი).

საქართველოს ტერიტორიაზე პირველად ჩვენ მიერაა რეგისტრირებული.

15. *Agamospirura* sp. larva გვხვდება კუჭის გარსზე. ინვაზიის სიხშირე—13 შემთხვევა, ინტენსივობა—25—130 ეგზემპლარი. სუსტად გამოხატული მორფოლოგიური ნიშნების გამო სახეობამდე გარკვევა ვერ მოხერხდა.

კლასი *Acanthocephala* (Rudolphi, 1808, Skrjabin et Schulz, 1931.

ოჯახი—*Pseudoacanthocephalidae* Petrotschenko, 1956.

16. *Pseudoacanthocephalus bufonis* (Shiple, 1903) ნაწლავის ჰელმინთია. ინვაზიის სიხშირე—1 შემთხვევა, ინტენსივობა—1 ეგზემპლარი.

საქართველოში პირველად ჩვენ მიერაა რეგისტრირებული.

ლიტერატურული მონაცემებით [5,6,7]. წყალსაცავის ხასიათი განსაზღვრავს მასში მოზინდრე ცხოველის პარაზიტოფუნუსს. ამდენად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ჩვენ მიერ შესასწავლი ობიექტის (წყალსაცავის) ზოგიერთი მონაცემების მოყვანა.

ბაზალეთის ტბა ისტორიულად ძველი და ჩაკეტილი ტბისაა, მხოლოდ თოვლის დნობისა და წვიმების ხარჯზე აუზში წყალთან ერთად დიდი რაოდენობით ჩადენება ნაშალი მასალა და ხმელეთის უხერხემლოები. ტბისპირა ვაკეზე ჩნდება ჭაობი, რომელიც დაფარულია ქილით, ხავსითა და სხვა წყლის-მოყვარული მცენარეებით. სანაპირო ზოლი მდიდარია ხმელეთის უხერხემლოებით, განსაკუთრებით კი მწერებით.

ტბის ფაუნა მდიდარია როგორც უხერხემლო (პლანქტონი) [8], (ბენ-თოსი) [9] ისე ხერხემლიანი ცხოველებით. ჩვენ მიერ ტბაში მოპოვებულია 36 სახეობის ხერხემლიანი ცხოველი: თევზები, ამფიბიები, რეპტილიები, ფრინველები. ფრინველთა უმრავლესობა გადამფრენია. ტბის ნაპირზე მოწყობილია მელორეობისა და წყალმცურავ ფრინველთა ფერმა.

ტბის ბაყაყი ხშირ შემთხვევაში, ტრემატოდებით დაინვაზირების მაღალი პროცენტით ხასიათდება, რასაც დუბინინა [5], ბიხოვსკი [6] და მაზურ-მოვიჩი [7] წყლის გარემოსთან მასპინძლის მჭიდრო კავშირით ხსნიან.

საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში (მოსკოვის ოლქი, დონისა და კავკასიის მხარე), ტბის ბაყაყის ტრემატოდებით დაინვაზირება 100%-ს აღწევს, მაშინ როცა ნემატოდებით დაინვაზირების პროცენტი (30—60) შედარებით დაბალია. აღნიშნულ ფაქტს დუბინინა [5] ხსნის გამოკვლეული წყალსაცავის სიდიდით, სიღრმითა და იმ უხერხემლოების (მათ შორის მოლუსკები) მდიდარი ფაუნით, რომლებიც გარკვეულ როლს ასრულებენ ზემოხსენებულ ჰელმინთთა განვითარების საქმეში. ჩვენ პირობებში *R. ridibunda*-ს ტრემატოდებით დაინვაზირების პროცენტი (62,5) ემთხვევა პანოვისა და კლანტარინის [10] მონაცემებს (სომხეთისათვის 61%); ნემატოდებით დაინვაზირება (73,7%) მსგავსია ბიხოვსკის [11] მონაცემებისა (შუა აზიისათვის 79,2%).

ბაზალეთის ტბის *R. ridibunda*-ს ჰელმინთოფაუნა (კერძოდ კი ნემატოდებისა და ტრემატოდების მაღალი პროცენტი) განსაზღვრა გეოგრაფიულმა გარემომ, წყალსაცავის ხასიათმა, ჰიდროლოგიურმა რეჟიმმა, ჰელმინთთა შუალედი მასპინძლის არსებობამ და იმ თავისუფლად მცხოვრებ კომპონენტთა ცვლამ, როგორცაა მრავალი უხერხემლო და ხეობელიანი ცხოველი.

ბოლოს შეიძლება შევნიშნოთ რომ *R. ridibunda*-ში ჰელმინთის ლარვეული ფორმების რეგისტრირება პრობლემატიკური ღონისძიების დასახვის საშუალებას იძლევა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქცია მოუვიდა 9.4.1964)

П А Р А З И Т О Л О Г И Я

Л. И. ПЕТРИАШВИЛИ

ГЕЛЬМИНТОФАУНА ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ (РАСА *RIDIBUNDA* PALL.) В УСЛОВИЯХ БАЗАЛЕТСКОГО ОЗЕРА

Резюме

В результате полного гельминтологического исследования 80 экземпляров озерной лягушки установлено 16 видов гельминтов: восемь трематод, семь круглых червей и одна акантоцефала. В озерной лягушке обнаружено пять личиночных стадий червей, окончательными хозяевами ко-

торых являются многие позвоночные, питающиеся лягушками. Выявлены следующие личиночные формы гельминтов: 1) *Physoccephalus sexalatus*, 2) *Ascarops strongylina*, 3) *Gnastostoma bispidum*, 4) *Tetracotile sp.*, 5) *Agamospirura sp.*, большинство из которых являются патогенными для водоплавающих птиц, кабанов, свиней и некоторых других позвоночных животных.

Считаем, что в хорошо прогреваемом неглубоком водоеме, населенном разнообразной фауной беспозвоночных и посещаемом птицами, создаются благоприятные условия для заражения *R. ridibunda* гельминтами. Степень заражения озерной лягушки круглыми червями связана с их пребыванием на влажных почвах, заражение трематодами—с длительностью пребывания в водоеме, с оптимальными условиями для развития и существования промежуточных хозяев.

დავითიანი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. Я. Гамрелидзе. К характеристике фауны паразитических червей млекопитающих Грузии. Тбилисской ССР. Труды Тбилисского государственного университета, т. VII, 1941.
2. ლ. პეტრიაშვილი, გ. შვედლიძე. მასალები საქართველოში გავრცელებული ამფიბიების ტრემატოდოფუნის შესწავლისათვის. საქართველოს ზოოტექნიკურ-სავეტერინარო სასწავლო კვლევითი ინსტიტუტის კონფერენციის მოხსენებათა თეზისები, 1961.
3. М. Н. Голикова. Эколого-паразитологическое изучение биоценоза некоторых озер Калининградской области. Сообщ. 1. Паразитофауна бесхвостых земноводных. Зоологический журнал, т. XXXIX, в. 7, 1960.
4. I. Dinnik. K nachozdieniju na Kavkazia Cephalogonimus europaeus Blaizot 1910; Trudy Sjewanskoj osiornoj stanciji, t. IV, Eriwan, 1932.
5. М. Н. Дубинина. Экологические исследования паразитофауны озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) дельты Волги. Паразитологический сборник Зоологического института Академии наук СССР, т. XII, 1950.
6. Б. Е. Быховский. *Trematodes* амфибий в окрестностях м. Киева. Журнал біозоологического цикла, № 3, 1932.
7. Б. Н. Мазурмович. Паразитические черви амфибий, их взаимоотношения с хозяевами и внешней средой. Известия Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко, 1951.
8. ლ. კუტუბიძე. ბაზალეთის ტბის პლანქტონი. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, XXXII, 1947.
9. Р. Эланидзе. Краткий обзор бентоса озера Базалети. Труды Зоологического института, т. VI, Тбилиси, 1946.
10. Н. П. Панова и Е. В. Калантарян. Семнадцатая союзная гельминтологическая экспедиция в Армению. Деятельность 28 гельминтологических экспедиций в СССР, М. 1924, 174—179.
11. Б. Е. Быховский. Паразитические черви амфибии Куляба. Труды Таджикской базы АН СССР, 5, 1935.

Т. А. МУСХЕЛИШВИЛИ

ЛАНДШАФТНО-ЗОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ В ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. К. Габуния 11.4.1964)

Фауне пресмыкающихся Грузии посвящен целый ряд работ [1—11 и др.]. Однако ни одна из них еще не дает более или менее полного, а в ряде случаев—и верного [1,7], представления о ландшафтно-зональном распределении этой группы животных. Поэтому заслуживают внимания данные специальных исследований, проводившихся нами в течение 1959—1963 гг. в Восточной Грузии.

Работы велись на Иорском плоскогорье, в Алазанской долине, в предгорьях Большого Кавказа, в Нижней и Внутренней Картли, на Тriaлетском хребте, в окрестностях Тбилиси и в области Большого Кавказа—Юго-Осетии и Мта-Тушети.

В результате собран материал по ландшафтно-зональному распределению почти всех видов пресмыкающихся, обитающих в Восточной Грузии.

Фауна пресмыкающихся этой территории подвержена четко выраженным вертикальным изменениям. Наиболее богата видами зона степей и полупустынь, наименее—пояс субальпийских и альпийских лугов (последнее утверждение ни в коей мере не может относиться к количеству особей и к плотности популяций, которые в субальпийском и альпийском поясе местами достигают больших величин). Отдельные виды и подвиды отличаются различной экологической валентностью, обуславливающей встречаемость их в одной или нескольких зонах, а также обитание их в строго ограниченных или разнообразных биотопах одной и той же зоны.

Зона степей и полупустынь характеризуется наличием разнообразных биотопов, отличающихся составом своей герпетофауны.

1. Для полойной полупустыни характерны *Testudo graeca iberica* Pall., *Eremias velox caucasica* Lantz, *Eremias arguta transcaucasica* Dar., *Ophisops elegans* Men., *Eumeces schneideri princeps* (Eichw.).

2. Для предгорий типичны следующие виды: *Testudo graeca iberica* Pall., *Ophisaurus apodus* (Pall.), *Agama caucasica* (Eichw.) *Eumeces*



schneideri princeps (Eichw.), *Lacerta saxicola portschinskii* Kess., *Typhlops vermicularis* Mer., *Coluber jugularis schmidtii* Nik., *Coluber ravergieri* Men., *Coluber najadum* (Eichw.), *Elaphe quatuorlineata sauromates* (Pall.), *Telescopus fallax iberus* (Eichw.), *Eirenis collaris* (Men.), *Eirenis modestus* (Mar.), *Eriz jaculus familiaris* Eichw.

3. Для аридного редколесья характерны *Lacerta trilineata media* L. et C., *Lacerta strigata* Eichw., *Ophisaurus apodus* Pall., *Testudo graeca ibera* Pall., *Ophisops elegans* Men., *Eremias velox caucasica* Lantz, *Coluber jugularis schmidtii* Nik., *Coluber ravergieri* Men., *Malpolon monspessulanus insignitus* (Geoff.), *Vipera lebetina obtusa* Dw.

4. Обитатели текучих водоемов: *Clemmys caspica* (Gm.), *Emys orbicularis* (L.), *Natrix natrix*, *Natrix tessellata* (Laur.).

Для стоячих водоемов характерны те же формы, что и для текучих, только количество их здесь больше.

6. Для пойменных лесов характерны в основном обитатели текучих водоемов, но встречаются и обитатели других зон, например *Elaphe dione* (Pall.).

Из ящериц наиболее многочисленными в этой зоне являются представители рода *Lacerta*, наиболее редок *Eumeces schneideri princeps* (Eichw.), из змей наиболее часты представители рода *Natrix*, наиболее редки *Malpolon monspessulanus insignitus* (Geoff.), *Elaphe dione* (Pall.). Обитателем этой же зоны является *Gymnodactylus caspius* Eichw., встречающийся лишь в г. Тбилиси (завезен, как видно, из Азербайджана) и не включенный нами поэтому в основной список герпетофауны указанной зоны.

Пояс низинных и предгорных лесов (диапазон до 1000 м н. у. м.). Леса этого пояса в Восточной Грузии сохранились только в виде дериватов. Исключение составляет лишь реликтовый лиановый лес Кахети. Ввиду того что низинные и предгорные леса Восточной Грузии почти полностью уничтожены, сохранившиеся остатки их фактически входят в степную зону (за исключением, опять-таки лиановых лесов Кахети) и характеризуются в основном наличием степных форм пресмыкающихся, а остатки лесов могут быть рассмотрены даже в виде биотопов степной зоны. Пресмыкающиеся здесь придерживаются главным образом вторичных колючекустарниковых зарослей и открытых полей, избегая сплошного древостоя. Что же касается лиановых лесов Кахети, то здесь обитают представители биотопов текучих и стоячих водоемов степной зоны (*Emys orbicularis*, род *Natrix*).

В среднем лесном поясе (диапазон 450—2250 м н. у. м.) представлены следующие виды: *Emys orbicularis* L., *Vipera ammodytes transcaucasiana* Blgr., *Elaphe quatuorlineata sauromates* (Pall.), *Elaphe hohenackeri* (Str.), *Elaphe bione* (Pall.), возможно, *Elaphe longissima* Laur.



Coluber najadum (Eichw.), *Coronella austriaca* Laur., *Natrix natrix* (L.), *Natrix tessellata* (Laur.), *Typhlops vermicularis* Mer., *Anguis fragilis* L., *Agama caucasica* Eichw., *Lacerta saxicola rudis* Bedr., *Lacerta saxicola caucasica* Meh., *Lacerta saxicola dahli* Dar., *Lacerta saxicola portschinskii* Kess., *Lacerta agilis brevicaudata* Pet., *Lacerta strigata* Eichw., *Lacerta trilineata media* Lantz et Cyren, *Lacerta praticola praticola* Evers., *Lacerta derjugini* Nik.

Наиболее часты: из змей—*Vipera ammodytes transeucasiana* (Малый Кавказ), а из ящериц—все известные у нас представители рода *Lacerta* (Малый и Большой Кавказ).

Характерно наличие биотопов лугов, стоячих и текучих водоемов. В верхнем лесном поясе (диапазон 1800—2400 м н. у. м.) представлены *Coronella austriaca*, *Natrix natrix* (L.), *Natrix tessellata* (Laur.), *Anguis fragilis* L., *Lacerta praticola praticola* Evers., *Lacerta saxicola rudis* Bedr., *Lacerta saxicola caucasica* Meh.

Наиболее многочисленны здесь ящерицы, из которых самой многочисленной является *Lacerta saxicola caucasica*, преобладающая с высоты примерно 1300 м, а потом кое-где полностью замещающая *Lacerta saxicola rudis*.

Пояс субальпийских и альпийских лугов (диапазон в основном 2000—3500 м н. у. м.) Здесь представлено всего пять видов: *Vipera ursini renardi* Chr., *Coronella austriaca* Laur., *Natrix natrix* (Laur.), *Lacerta saxicola caucasica* Meh., *Lacerta saxicola rudis* Bedr. (в субальпах). Кроме того, на Цив-Гомборском хребте (в районе Гомборского перевала, около 1600 м н. у. м.) на субальпийские луга проникает *Lacerta praticola*. Самым многочисленным видом этого пояса является *Lacerta saxicola caucasica* Meh. Субальпийские луга характеризуются такими stationами, как скалы и сланцевые осыпи. Попадают пресмыкающиеся (главным образом змей) и непосредственно в травостое. Верхняя граница распространения пресмыкающихся простирается выше 3000 м. (Автором зарегистрированы *Vipera ursini renardi* Christ., *Coronella austriaca praticola* Laur. и *Lacerta saxicola caucasica* Meh.).

Как уже было сказано, различные виды пресмыкающихся, обитающих в Восточной Грузии, характеризуются различной экологической валентностью. Видов, имеющих самый узкий вертикальный диапазон, здесь 17. Из них только для зоны степей и полупустынь характерны 12 видов: *Eumeces schneideri princeps*, *Ophisops elegans*, *Fremias velox*, *Eremias arguta*, *Eryx jaculus*, *Coluber jugularis schmidti*, *Coluber ravergieri*, *Eirenis collaris*, *Eirenis modestus*, *Telescopus fallax iberus*, *Malpolon monpessulaus*, *insignitus*, *Clemmys caspica* (хотя некоторые из них, по крайней мере *Elaphe quatuorlineata*, *Elaphe bione*, *Coluber najadum*, очевидно, могут проникать и в пояс низинных и предгорных лесов); виды, характерные



только лишь для пояса низинных и предгорных лесов, отсутствуют; видов, характерных только для среднего лесного пояса, пять: *Lacerta agilis*, *Lacerta derjugini*, *Lacerta saxicola dahli*, *Vipera ammodytes transcaucasiana*, *Elaphe hohenackeri*; виды, характерные только для верхнего лесного пояса, отсутствуют; то же можно сказать и о поясе субальпийских лугов.

Из пресмыкающихся Восточной Грузии самым большим вертикальным диапазоном характеризуется *Natrix natrix*, встречающийся от зоны степей и полупустынь до пояса субальпийских и альпийских лугов. Возможно, это относится и к *N. tessellata*. Что же касается сообщения о распространении до 3000 м *Agama caucasica* [7], то к Восточной Грузии это не может относиться (можно предположить наличие данного вида на подобных высотах Южной Грузии, однако относительно этого еще не имеется сведений), поскольку на Главном Кавказском хребте в пределах Грузии агама вообще отсутствует, а на Тriaлетском хребте исчезает примерно выше 1400 м.

Некоторые виды—обитатели одной и той же зоны—в различных частях Восточной Грузии могут отсутствовать в своей зоне или взаимозамещать друг друга; так, например, *Lacerta agilis*, имеющаяся в ущелье р. Лиахви и в ряде других мест среднего горного пояса, отсутствует в ущелье р. Таны, а *Lacerta trilineata*, массово представленная в ущелье Таны, отсутствует в ущелье Лиахви, в то время как на Сурамском хребте и в окрестностях Тбилиси они обитают в одной зоне. Отсутствует в среднем лесном поясе Юго-Осетии, но имеется в среднем лесном поясе и субальпах Цив-Гомборского хребта (около 1600 м) *Lacerta praticola-Lacerta derjugin*, в большом количестве встречающаяся в среднем лесном поясе Юго-Осетии, совершенно отсутствует на Цив-гомборском хребте и т. д.

Помимо вышеперечисленных зон, особо следует отметить так называемую культурную зону, включающую в себя обработанные поля, сады, виноградники, огороды, зеленые насаждения. Особенно ярко эта зона выражена в низинных районах Восточной Грузии и характеризуется наличием главным образом степных элементов герпетофауны. В зависимости от биотопов, а также характера отдельных видов герпетофауна здесь может быть богаче или же, наоборот, беднее, чем на неосвоенной территории. Например, в окрестностях Тбилиси область насаждений значительно богаче пресмыкающимися, чем целина (в основном за счет рода *Lacerta*). С другой стороны, вспаханные и обработанные поля крайне бедны герпетофауной, сосредотачивающейся в основном на необработанных участках.

Таким образом, в Восточной Грузии в зоне степей и полупустынь представлено 27 видов (без *Gymnodactylus caspius*), в поясе низинных и предгорных лесов—приблизительно 11, в среднем лесном поясе—22, в верх-

6. პ. ხელაძე. სამგორის ველის გველები (Ophidia) ფაუნის შესწავლისათვის. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 60, 1956.
7. ა. ჯანაშვილი. საქართველოს ცხოველთა სამყარო, ტ. III, ხერხემლიანები, 1963.
8. ა. ჯანაშვილი, და ლ. კუტუბიძე. ქვეწარმავლების სარკვევი. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1952.
9. Е. С. Миляновский. К фауне змей Абхазии. Труды Абхазского гос. музея, в. II, 1957.
10. А. М. Никольский. Пресмыкающиеся и земноводные Кавказа. Тифлис, 1913.
11. В. Н. Ростомбеков. Материалы к герпетофауне окрестностей Тифлиса. Закавказский краеведческий сборник, серия А, естествознание, т. 1. Тифлис, 1930.

ФИЗИОЛОГИЯ

Э. С. МОНИАВА, С. П. НАРИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)
ЗНАЧЕНИЕ КОРКОВЫХ И ПОДКОРКОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ
ГОЛОВНОГО МОЗГА В ПРОИСХОЖДЕНИИ «СПОНТАННЫХ»
ВСПЫШЕК МЕДЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Как известно, «спонтанные» вспышки т. н. медленных электрических потенциалов («веретен») возникают в коре больших полушарий и подкорковом белом веществе при известном состоянии головного мозга. Во время бодрствования, которое обусловлено усилением восходящего ретикулярного влияния, они отсутствуют и начинают появляться при ослаблении или выключении этого влияния: при естественном и наркотическом сне, при повреждении или перерезке ствола головного мозга. Соответствующими опытами было показано, что вспышки «веретен», так же как и реакция вовлечения, т. е. синхронизированная активность корковых нейронов, обусловлена главным образом деятельностью таламических неспецифических структур и их влиянием на кору [1, 2].

В одной из предыдущих работ [3] нами было показано, что ритм периодического колебания амплитуды потенциалов (*waxing and waning*) реакции вовлечения не зависит от ритма деятельности дыхательного центра и почти полностью определяется состоянием таламических неспецифических ядер, которое можно изменить инъекцией некоторых веществ. Так как считают, что вспышки «веретен» возникают по тому же механизму, по которому развивается реакция вовлечения [1, 2], то можно было специально не изучать значение этих веществ в возникновении и протекании вспышек «веретен». Однако мы все-таки изучили этот вопрос, так как, во-первых, нет полной уверенности в том, что механизм происхождения обоих явлений один и тот же; во-вторых, в последнее время было показана значительная роль коры в происхождении вспышек медленных волн при наступлении сна [4, 5, 6].

Таким образом, задачей данной работы было выяснение следующих вопросов: 1. Зависит ли возникновение вспышек «веретен» от возбуждения дыхательного центра; 2. Зависят ли вспышки «веретен» от состояния корковых элементов, в частности, можно ли локальным химическим воздействием на кору больших полушарий изменить ритм возникновения вспышек (учащение или урежение) в отравленной области; 3. Можно ли локальным воздействием на таламические ядра изменить ритм (частоту) вспышек «веретен».

Изучение этих вопросов дало бы возможность выяснить роль каждой из структур (коры и таламуса) в происхождении вспышек «веретен»; оно бы дало также возможность путем сравнения данных, полученных в предыдущей работе [3], с результатами данного сообщения, более уверенно говорить об идентичности или разности механизмов происхождения реакции вовлечения и «спонтанных» вспышек медленных волн.

Методика

Опыты были проведены на кошках при легком небуталовом наркозе (20—25 мг/кг). От разных участков обнаженной поверхности гемисфер потенциалы отводились как биполярно (расстояние между электродами 3—5 мм), так и монополярно (индифферентный электрод в кости над лобной пазухой).

Для изменения состояния нейронов разных структур употреблялись различные химические вещества, которые локально наносились (фильтровальной бумагой) в виде растворов разной концентрации на поверхность коры или через электрод, который одновременно представлял собой и канюлю, они вводились в незначительном количестве в таламические образования, а затем в случае необходимости отсасывались обратно. Для контроля до или после испытания действия специальных веществ в эти структуры вводился (в таком же количестве) физиологический раствор.

Потенциалы регистрировались на электроэнцефалографе «Альвар». В некоторых опытах регистрировалось также дыхание.

Локализация кончика глубинной канюли—электрода контролировалась после опыта на гистологических срезах мозга. Некоторые методические детали будут описаны во время изложения полученных результатов.

Результаты опытов

Хотя ритмы деятельности дыхательного центра и вспышек «веретен» обычно значительно разнятся друг от друга, но нельзя было полностью исключить возможную зависимость периодического возрастания амплитуды «спонтанных» электрических потенциалов от возбуждения дыхательного центра. Последний, как известно, тесно связан с ретикулярной формацией, которая и могла осуществлять такую корреляцию. Однако как в условиях нормального дыхания, так и при изменении его (вдыханием смеси газов с большим количеством CO_2 или после билатеральной перерезки блуждающих нервов) мы не могли обнаружить никакой постоянной зависимости между этими двумя явлениями. Это хорошо видно, например, на рис. 1. В электрограмме А записаны «спонтанные» вспышки медленных потенциалов разной области коры и

дыхание. В следующей электрограмме (В) регистрируются потенциалы тех же областей коры во время вдыхания смеси газов с 10% содержанием CO_2 . Несмотря на значительное усиление дыхания, ритм периодических вспышек медленных волн не изменен. Иногда при больших концентрациях CO_2 как будто происходит некоторое учащение вспы-

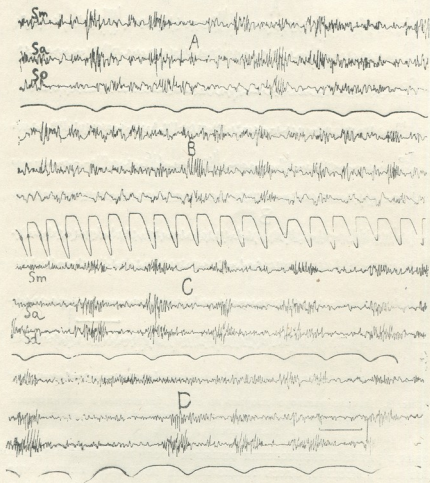


Рис. 1. Отсутствие влияния деятельности дыхательного центра на ритм спонтанных вспышек «веретен». В электрограммах А и В сверху вниз регистрируются потенциалы сенсомоторной коры (Sm), передней (Sa) и задней (Sp) супрасильвиевой извилин; в электрограммах С и Д отведения те же, только вместо задней супрасильвиевой (Sp) извилины регистрируется средняя (Sd). Под кортикограммами в каждой электрограмме записывается дыхание. Калибрация времени 2 секунды, амплитуды 0,2 мв.

Подробности в тексте

шек, но такое впечатление получается в результате расстройтва вообще периодической активности. В электрограмме С записана электрическая активность непосредственно перед перерезкой блуждающих нервов, а в D — через некоторое время после перерезки. Заметного из-

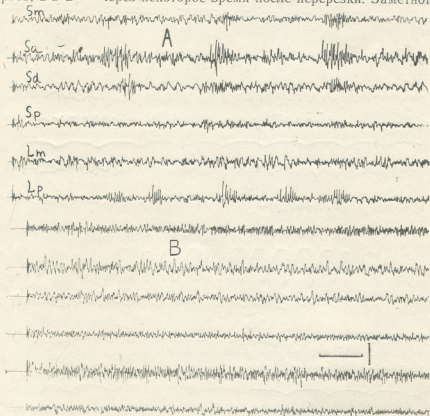


Рис. 2. Влияние раствора хлористого калия, введенного в таламическое неспецифическое ядро, на ритм возникновения вспышек «веретен». Подробности в тексте

менения в ритме возникновения вспышек после перерезки блуждающих нервов не произошло. Здесь также иногда во время или сейчас же после перерезки (на определенное время) в некоторых отведениях (передняя половина гемисфер) периодические вспышки «веретен» пропадают. Видимо, это происходит из-за выключения хорошо известных периферических источников — сосудистых рецепторов, которые способствуют синхронной активности корковых нейронов.

В опытах, целью которых было выяснение значения корковых и подкорковых (в частности, таламических) структур в возникновении «спонтанных» вспышек были получены следующие результаты. При

инъекции раствора хлористого калия в какое-либо из неспецифических ядер таламуса вспышки «веретен» на некоторое время полностью прекращались. Это хорошо видно на рис. 2. В верхней половине рисунка (А) зарегистрированы потенциалы (сверху вниз) следующих структур:

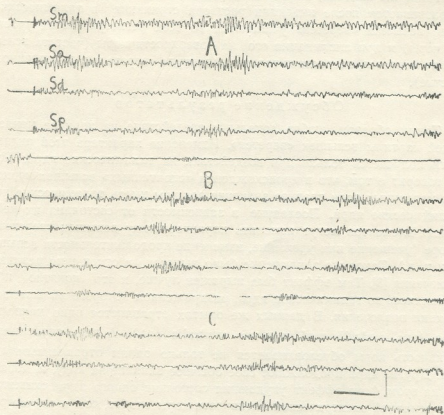


Рис. 3. Влияние раствора хлористого калия, нанесенного локально на поверхность коры супрасильвиевой извилины, на ритм возникновения вспышек «веретен»: А — до аппликации хлористого калия, В — сейчас же после нанесения, С — через 5 минут после отмывания. Отведения те же, что на предыдущем рисунке, за исключением латеральной извилины

сенсомоторной коры (Sm), передней (Sa), средней (Sd), задней (Sp), супрасильвиевой, средней (Lm) и задней (Lp) латеральной извилины непосредственно перед инъекцией раствора хлористого калия в таламическое ядро. В нижней части рисунка (В) записаны потенциалы этих же областей коры сейчас же после инъекции 5% раствора хлористого калия в nuc. centralis med. Хорошо видно полное прекращение вспышек «веретен». Если теперь раствор хлористого калия локально нанести (фильтровальной бумагой) на поверхность какой-либо области

коры, то наступает депрессия (по амплитуде) вспышек «веретен» и других волн «спонтанной» активности, но характеристика спонтанных вспышек (частота их появления) не меняется (рис. 3).

Такое же явление, только в противоположном направлении, обычно развивается после инъекции раствора стрихнина в таламические ядра (вспышки «веретен» учащаются во всех регистрируемых участках коры) и при аппликации его на поверхности коры (частота вспышек не меняется, возрастает только амплитуда «веретен» в отравленном участке).

Обсуждение результатов

Таким образом, любое локальное воздействие на кору не меняет общей картины вспышек «веретен». Изменение характера этой активности получается только при воздействии на таламические ядра. Все это говорит о том, что в происхождении «спонтанных» вспышек корковых медленных волн главное значение должны иметь таламические неспецифические ядра. Последние в зависимости от состояния их нейронных элементов могут изменить характеристику вспышек «веретен» в коре (учащение или урежение, изменение продолжительности вспышки и т. д.). Такое же заключение было вынесено в отношении реакции вовлечения [3]. Там эффект был выражен лучше, и это понятно, ибо отравлялось то таламическое ядро, раздражением которого вызывалась реакция вовлечения. В данных же опытах отравляется одно какое-то ядро (*nuc. centralis med.* или *nuc. ventralis ant.*). А ведь спонтанная активность коры обуславливается не только одним отравленным ядром. Другие ядра продолжают свое обычное влияние на кору, и, понятно, на этом фоне эффект ухудшения состояния одного ядра скажется на суммарной электрической активности коры слабее, чем в случае реакции вовлечения. В остальном эффекты инъекции (в таламическое ядро) разных растворов в случае их применения во время реакции вовлечения или при вспышках «веретен» ничем друг от друга не отличаются: одни и те же растворы или устраняют периодические вспышки волн обеих реакций (хлористый калий), или учащают их (стрихнин). Этот факт еще раз подтверждает мнение об идентичности механизмов реакции вовлечения и «спонтанных» вспышек «веретен».

На основании данных, представленных в настоящей статье, происхождение периодически усиливающихся медленных потенциалов коры больших полушарий ставится почти всецело в зависимость от таламических неспецифических ядер, на что указывали еще Демпси и Морисон [1, 2]. Наши данные и заключения в этом смысле полностью совпадают с выводами Демпси и Морисона, но они оказались в противоречии с некоторыми новыми работами, в которых было показано, что ха-



раактерные для известной стадии сна периодические медленные колебания («веретена») не развиваются в подкорковых структурах после удаления коры [4, 5, 6]. Это противоречие кажущееся. Дело вот в чем. Для проявления своего влияния на подкорковые образования требуется, чтобы с последними была связана известная минимальная масса коры. Тогда во время сна (естественного или наркотического) в подкорковых структурах возникают вспышки периодических волн. Но если с подкорковыми структурами окажется связанной меньше этой критической массы коры, то вспышки «веретен» уже не развиваются. В наших опытах мы отравляли очень незначительную область поверхности коры (под отводящим электродом), рассчитывая выяснить роль корковых нейронов данной области, т. е. местных условий, в формировании вспышек «веретен». Как выяснилось, каждая ограниченная область коры ничего существенного не вносит в организацию вспышек «веретен», за исключением некоторого изменения амплитуды потенциалов. Не исключена возможность, что при воздействии на большую поверхность коры заметно может измениться и характер протекания «спонтанных» вспышек, ибо известно, что кора может влиять на таламические ядра, которые ответственны в генерации вспышек «веретен» как непосредственно, так и через активацию ретикулярной формации [7, 8, 9, 10].

Выводы

1. Возникновение периодических вспышек «веретен» в коре больших полушарий наркотизированной кошки ни в какой степени не зависит от деятельности дыхательного центра. Учащение (при вдыхании смеси газов с увеличенным количеством CO_2) или урежение (после перерезки блуждающих нервов) дыхания никакого влияния не оказывает на ритм «спонтанных» вспышек медленных волн.
2. Ритм «спонтанных» вспышек медленных волн изменяется только при инъекции растворов возбуждающих или угнетающих (нейрональную деятельность) веществ в таламические неспецифические ядра. Нанесение растворов этих веществ на ограниченную область коры больших полушарий увеличивает или уменьшает амплитуду потенциалов, но совершенно не влияет на ритм вспышек.
3. Таким образом, ритм и другие характерные особенности «спонтанных» вспышек «веретен», как видно, формируются главным образом в таламических неспецифических образованиях.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило в редакцию 27.7.1964)

ფიზიოლოგია

მ. მონიავა, ს. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
 წევრ-კორესპონდენტი)

ნელი ელექტრული პოტენციალების „სკონტანური“ გაძლიერების
 წარმოშობაში თავის ტვინის ქარქისა და ქარქსკვამა
 წარმონაქმნების მნიშვნელობა

რეზიუმე

ზერელე ნარქოზის პირობებში კატეზზე ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ:

1. დიდი ტვინის ქერქის ნელი ელექტრული პოტენციალების პერიოდული ზრდა („თითისტარების“ აღდგრა) სუნთქვის ცენტრის მოქმედებასთან არავითარ კავშირში არ იმყოფება. სუნთქვის როგორც გაზშირება (ნახშირორჟანგის დიდი რაოდენობის ნარევით სუნთქვის დროს), ისე გაიშვიათება (ორივე ცთომილი ნერვის გადაკვეთის შემდეგ) არავითარ გავლენას არ ახდენს „თითისტარების“ აღდგრის რიტმზე.

2. ნელი ელექტრული ტალღების „სკონტანური“ გაძლიერების („თითისტარების“ აღდგრის) რიტმი იცვლება ნეირონთა მოქმედების გამაძლიერებელი, თუ დამაკნინებელი ნივთიერებების თალამურ არასპეციფიკურ ბირთვებში უშუალო შეყვანისას. აღნიშნულ ნივთიერებათა ხსნარის დიდი ტვინის ქერქზე ადგილობრივი ზემოქმედება ზრდის ან ამცირებს პოტენციალთა ამპლიტუდას, მაგრამ მათ პერიოდული ზრდის („თითისტართა“ აღდგრის) სიხშირეს (რიტმს) სრულებით არ სცვლის.

3. თავის ტვინის ნელი ელექტრული პოტენციალების პერიოდული ზრდის („თითისტარების“ აღდგრის) რიტმი და სხვა დამახასიათებელი თვისებები, როგორც ჩანს, ძირითადად ყალიბდება თალამურ არასპეციფიკურ წარმონაქმნებში.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. R. S. Morison, E. W. Dempsey. A study of thalamo-cortical relations. *Amer. J. Physiol.*, 135, 1942, 281 — 292.
2. E. W. Dempsey, R. S. Morison. The production of rhythmically recurrent cortical potentials after localized thalamic stimulation. *Amer. J. Physiol.*, 135, 1942, 293 — 300.
3. С. П. Нарикашвили, Э. С. Мониава и В. С. Арутюнов. Происхождение периодических колебаний амплитуды корковых медленных потенциалов. *Физиол. журн. СССР*, 50, № 12, 1964.
4. M. Jouvet, F. Michel. Recherches sur l'activité électrique cérébrale au cours du sommeil. *C. R. Soc. Biol. (Paris)*, 152, 1958, 1167 — 1170.
5. M. Jouvet. Telencephalic and rhombencephalic sleep in the cat. In: *The Nature of Sleep*. Little, Brown and Co. Boston, 1961, 188 — 206.
6. Ф. Н. Серков, Р. Ф. Макулькии и В. В. Русев. Влияние перерезок мозгового ствола и таламической радиации на электрическую активность головного мозга. *Физиол. журн. СССР*, 46, 1960, 408 — 417.
7. С. П. Нарикашвили, С. М. Бутхузи и Э. С. Мониава. Влияние коры больших полушарий на таламическую неспецифическую реакцию. *Физиол. журн. СССР*, 46, 1960, 653 — 668.
8. С. П. Нарикашвили, Э. С. Мониава и С. М. Бутхузи. Влияние тета-нического раздражения сенсо-моторной коры на таламическое передаточное ядро. *Физиол. журн. СССР*, 47, 1961, 863 — 871.
9. С. П. Нарикашвили. О корковой регуляции функций ретикулярных образований головного мозга; *Успехи совр. биол.*, 52, 1961, 257 — 273.
10. S. P. Narikashvili. Some data on cortical regulation of subcortical activity. *Bol. Inst. est. Med. Biol. (Mexico)*, 21, 1963, 375 — 390.



ფიზიოლოგია

ა. წმირიკაშაშვილი

ნათხემის ექსტირპაციის შემდეგ კუჭის სიკრეციული ფუნქციის ცვლილებებისა და მათი აღდგენის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაქრაძემ 14.4.1964)

თავის ტვინის დაზიანების შემდეგ ფუნქციათა აღდგენის საკითხი დიდ ხანია მკვლევართა ყურადღების ცენტრშია.

ნათხემის ექსტირპაციით ან მისი ნაწილობრივი დაზიანებით გამოწვეული ლოკომოტორული დარღვევების კომპენსაციის შესახებ ცნობები მოიპოვება ლუჩიანის [1], ვერზილოვის [2], ლ. ორბელის [3], ა. გრინშტეინისა [4] და სხვათა შრომებში.

ნათხემის ფუნქციის შესწავლისადმი მრავალი შრომა მიძღვნილი, მაგრამ ნათხემის დაზიანების შემდეგ ფუნქციათა აღდგენის შესწავლის საკითხს დღემდე არ ექცევა ჭეროვანი ყურადღება.

ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ვერ ვპოვეთ ნათხემის ექსტირპაციით გამოწვეული ვერც კუჭის სეკრეციული მოქმედების ცვლილებები და ვერც კუჭის სეკრეციული ფუნქციის კომპენსაცია.

ჩვენი ცდებით დადგინო იქნა, რომ ნათხემის ნაწილობრივი და სრული ექსტირპაციის დროს ლოკომოტორულ დარღვევებთან ერთად აღინიშნება მკტ-ნაკლები ხანგრძლივობის ცვლილებები კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაში, რაც მისი დაკნინებით ვლინდება.

ამ შრომაში განხილულია ის მონაცემები, რომლებიც ნათხემის ნაწილობრივი და სრული ექსტირპაციის შემდეგ კუჭის სეკრეციული ფუნქციის კონპენსაციას ეხება.

მეთოდика

ცდები ტარდებოდა პავლოვის წესით იზოლირებული პატარა კუჭის მქონე შეიდ ძალღზე. საკვებ გამლიზიანებლებზე (პური, ხორცი, რძე) და ჰისტამინზე სეკრეციული ფონის დადგენის შემდეგ მორფინ-თეთრის ნარკოზის ქვეშ ხდებოდა ნათხემის ექსტირპაცია, რის შედეგად ხელახლა მეორდებოდა ცდები კუჭის სეკრეციის იმავე გამლიზიანებლების გამოყენებით. თვალყურს ვადევნებდით როდის მოხდებოდა კუჭის სეკრეციული ფუნქციის გამოსწორება. ცდების დამთავრების შემდეგ წარმოებდა თავის ტვინის მორფოლოგიური გამოკვლევა იმის დასადგენად, თუ ნათხემის რა ნაწილები იყო ამოკვეთილი.

ცდების შედეგები და მათი განხილვა

ძალღებზე ნათხემის დაზიანებით ან მისი მთლიანი მოცილების შემდეგ ჩვენ ვაკვირდებოდით დარღვეული ლოკომოციისა და კუჭის სეკრეციული მოქმედების თანდათანობით აღდგენას, რაც გამოწვეული იყო ოპერაციული ჩარევის შედეგად.



აღნიშნული დარღვევები ოპერაციის შემდგომ პირველ დღეებში მძიმე ხასიათს ატარებდნენ, ოპერირებული ცხოველი ნებისმიერი განხორციელების სრულ უუნარობას იჩენდა. ზოგჯერ ადგილი ჰქონდა კრუნჩხვებს, შეწყვეტილი იყო კუჭის სეკრეციული მოქმედება და სხვა. ასეთ მძიმე მდგომარეობაში საცდელი ცხოველები ჩვეულებრივ იმყოფებოდნენ ოპერაციის შემდგომ რამდენიმე დღის განმავლობაში. შემდეგ ძალები თანდათან ამკლავებდნენ მოძრაობის უნარს — დასაწყისში სუსტად, შემდეგში კი უფრო სწრაფად. ამასთან ისინი ცდილობდნენ დამოუკიდებლად მიეღოთ საკვები. ხდებოდა კუჭის სეკრეციის თანდათანობითი აღდგენა, თუმცა იგი დიდი ხნის განმავლობაში რჩებოდა დაქვეითებული.

კუჭის სეკრეციული ფუნქციის აღდგენაზე დაკვირვებები წარმოებდა ყველა საცდელ ძაღლზე, ნათხემის როგორც ნაწილობრივი, ისე სრული ექსტირპაციის შემდეგ. მაგალითის სახით მოვიყვანოთ ორ ძაღლზე ჩატარებული ცდების მონაცემები.

ცხრილი 1

კუჭის სეკრეციული ფუნქციის კომპენსაცია ნათხემის ნაწილობრივი ექსტირპაციის შემდეგ (საშუალო მონაცემები)

სეკრეციის აღმწერული	ცდის დანიშნულება	ფარული პერიოდი	წინის რაოდენობა მლ-ით	თავისუფალი მარილოვანი მცრ-ით	საერთო მცრ-ი	მომწელებელი ძალა		კომპენსაციის ვადა
						მმ	ფერმ. ვოთ.	
რძე 300 მლ	ნათხემის ექსტირპაციამდე	10	15,7	60,3	109	3,0	141,3	45 დღე
	ნაწილობრივი ექსტირპაციის 21 დღის შემდეგ	15	10,2	36,1	99	2,0	40,8	
	ექსტირპაციის, 1,5 თვის შემდეგ	10	16,0	58,2	112	3,2	144,0	
პური 200 გ	ნათხემის ექსტირპაციამდე	7	6,4	15,5	81	6,0	130,0	60 დღე
	ნაწილ. ექსტირპაციის 40 დღის შემდეგ	15	4,1	6,7	69	3,0	36,9	
	ექსტირპაციის 2 თვის შემდეგ	8	6,2	15,6	83	4,0	99,2	
ხორცი 200 გ	ნათხემის ექსტირპაციამდე	10	13,4	45,5	112	4,0	214,4	70 დღე
	ნაწილობრივი ექსტირპაციის 30 დღის შემდეგ	14	10,4	29,4	95	2,5	64,5	
	ექსტირპაციის 2,5 თვის შემდეგ	10	15,7	57,1	124	4,0	251,2	
ბისტამინი 300 გამა	ნათხემის ექსტირპაციამდე	8	10,4	42,1	124	3,0	93,6	31 დღე
	ნაწილ. ექსტირპაციის 15 დღის შემდეგ	14	8,5	31,7	112	3,0	76,5	
	ექსტირპაციის 1 თვის შემდეგ	10	10,7	44,0	127	3,0	96,3	

ძალდი თ ე თ რ ა (№ 4). ცდების დამთავრების შემდეგ თავის ტვინის ჰისტოლოგიურმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ მაკროსკოპულად მოცილებული ჰქონდა ნათხემის უკანა ნახევარი. დარჩენილი წინა ნახევრის ქერქის შენება შენახული აღმოჩნდა. ნათხემის ბირთვები ყველა მიდამოში დაზიანებული იყო, ხოლო კბილოვანი ბირთვის ადგილას აღინიშნებოდა თითოეული ნორმული ბუნების მქონე უჯრედები (იხ. ცხრილი 1).

1 ცხრილიდან ჩანს, რომ ნათხემის დაზიანებამ ყველა საკვები გამოიზიანებლით (რძე, პური, ხორცი) და ჰისტამინით აღძრულ კუჭის წვენის სეკრეციაში გამოიწვია დარღვევები. ეს იმით გამოიხატა, რომ სეკრეციის ფარული პერიოდი გიზარდა, დაკვირვების პერიოდში (ოთხი საათი) შემცირდა გამოყოფილი კუჭის წვენის რაოდენობა. შემცირდა აგრეთვე თავისუფალი მარილმკვას შემცველობა, საერთო მჟავიანობა და წვენის ფერმეტული აქტივობა. ამავე ცხრილიდან ჩანს აგრეთვე, რომ გარკვეული დროის შემდეგ აღდგა სეკრეცია. სხვადასხვა გამოიზიანებლებით აღძრული კუჭის წვენის სეკრეციის აღდგენა მოხდა დროის სხვადასხვა მონაკვეთში კერძოთ იმის მიღებით აღძრული სეკრეცია საწყის მდგომარეობას დაუბრუნდა 1,5 თვის შემდეგ; პურის მიღებით აღძრული კუჭის წვენის სეკრეცია — 2 თვის, ხორცის მიღებით აღძრული სეკრეცია — 2 თვისა და 10 დღის, ჰისტამინის აღძრული სეკრეცია — ერთი თვის შემდეგ.

ცხრილი 2

კუჭის სეკრეციული ფუნქციის კომპენსაცია ნათხემის სრული ექსტირპაციის შემდეგ (საშუალო მონაცემები)

სეკრეციის აღმძვრელი	ცდის დანიშნულება	ფარული პერიოდი (წუთებით)	წვენის რაოდენობა მლ-ით	თავისუფალი მარილმკვას მგრ-ით	საერთო მჟავიანობა	მომწველებელი ძალა		კომპენსაციის ვაჯა
						მმ	ფერმენტ. ერთ.	
რძე 300 მლ	ნათხემის სრულ ექსტირპაციამდე	10	15,2	52,3	103	3,0	137	75 დღე
	ექსტირპაციის შემდეგ	15	9,7	26,9	92	2,0	39	
	ექსტირპაციის შემდეგ	14	15,1	49,1	107	3,0	136	
პური 150 გ	ნათხემის სრულ ექსტირპაციამდე	9	10,7	39,5	108	8,0	685	210 დღე
	ექსტირპაციის შემდეგ	14	7,5	18,6	89	6,0	270	
	ექსტირპაციის შემდეგ	13	8,9	24,5	93	7,0	431	
ხორცი 200 გ.	ნათხემის სრულ ექსტირპაციამდე	10	21,9	83,6	125	6,0	788	95 დღე
	ექსტირპაციის შემდეგ	15	15,4	50,0	110	4,0	246	
	ექსტირპაციის შემდეგ	15	27,7	107,4	131	6,0	897	
ჰისტამინი 300 გამა	ნათხემის სრულ ექსტირპაციამდე	8	7,1	24,4	111	4,0	114	45 დღე
	ექსტირპაციის შემდეგ	15	5,1	12,2	105	4,0	82	
	ექსტირპაციის შემდეგ	13	6,8	21,2	106	4,0	108	

ფუნქციათა კომპენსაციის შესწავლის მიზნით ჩვენ ვაკვირდებით აგრეთვე იმ საცდელ ცხოველებს რომლებსაც მთლიანად ჰქონდათ ექსტირპირებული ნათხემი.

განვიხილოთ ძაღლ ყურ შაზე ჩატარებული ცდების მონაცემები. ცდების დამთავრების შემდეგ თავის ტვინის ჰისტოლოგიურმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ნათხემი მთლიანად იყო ექსტირპირებული და არ აღინიშნებოდა არავითარი დაზიანება თავის ტვინის სხვა უბნებში. (იხ. ცხრილი 2).

მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ ნათხემის ექსტირპაციამ ყველა საკვები გამლიზიანებლით (რძე, პური, ხორცი) და ჰისტამინით აღძრულ კუჭის წვენის სეკრეციაში გამოიწვია ცვლილებები. საკონტროლო მონაცემებთან შედარებით, სეკრეციის ფარული პერიოდი გახანგრძლივდა, დაკვირვების პერიოდში გამოყოფილი კუჭის წვენის რაოდენობა შემცირდა. ამასთან შემცირდა აგრეთვე თავისუფალი მარილმჟავას შემცველობა და წვენის საერთო მჟავიანობა. წვენის ფერმენტული აქტივობა დაქვეითდა. ამავე ცხრილიდან ჩანს აგრეთვე, რომ გარკვეული დროის შემდეგ დარღვეული სეკრეცია აღსდგა, მაგრამ სხვადასხვა გამლიზიანებლებით აღძრული კუჭის წვენის სეკრეციის აღდგენა მოხდა დროის სხვადასხვა მონაკვეთში. ასე, მაგალითად, რძის მიღებით აღძრული კუჭის წვენის სეკრეცია ნორმას დაუბრუნდა 75 დღის შემდეგ; ჰისტამინით აღძრული კუჭის სეკრეცია კი — 45 დღის შემდეგ.

უფრო განსხვავებული მონაცემები მივიღეთ პურისა და ხორცის მიღებით აღძრული კუჭის წვენის სეკრეციის აღდგენისას. პურის მიღებით აღძრულმა სეკრეციამ ნათხემის ექსტირპაციის ერთნახევარი თვის შემდეგ იწყო მატება, თუმცა საწყის მონაცემებს (საკონტროლო) არ დაუბრუნდა იმ ხნის განმავლობაში, როცა ჩვენ ცდებს ვაწარმოებდით (7 თვეს). ხორცის მიღებით აღძრული კუჭის წვენის სეკრეცია არა მარტო დაუბრუნდა საკონტროლო მონაცემების დონეს, არამედ სამი თვის შემდეგ იგი, საკონტროლო ცდებთან შედარებით, გაზრდილიც კი აღმოჩნდა.

ამრიგად, ნათხემის როგორც ნაწილობრივი, ისე სრული ექსტირპაციის დროს, ყველა საცდელ ცხოველზე დაკვირვების შედეგად იმ დასკვნამდე მივედით რომ გარკვეული დროის შემდეგ შეკავებული კუჭის სეკრეციული ფუნქცია გამოსწორდება ამა თუ იმ ხარისხით.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, ჩვენ დაკვირვებებს ვაწარმოებდით ყველა საცდელ ცხოველზე ნათხემის ექსტირპაციით გამოწვეული დარღვეული ლოკომოციისა და კუჭის შეკავებული სეკრეციული ფუნქციის აღდგენის დროის ურთიერთ შეფარდებაზე.

მე-3 ცხრილიდან ჩანს, რომ ნათხემის ნაწილობრივი ექსტირპაციით გამოწვეული ლოკომოტორული დარღვევები ყველა საცდელ ცხოველში აღსდგება 14-დან 35 დღის შემდეგ; ხოლო კუჭის სეკრეციული მოქმედება — 40-დან 75 დღის შემდეგ. ნათხემის სრული ექსტირპაციით გამოწვეული ლოკომოტორული დარღვევები აღსდგება სუსტ ფორმებში, ამასთან პურისა და ხორცის მიცემით აღძრული კუჭის სეკრეცია საწყის მონაცემებს 200 დღის შემდეგაც კი, არ უბრუნდება. რაც შეეხება რძის მიცემითა და ჰისტამინით აღძრულ კუჭის სეკრეციას, იგი საწყის მონაცემებს უბრუნდება 40-დან 86 დღის შემდეგ.

ა. კარამიანი, რომელმაც შეისწავლა ცენტრალური ნერვული სისტემის უმაღლესი განყოფილების კომპენსაციის მექანიზმი თევზებში, ამფიბიებ-

ში, ფრინველებში და ძუძუმწოვრებში — დაასკვნის, რომ ცენტრალური ნერ-
ვული სისტემის კომპენსატორული მოქმედება ყველაზე მაღალი აქვთ ძუძუ-
მწოვრებს. კომპენსატორული მოქმედების ეს უნარი დაკავშირებულია თავის
ტვინის ქერქის განვითარებასთან [5].

ცხრილი 3

	საცდელი ცხოველი	ლოკომოტო- რული დარ- ღვევები აღსდგა	კუჭის სერეციული ფუნქცია აღსდგა (დღეები)			
			რძეზე	პურზე	ხორცზე	ჭისტა- მინზე
ნაწილობრი- ვი ექსტირ- პაცია	ძაღლი № 1	35 დღის შემდეგ	48	52	70	—
	ძაღლი № 2	14 " "	40	—	45	32
	ძაღლი № 3	32 " "	—	57	68	35
	ძაღლი № 4	28 " "	45	60	75	30
სრული ექსტირპაცია	ძაღლი № 5	არ აღსდგა	86	არ აღსდგა	არ აღსდგა	40
	ძაღლი № 6	არ აღსდგა	78	არ აღსდგა	არ აღსდგა	48
	ძაღლი № 7	არ აღსდგა	75	არ აღსდგა	არ აღსდგა	45

ე. ას რ ა ტ ი ა ნ მ ა [6] დაადგინა, რომ უნათხემო ძაღლებს, რომლებსაც უკვე კომპენსირებული აქვთ ყოველგვარი დარღვევები, საკმარისია მოვაცი-
ლოთ თავის ტვინის ქერქი, რომ განუვითარდეთ ყველა კომპენსატორული შე-
გუებადობის მთლიანი და შეუბრუნებელი დაკარგვა.

ი. ი რ გ ე რ მ ა [7] ჩაატარა ექსპერიმენტული გამოკვლევები იმ მიზნით,
რომ გაერკვია კომპენსაციის მიმდინარეობა ნათხემის ლოკალური დაზიანების
შემდეგ ქერქდაზიანებელი, მთლიანად დეკორტიცირებული და ცალმხრივად
დეკორტიცირებულ ცხოველებზე. აღმოჩნდა, რომ ნათხემის დაზიანებისას ნათ-
ხემ-ვესტიბულური სამოძრაო მოშლილობა მთლიანად კომპენსირდება 3—5
კვირის განმავლობაში. იმ ძაღლებს, რომლებსაც გაკეთებული ჰქონდათ ცალ-
მხრივი დეკორტიკაცია, სამოძრაო აქტების დარღვევათა კომპენსაცია აღმოაჩ-
ნდათ შენელებული და იგი 5 თვის შემდეგაც კი დაბალ დონეზე რჩებოდა. ხო-
ლო იმ ძაღლებს, რომლებსაც წინასწარ გაუკეთდათ მთლიანი დეკორტიკაცია,
4 თვის განმავლობაშიც კი ვერ ნახა მკვლევარმა კომპენსაციის ვერავითარი
კვალი.

როგორც ცნობილია [8], კომპენსაციის შემდეგ დიდი ტვინის ჰემისფერო-
ების ქერქის ცალმხრივი დეკორტიკაცია უმეტეს შემთხვევაში იწვევს მოძრაო-
ბათა ნათხემისებური ტიპის მოშლილობათა ხელახალ აღმოცენებას.

ი. ი რ გ ე რ ი ს ა და ლ. გ ო ნ ჩ ა რ ო ვ ა ს მონაცემები [7,8] ნათელ წარ-
მოდგენას იძლევიან ნათხემ-ვესტიბულარული მოძრაობითი დარღვევების კომ-
პენსაციაში დიდი ტვინის ქერქის წამყვან როლზე, როგორც მთავარ ორგანოზე,
ორგანიზმის ფუნქციათა კომპენსაციაში.

ბ. კ ა ვ ლ ა ნ ი ს, [9] ლ. გ ო ნ ჩ ა რ ო ვ ა ს ა [8] და სხვათა შრომებით ირ-
კვევა, რომ კომპენსაციის სიჩქარე დამოკიდებულია ნათხემის დაზიანების სიძ-
ლიერზე. რაც უფრო მსუბუქია ნათხემის დაზიანება, მით უფრო ხანმოკლეა
ის დრო, რაც კომპენსაციას ჭირდება, და პირიქით რაც უფრო მძიმე ხასია-
თისაა ნათხემის დაზიანება ან მთლიანად ექსტირპირებულია იგი, მით უფრო
ხანგრძლივია კომპენსაციისათვის საჭირო დრო.



აღნიშნულ დასკვნებს პირდაპირ პასუხობს ჩვენ მიერ წარმოებული დაკვირვებების შედეგებიც. იმ ძალღებზე ჩატარებული ცდებით, რომლებსაც გაკეთებული ჰქონდათ ნათხემის ნაწილობრივი ექსტირპაცია ყველა საკვები გამლიზიანებლით (რძე, პური, ხორცი) და ჰისტამინით აღძრული კუჭის წვენის სეკრეციის კომპენსაციის ვადა განისაზღვრებოდა 30-დან 70 დღემდე. რძითა და ჰისტამინით აღძრული კუჭის წვენის სეკრეციის ვადა, იმ ძალღებისა, რომლებსაც გაკეთებული ჰქონდათ ნათხემის სრული ექსტირპაცია, განისაზღვრებოდა 45-დან 75 დღემდე. რაც შეეხება პურითა და ხორცით აღძრულ სეკრეციას, მისი კომპენსაცია არ მოხდა 200 დღის შემდეგაც კი.

დასკვნები

1. ნათხემის ექსტირპაციის შემდეგ სხვადასხვა საკვები გამლიზიანებლით (რძე, პური, ხორცი) და ჰისტამინით გამოწვეული კუჭის სეკრეციული მოქმედების დარღვეული ფუნქციის აღდგენა ხდება სხვადასხვა ხარისხითა და სხვადასხვა დროის მონაკვეთში.

2. ნათხემის ნაწილობრივი ექსტირპაციით გამოწვეული ლოკომოტორული დარღვევები აღსდგებიან 14-დან 35 დღის შემდეგ, ხოლო კუჭის სეკრეციული მოქმედება აღსდგება 40-დან 75 დღის შემდეგ.

3. ნათხემის სრული ექსტირპაციით გამოწვეული ლოკომოტორული დარღვევები აღსდგებიან შედარებით სუსტ ფორმებში. კუჭის სეკრეციული მოქმედება გამლიზიანებლების, კერძოდ რძისა და ჰისტამინის გამოყენებისას, აღსდგება 40-დან 86 დღის შემდეგ, ხოლო პურისა და ხორცის გამოყენებისას სეკრეცია არ უბრუნდება საწყის მდგომარეობას 200 დღის შემდეგაც კი.

4. კომპენსაციის ხარისხი და მისი სიჩქარე დამოკიდებულია ნათხემის ამოკვეთილი ქსოვილების რაოდენობაზე; იმაზე, თუ როგორია დაზიანების ხარისხი, ექსტირპაცია მთლიანია თუ ნაწილობრივი.

საქართველოს ზოოტექნიკურ-სავეტერინარო

სასწავლო-კვლევითი ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.4.1964)

ФИЗИОЛОГИЯ

А. С. ЦВЕРИКМАЗАШВИЛИ

ОБ ИЗМЕНЕНИИ СЕКРЕТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛУДКА И ЕЕ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОСЛЕ ЭКСТИРПАЦИИ МОЗЖЕЧКА

Резюме

Несмотря на большое количество работ, посвященных исследованию функций мозжечка, изучению восстановления функций после его повреждения до сих пор не уделялось должного внимания.

Производя частичное или полное удаление мозжечка у собак, мы наблюдали постепенное восстановление нарушенной локомоции и секреторной деятельности желудка.

Нами было установлено, что нарушенная локомоция, вызванная частичной экстирпацией мозжечка, восстанавливается спустя 14—35 дней, а секреторная деятельность желудка на пищевые раздражители (молоко, мясо, хлеб) и гистамин нормализуется лишь спустя 40—75 дней, нарушенная локомоция, вызванная полной экстирпацией мозжечка, восстанавливается сравнительно в слабой форме и спустя довольно длительное время.

Секреторная деятельность желудка, возбуждаемая молоком и гистамином, нормализуются спустя 40—86 дней, после экстирпации мозжечка, а секреторная деятельность желудка, возбуждаемая хлебом и мясом, не нормализуется даже спустя 200 дней.

Степень компенсации локомоции и секреторной деятельности желудка и быстрота ее наступления зависят от размеров повреждения мозжечка и количества удаленной ткани мозжечка.

დასმონიერებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. Luciani. Das Kleinhirn. Leipzig, 1893.
2. Н. М. Верзилов. Вторичные перерождения после экспериментальных повреждений мозжечка у животных. Журнал невропатологии и психиатрии, № 3, 1903, 417.
3. Л. А. Орбели. Новые представления о функциях мозжечка. Успехи современной биологии, т. XIII, № 2, 1940, 207—220.
4. А. М. Гринштейн. Пути и центры нервной системы. М., 1946.
5. А. И. Карамян. Эволюция функций мозжечка и больших полушарий головного мозга. Медгиз, Л., 1956.
6. Э. А. Асратян. Роль коры больших полушарий мозга в компенсаторных приспособлениях поврежденного организма. Вопросы физиологии, № 4, 1953, 37—46.
7. И. М. Иргер. О ведущей роли коры больших полушарий в компенсации двигательных нарушений, возникающих при опухолях мозга. В сб.: „К физиологическому обоснованию нейрохирургических операций“. М., 1954, 215—218.
8. Л. С. Гончарова. Нарушение и восстановление двигательных функций после локальных повреждений мозжечка. Автореферат, 1959.
9. П. М. Капчан. Мозжечок и углеводный обмен. Физиологический журнал СССР, т. XXV, в. 3, 1938, 322—325.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. И. МИРЗИАШВИЛИ

О ВЛИЯНИИ ПЕНИЦИЛЛИНА НА ЖЕЛЧЕОБРАЗОВАНИЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 4.4.1964)

В настоящее время антибиотики нашли в клинике весьма широкое применение при лечении самых различных заболеваний. Естественно, что рациональное их применение может быть основано лишь на точных знаниях фармакологического действия как на заболевший макроорганизм, так и на микроорганизм — возбудитель данного заболевания.

При изучении действия антибиотиков много внимания уделялось действию на микроорганизм и меньше — сдвигам в деятельности различных систем макроорганизма. Поэтому в литературе очень мало данных по изучению влияния антибиотиков на процессы пищеварения. В частности, в доступной нам литературе совсем не оказалось работ по изучению действия пенициллина на желчеобразование.

Интересными являются данные Ю. А. Петровского, Н. П. Скакуна и И. П. Турко [1] по изучению влияния стрептомицина на желчевыделительную функцию печени. Авторы отмечают резкое усиление ее после введения стрептомицина.

Ю. А. Петровский, А. Ф. Платонова, Р. Б. Рудой [2] и другие изучили противотуберкулезные средства: стрептомицин, ПАСК и фтивазид. Они показали, что, применяемые в терапевтических дозах, эти препараты отчетливо влияют на процесс желчеобразования, а стрептомицин и фтивазид, кроме того, стимулируют протромбинообразовательную функцию печени. Особенно заметное стимулирующее влияние стрептомицина и фтивазида на реактивность печени проявилось у собак с острым токсическим гепатитом.

Авторы отмечают, что положительное влияние стрептомицина и фтивазида на функцию печени является важным фактором в механизме действия этих веществ. Признавая значение специфического влияния химиотерапевтических средств на обменные процессы чувствительных к ним микробов и повреждение их при этом, не следует недооценивать и другой стороны их механизма действия, а именно сти-

мулирующего влияния на реактивность большого организма, в частности на функцию печени.

В нашей предыдущей работе мы установили, что пенициллин, не являясь самостоятельным возбудителем секреторной деятельности железистого аппарата желудка и панкреаса, а также слюнных желез, в малых дозах (10—15 тыс. ед.) усиливает как слюноотделение, так и отделение желудочного и панкреатического сока, возбуждаемые пищей; большие дозы (100—300 тыс. ед.) пенициллина, наоборот, угнетают работу слюнных, желудочных и поджелудочных желез [3—9].

Далее нами было установлено, что пенициллин при длительном применении (24—48—72 часа) в больших дозах оставляет длительное (3—4 дня) последствие в виде повышенной секреторной активности вышепоименованных желез.

В данной работе мы поставили себе целью изучить действие пенициллина на желчеобразование.

Методика

Опыты ставились на трех собаках. Две имели фистулу желчного пузыря по Шифу, а третья — фистулу общего желчного протока по Павлову.

После установления секреторного фона на пищевые раздражители (хлеб, мясо, молоко) производилась внутримышечная инъекция пенициллина однократно за 15—60 минут до еды, либо двукратно через 3—4 часа после первого введения. Было изучено действие малых (5—10—15—20—25 тыс. ед.) и больших (100—200—250 тыс. ед.) доз.

Результаты опытов и их обсуждение

Наши опыты показали, что эффект пенициллина на образование желчи, возбуждаемой едой, зависит от дозы пенициллина. В больших дозах (при одно- или двукратном введении), в отличие от влияния на деятельность других изученных нами пищеварительных желез, пенициллин на желчеобразование действует не угнетающе, а, наоборот, стимулирующе.

Нужно подчеркнуть, что характерное последствие пенициллина, т. е. усиление желчеотделения в последующие после инъекции пенициллина дни, не наблюдается, как это имело место в деятельности других изученных нами желез.

При введении же малых доз пенициллина (5—10—15—20—25 тыс. ед.) заметных изменений в желчеотделении не отмечалось.

Таблица 1

Собака Мимино с фистулой желчного пузыря с перевязанным общим желчным протоком

Желчеотделение при даче 200 г хлеба

Когда за 15 минут до дачи хлеба предшествует введение 20 тыс. ед. пенициллина

Часы	Количество желчи в мл	Часы	Количество желчи в мл
I	5,0	I	6,6
II	4,4	II	4,6
III	4,0	III	4,0
IV	3,2	IV	3,2
Всего	16,6	Всего	18,4

Из табл. 1 видно, что пенициллин в дозе 20 тыс. ед. вызывает едва заметный эффект, и если подойти строго, то можно считать, что эффект отсутствует.

При увеличении дозы пенициллина до 50 тыс. ед. при тех же условиях введения, т. е. однократно за 15 минут до еды, уже наблюдается заметное усиление желчеотделения.

Таблица 2

Собака Мимино. Желчеотделение при даче 200 г мяса

Когда за 15 минут до дачи мяса предшествует введение 50 тыс. ед. пенициллина

Часы	Количество желчи в мл	Часы	Количество желчи в мл
I	4,4	I	8,8
II	4,2	II	6,4
III	3,2	III	4,6
IV	2,4	IV	2,0
Всего	14,2	Всего	21,8

При еще большем увеличении дозы пенициллина наблюдается очень резкое усиление желчеотделения.

Таблица 3

Собака Мимино. Желчеотделение при даче 500 мл молока

Когда за 15 минут до дачи молока предшествует введ. 50 тыс. ед. пенициллина

Часы	Количество желчи в мл	Часы	Количество желчи в мл
I	5,0	I	9,8
II	3,4	II	9,0
III	3,2	III	4,0
IV	2,2	IV	3,0
Всего	13,8	Всего	25,8

Здесь же нужно отметить, что характерного последствия пенициллина на желчеотделение в последующие дни при инъекции больших доз не наблюдается.

Таблица 4

Собака Мимино. Желчеотделение при даче 500 мл модока		Когда за 15 минут до еды предшествует введение 250 тыс. ед. пенициллина	
Часы	Количество желчи в мл	Часы	Количество желчи в мл
I	4,2	I	17,0
II	3,6	II	8,8
III	3,2	III	6,0
IV	2,4	IV	2,8
Всего	13,4	Всего	34,6

Выводы

1. Однократная или двукратная инъекция пенициллина на протяжении одного опытного дня натошак в количестве 5—250 тыс. ед. сама по себе не возбуждает желчеотделения.

2. Однократная или двукратная инъекция пенициллина в дозе 15—25 тыс. ед. за 15—60 минут до еды вызывает незначительное усиление желчеотделения. Дозы меньше этих не оказывают заметного влияния на желчеобразование.

3. При увеличении однократной дозы пенициллина до 50 тыс. ед. наблюдается хорошо заметное усиление желчеобразования, а дозы 100—250 тыс. ед. сильно повышают желчеобразовательную способность печени.

4. Характерное последствие пенициллина на желчеобразование, заключающееся в усилении секреции слюны, желудочного и панкреатического соков, в последующие дни после инъекции больших доз пенициллина не наблюдается.

Тбилисский государственный
 медицинский институт

(Поступило в редакцию 4.4.1964)

ქვეყნიერების სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ბ. მიწაძის სახელი

ნაღვლის წარმოშობაზე პენიცილინის გავლენის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში შესწავლილია პენიცილინის მოქმედება ნაღვლის წარმოშობაზე. ცდები ჩატარდა 3 ძალზე. ორ ძალზე გაკეთებული ჰქონდა ნაღვლის ბუშტის ფისტულა შიფის წესით, ხოლო მესამეს — ნაღვლის საერთო სადინარის ფისტულა პავლოვის წესით.

საკვებ გამაღიზიანებლებზე (პური, ხორცი, რძე) სეკრეციული ფონის დადგენის შემდეგ წარმოებდა პენიცილინის ინექცია კუნთებში ერთჯერადად — 15 — 60 წუთით ადრე საკვების მიღებამდე, ან ორჯერადად — ყოველ 3 — 4 საათში პირველი ინექციიდან. შესწავლილ იქნა მცირე დოზებისა (5 — 10 — 15 — 20 — 25 ათასი ერ.) და დიდი დოზების (100 — 200 — 250 ათასი ერ.) გავლენა.

ცდებით დამტკიცდა, რომ პენიცილინის ეფექტი საკვებით აღძრულ ნაღვლის წარმოშობაში დამოკიდებულია პენიცილინის დოზებზე.

დიდი დოზების ხმაირებისას (ერთჯერადად ან ორჯერადად შეყვანისას) ჩვენ მიერ შესწავლილი საქმლის სხვა რომენლებელი ჯირკვლების განსხვავებით, პენიცილინი ნაღვლის წარმოშობაზე მოქმედებს არა როგორც დამაქინებელი, არამედ, პირიქით, როგორ მისი ძლიერი მასტიმულირებელი.

პენიცილინისათვის დამახასიათებელი შეზღვევმოქმედება ნაღვლის გამოყოფის გაძლიერების სახით დიდი დოზების ინექციების შეწყვეტის შემდგომ დღეებში აღარ აღენიშნება, როგორც აქის ადგილი ჰქონდა ჩვენ მიერ შესწავლილ ჯირკვლების მოქმედებისას.

პენიცილინის მცირე დოზების ინექციებისას (5 — 10 — 15 — 20 — 25 ათასი ერ.) ნაღვლის გამოყოფის თვალსაჩინო ცვლილებები აღარ აღენიშნებოდა.

ერთი დღის განმავლობაში უზმოთ პენიცილინის ინექცია 5 — 250 ათასი ერთ. რაოდენობით თავისთავად არ აღძრავს ნაღვლის გამოყოფას.

პენიცილინის ერთჯერადი ან ორჯერადი ინექცია 15 — 25 ათასი ერთ. დოზით 15 — 60 წუთით ადრე საკვების მიღებამდე იწვევს ნაღვლის გამოყოფის უმნიშვნელო მომატებას; ამაზე მცირე დოზები კი ნაღვლის წარმოშობაზე არავითარ გავლენას არ ახდენს.

ერთჯერადად პენიცილინის დოზის 50 ათას ერთეულამდე გაზრდისას ადგილი აქვს ნაღვლის წარმოშობის კარგად გამოხატულ გაძლიერებას, ხოლო 100 — 250 ათას ერთეულის დოზით მკვეთრად აძლიერებს ღვიძლის ნაღვლის წარმოშობ უნარიანობას.

პენიცილინისათვის დამახასიათებელი შემდეგმოქმედება, რაც ნერწყვის სეკრეციის, კუჭისა და პანკრეასის წვენის გამოყოფის გაძლიერებით გამოიხატება, ასეთი შემდეგმოქმედება პენიცილინის დიდი დოზების გავლენით ნაღვლის წარმოშობის მიმართ არ აღენიშნება.

დასოფიებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. А. Петровский, Н. П. Скакун и И. Т. Гурко. Влияние стрептомицина на желчевыделительную и протромбинообразовательную функцию печени. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 25, в. IV, 1953, 62.
2. Ю. А. Петровский, А. Ф. Шлатонова. О действии некоторых лекарственных веществ на функцию печени в норме и при экспериментальном гепатите. Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов, биохимиков, фармакологов, 1955, 476 — 476.

3. გ. მირზიაშვილი. კუჭის წველის სეკრეციულ მოქმედებაზე პენიცილინისა და სტრატომიცინის გავლენის საკითხისათვის. თბილისის სახელმწიფო მედიცინის ინსტიტუტის მეცნიერულ სამუშაოებს. სესიის მოხსენებათა თეზისები, თბილისი, 1953.
4. Г. И. Мирзашвили. К вопросу о влиянии пенициллина на слюноотделение и секреторную деятельность желудка. Второй Закавказский съезд физиологов, биохимиков и фармакологов. Тезисы докладов. Тбилиси, 1956, 152.
5. გ. მირზიაშვილი. კუჭისა და სანერწყვე ჯირკვლების სეკრეციულ ფუნქციაზე პენიცილინის მოქმედების საკითხებისათვის. საბჭოთა მედიცინა, № 5, 1962, გვ. 40 — 44.
6. გ. მირზიაშვილი. კუჭის წველის სეკრეციაზე პენიცილინის მოქმედების მექანიზმის შესახებ. ტუბერკულოზის სამეც. საკვ. რესპუბლიკური ინსტიტუტის შრომები, თბილისი, 1961 — 1962.
7. Г. И. Мирзашвили. О действии пенициллина на секреторную деятельность некоторых пищеварительных желез. Материалы Третьего Закавказского съезда физиологов, биохимиков и фармакологов. Баку, 1962, 216 — 217.
8. Г. И. Мирзашвили. К вопросу о действии пенициллина на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы. Сборник трудов Научно-исследовательской лаборатории питания Минздрава ГССР, т. IV—V. Тбилиси, 1963, 251—257.
9. Г. И. Мирзашвили. К вопросу о действии пенициллина на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы и отделение желчи. Сборник трудов Научно-исследовательского кожно-венерологического института Минздрава ГССР, т. IX — X, 1962 — 1963, 425 — 433.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Г. П. ЗУБАДАЛАШВИЛИ

О БЛИЖАЙШИХ И ОТДАЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ
ГАСТРОЕЮНОПЛАСТИКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 26.2.1964)

За последние годы как у нас, так и за рубежом накопился огромный материал о непосредственных и отдаленных результатах резекций желудка [1, 2, 3]. Эти наблюдения настойчиво утверждают, что после резекции желудка по Бильрот-II в организме больного нередко возникают тяжелые анатомо-физиологические расстройства, симптомокомплекс которых в советскую медицинскую литературу вошел под названием «болезнь оперированного желудка» или «агастральная астения» [3], а за рубежом называется демпинг-синдромом.

В данном случае мы не ставим перед собой цели делать литературный сбор и отмечать положительные и отрицательные стороны способа резекции желудка по Бильрот-II, но нужно отметить вкратце, что как школой И. П. Павлова, так и последующими исследователями экспериментально и клинически установлена огромная роль двенадцатиперстной кишки в процессе пищеварения и не является спорным тот факт, что выключение двенадцатиперстной кишки из процесса пищеварения в организме человека вызывает глубокие расстройства, компенсация которых полностью почти никогда не наступает. Вот почему операция—резекция желудка по Бильрот-II считается антифизиологичной и симпатия всех поколений хирургов была всегда на стороне операции Бильрот-I, но, к сожалению, производить резекцию желудка по Бильрот-I технически не всегда возможно.

С целью устранения отрицательных сторон резекции желудка по Бильрот-II и включения двенадцатиперстной кишки в процесс пищеварения предложены различные способы операции, общий принцип которых заключается в замещении удаленного целиком желудка или его части отрезком толстой или тонкой кишки на собственной брыжейке. Одна группа авторов [4, 5]—это сторонники способа Николадоли—Мороней, при котором между культей желудка и культей двенадцатиперстной кишки вшивается отрезок толстой кишки; вторая группа авторов [6—10] отдает предпочтение способу Куприянова—Захарова, при котором часть удаленного желудка или весь желудоч замещается отрезком тощей кишки; третья группа авторов [11, 12]—сторонники реверсии двенадцатиперстной кишки.

В практической хирургии первый и третий способы не привились. Наибольшее распространение среди хирургов нашел способ гастроеюнопластики по Куприянову—Захарову из-за простоты технических сторон и меньшей опасности инфекции.

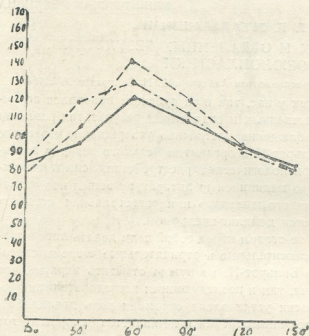


Рис. 1. Характерные гликемические кривые больных после гастроеюнопластики

Собственные наблюдения

Нами гастроеюнопластика впервые произведена в 1957 году и по сегодняшний день всего выполнено 30 подобных операций, из них 21 по Куприянову—Захарову и 9 по Ру—Петрушинскому.

Как известно, при резекции по Куприянову—Захарову для создания тонкокишечного трансплантата кишка пересекается в двух местах и кишечный трансплантат, сохраняя собственную брыжейку, теряет интрамуральную нервную связь с тощей кишкой, и потому можно ожидать больше осложнений как в смысле нарушения кровоснабжения, так и в отношении расстройства моторной функции трансплантата.

При способе Ру—Петрушинского тощая кишка пересекается только в одном месте, трансплантат в данном случае остается в лучших условиях и опасность осложнений меньше.

Двум больным была произведена субтотальная резекция по поводу рака антральной части желудка, а в 27 случаях дело имели с язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки. В одном случае больной оперирован по поводу стеноза привратника на почве химиче-

та и позвоночником. После устранения этого дефекта наступило выздоровление.

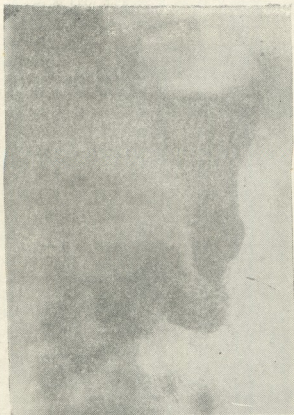


Рис. 3. Рентгенограмма того же больного через 6 месяцев после гастроjejunопластики. Контуры культи желудка и трансплантата гладкие, эвакуация бария порционного характера

За всеми больными проводится динамическое наблюдение, за исключением трех больных, которые живут за пределами республики. С ними мы установили письменную связь и получаем ответы на заранее разработанный нами вопросник. Наблюдения производятся:

в течение 6,5 лет после операции	— 1 человек
" 6 " " " "	— 3 человека,
" 2 " " " "	— 4 " "
" 1,5 " " " "	— 8 человек
от 6 месяцев до 1 года	— 8 " "
от 3 месяцев до 6 месяцев	— 5 " "

всего 29 человек.

Два человека умерли: первый от церебрального инсульта через 1,5 года после операции и второй случайно утонул в реке спустя 5,5 лет после операции. Остальные больные чувствуют себя хорошо, все они

вернулись к прежней деятельности. У всех вначале отмечается прибавление в весе и потом стабильность веса. Аппетит обычный, стул регулярен, диету не соблюдают. У наших больных не наблюдается адинамия после еды и гипергипогликемический синдром, за исключением одной больной, у которой наблюдаются слабо выраженные явления гипергликемии на фоне климакса. Наши больные хорошо переносят в пищу молоко и сладкие блюда.

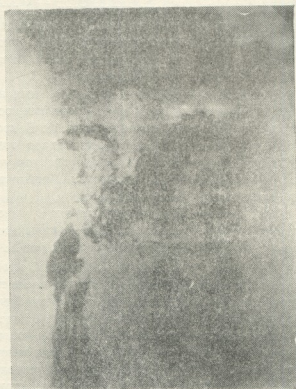


Рис. 4. То же через час от начала исследования. Значительная часть бария еще в культе желудка и трансплантата

Нами также произведено определение степени переваривания основных ингредиентов пищи (белков, жиров и углеводов) у 21 больного. Больные получали пробную диету Певзнера в течение 3 дней. В конце третьего дня полученный кал исследовали под микроскопом. Определили число измененных и неизмененных мышечных волокон в поле зрения. Степень переваривания углеводов определяли числом крахмальных зерен в поле зрения, а определение жиров производили весовым способом в аппарате Сокслета (путем экстрагирования эфиром по модифицированному способу Рушковского).

При исследовании получены следующие результаты: 1) в кале, как правило, большинство мышечных волокон были измененные, неизме-



ненных было мало (1—2 в поле зрения) или их совсем не было; 2) крахмальные зерна 1—2 в поле зрения или вовсе не обнаружены; 3) количество жиров в сухом кале у всех больных составляло 15—20% веса сухого кала, т. е. количество непереваренного жира в кале колебалось в пределах нормы.

Кроме того, у всех больных произведено определение сахара в крови по Хагедорну и Иенсену натощак и колебание его концентрации после сахарной нагрузки путем дачи 50,0 глюкозы. Выяснилось, что у всех больных сахарная кривая крови приближается к нормальной. Гипергликемический коэффициент Бодуэна у наших больных колеблется в пределах 1,25—1,65. В пределах нормы был у них и гипогликемический коэффициент по Рафальскому.

Гликемические кривые наших больных после гастроэюнопластики дают особо характерную, явно отличающуюся от гликемических кривых после Бильрот-II картину (рис. 1). В крови у таких больных максимальный подъем концентрации сахара отмечается через 60 минут после приема раствора глюкозы, тогда как у больных после резекции желудка по Бильрот-II максимальная концентрация сахара в крови отмечается уже через 30 минут.

Это явление объясняется, вероятно, тем, что после гастроэюнопластики всасывание сахара через кишечник происходит медленнее, чем после резекции желудка по Бильрот-II.

Нами совместно с Е. К. Солдатовой произведены рентгенологические наблюдения над всеми больными после гастроэюнопластики как в ближайшие (2—3 недели), так и в отдаленные после операции сроки (от нескольких месяцев до 1—5 лет). Наблюдения показали следующее.

В ближайшие сроки (2—3 недели) после операции резекции желудка с гастроэюнопластикой у больных отмечается гипотония резецированного желудка и гиперсекция, обусловленная, очевидно, пересечением веток блуждающего нерва и анастомозитом, вследствие чего эвакуация из культи желудка значительно затруднена. Кроме того, потеря кишечным трансплантатом интрамуральных нервных связей имеет определенное влияние на моторно-эвакуаторную функцию кишечного трансплантата, когда еще полностью не включались адаптационные механизмы (рис. 2).

Через 3—5 месяцев, 1—3 года и 5 лет после операции рентгенологические наблюдения показали, что тонус культи желудка постепенно восстанавливается, гиперсекция проходит. Эвакуация из культи желудка через кишечный трансплантат происходит отдельными порциями. В трансплантате наблюдаются перистальтические и антиперистальтические движения, при которых периодами наблюдается маятникообразное движение контрастной массы в кишечном трансплантате, что пре-

пятствует быстрому опорожнению желудка и как бы частично компенсирует функцию утерянного привратника. Дальнейшее продвижение контрастной взвеси по проксимальному отделу тощей кишки не отличается от обычного срока эвакуации (рис. 3, 4).

Особо достойно упоминания то обстоятельство, что при даче обычной бариевой взвеси с последующим приемом пищи (метод рентгенологического исследования, предложенный А. Н. Бакурадзе) эвакуация явно оживлялась и принятый контраст ускоренно переходил из тощей кишки в подвздошную. Контраст до слепой кишки доходит не ранее чем через 3—4 часа после приема.

Выводы

1. Резекция желудка с последующей гастроэюнопластикой при язвенной и опухолевой болезни желудка и двенадцатиперстной кишки по способам Куприянова—Захарова и Ру—Петрушинского дает вполне удовлетворительные ближайшие и отдаленные результаты.

2. После гастроэюнопластики у наших больных сахарные кривые после нагрузки глюкозой приближаются к норме, демпинг-синдром не наблюдается и пассаж пищи через кишечный трансплантат происходит отдельными порциями.

3. Степень переваривания основных ингредиентов принятой пищи (белки, жиры и углеводы) после гастроэюнопластики приближается к норме.

4. Переход контрастной взвеси при этой операции из желудка в двенадцатиперстную кишку замедлен, так как барий для желудка и кишечника не адекватный раздражитель. Но, если прием бария сопровождается приемом пищи, тогда она ускоряет эвакуацию бариевой взвеси из желудка в кишечник.

Боржомская городская больница

(Поступило в редакцию 26.2. 1964)

კლინიკური მდივანი

გ. ზუბადალაშვილი

ბასტრომიუნოპლასტიკის უახლოესი და უორეული

წადებების შესახებ

რეზიუმე

კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი და სიმსივნური დაავადების გამო წარმოებული კუჭის რეზექციის დროს მონელების პროცესებში თორმეტგოჯა ნაწლავის ჩართვის მიზნით ბორჯომის ქალაქის საავადმყოფოს ბაზაზე 1957 წლიდან 1964 წლამდე ჩვენ ჩავატარეთ კუჭის რეზექცია ენტეროპლასტიკის 30 ავადმყოფზე, მათგან 21 ავადმყოფს კუპრიანოვ-ხაზაროვის წესით და 9 ავადმყოფს — რუპეტრუშინსკის წესით.

ოპერაცია ჩატარდა: 27 ავადმყოფს კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების გამო, 2 ავადმყოფს — კუჭის კიბოს გამო და 1-ს — ქიმიური დამწვრობის ნიადაგზე განვითარებული დეკომპენსირებული პილოროსტენოზის გამო. გარდაიცვალა ერთი ავადმყოფი ოპერაციიდან მეოთხე დღეს მარჯვენა წინა გულის თრომბოზის გამო. ერთ ავადმყოფს ოპერაციიდან ერთი წლის შემდეგ განუვითარდა ენტეროტრანსპლანტატის პეპტიკური წყლულის პერფორაცია, ჩატარდა ამოკერვა. პეპტიკური წყლულის გაჩენას ამ შემთხვევაში ჩვენ ვხსნით კუჭის ეკონომიური რეზექციით.

დანარჩენ ავადმყოფებზე როგორც უახლოესი, ისე შორეული შედეგები კარგია. დიეტას არ იცავენ, ყველა დაუბრუნდა თავის ძველ საქმიანობას, აღენიშნებათ წონაში მატება და შემდეგ სტაბილობა. დისპეპტიური მოვლენები არ აღენიშნებათ. რძეს, ტუბილეულსა და ცხიმებს კარგად იტანენ. დემპინგ-სინდრომი ამ ავადმყოფებს არ აღენიშნებათ. გლიკემიური მრუდი შაქრით დატვირთვისას ჰაემოდორნისა და იენსენის წესით უახლოვდება ნორმალურ ტიპს. საჭმლის ძირითადი ინგრედიენტების (ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები) მონელების ხარისხი მერყეობს ნორმის ფარგლებში. რენტგენოლოგიური გამოკვლევებისას ყველა ავადმყოფს აღენიშნება ბარიუმის ფაფის ცალკეულ ულუფებად ევაკუაცია და მათი გადაადგილება ნაწლავებში მიმდინარეობს იმავე ვადებში, როგორც ჯანმრთელ არანაოპერაციევ ავადმყოფებში.

დადოვილი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Азина. Материалы к оценке резекции желудка при язвенной болезни. Автореферат, Свердловск, 1955.
2. Е. Л. Березов. Болезни оперированного желудка, их терапевтическое и хирургическое лечение. Советская медицина, № 4, 1957, 44—52.
3. А. А. Бусалов. Физиологические обоснования некоторых вопросов хирургии. Медгиз, М., 1958.
4. П. И. Андросов. Замещение желудка участком толстой кишки при тотальной гастрэктомии. Хирургия, № 11, 1959, 144—145.
5. А. С. Гаджиев. Современные методы гастропластики. Обзор отечественной и иностранной литературы. Новый хир. архив, № 11, 1961, 40—47.
6. F. Henley. Gastrectomie avec remplacement par le jejuum. Arch. mal. app. dig. etmal., № 9 bis, 1957.
7. W. P. Longmire, Beal J. M. Construction of a substitute gastric reservoir following total gastrectomy. Ann. Surg., 135, 1952, 637—645.
8. Т. П. Макаренко. Некоторые виды операции включения двенадцатиперстной кишки в пищеварение после гастрэктомии и резекции желудка. Еюногастропластика при гастрэктомии и резекции желудка. Крымиздат, Симферополь, 1962, 177—180.
9. K. Nakayama. Evolution of the various operative methods for total gastrectomy. Surgery, 40, 3, 1956, 488—502.
10. М. И. Петрушинский. Роль двенадцатиперстной кишки в процессе пищеварения при гастрэктомиях и высоких резекциях желудка. Хирургия, № 9, 1958, 57—62.
11. А. М. Бетанели. К вопросу реверсии двенадцатиперстной кишки как об одном из способов реконструкции пищеварительного тракта после резекции желудка. Автореферат, Тбилиси, 1960.
12. И. Кирикуце и В. Урбанович. Использование двенадцатиперстной кишки для восстановления непрерывности пищеварительного тракта после гастрэктомии. Хирургия, 8, 1959, 43—47.

ა. კომახიძე

გულის ჰრილობის მკურნალობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ტატიშვილმა 12.4.1964)

წარსულს ჩაბარდა ის დრო, როცა გულის ჰრილობა გარდუვალად სასაყვე-
დილოდ ითვლებოდა, როცა არ არსებობდა საშუალება სისხლის ღენის, პნევ-
მოთორაქსის, ჰემოთორაქსის, გულის ტამპონადისა და მძიმე შოკის თავიდან
საცილებლად.

ჩვეულებრივ გულის ჰრილობა გამოწვეულია ცივი ან ცეცხლმსროლი ია-
რალით. მშვილობიან დროს ცივი იარალით გამოწვეული გულის ჰრილობები ბევ-
რად აღემატება ცეცხლმსროლი იარალით გამოწვეულ ჰრილობებს.

გ. მათიაშვილის დაკვირვებაზე დაყრდნობით გ. მუხაძე [1, 2]
საწინააღმდეგო შეფარდებას აღნიშნავს, 1922—28 წლების სექციურ მასალაზე
1413 დაჭრილიდან გულის ჰრილობა აღმოაჩნდა 93-ს; აქედან მამაკაცი—64, დე-
დაკაცი—29. მათგან ცეცხლმსროლელი იარალით გამოწვეული ჰრილობა იყო
60%, ცივი იარალით გამოწვეული კი — 40%. მეტწილად გულის ჰრილობა მი-
ყენებულია დანით (60—70%—ი. ჯანელიძე [3], ს. ლობაჩოვი [4, 5].
სკლიფასოვსკის სახ. ინსტიტუტის 28 წლის მასალაზე გულის ჰრილობის 109
შემთხვევიდან 90 იყო დანით მიყენებული ჰრილობა, 19 კი — ცეცხლმსრო-
ლელი იარალით იყო გამოწვეული.

საქართველოს ნაერებ მასალაზე (105 შემთხვევა) დანით მიყენებული გუ-
ლის ჰრილობა 89%-მდე აღწევს, პოსიტალური ქირურგიის კლინიკაში გატა-
რებული გულის ჰრილობის 13 შემთხვევიდან ყველა დანით იყო გამოწვეული
(იხ. ცხრილი).

ი. ჯანელიძის [3] მიერ მოყვანილი 535 შემთხვევიდან, უფრო ხშირად გუ-
ლის ჰრილობა გვხვდება 21—30 წლის ასაკში. ჩვენი მასალის მიხედვითაც და-
ჭრილთა უმეტესი ნაწილი 21—30 წლისა იყო.

გულის ჰრილობის სიხშირის მიხედვით საქართველოში პირველი ადგილი
უკავია თბილისს (48 შემთხვევა), შემდეგ მოდის გორი (14), ბათუმი (8), სოხუმი
და ზუგდიდი (5—5), ქუთაისი (4); დანარჩენ ქალაქებში თითო-ორიღა შემთხ-
ვევაა აღრიცხული.

გულის ჰრილობის გამოცნობა წინად არც ისე იოლი საქმე იყო. ფიშე-
რი [3] წერდა, რომ გულის ჰრილობის გამოცნობა უადრესად ძნელია. ზოგჯერ
იგი შეუძლებელიც კი ხდება. ტუფიეს გულის ჰრილობის დიაგნოსტიკის
გაუმჯობესება უფრო მნიშვნელოვნად მიაჩნდა, ვიდრე მისი თერაპიული მკურ-
ნალობა. ამჟამად, შეიძლება ითქვას, რომ გულის ჰრილობას აქვს დამახასია-
თებელი კლინიკა, რაც უმეტეს შემთხვევაში სწორი დიაგნოსტიკის საშუალებას
იძლევა.

დამახასიათებელი ნიშნების ანალიზის გზით დღითიდღე უმჯობესდება და
ზუსტდება გულის ჰრილობის დიაგნოსტიკა. განსაკუთრებით უნდა გავსვას ნახი
გულის ჰრილობის უმთავრეს სიმპტომებს, როგორცაა: ჰრილობის ლოკალიზა-
ცია, გულის წისვლა დაჭრისთანავე, გულის მოყრუებული ტონები. შეიძლება



ადგილი ჰქონდეს გულის საზღვრების მკვეთრ გადიდებას. ზოგჯერ აღინიშნება მოლსვენობა. ავადმყოფი შფოთავს, მაჯისცემა იხიწება, მაგრამ ადგილი აქვს მის პერიოდულ გაუარესებას, ზოგჯერ სრულ გაქრობასაც. დამახასიათებელია განის სიმკრთაღე, სისხლის დენა გულის ჭრილობის დროს შეიძლება იყოს მუდმივი ან პერიოდული ხასიათისა, რაც თავის მხრივ იწვევს ზოგადი მდგომარეობის მკვეთრ ცვალებადობას.

ცხრილი

გულის ჭრილობა ჰოსპიტალური ქირურგიის კლინიკის მიხედვით

ოპერატორი	წელი	ავადმყოფის სქესი	ავადმყოფის ასაკი	გატუტვიერების მეთოდი	ოპერაციის შედეგი	ჭრილობის ლოკალიზაცია
გ. მუხაძე	1928	მ.	22	ეთერის ნარკოზი	განიკურნა	მარჯვენა პარაკუტი
გ. მუხაძე	1929	მ.	20	ეთერის ნარკოზი	გარდაიცვალა	
გ. მუხაძე	1930	მ.	26	ეთერის ნარკოზი	განიკურნა	
გ. მუხაძე	1930	მ.	33	ეთერის ნარკოზი	გარდაიცვალა	მარცხენა პარაკუტი
კ. ვეფხვაძე	1933	მ.	57	ეთერის ნარკოზი	განიკურნა	მარჯვენა პარაკუტი
გ. მუხაძე	1934	მ.	18	ქლოროფორმის ნარკოზი	განიკურნა	მარჯვენა პარაკუტი
მ. ჩაჩავა	1935	მ.	42	ეთერის ნარკოზი	გარდაიცვალა	
მ. ჩაჩავა	1938	მ.	20	ეთერის ნარკოზი	განიკურნა	
მ. ჩაჩავა	1945	მ.	20	ადგილობრივი ანესთეზია	განიკურნა	მარცხენა პარაკუტი
მ. კომახიძე	1952	მ.	21	ადგილობრივი ანესთეზია	განიკურნა	მარჯვენა პარაკუტი და გვირგვინოვანი აორტერიის ტოტი
მ. კომახიძე	1953	მ.	19	ადგილობრივი ანესთეზია	განიკურნა	გამავალი ჭრილობა, მარჯვენა და მარცხენა პარაკუტი
მ. კომახიძე	1957	დ.	26	ადგილობრივი ანესთეზია	განიკურნა	მარცხენა პარაკუტი
ს. ბუაჩიძე	1957	მ.	50	ადგილობრივი ანესთეზია	განიკურნა	მარცხენა პარაკუტი

ლიტერატურაში აღწერილია შემთხვევები, როცა გულის ჭრილობის შემდეგ დაჭრილები იმდენად კარგად გრძნობენ თავს, რომ ეჭვიც კი არ მიუტანიათ გულის დაზიანებაზე და, ცხადია, არც სათანადო დახმარება აღმოუჩინიათ.

ლ ე ნ ო რ მ ა ნ ს [3] მოპყავს შემთხვევა, როცა დანით მიყენებული გულის ჭრილობის შემდეგ ავადმყოფი თავისუფლად უყვებოდა ექიმს თავადასავალს. იგი თავს კარგად გრძნობდა. რაიმე ვართულება მას არ აღენიშნებოდა. მაგრამ რამდენიმე საათის შემდეგ დაჭრილი უეცრად გარდაიცვალა. გაკვეთაზე აღმოჩნდა გულის გამავალი ჭრილობა.

ერთ-ერთმა გულში დაჭრილმა ველოსიპედით გაიარა 70 მეტრი, შემდეგ ლეხით—150 მეტრი და მხოლოდ ამის შემდეგ, სამკურნალო დაწესებულებაში მოსული ჩავარდა უგონო მდგომარეობაში [3].

ბ ო რ ხ ა რ დ ი ს [3] მიერ მოყვანილ შემთხვევათა ავადმყოფი 6 დღის განმავლობაში დადიოდა შეხვევებზე, მეექვსე დღეს ერთბაშად განუვითარდა სისხლის დენა გულის ჭრილობიდან და იგი დაიღუპა. პ ი ს ა რ ყ ე ვ ს ი ს [3] მიხედვით, ავადმყოფი ჭრილობის მიღების შემდეგ დადიოდა, ხოლო 7 საათის შემდეგ დაიღუპა სისხლის დენით. გაკვეთისას აღმოჩნდა მარცხენა პარაკუტის

დაზიანება. ასევე ერთ-ერთმა ჩვენმა ავადმყოფმა თავისი ფეხით მიიღბინა პო-
ლიკლინიკაში და დაახლოებით 1 კილომეტრი გაიარა, მაგრამ მისთვისთანავე
დაეცა და დაჰკარგა გრძნობა.

სადღესობად საქართველოში აღრიცხული გულის ქრილობის 105 შემთხვევა-
დან სამი უსიმპტომოდ მიმდინარეობდა.

მიუხედავად აღნიშნული გამოხატულებებისა, ძირითადად გულის ქრილობის
გამოსაცნობად დიდი მნიშვნელობა აქვს ყველა კლინიკური ნიშნის სწრაფად აღ-
ნუსხვას და მათგან პირველ რიგში ისეთი ნიშნების გამოყოფას, რაც ყველაზე
უფრო დამახასიათებელია გულის ქრილობისათვის; ასეთებია: ქრილობის ლოკა-
ლიზაცია, მწვავე ანემია და გულის ტიპონადის მოვლენები. გულის ტიპონადის
ახასიათებს: შოკი, ცივი და სველი კანი, ციანოზი, გულის ტონების ძლიერი შე-
სუსტება და არათანაზომიერება (ზოგჯერ შეიძლება არც კი ისმოდეს). მაჯა არ
ისინჯება. სისხლის წნევა დაბალია, შეიძლება იგი 0-ს უდრიდეს. მაგრამ ვენუ-
რი წნევა მომატებულია, ხოლო ვენები — გავანიერებული.

ი. ჯანელიძის [5] მასალის მიხედვით, სწორი დიაგნოზი ოპერაციამდე იყო
დასმული, ე. ი. გულის ქრილობა უდავოდ იყო შეცნობილი შემთხვევათა 45,3%-
ში. გულის ქრილობის შესაძლებლობა აღნიშნული იყო შემთხვევათა 15,3%-
ში, ხოლო გულის ქრილობა სრულებით არ ყოფილა დიაგნოზირებული შემთხ-
ვევათა 39,2%-ში. ამასთან, დაკვირვებათა შემდგომ სერიაში დიაგნოსტიკური
შეცდომების ხვედრითი წონა 9,1%-მდე შემცირდა. წარმოდგენილი სტატისტიკა
ემყარება ნაკრებ მასალას.

ზოგიერთი მკვლევარის გამოცდილება ამ საკითხში ერთეული შემთხვევე-
ბით ამოიწურება. გულის ქრილობის დროს დახმარების აღმოჩენა უხდება ნაყ-
ლებად გამოცდილ ექიმს.

ჩვენი მასალის მიხედვით, ოპერაციამდე გულის ქრილობის დიაგნოზი დას-
მულია შემთხვევათა 80%-ში. დროული, სწორი დიაგნოსტიკისათვის უთუოდ
დიდი მნიშვნელობა აქვს ქირურგის გამოცდილებას, მის დახელოვნებასა და
თვით სამკურნალო დაწესებულებასაც, სადაც კეთდება კარდიორაფია. სწორი
დიაგნოზი და გულის ქრილობის მკურნალობის უკეთესი შედეგები უფრო ხში-
რად იმ სამკურნალო დაწესებულებებში აღინიშნება, სადაც შედარებით მეტია
გაკეთებული კარდიორაფია.

გულმკერდის ქრილობის შემთხვევაში გულის მიდამო ფრიად სახიფათო
ზონაა დაზიანების შესაძლებლობის თვალსაზრისით. ი. ჯანელიძის [3] მონაცე-
მებით, გულის ქრილობა შემთხვევათა 92,8%-ში გამოწვეული იყო გულმკერ-
დის მარცხენამხრივი ქრილობით, 6,1% — მარჯვენამხრივი ქრილობით, ხოლო
1% — შესტად შუა ხაზზე მიყენებული ქრილობით.

საქართველოს ნაკრები მასალის მიხედვით გულის ქრილობა 93 შემთხვევა-
ში მარცხენა მხარეს, გულის პროექციაზე მდებარეობდა. ისინი უმეტეს შემთხ-
ვევაში გამოწვეული იყო დანით და მისი სიდიდით 1—2 სმ უდრიდა. გულის მარ-
ცხენა პარკუჭის ქრილობა აღინიშნებოდა 45 შემთხვევაში, მარჯვენა პარკუჭისა
— 31 შემთხვევაში. დანარჩენ 29 შემთხვევაში დაჭრილი იყო გულის სხვადა-
სხვა ნაწილები. 97 შემთხვევაში გულის ქრილობა მხოლოდითი იყო.

ცეცხლმსროლელი იარაღით მიყენებული გულის ქრილობის შემთხვევაში
დიაგნოსტიკური სიძნელეები კიდევ უფრო მეტად იჩინეს თავს, ხოლო დაჭრი-
ლის მდგომარეობა უფრო მძიმეა. დაჭრილი მეტწილად ვერ აღწევს სამკურნა-
ლო დაწესებულებას, სადაც შესაძლებელია დიაგნოზის დასმა და ქირურგიული
დახმარების აღმოჩენა.

საინტერესო მონაცემები მოჰყავს ა. ვიშნევსკის პრისლის მიერ
ფინეთის ომის დროს ნაწარმოები 137 გაკვეთის შესახებ. 70 მეტრძოლი გულის

ჭრილობის მიღების შემდეგ მაშინვე გარდაიცვალა დახმარების აღმოჩენამდე, 67 გარდაიცვალა დაჭრის 2—2,5 საათის შემდეგ; მათგან სიცოცხლეში გულის ჭრილობა შეცნობილი იქნა მხოლოდ 2 შემთხვევაში.

პერიკარდიუმში ჩაღვრილი სისხლით გამოწვეული ზეწოლის სიმპტომი შემჩნეული იყო ჯერ კიდევ მორგანი [3] მიერ 1761 წელს. გულის ტამპონადის დროს სიკვდილის მიზეზად მორგანი სთვლიდა პერიკარდიუმის ღრუში ჩაღვრილი სისხლის ზეწოლას გულზე. ამასთან, იგი აღნიშნავს, რომ მიუხედავად არსებული მდგომარეობის სიმძიმისა, ავადმყოფი შეიძლება ვადარჩეს. გულის ტამპონადის საკითხი ექსპერიმენტის პირობებში შეისწავლა როზემ დარენიმ. ეს ტერმინიც მათ შემოიღეს.

გულის ჭრილობის დროს, როგორც წესი, პლევრაც ი ჯანელიძის მონაცემებით დაზიანებულია შემთხვევათა 90%-ში.

გულის ჭრილობის დროს, გარდა გულის პერანგის, პლევრის, გულის კუნთის მთლიანობის დარღვევისა, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს გვირგვინოვანი არტერიების ან გულის ვენების დაზიანებასაც, რაც თავის მხრივ მნიშვნელოვან პროგნოსტიულ ნიშანს წარმოადგენს, მიუხედავად დაზიანებული სისხლის ძარღვის ყალიბისა. ი. ჯანელიძის [7] ნაკრები მასალის მიხედვით გულის ჭრილობის დროს 43 შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა გვირგვინოვანი არტერიების ტოტების დაზიანებასაც. საქართველოს ნაკრები მასალის მიხედვით სულ 2 შემთხვევაში აღინიშნებოდა გულის გვირგვინოვანი არტერიების დაზიანება [8]. ჰოსპიტალური ქირურგიის კლინიკაში გულის ჭრილობის 13 შემთხვევიდან გვირგვინოვანი არტერიის დაზიანებას ერთხელ ჰქონდა ადგილი.

გულის ჭრილობის კლინიკური სურათის მიხედვით ბიგერი (1945) იძლევა ამ დაზიანების ახალ კლასიფიკაციას, რომელშიც განიხილავს ოთხ ტიპს ანუ ხარისხს.

პირველი ხარისხის გულის ჭრილობა მსუბუქია; ამ დროს კლინიკურ სურათში წამყვანი ადგილი უკავია სისხლის დაკარგვას. ჰემოთორაქსი გამოხატულია მსუბუქ ფორმებში;

მეორე და მესამე ხარისხის გულის ჭრილობის დროს, გარდა მწვავე სისხლჩაქვებობისა, ადგილი აქვს გულის ტამპონადის მოვლენებს. თუ გულის ტამპონადა არ პროგრესიულობს, მაშინ შოკური მდგომარეობა არ ღრმავდება, რადგან შედეგებულ სისხლი აწვავს გულის ჭრილობას. მაგრამ შეიძლება შოკი განმეორდეს დაზიანებული გულის პერანგიდან პლევრის ღრუში სისხლის ჩაღვრის გამო. მესამე ხარისხის დაზიანების დროს გულის ტამპონადის მოვლენები პროგრესიულად მატულობს, გულის ტონები სუსტდება. სუნთქვა ძნელდება, ციანოზი სულ უფრო ინტენსიური ხდება და ბოლოს გულის მუშაობა ჩერდება. შეიძლება ადგილი ჰქონდეს გვირგვინოვანი არტერიების ტოტების დაზიანებასაც. ამ შემთხვევაში აღინიშნება მიოკარდიუმის ინფარქტისაუვის დამახასიათებელი სურათი;

მეოთხე ხარისხის დაზიანების მთავარი ნიშანია ძლიერი ანემია. ასეთი ავადმყოფების უმეტესობა იღუპება მწვავე სისხლის დენით, ვიდრე მას რაიმე დახმარებას აღმოუჩენენ.

დაზიანების ხარისხისა და ავადმყოფის საერთო მდგომარეობის მიხედვით გულის ჭრილობის მკურნალობის ტაქტიკაც სხვადასხვაა. დროთა განმავლობაში მკვლევარად იცვლებოდა შეხედულება გულის ჭრილობის ქირურგიული მკურნალობის საკითხზე.

ჯერ კიდევ 1883 წელს ბილოტი [3] გულზე ოპერაციებს ქარაფშუტობად თვლიდა, ხოლო ქირურგი, რომელიც გაბედავდა გულის ჭრილობის გამოკარდორაფის ვაკუთება, მისი აზრით, ღირს იყო დაეკარვა თავისი კოლეგების პატივისცემა. მიუხედავად ამისა, იმ დროს მაინც წარმოებდა ექსპერიმენ-

ტული გამოკვლევები ამ საკითხის შესასწავლად. ზოგიერთი მკვლევარი ამტკიცებდა, რომ გულის კრილოზის დროს აუცილებელია და შესაძლებელი კარდიორაფიის გაკეთება დადებითი შედეგით.

გულის კრილოზის ოპერაციული მკურნალობის საჭიროება ექსპერიმენტის საფუძველზე 1895 წელს დაასაბუთა საბანეევმა [3].

ადამიანზე კარდიორაფიის ისტორია და სტატისტიკა იწყება გასული საუკუნის დასასრულიდან, როდესაც კაპელენმა [3] გააკრა გულის მარცხენა პარკუჭი დანით მიყენებული კრილოზის გამო. ავადმყოფი დაიღუპა ორი დღის შემდეგ. ერთი წლის შემდეგ ფარინმა [3] გააკრა დანით მიყენებული მარჯვენა პარკუჭის კრილოზა. ეს ავადმყოფიც დაიღუპა. 1895 წლის 9 სექტემბერს რენმა პირველად აწარმოვა კარდიორაფია დადებითი შედეგით მარჯვენა პარკუჭის დანით მიყენებულ კრილოზის დროს. ამ ავადმყოფის განკურნებით იწყება ახალი ერა გულის კრილოზების ქირურგიულ მკურნალობაში. შედარებით მოკლე დროში დადებითი კარდიორაფიის შემთხვევები საკმაოდ გაზარდა.

გულის კრილოზის ქირურგიული მკურნალობის საკითხი განიხილებოდა სვადასხვა ქვეყნების სამეცნიერო კონფერენციებსა და დისკუსიებში. 1909 წლისათვის შეჯამებული მასალის მიხედვით გულის კრილოზის დროს ოპერაციის შემდგომი სიკვდილიანობა 64%-ს შეადგენდა.

ი. ჯანელიძის ცნობით მონოგრაფიაში [3] (1927) გულის კრილოზების უკვე 535 შემთხვევაა განხილული (1896—1927), რომლის დროსაც გაკეთდა კარდიორაფია. შემდეგ კარდიორაფიის შემთხვევების რიცხვი სწრაფად იზარდა და 1938 წლისათვის უკვე 1000-ს აღემატება [9].

ი. ჯანელიძისა და მ. კამენჩიკის მონაცემებით, იმ დროისათვის მთელ მსოფლიოში ნაწარმოებ 1000 კარდიორაფიიდან მარტო საბჭოთა კავშირში გაკეთებულია 319 (32,0%), დანარჩენ ქვეყნებში 681, (68,1%). აღსანიშნავია, რომ 1921 წლამდე რუსეთში სულ გაკეთებული იყო 109 კარდიორაფია; 1921 წლიდან 1938 წლამდე კი საბჭოთა კავშირში გაკეთდა 210 კარდიორაფია. პირველ ხანებში ეს ოპერაცია კეთდებოდა უმთავრესად ბეტერბურგში. ი. ჯანელიძის თქმით — ბეტერბურგი კარდიორაფიის აკადემია. 1921 წლამდე ნაწარმოებ 109 კარდიორაფიიდან 73 (66,8%) გაკეთებულია ლენინგრადში. იმავე პერიოდში მოსკოვში კარდიორაფიის მხოლოდ 4 შემთხვევაა აღწერილი. ი. ჯანელიძე და მ. კამენჩიკი მათ მიერ შეგროვილ 1000 კარდიორაფიას ორ სერიად ჰყოფენ. პირველი 535 შემთხვევას მოიცავს. დაკვირვებათა ამ ჯგუფში განიკურნა შემთხვევათა 44,0%, მეორე სერიის 465 ავადმყოფიდან განიკურნა 56,9%. ამჟამად დადებითი შედეგით კარდიორაფია კეთდება არ მარტო საბჭოთა კავშირის წამყვან კლინიკებში, არამედ აგრეთვე რაიონულ საავადმყოფოებშიც.

პირველი კარდიორაფია რუსეთში გააკეთა ბ. გერცენმა 1902 წელს [11]. მან ორ ავადმყოფს გაუკრა გულის კრილოზა უშედეგოდ. 1903 წელს შანოვსკიმ [3] გააკეთა ოპერაცია გულის კრილოზის გამო დადებითი შედეგით. გულის კრილოზის ქირურგიული მკურნალობის საქმეში დიდი ღვაწლი მიუძღვნით რუსეთში ცეგეს, გრეკოვს [10], გერცენს [11], პოდრეზს [12], ტიხოვს [13]. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ამ მხრივ ი. ჯანელიძის დამსახურება.

საქართველოში გულის კრილოზის ოპერაცია დადებითი შედეგით ფლოროვმა გააკეთა 1908 წელს, შემდეგ 1910 წელს—ვესელოვს ორჯერ. 1923 წელს ნ. კახიანიამ გააკეთა ოპერაცია გულის ნაკვთიანი კრილოზის გამო, მაგრამ ავადმყოფი გარდაიცვალა. კერისთავმა [14] ორ ავადმყოფს გაუკრა ოპერაცია გულის კრილოზის გამო; ერთს 1923 წელს (ავადმყოფი გარდაიცვალა), მეორეს — 1928 წ. დადებითი შედეგით.



გ. მუხაძემ გულის ჭრილობის გამო გააკეთა 5 ოპერაცია.

თბილისის სამედიცინო ინსტიტუტის სამკურნალო ფაკულტეტის პოს-პიტალური ქირურგიის კლინიკაში 1928 წლიდან დღემდე 13 შემთხვევაში ნაწარმოებია კარდიორაფია; ამასთან 10 ავადმყოფი განიკურნა, 3 გარდაიცვალა. ამჟამად კარდიორაფიის უკეთესი პირობები არსებობს. გულმკერდის ქირურგიის განვითარებასთან დაკავშირებით გაუმჯობესდა გულის ნაკერის დაღების ტექნიკა, გულის ჭრილობის დიაგნოსტიკა. ამ საქმეში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ანტიბიოტიკები, სისხლის მასიური გადასხმა და სხვა.

გულის ჭრილობის დროს კარდიორაფია დაკანონებული ოპერაციაა. მიუხედავად იმისა, რომ უკანასკნელ პერიოდში კარდიორაფია საკმარისად პოპულარული გახდა, როგორც საბჭოთა კავშირში, ისე უცხოეთში, გულის ჭრილობის გაკერვა მაინც იშვიათ ოპერაციად ითვლება. გულის ჭრილობის დიაგნოსტიკაც დაკავშირებულია რიგ სინქლეგებთან. ოპერაციული ჩარევის შედეგები, თუმცა ამჟამად უკეთესია, მაგრამ შეჯამებული მასალა მოწმობს, რომ ლეტალობა ჯერ კიდევ მალალია.

გულის ჭრილობის გამო ოპერაცია ეკუთვნის სასწრაფო გადაუდებელი დახმარების იმ კატეგორიას, როცა დროის ფაქტორი წყვეტს ავადმყოფის ბედს. ამიტომ იგი მოითხოვს ძალუბის მაქსიმალურ მოთიბვას, რომ უმოკლეს დროში სწორი დიაგნოზის საფუძველზე განხორციელდეს ოპერაცია ისეთი დასტაქრის მიერაც კი, რომელსაც არ აქვს საკუთარი გამოცდილება გულის ქირურგიაში და არც უნახავს ასეთი ავადმყოფი.

საქართველოს ნაკრები მასალით გულის ჭრილობით 81 ავადმყოფი მოყვანილია სამკურნალო დაწესებულებაში პირველ საათშივე, 19 დაჭრილი — 3 საათის განმავლობაში, დანარჩენი — 4 საათის შემდეგ. ყველა დაჭრილს ოპერაცია გაუკეთდა მოყვანისთანავე პირველი საათის განმავლობაში, მეტწილად ადგილობრივი ანესთეზიით, შემდეგ ეთერის ნარკოზის დამატებით. ნაოპერაციებ 105 დაჭრილიდან გარდაიცვალა 18 (17,8%). სიკვდილის მიზეზი იყო მწვავე სისხლჩაქვებობა, შოკი, გულის გაჩერება ნაკერების დაღების დროს, ორმხრივი პნევმოთორაქსი, ვართულება ფილტვების მხრივ, კომბინირებული ჭრილობის შედეგად ლეიქმის, ფილტვის, ჭორჭლის დაზიანება, პერიკარდიტი, მეპიემა. მეორადი სისხლის დენა ინფარქტის შედეგად და სხვა.

ოპერაციის დროს უნდა ვერიდოთ გულის ტრავმატიზაციას, მისი ხელით ამოქაჩვას, ხელით დაჭერას. პერიკარდიუმის გახსნისთანავე გულის პერანგს უნდა დაესხას ნოოკაინის 1% -იანი ხსნარი.

თუ დაზიანებულია გულის პერანგი ან კუნთის დაზიანება არ არის ღრმა. ჭრილობის კლინიკური გამოხატულება ძირითადად გულის ტამპონადით ამოიწურება, ქირურგის ტაქტიკა შეიძლება სხვადასხვაგვარი იყოს.

მე-19 საუკუნემდე გულის ტამპონადის დიაგნოზი მოითხოვდა მხოლოდ კონერვაციულ მკურნალობას; სწორედ ამის გამო მე-19 საუკუნის ოციან წლებში, როცა საფრანგეთის ტახტის მემკვიდრეს გულის ჭრილობის შედეგად გულის ტამპონადის მოვლენები განუვითარდა, დიუპუტრენმა [3] აწარმოვა პერიკარდიუმის პუნქცია სისხლის გამოშვების მიზნით. დიუპუტრენის ასეთი ჩარევა დაგმობილ იქნა, რადგან ეს მიჩნეულ იქნა აქტიურ ჩარევად გულის ჭრილობის შემთხვევაში.

პერიკარდიუმის ღრუდან სისხლის ასპირაცია პირველად აწარმოვა ლარეიმ [2] მკურნალობის ამ მეთოდის სასარგებლოდ აზრი გამოთქვა ჯერ რიოლანმა [3], შემდეგ ფიშერმა [3]. მიუხედავად ამისა, ასპირაციამ ვერ პოვა გავრცელება.

უკანასკნელ ხანებში ამერიკელი დასტაქრები კვლავ გვირჩევენ პუნქციის გაკეთებას. ისინი აღნიშნავენ, რომ გულის უმნიშვნელო ჭრილობის დროს, რო-

ცა ტამპონადის მოვლენები არ ორმავედება, აღინიშნება მოვლენების სტაბილიზაცია, გლუკოზის, ინექციის, სისხლის გადასხმის შემდეგ თუ ავადმყოფი გამოვა შოკური მდგომარეობიდან და სისხლნაკლებობა არ მატულობს, შეიძლება გაწარმოთ პერიკარდიუმის პუნქცია მე-4 ნეკნთაშუა სივრცეში. თუ ნაჩვენებია ოპერაცია, იგი უნდა გაკეთდეს სწრაფად, ყოველგვარი ასპირაციის გარეშე. ამ დროს სიცოცხლისათვის მნიშვნელობა აქვს არა საათებს, არამედ წუთებს.

უნდა გვახსოვდეს, რომ გულის პერანგის გახსნისთანავე კვლავ ძლიერდება სისხლის დენა გულის კრილობიდან. ამიტომ დაზიანებული მიდამო სწრაფად უნდა გაიკეროს კვანძოვანი ნაკერებით. თუ კრილობა გვირგვინოვანი არტერიის ანლო მდებარეობს, უნდა ვეცადოთ სისხლის ძარღვი არ მოვავოლოთ ნაკერში. არსებობს ექსპერიმენტული მონაცემი იმის შესახებ, რომ გულის კრილობიდან ისე როგორც პარენქიმულ ორგანოებიდან სისხლის დენა შეიძლება შევაჩეროთ ყელატინის ღრუბლით. ასეთი მეთოდი დიდი პროგრესი იქნებოდა, მაგრამ ჭერ-ჭერობით მისი პრაქტიკულად გამოყენება გულის კრილობის დროს მეტად სახიფათოა. საჭიროა აღნიშნული საკითხის შემდგომი შესწავლა.

დასკვნები

გულის ნაჩველეტი კრილობის გამო ავადმყოფები მეტწილად ოპერაციის გაკეთებამდე იღუპებიან ორი მიზეზის გამო: სისხლის დენის შედეგად ვანეითარებული მწვავე ანემიით, ან პერიკარდიუმის ღრუში ჩაღვრილი სისხლის ზეწოლით — გულის ტამპონადით.

გულში დაჭრილი უფრო ხშირად შოკის მდგომარეობაშია, უმაჯოთ, უგონოდ. არის გამონაკლისიც. დაჭრილი ზოგჯერ შედარებით კარგად გრძნობს თავს, მაჯა ისინჯება. სუსტად გამოხატული კლინიკური ნიშნები შეიძლება ვახდეს დიაგნოსტიკური შეცდომის მიზეზი. გულის საპროექციო მიდამოში კრილობების ლოკალიზაციის შემთხვევაში პირველ რიგში უნდა იქნეს დიფერენცირებული გულის კრილობა.

გულში დაჭრილი საჭიროებს გადაუდებელ პოსპიტალიზაციას, სწრაფ დიაგნოსტიკას, დამახასიათებელი ძირითადი ნიშნების ანალოზის საფუძველზე, რენტგენოსკოპიისა და რენტგენოგრაფიის გამოყენებით. დაჭრილის კლინიკური გამოკვლევა და დიაგნოზის დაზუსტება არ უნდა ვახდეს ოპერაციული ჩარევის დაგვიანების მიზეზი.

გულის კრილობის, გულის ტამპონადის, კონსერვატიული მკურნალობის პროცესში არის შემთხვევები დაჭრილის სიკვდილისა. არ არის გამორიცხული, რომ აღნიშნული ავადმყოფების გადარჩენა შესაძლებელი იქნებოდა ოპერაციული ჩარევით.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუხიდა 12.4.1964)

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

**М. Э. КОМАХИДЗЕ
К ВОПРОСУ ЛЕЧЕНИЯ РАН СЕРДЦА**

Резюме

В статье представлен сводный материал Грузинской ССР—105 случаев ранения сердца, из коих 13 проведены в госпитальной хирургической клинике Тбилитосмединститута. Подчеркнуто значение наиболее характерных симптомов для распознавания ранения сердца: локализация раны, острая

ანემია, тампонада сердца. В трех случаях на приведенном материале рана сердца была бессимптомной.

Большую часть материала (89 %) составляли ножевые ранения сердца. В 93 случаях рана находилась слева, по проекции сердца. В 45 случаях был поврежден левый желудочек, в 31 — правый, в остальных 29 случаях — другие части сердца. В двух случаях имело место ранение и венечных артерий.

Успех оперативного лечения во многом зависит от времени обращения в лечебное учреждение. На сборном материале Грузии 82 больных были доставлены в больницу в течение первого часа, 19 — через 1—3 часа, остальные — позже. Всем раненым операция была произведена в первый же час после доставки в больницу. Умерло 18 (17,8%) раненых.

Из 13 кардиографий, произведенных в госпитальной хирургической клинике, 10 закончились успешно. После 1936 г. ни один из шести раненых в сердце не погиб.

При тампонаде сердца предпочтение отдается оперативному вмешательству перед консервативным (аспирация крови из перикарда), т. к. оперативным путем ликвидируется и тампонада и опасность повторного кровотечения из раны сердца.

დაძინების ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. გ. მუხაძე. გულის ტრილობა, მისი გამოვლია, მკურნალობა და შედეგები. ჯანსაღობის მოამბე, ტ. 1—4, 1928.
2. Г. М. Мухадзе. К вопросу о кардиографии при свежих ранах сердца. Вестник хирургии, т. 16, кн. 45—46, 1938.
3. Ю. Ю. Джанелидзе. Раны сердца и их хирургическое лечение. Л., 1927.
4. С. В. Лобачев. О ранениях сердца. Хирургия, № 4, 1949.
5. С. В. Лобачев. Хирургия ранения сердца. М., Медгиз, 1958.
6. А. А. Вишневский. Некоторые материалы по хирургическому лечению слепых огнестрельных ран сердца и перикарда на войне. Хирургия, № 21—29, 1947
7. Ю. Ю. Джанелидзе. Повреждения венечных сосудов при ранениях сердца. Вестник хирургии, т. 5, кн. 14, 1925.
8. М. Э. Комахидзе, Н. А. Джавахишвили. К вопросу ранений сердца. Сообщения АН Грузинской ССР, т. 20, № 6, 1958.
9. Ю. Ю. Джанелидзе, М. Г. Каменчик. Тысяча случаев оперативного лечения ран сердца. Нов. хир. арх., т. 49, кн. 1—2, 1941.
10. И. И. Греков. Три случая наложения швов на рану сердца. Хирург. архив Вельяминова, кн. 6, 1904.
11. П. Герцен. К казуистике ранения сердца. Медицинское обозрение, № 6, 1904.
12. А. Г. Подрез. О хирургии сердца. Врач, № 26, 1898.
13. П. Тихов. О заживлении сердечных ран. Юбил. сборник в честь Н. Ф. Склифосовского, 1900, стр. 346.
14. კ. კობახიძე. გულის ტრილობა და მისი მკურნალობა. თანამედროვე მედიცინა, № 2, 1929.
15. К. Ф. Вепхвадзе. К вопросу о хирургическом лечении свежих ран сердца. Нов. хир. архив, т. 33, кн. 4, 1935.
16. მ. ჩაჩავა. გულის ტრილობის საკითხისათვის. თბილისის საზ. სამედიცინო ინსტიტუტის შრომები, ტ. 7, 1950.



ЭКОНОМИКА

Л. Н. ШЕРВАШИДЗЕ

К ВОПРОСУ О РАСШИРЕНИИ ПРОИЗВОДСТВА БАРИТА
 В ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. В. Гугушвили 5.10.1964)

Месторождения барита размещены на территории Советского Союза крайне неравномерно.

Наиболее высококачественный барит химического сорта имеется на месторождениях, разбросанных по разным районам страны (Грузия, Казахстан и Челябинская область РСФСР).

Источником флотационного барита, используемого в основном в качестве утяжелителя буровых растворов, служат месторождения сульфидно-баритовых руд, расположенных главным образом в том же Казахстане и в Восточной Сибири. Только одно из грузинских месторождений относится к этому типу.

Удаленность баритовой сырьевой базы от потребляющих центров, в основном расположенных в Европейской части Союза, ведет к неизбежным нерациональным перевозкам, стоимость которых накладывается на стоимость барита.

Ликвидация таких перевозок или, во всяком случае, их возможно максимальное сокращение является весьма актуальной задачей.

Отметим для наглядности, что в районы, территориально тяготеющие к Грузинской ССР, в 1962 г. было завезено издалека 240 тыс. т барита в том числе утяжелителя—192 тыс. т и химического сорта — около 48 тыс. т.

Необходимо принять меры к расширению производства барита в пунктах, территориально близких к центрам его потребителя.

При существующем размещении предприятий—основных потребителей барита в Европейской части Советского Союза—фактические масштабы добычи и переработки высококачественных баритовых руд ближайших к ним месторождений Грузии являются явно недостаточными, чем и обусловлена необходимость завоза барита из далеких восточных районов СССР — Сибири и Казахстана.

Увеличение производительности действующих в Грузинской ССР предприятий по добыче и переработке барита и освоение новых месторождений республики позволяет значительно рационализировать снаб-

жение баритом тех потребителей, которые территориально находятся в относительной близости к Грузинской ССР, но получают барит из отдаленных районов страны. Химическая промышленность в Европейской части СССР целиком может перейти на потребление кускового и флотированного барита мономинеральных месторождений Грузии. Частично может перейти на грузинский барит и нефтяная промышленность южных районов СССР.

Замена грузинским баритом сибирского даст возможность использовать последний для удовлетворения потребности в барите восточных районов и прежде всего самой Сибири, где сейчас быстро развивается нефтяная и газовая промышленность.

Особое значение баритовых месторождений Грузии заключается также в том, что они представлены мономинеральным типом, позволяющим легко получать наиболее богатый $BaSO_4$ химический сорт.

Следует отметить, что освоение известных крупных месторождений мономинерального барита в Казахстане и Челябинской области в настоящее время нельзя считать экономически целесообразным. Так, крупное Джалаирское месторождение в Казахстане территориально весьма удалено от предприятий — потребителей барита и требует очень больших капиталовложений на строительство железной дороги. Освоение другого мономинерального Медведевского месторождения на Урале нерентабельно вследствие низкого содержания барита в руде.

Наиболее крупными и перспективными месторождениями мономинерального барита в Грузии являются ныне разрабатываемое Чордское месторождение и не освоенное еще Апшринское. Известные мономинеральные месторождения кутаисской группы в значительной степени выработаны.

Разведанные запасы Чордского и Апшринского месторождений достаточно велики. Расширение масштабов разработки первого и ввод в эксплуатацию второго позволят полностью удовлетворить потребность предприятий Европейской части СССР в барите химического сорта.

Производство барита-утяжелителя в Грузинской ССР может быть значительно увеличено за счет более рационального использования Маднеульского сульфидно-баритового месторождения. Необходимо и по запасам вполне возможно увеличить мощность строящегося на базе этого месторождения горнообогатительного предприятия до 65 тыс. т. концентрата в год против запроектированных 44 тыс. т.

Такое увеличение Маднеульского предприятия позволит значительно сократить дальние перевозки барита, поскольку создается возможность увеличения вывоза барита-утяжелителя из Грузинской ССР в Европейскую часть СССР.

Потребность в химическом сорте барита по данным Госкомитета по химии при Совете Министров СССР (1962 г.) составляет (в тыс. т).

Наименование	1965 г.	1970 г.
Баритовая руда ¹	75	72
Баритовый концентрат	82	153

В дальнейшем она будет возрастать: по баритовой руде до 98 тыс. т и по баритовому концентрату до 181 тыс. т в год.

С учетом снабжения баритом потребителей Урала, Башкирии и Бондюжского завода, значительно удаленных от Грузинской ССР, из других источников перед грузинской баритовой промышленностью может быть поставлена задача — довести производство (в переводе на 85% баритового концентрата) до 98 тыс. т в 1965 г., в 1970 г. — до 128 тыс. т, а в дальнейшем — до 187 тыс. т в год.

Это практически выполнимо лишь при осуществлении указанного выше расширения Чордского баритового предприятия и освоения в ближайшие 4—5 лет Апшринского месторождения.

По данным треста «Грузгорнорудпром», планируются следующие масштабы выпуска баритового концентрата химического сорта по Грузинской ССР:

	1965 г.	1970 г.
Чордское м-ние	36	75
Пицкварское	15	—
Ханшское	—	15
Апшринское	—	—
Итого	51	90

В дальнейшем выпуск этого сорта барита будет доведен до 175 тыс. т, в том числе по Апшеронскому месторождению — до 100 тыс. т в год.

Разрыв между упомянутой выше возможной потребностью и планируемым производством барита химического сорта составляет: в 1965 г. — 47 тыс. т, в 1970 г. — 38 тыс. т, а в последующие годы — 15 тыс. т.

По некоторым предварительным наметкам СНХ, освоение Апшринского месторождения предусматривается только после 1970 г. с выпуском первой продукции не ранее 1975 г.

В свете изложенного выше необходимо:

¹ Термин «баритовая руда» означает баритовую продукцию, полученную из собственно баритовых месторождений в пересчете на 100% BaSO₄.



1. Апшринское месторождение ввести в эксплуатацию с таким расчетом, чтобы предприятие могло бы дать первую товарную продукцию в 1969 г. (проектная мощность 125 тыс. т баритового концентрата в год, в том числе химического сорта 100 тыс. т).

2. Увеличить мощность строящегося Маднеульского предприятия по выпуску баритового концентрата-утяжелителя до 65 тыс. т в год против запроектированных 44 тыс. т.

По ориентировочным подсчетам, предполагаемой частичной заменой привозного барита издалека баритом из Грузии (в результате предложенного расширения производства барита в Грузии), тонна-километраж перевозок сократится на 554956800 т/км в год, что ежегодно освободит для перевозок других грузов около 2130 полногрузовых (60 т) вагонов и даст ежегодную экономию государству в размере 2236 тысяч рублей.

Государственный производственный
геологический комитет
Грузинской ССР

(Поступило в редакцию 5.10.1964)

ბაკონომიკა

ლ. შერვაშიძე

საქართველოს სსრ ბარიტის წარმოების
გაზარტოების საკითხისათვის

რეზიუმე

ბარიტის ნედლეულის მთავარი ბაზის (ყაზახეთი, აღმოსავლეთი ციმბირი) დაშორება მისი ძირითადი მომხმარებლებიდან (სსრკ-ს ევროპული ნაწილი) იწვევს ბარიტის არარაციონალურ შორეულ გადაზიდვებს, რაც საგრძნობლად აძვირებს მის ლირებულებას მოხმარების პუნქტებში. ასეთი გადაზიდვების ლიკვიდაცია ან მისი ნაწილობრივი შემცირება დიდი სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის საქმეა.

საქართველოს ბარიტის ნედლეულის ბაზის ინტენსიური გამოყენების საფუძველზე, შესაძლებელი იქნება მთლიანად დაკმაყოფილდეს საქართველოს სსრ და სსრკ-ს ევროპულ ნაწილში განლაგებული ქიმიური მრეწველობის საწარმოთა და ნაწილობრივ სსრკ-ს სამხრეთ რაიონების ნავთობის მრეწველობის საწარმოთა მოთხოვნილება ბარიტზე. ამისათვის საჭიროა:

1. აფშრის ბარიტის საბადოს მრეწველური ათვისების დაჩქარება იმ ანგარიშით, რომ მან 1969 წელს მოგვეცეს პირველი სასაქონლო პროდუქცია, ნაცვლად გათვალისწინებული 1975 წლისა (საპროექტო სიმძლავრე — 125

ათასი ტონა ბარიტის კონცენტრატი წელიწადში, მათ შორის 100 ათ. ტ ქიმიური მრეწველობისათვის საჭირო ბარტი);

2. მშენებლობაში მყოფი მადნეულის საწარმოს საპროექტო სიმძლავრის გაზრდა ნავთობის მრეწველობისათვის საჭირო ბარიტის კონცენტრატის (დამამძიმებელი) გამოშვების დარგში — 65 ათას ტონამდე წელიწადში, ნაცვლად ამჟამად დაპროექტებული 44 ათასი ტონისა.

საორგენტაციო გაანგარიშებით, შორიდან შემოზიდული ბარიტის ნაწილობრივი შეცვლა საქართველოს ბარიტით, ბარიტის გადაზიდვაზე ამჟამად საჭირო ტონა-კილომეტრებს შეამცირებს 554956 ათასი ტ/კმ-ით წელიწადში, ყოველწლიურად გაათავისუფლებს 2130 (60 ტ) ვაგონს სხვა ტვირთების გადასაზიდად და სახელმწიფოს მისცემს წელიწადში ტრანსპორტის ხარჯების 2236 ათასი მანეთის ეკონომიას.



მ. თ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
აკადემიკოსი რ. დვალი

Гл. редактор — академик Академии наук Грузинской ССР
Р. Р. Двали

ზელმოწერილია დასაბუტდად 25.10.1964; შეკვ. № 1311; ანაწეობის ზომა 7×11;
ქალაღდის ზომა 70×108; საღარიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 19;
ნაბეღდი ფურცლების რაოდენობა 16; უე 07455; ტირაჟი 1300.

Подписано к печати 25.10.1964; зак. № 1311; размер набора 7×11; размер
бумаги 70×108; количество уч.-изд. листов 19; количество печатных
листов 16; УЭ 07455; тираж 1300

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, ძერჟინსკის ქ. № 8
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, ул. Дзержинского № 8

გამომცემლობა „მეცნიერების“ სტამბა, თბილისი, ზ. ტაბიღის ქ. № 3/5
Типография Издагелства «Мецниереба», Тбилиси, ул. Г. Табидзе № 3/5



მათემატიკა — МАТЕМАТИКА — MATHEMATICS

Н. П. Веква (академик Академии наук Грузинской ССР). Об одной дифференциальной граничной задаче линейного сопряжения с малым параметром 257

*5. ვეკვა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). წრფივი შეუღლების ერთი დიფერენციალური ასახვევით ამოცანის შესახებ მცირე პარამეტრით 260

Н. А. Берикашвили. О фундаментальной группе пространства 261

*6. ბერიკაშვილი. სივრცის ფუნდამენტალური ჯგუფის შესახებ 265

Э. А. Надарая. Оценка плотности двумерного распределения 267

*7. ნადარაია. ორგანზომილებიანი განაწილების სიმჭვრივის შეფასება 268

З. А. Чантурия. Об устойчивости базисов банаховых пространств 269

*8. ჭანტურია. ბანახის სივრცის ბაზისების მდგრადობის შესახებ 272

ჰიდრომექანიკა — ГИДРОМЕХАНИКА — HYDROMECHANICS

А. Г. Хантадзе. К вопросу построения стационарной магнитогидродинамической модели циклона 273

*9. ხანთაძე. სტაციონარული მაგნიტოჰიდროდინამიკური ციკლონის მოდელის აგების საკითხისათვის 277

კიბერნეტიკა — КИБЕРНЕТИКА — CYBERNETICS

Г. С. Рамишвили. Опыт автоматического узнавания личности говорящего 279

*10. რამიშვილი. მოლაპარაკის პიროვნების ავტომატური გამოცნობის ცდა 286

ფიზიკა — ФИЗИКА — PHYSICS

О. И. Мгебриян, Я. И. Чхандазе. Исследование примесных атмосфер вокруг дислокаций путем изучения затухания ультразвука 287

*11. მგებრიანი, ი. ჩხაიძე. ულტრაბგერების მილედადობის შესწავლის გზით დისლოკაციების ირგვლივ მინარეების ატმოსფეროს გამოკვლევა 292

Э. В. Гедалин. Флуктуации в широких атмосферных ливнях: метод моментов 295

*12. გედალინი. ფლუქტუაციები ფართო ატმოსფერულ ღვარებში; მომენტების მეთოდი 299

И. Ш. Вашакидзе, Г. А. Чилашвили. Энергия связи гипертрития в случае нелокального взаимодействия 301

ი. ვაშაკიძე, გ. ჭილაშვილი. ჰიპერტრიტონის ბმის ენერჯია არალოკალური ურთიერთქმედების შემთხვევაში 307

ბიოფიზიკა — ГЕОФИЗИКА — GEOPHYSICS

Б. К. Балавадзе, П. Ш. Миндели. Структура земной коры в бассейнах Черного и Азовского морей 309 ✓

*13. ბალავაძე, პ. შინდელი. დედამიწის ქერქის სტრუქტურა შავი ზღვისა და აზოვის ზღვის აუზებში 314

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური გვუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

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

* A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.



Г. К. Твалтвадзе, М. С. Иоселиани, Р. К. Махарадзе, Т. И. Хелашвили. Сейсмогеологическое строение Алазанской долины	322
*გ. თვალთვაძე, მ. იოსელიანი, რ. მახარაძე, თ. ხელაშვილი. ალაზნის ვაკის სეისმოგეოლოგიური აგებულების შესახებ	322

ქიმიკა—ХИМИЯ—CHEMISTRY

А. И. Кахнашвили, Г. Ш. Глонти, Г. Д. Багратишвили, М. Л. Кантария, Д. Ш. Иорамашвили. Конденсация α и β -нафтолов с некоторыми замещенными винилкарбинолами в присутствии фосфорной кислоты	323
*ა. კახნიაშვილი, გ. შ. გლონტი, გ. ბაგრატიშვილი, მ. ქანთარია, დ. იორამაშვილი. α და β -ნაფტოლების კონდენსაცია ზოგიერთ ჩანაცვლებულ ვინილკარბინოლებთან ფოსფორმჟავის თანდასწრებით	330
Р. М. Лагидзе, Ш. Д. Куправа. О продуктах алкилирования бензола оксиизопропилоксициклогексилацетиленом в присутствии безводного $AlCl_3$	331
*რ. ლაღიძე, შ. კუპრავა. ბენზოლის ოქსიიზოპროპილოქსიციკლოგექსილაციტილენით ალკილირების პროდუქტების შესახებ $AlCl_3$	338

ბიოქიმიკა—БИОХИМИЯ—БИОСHEMISTRY

თ. ხაჩიძე, ც. ძაღწინიძე. ციტოქრომოქსიდაზასა და ასკორბინოქსიდაზას აქტივობის ცვალებადობა ვაზში	339
*ო. თ. ხაჩიძე, შ. გ. დოციენიძე. Изменение активности цитохромоксидазы и аскорбиноксидазы в виноградной лозе	343
Н. Н. Нущубидзе, Д. И. Гулбани. Флавонолы в виноградной лозе	345
*ნ. ნუცუბიძე, დ. გულბანი. ფლავონოლები ვაზში	351

ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—CHEMICAL TECHNOLOGY

В. Т. Чагунава, Э. Р. Дзnelадзе, Л. И. Гвасалия. Десульфуризация сульфидных масс марганца	353
*ვ. ჩაგუნავა, ე. ძნელაძე, ლ. გვასალია. მანგანუმის სულფიდური მასების დესულფურისაცია	360
Г. М. Доманская. К вопросу кристаллизации перманганата калия	361
გ. დომანსკაია. კალიუმის პერმანგანატის კრისტალიზაციის საკითხისათვის	367

ელექტროქიმიკა—ЭЛЕКТРОХИМИЯ—ELECTROCHEMISTRY

Н. Ш. Гогишвили, Р. И. Агладзе (академик АН ГССР). К вопросу о влиянии ионов молибдена на электролиз сульфата марганца	369
*ნ. გოგიშვილი, რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). მოლიბდენის იონების გავლენა მანგანუმის სულფატის ელექტროლიზზე	376

ბეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

Д. Г. Иосебидзе. К изучению палеогеографии верхней юры Западной Абхазии	377
*ჯ. იოსებიძე. დასავლეთ აფხაზეთის ზედაიურული დროის პალეოგეოგრაფიის შესწავლისათვის	384

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

Л. Ш. Давиташвили (академик АН Грузинской ССР), Т. Г. Китовани. О филогенезе некоторых <i>Cardiidae</i> из турийских и маудинских отложений	385
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----



ლ. ალექსი-მესხიშვილი. ქალღმერთის სოკოების ბიოლოგიის შესწავლი-
სათვის 453

*ლ. გ. Алекси-Месхიшвили. К изучению биологии бумагоразрушающих
грибов 455

პარაზიტოლოგია—ПАЗАЗИТОЛОГИЯ—PARASITOLOGY

ლ. პეტრიაშვილი. ტბის ბაყყის (*Rana ridibunda* Pall.) ჭელმინთოფაუნა ბა-
ზალეტის ტბის პირობებში 457

*ლ. И. Петриашвили. Гельминтофауна озерной лягушки (*Rana ridibunda*
Pall.) в условиях Базалетского озера 461

ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGY

Т. А. Мухелишвили. Ландшафтно-зональное распределение пресмыкаю-
щихся в Восточной Грузии 463

*თ. მუსხელიშვილი. აღმოსავლეთ საქართველოს ქვეყარზავალთა ლანდშაფტურ-
ზონალური განაწილება 457

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGY

Э. С. Мониава, С. П. Нарикашвили (член-корреспондент АН ГССР).
Значение корковых и подкорковых образований головного мозга в проис-
хождении „спонтанных“ всплесков медленных электрических потенциалов 469

*ე. მონიავა, ს. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
ფერ-კორესპონდენტი). ნელი ელექტრული პოტენციალების „სპონტანური“
გაძლიერების წარმოშობაში თავის ტვინის ქერქისა და ქერქსქვეშა წარმონაქმ-
ნების მნიშვნელობა 476

ა. წვერიკვახაშვილი. ნათემის ექსტირპაციის შემდეგ კუჭის სეკრეციული
ფუნქციის ცვლილებებისა და მათი აღდგენის შესახებ 477

*А. С. Цвериквашвили. Об изменении секреторной деятельности же-
лудка и ее восстановлении после экстирпации мозжечка 480

**მასპირიმიწილი მედიცინა—ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА—
EXPERIMENTAL MEDICINE**

Г. И. Мирзиашвили. О влиянии пенициллина на желчеобразование 485

*გ. მირზიაშვილი. ნადვლის წარმოშობაზე პენიცილინის გავლენის შესახებ 488

**კლინიკური მედიცინა — КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА —
CLINICAL MEDICINE**

Г. П. Зубадалашвили. О ближайших и отдаленных результатах гастро-
эюнопластики 491

*გ. ზუბადალაშვილი. გასტროეიუნობლასტიკის უახლოესი და შორეული შედე-
გების შესახებ 497

მ. კომახიძე. გულის ჭრილობის მკურნალობის საკითხისათვის 499

*М. Э. Комахидзе. К вопросу лечения ран сердца 505

ბეოლოგია—ЭКОНОМИКА—ECONOMICS

Л. Н. Шервашидзе. К вопросу о расширении производства барита в Гру-
зинской ССР 507

*ლ. შერვაშიძე. საქართველოს სსრ ბარიტის წარმოების გაფართოების საკითხი-
სათვის 510



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 виза 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.

6. 9/273



დაბატონების

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 28.3.1963.

„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. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის თვეში ერთხელ, ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 16 ბეჭდური თაბახი. ყოველი კვარტალის ნაკვეთები (სამი ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. „მოამბეში“ დასაბეჭდად წერილები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ენაზე: ქართულად და რუსულად. ერთ-ერთ მათგანზე, ავტორის სურვილისამებრ, —სრული ძირითადი ტექსტი, ხოლო მეორეზე —ძირითადი ტექსტის შემოკლებული გადმოცემა.
5. წერილის მოკულობა (ორივე ტექსტისა), ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 20.000 სასტამბო ნიშანს (ეურნალის 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 განსახილველად, რათა მან, დადებითად შეფასების შემთხვევაში, წარმოადგინოს იგი დასაბეჭდად.
7. წერილები (ავრთვე სათანადო ილუსტრაციები და ნახაზები) ავტორმა უნდა წარმოადგინოს თითო ცალად, დასაბეჭდად საეგზეთ მომზადებული. ფორმული ხელი 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 ეურნალისა, რომელშიც დაბეჭდილია წერილი, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის ადგილისა და წელის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის სია წერილს ერთვის ბოლოში. ლიტერატურის მითითებულად ტექსტში თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში 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 გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად არა უმეტეს ორი დღისა). თუ კორექტურა დადგენილი ვადისათვის არ იქნა წარმოდგენილი, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 10 ამონაბეჭდი.

დაბატონების ბიზნესპარტი: თბილისი, ძეგლნიკის ქ. 8

ტელეფონი 3-03-52

ხელმოწერის პირობები: 1 წლით—12 მან., 6 თვით—6 მან.