

1943/2



524/2

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

ბო ლ ე ბ ე

ტომი IV № 4

24

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ IV № 4

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. IV № 4

თბილისი 1943 ტბილისი

TBILISSI

შინაარსი—СОДЕРЖАНИЕ—CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

Илья Векуа. О некоторых основных свойствах метагармонических функций . . . 281

*ილია ვეკუა. მეტაჰარმონიული ფუნქციების ზოგიერთი ძირითადი თვისების შესახებ 288

Б. В. Хведелидзе. Об одной линейной граничной задаче Римана для системы аналитических функций 289

*ბ. ხვედელიძე. რიმანის ერთი წრფივი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ ანალიზურ ფუნქციათა სისტემისათვის 296

III. Е. Микеладзе. О формулах механических кубатур, содержащих частные производные интегрируемой функции 297

*შ. მიქელაძე. მექანიკური კუბატურების ფორმულების შესახებ, რომლებიც საინტეგრირებელი ფუნქციის კერძო წარმომავლებებს შეიცავენ 300

ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

И. Д. Кирвалидзе. Метод изучения диффузии электронов в диэлектриках . . . 301

*ი. კირვალაძე. დიელექტიკებში ელექტრონთა დიფუზიის შესწავლის მეთოდი . . . 305

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

Р. И. Агладзе. Опыты по получению металлического марганца из ферромарганца электролизом 307

*რ. აგლაძე. მეტალური მანგანუმის ელექტროლიზით ფერომანგანუმიდან შიღების ცდები 313

*R. I. Agladze. The Cathodic Deposition of Manganese from Aqueous Solutions . . . 314

ა. ხვიჩია. თხევადი ნახშირწყალბადები როგორც აღმდგენელი მეტალურგიაში 315

*А. Т. Хвичия. Жидкие углеводороды как восстановители в металлургии . . . 319

М. С. Максименко и Г. Ш. Микеладзе. О восстановлении железа в присутствии двуокиси титана при электроплавке 323

*მ. მაქსიმენკო და გ. მიქელაძე. რკინის აღდგენა ტიტანის ორჟანგის თანდასწრებით ელექტროდნობის დროს 326

მინერალოგია—МИНЕРАЛОГИЯ—MINERALOGY

Т. Д. Баграшвили. К кристаллографии баритов Кутаисского района . . . 329

*თ. ბაგრატიშვილი. ქუთაისის რაიონის ბარიტების კრისტალოგრაფიისათვის . . . 332

*T. Bagratishvili. On the Crystallography of Barytes of the Kutaisi Region 333

*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზუმეს ან თარგმანს.

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

*A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.



ИЛЬЯ ВЕКВА

О НЕКОТОРЫХ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВАХ МЕТАГАРМОНИЧЕСКИХ
 ФУНКЦИЙ⁽¹⁾

1. Функцию p независимых вещественных переменных x_1, x_2, \dots, x_p , $p \geq 2$, принимающую, вообще говоря, комплексные значения, непрерывную вместе со своими производными до второго порядка и удовлетворяющую уравнению

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial x_2^2} + \dots + \frac{\partial^2 U}{\partial x_p^2} + \lambda^2 U = 0, \quad (A)$$

где λ^2 — вообще комплексная постоянная, будем называть *метагармонической функцией* с параметром λ^2 .

Пусть T — область в евклидовом пространстве p измерений, с границей S . Во всем дальнейшем будем предполагать, что S состоит из конечного числа замкнутых достаточно регулярных гиперповерхностей, которые не имеют общих точек.

Если $U(P)$ — метагармоническая функция точки P конечной области T , то из тождества Грина легко получим

$$U(P) = \int_S \left[U(Q) \frac{d\Omega(P, Q)}{dn_Q} - \Omega(P, Q) \frac{dU(Q)}{dn_Q} \right] dS_Q, \quad (B)$$

где n_Q — внутренняя нормаль границы S в точке Q ,

$$\Omega(P, Q) = Kr^{-q} Z_q(\lambda r), \quad q = \frac{p-2}{2}, \quad K = \frac{i(\lambda/2)^q}{4\pi^q(\alpha-\beta)}, \quad (1)$$

причем r — расстояние между точками P и Q , а Z_q — цилиндрическая функция,

$$Z_q(x) = \alpha H_q^{(1)}(x) + \beta H_q^{(2)}(x), \quad \alpha, \beta = \text{пост.}, \quad \alpha \neq \beta, \quad (2)$$

где $H_q^{(1)}$ и $H_q^{(2)}$ — ганкелевы функции.

2. Введем обозначения: $R, \theta_1, \dots, \theta_{p-1}$ и $\rho, \vartheta_1, \dots, \vartheta_{p-1}$ — полярные координаты соответственно точек P и Q (с полюсом в точке O), γ — угол POQ , r — расстояние PQ . Тогда, по формуле Гегенбауера (см., напр., [4], стр. 365), при $R < \rho$ имеем

$$(\lambda r)^{-q} Z_q(\lambda r) = \sum_{m=0}^{\infty} (\lambda R)^{-q} J_{q+m}(\lambda R) (\lambda \rho)^{-q} Z_{q+m}(\lambda \rho) P_m'(\cos \gamma / \rho), \quad (3)$$

⁽¹⁾ См. работы [1, 2, 3].



где

$$P_m(\cos \gamma | p) = \sum_{k=0}^{\cong \frac{1}{2} m} (-1)^k \frac{2^q(q+m)\Gamma(q+m-k)(2 \cos \gamma)^{m-2k}}{k!(m-2k)!}, \quad p \cong 3; m=0, 1, \dots,$$

$$P_m(\cos \gamma | 2) = \varepsilon_m \cos m\gamma, \quad \varepsilon_0 = 1, \quad \varepsilon_m = 2, \quad m \cong 2.$$

Применяя теперь формулу (B) к области, заключенной между двумя концентрическими гипербферами с центром в точке O и радиусами a и b , $a < b$, и используя формулу (3), получим разложение, равномерно сходящееся во всякой внутренней области,

$$U(P) = \sum_{m=0}^{\infty} R^{-q} [H_{q+m}^{(1)}(\lambda R) Y_{m, p}^{(1)}(\theta_1, \dots, \theta_{p-1}) + H_{q+m}^{(2)}(\lambda R) Y_{m, p}^{(2)}(\theta_1, \dots, \theta_{p-1})], \quad (4)$$

где $Y_{m, p}^{(1)}$, $Y_{m, p}^{(2)}$ — так называемые гипербферические функции Лапласа (см., например, [5]), которые, в частности, в случаях $p=2, 3$ $\left(q=0, \frac{1}{2} \right)$ соответственно имеют вид

$$Y_{m, 2} = a_m \cos m\theta + b_m \sin m\theta, \quad (5)$$

$$Y_{m, 3} = \sum_{k=0}^m P_{m, k}(\cos \vartheta) (a_{m, k} \cos k\varphi + b_{m, k} \sin k\varphi). \quad (6)$$

3. Предположим теперь, что T — бесконечная область с границей S .

Теорема 1. Если $U(P)$ — метатармоническая функция в области T , удовлетворяющая на бесконечности одному из условий: ⁽¹⁾

$$\frac{dU}{dr} - i\lambda U = e^{-i\lambda r} o(r^{-q-\frac{1}{2}}), \quad \text{при } \text{Im}(\lambda) \cong 0 \quad (I)$$

или

$$\frac{dU}{dr} + i\lambda U = e^{i\lambda r} o(r^{-q-\frac{1}{2}}), \quad \text{при } \text{Im}(\lambda) \cong 0, \quad (II)$$

то формула (B) сохраняет силу, если в ней в качестве Ω взять: в случае (I) функцию

$$\Omega_1(P, Q) = K_1 r^{-q} H_q^{(1)}(\lambda r), \quad K_1 = \frac{i\lambda^q}{4 \cdot 2^q \pi^q} \quad (7)$$

а в случае (II) —

$$\Omega_2(P, Q) = K_2 r^{-q} H_q^{(2)}(\lambda r), \quad K_2 = -K_1. \quad (8)$$

⁽¹⁾ В случаях $p=2, 3$ и положительного λ^2 , условия (I) и (II) совпадают с известными условиями А. Зоммерфельда [6, 7], полученными им в связи с теорией диффракции электромагнитных волн.

Доказательство. Рассмотрим случай (I). Теорема будет доказана, если покажем, что

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \int_{\Sigma} \left(U \frac{d\Omega_1}{dr} - \Omega_1 \frac{dU}{dr} \right) d\Sigma = 0, \quad (9)$$

где Σ — гиперсфера с центром в точке P и радиуса r (P — фиксированная точка области T). Принимая во внимание асимптотические оценки

$$H_q^{(1)}(\lambda r) = e^{i\lambda r} O(r^{-1/2}), \quad H_q^{(2)}(\lambda r) = e^{-i\lambda r} O(r^{-1/2}), \quad (10)$$

будем иметь

$$\int_{\Sigma} \left(U \frac{d\Omega_1}{dr} - \Omega_1 \frac{dU}{dr} \right) d\Sigma = - \int_{\Sigma} \Omega_1 \left(\frac{dU}{dr} - i\lambda U \right) d\Sigma + e^{i\lambda r} O(r^{-q-3/2}) \int_{\Sigma} U d\Sigma. \quad (11)$$

Но, в силу разложения (4) ($b = \infty$) и формул (10), легко получим

$$\int_{\Sigma} U d\Sigma = e^{i\lambda r} O(r^{q+1/2}) + e^{-i\lambda r} O(r^{q+1/2}).$$

На основании последней формулы, а также (7) и (10), формула (11) принимает вид

$$\int_{\Sigma} \left(U \frac{d\Omega_1}{dr} - \Omega_1 \frac{dU}{dr} \right) d\Sigma = \int_{\Sigma_1} e^{i\lambda r} r^{q+1/2} \left(\frac{dU}{dr} - i\lambda U \right) O(1) d\Sigma_1 + e^{2i\lambda r} O(r^{-1}),$$

где Σ_1 — единичная сфера с центром в точке P . Отсюда, в силу условия (I), вытекает (9), что и доказывает первую часть нашей теоремы. Совершенно аналогично доказывается и вторая часть этой теоремы.

Из доказанной теоремы сразу получаем, при больших R , следующие оценки:

$$U(P) = e^{i\lambda R} R^{-q-1/2} O(1), \quad U(P) = e^{-i\lambda R} R^{-q-1/2} O(1). \quad (12)$$

Первая из этих формул имеет место, если $U(P)$ на бесконечности удовлетворяет условию (I), а вторая, если имеет место условие (II).

Из теоремы 1, в силу формулы Гегенбауера (3), легко вытекает следующая

Теорема 2. Если метагармоническая функция $U(P)$ на бесконечности удовлетворяет условию (I), то для больших R имеет место разложение

$$U(P) = \sum_{m=0}^{\infty} R^{-q} H_{q+m}^{(1)}(\lambda R) Y_{m,p}(\theta_1, \dots, \theta_{p-1}); \quad (13)$$

если же на бесконечности соблюдено условие (II), то

$$U(P) = \sum_{m=0}^{\infty} R^{-q} H_{q+m}^{(2)}(\lambda R) Y_{m,p}(\theta_1, \dots, \theta_{p-1}). \quad (14)$$



4. Докажем теперь следующее важное предложение:

Теорема 3. Если $U(P)$ — метатармоническая функция в бесконечной области T , такая, что: 1) на бесконечности соблюдено одно из условий (I) или (II), 2) на S имеет место одно из условий

$$U^- = 0 \quad (15a), \quad \text{или} \quad U_n^- = 0, \quad (15b),$$

то U тождественно равна нулю во всей области T ¹.

Доказательство. Пусть Σ — гиперсфера радиуса R , внутри которой расположена S . Обозначим через T_R часть области T , лежащую внутри Σ . Тогда, на основании формулы Грина, в силу уравнения (A) и условия (15a) или (15b), получим

$$-\lambda^2 \int_{T_R} U \bar{U} dT = - \int_{T_R} \sum_{i=1}^p \frac{\partial U}{\partial x_i} \frac{\partial \bar{U}}{\partial x_i} dT + \int_{\Sigma} \bar{U} \frac{dU}{dR} d\Sigma. \quad (16)$$

Предположим теперь для определенности, что имеет место условие (I). Тогда, в силу оценки (12₁), получим

$$\int_{\Sigma} \bar{U} \frac{dU}{dR} d\Sigma = e^{i(\lambda - \bar{\lambda})R} O(1).$$

На основании этой формулы, при $\text{Im}(\lambda) > 0$ из (16) сразу вытекает справедливость нашей теоремы, т. е. $U \equiv 0$ в области T .

В случае вещественного λ , в силу (16), для любого R будем иметь

$$\int_{\Sigma} \left(\bar{U} \frac{dU}{dR} - U \frac{d\bar{U}}{dR} \right) d\Sigma = 0. \quad (17)$$

Но, при помощи разложения (13), формула (17) примет вид

$$\sum_{m=0}^{\infty} [f_m(\lambda R) \overline{f'_m(\lambda R)} - \overline{f_m(\lambda R)} f'_m(\lambda R)] \int_{\Sigma} Y_{m,p} \bar{Y}_{m,p} d\Sigma = 0, \quad (18)$$

где $f_m(x)$ обозначает функцию $x^{-q} H_{q+m}^{(1)}(x)$. Так как

$$f_m(\lambda R) \overline{f'_m(\lambda R)} - \overline{f_m(\lambda R)} f'_m(\lambda R) = \frac{4}{\pi i} \frac{1}{(\lambda R)^{p-1}}, \quad m = 0, 1, \dots,$$

¹ Верхние знаки + и — мы будем употреблять для обозначения предельных значений функций, определенных вне S , при приближении к точкам S соответственно извне или изнутри области T . Кроме того, нижний значек n будет обозначать производную по нормали, направленной во вне области T . Верхняя черта будет указывать на переход к комплексно сопряженному значению.

из (18) сразу получим, что $Y_{m,p} \equiv 0$ ($m=0, 1, \dots$). Отсюда непосредственно вытекает, в силу аналитичности функции U , что $U \equiv 0$ в области T . А это и требовалось доказать¹.

Из доказанной теоремы непосредственно вытекает единственность решения следующей граничной задачи:

Задача С. Требуется определить в бесконечной области T метагармоническую функцию $U(P)$, удовлетворяющую следующим условиям: 1) на бесконечности имеет место одно из условий (I) или (II), 2) на границе S

$$U^- = f(M) \quad (19a), \text{ или } U_n^- = f(M) \quad (19b),$$

где $f(M)$ обозначает заданную непрерывную функцию точки M границы S .

В этой задаче возможны следующие комбинации условий: (I, 19a), (I, 19b), (II, 19a) и (II, 19b). Будем обозначать эти задачи по порядку через C_1, C_2, C_3 и C_4 . Мы докажем, что все эти задачи разрешимы. Рассмотрим сперва задачу C_1 .

Ищем решение задачи C_1 в следующем виде:

$$U(P) = \int_S \mu(Q) \frac{d\Omega_1(P, Q)}{dn_Q} dS_Q + \int_S \rho(Q) \Omega_1(P, Q) dS_Q, \quad (20)$$

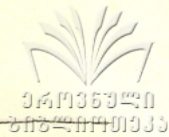
где $\mu(Q)$ и $\rho(Q)$ — пока неопределенные непрерывные функции. Каковы бы ни были эти функции, выражение (20) удовлетворяет на бесконечности условию (I). Из граничного условия (19a), в силу свойств потенциалов двойного и простого слоев, получим для μ интегральное уравнение Фредгольма

$$\mu(M) - \int_S K(M, Q) \mu(Q) dS_Q = -2f(M) + 2 \int_S \rho(Q) \Omega_1(M, Q) dS_Q, \quad (21)$$

$$K(M, Q) = 2 \frac{d\Omega_1(M, Q)}{dn_Q}, \quad M, Q \in S.$$

Следует рассмотреть два случая: 1) однородное уравнение (21^o), соответствующее (21), не имеет решения, отличного от нуля, 2) указанное однородное уравнение имеет $k \geq 1$ линейно независимых решений.

¹ Впервые эта теорема была высказана для $p=2, 3$ и $\lambda^2 > 0$ А. Зоммерфельдом [6, 7]. Но строгое ее доказательство впервые было дано в работе [8] Г. Фройденталем (в случае $p=2$), способом, несколько отличным от указанного нами выше. Для случая $p=3$, следуя Фройденталю, теорему доказал Д. З. Авазшвили [9]. В работе [10] В. Д. Купрадзе был предложен еще раньше (1934 г.) другой способ доказательства этой теоремы ($p=2$). Но в этой работе имеется, как это отмечено в другом месте самим автором, ряд необоснованных утверждений.



В первом случае мы можем положить $\rho \equiv 0$ и представить решение задачи S_1 потенциалом двойного слоя с плотностью μ , являющейся решением уравнения (21) при $\rho \equiv 0$.

Рассмотрим теперь второй случай. Пусть v_1, \dots, v_k — полная система решений уравнения, союзного ζ (21°). Тогда потенциалы простого слоя

$$V_i(P) = \int_S v_i(Q) \Omega_1(P, Q) dS_Q, \quad i = 1, \dots, k,$$

удовлетворяют следующим условиям: 1) $V_{i,n}^+ \equiv 0$; 2) функции $V_i^+ \not\equiv 0$ ($i = 1, \dots, k$) и линейно независимы. Эти свойства обнаруживаются весьма просто, если воспользоваться известными предельными свойствами потенциалов простого слоя и теоремой 3. Написав условие разрешимости уравнения (21), получим

$$\int_S \rho(Q) V_i^+(Q) dS_Q = f_i, \quad f_i = \int_S f(Q) v_i(Q) dS_Q, \quad i = 1, \dots, k.$$

Эти условия, очевидно, будут соблюдены, если положить

$$\rho = A_1 \bar{V}_1^+ + \dots + A_k \bar{V}_k^+,$$

где постоянные A_j определены из уравнений

$$\sum_{j=1}^k A_j \gamma_{ij} = f_i, \quad i = 1, \dots, k; \quad \gamma_{ij} = \int_S V_i^+ \bar{V}_j^+ dS.$$

Последние уравнения всегда разрешимы, так как детерминант $|\gamma_{ij}|$ в силу линейной независимости функций V_i^+ , отличен от нуля. Найдя из (21) функцию μ и подставляя ее в (20), мы получим решение задачи S_1 .

Переходим теперь к рассмотрению задачи S_2 . Решение последней будем искать в виде

$$U(P) = \int_S \chi(Q) \Omega_1(P, Q) dS_Q + V(P), \quad (22)$$

где $\chi(Q)$ — неизвестная пока непрерывная функция, а $V(P)$ — решение задачи S_1 специального вида, которая будет уточнена ниже. Из граничного условия (19b) для определения χ получим интегральное уравнение Фредгольма

$$\chi(M) + \int_S K(Q, M) \chi(Q) dS_Q = 2f(M) - 2V_n^-(M), \quad M \in S. \quad (23)$$

Если соответствующее этому уравнению однородное уравнение (23°) не имеет нетривиального решения, то мы можем положить $V \equiv 0$ и представить решение задачи S_2 потенциалом простого слоя с плотностью χ , удовлетворяющей уравнению (23) при $V \equiv 0$.

Пусть однородное уравнение (23°) имеет нетривиальное решение. Предположим, что x_1, \dots, x_k — полная система решений однородного уравнения, союзного с (23°) и рассмотрим потенциалы двойного слоя

$$W_i(P) = \int_S x_i(Q) \frac{d\Omega_1(P, Q)}{dn_Q} dS_Q, \quad i = 1, \dots, k,$$

которые, как легко видеть, обладают свойствами: 1) $W_i^+ \equiv 0$, 2) $W_{i,n}^+ \equiv 0$ ($i = 1, \dots, k$) и линейно независимы, 3) $x_i = -W_i^-$.

Условия разрешимости уравнения (23) имеют вид

$$\int_S V_n^- x_j dS_Q = f_j, \quad f_j = \int_S f x_j dS, \quad j = 1, \dots, k. \quad (24)$$

Так как $x_j = -W_j^-$, в силу тождества Грина и оценок (12_1) , легко доказать, что условия (24) имеют вид

$$-\int_S V^- W_{j,n}^- dS = f_j, \quad j = 1, \dots, k.$$

Но последние условия будут удовлетворены, если положить

$$V^- = -\sum_{j=1}^k B_j \bar{W}_{j,n}^-, \quad (25)$$

где постоянные B_j удовлетворяют системе уравнений

$$\sum_{j=1}^k B_j \gamma_{i,j}^* = f_j, \quad j = 1, \dots, k, \quad \gamma_{i,j}^* = \int_S W_{i,n}^- \bar{W}_{j,n}^- dS.$$

Найдя из условия (25) метатармоническую функцию $V(P)$ (что приводит к решению задачи C_1) и, затем, решая уравнение (23) , из формулы (22) получим решение задачи C_2 . Совершенно аналогичными рассуждениями, используя потенциалы с ядром Ω_2 , мы докажем разрешимость задач C_3 и C_4 .

Следовательно, задача C всегда разрешима и имеет единственное решение ⁽¹⁾.

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Математический Институт
 и Тбилисский Государственный Университет им. Сталина

(Поступило в редакцию 3.5.1943)

⁽¹⁾ Попытки решения задачи C для любого λ^2 в случаях $p=2, 3$, имеющиеся в работах [10, 11, 12] В. Д. Купрадзе, не являются удачными. В частности, в работе [12], в которой, по утверждению автора, исправляются неточности предыдущих его работ [10, 11], допущены еще более существенные оплошности, чем в этих последних. Например, главный результат работы [12] заключается в утверждении, что внешние задачи Дирихле и Неймана для уравнения $\Delta U + k^2 U = 0$ разрешимы во всех случаях соответственно в потенциалах двойного и простого слоев (см. [12], стр. 12, форм. (18) и стр. 14, форм. (26)). Однако потенциалы, полученные автором, как и следовало ожидать, не решают задачи, ибо они существенно неограничены вблизи некоторых точек границы.


 მეტაჰარმონიული ფუნქციების ზოგირითი ძირითადი
 თვისების შესახებ

რეზუმე

ზომის n° 1-ში მიღებულია გრინის ფორმულა (B) სასრული არისათვის, რომლის გამოყენებით n° 2-ში, გეგენბაუერის ფორმულის (3) დახმარებით, გამოყვანილია მეტაჰარმონიული ფუნქციების გამწკრივება ჰანკელისა და ჰიპერსფერული ლაპლასის ფუნქციების მიხედვით. ამ გამწკრივების საშუალებით დამტკიცებულია n° 3-ში გრინის ფორმულის (B)-ს სამართლიანობა უსასრულო არის შემთხვევაშიც, როცა უსასრულობაში დაცულია (I) ან (II) პირობა, რომელიც ზომერფელდის ცნობილი პირობების გაზოგადებას წარმოადგენს. შემდეგ, დამტკიცებულია გრინის ფორმულის გამოყენებით, ნაჩვენებია, რომ მეტაჰარმონიული ფუნქცია უსასრულოდ დაშორებული წერტილის მახლობლობაში შეიძლება დაიშალოს ყოველთვის (13) ან (14) მწკრივად იმისდამიხედვით, დაცულია უსასრულობაში (I) თუ (II) პირობა. ამ გამწკრივებათა გამოყენებით n° 4-ში დამტკიცებულია თეორემა 3, რომლის შემწეობით ნაჩვენებია შემდეგ დირიხლესა და ნეიმანის გარე ამოცანების ამოხსნების არსებობა და ერთადერთობა მეტაჰარმონიული ფუნქციებისათვის, როცა უსასრულობაში დაცულია (I) ან (II) პირობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი
 და სტალინის სახ. თბილისის სახ. უნივერსიტეტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. И. Н. Векуа. Комплексное представление общего решения... Доклады АН СССР, т. XVI, № 3, 1937, стр. 163—168.
2. Elias Vecoua. Über harmonische und metaharmonische Funktionen im Raum. Mitteilungen d. Akad. d. Wiss. d. Georg. SSR, Bd. II, Nr 1—2, 1941, S. 29.
3. ილია ვეკუა. $\Delta U + \lambda^2 U = 0$ განტოლების ამოხსნების შესახებ. საქ. სსრ. მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. III, № 4, 1942, გვ. 307—314.
4. G. N. Watson. Theory of Bessel funktions. Cambridge, 1922.
5. P. Appell et J. Kampé de Fériet. Fonctions hypergéométriques et hypersphériques. Paris, 1926.
6. A. Sommerfeld. Die Greensche Funktion der Schwingungsgleichung. Jahresber. d. D. Math. Vereinigung. Bd. 21, 1912, S. 309.
7. Ф. Франк и Р. Мизес. Дифференциальные и интегральные уравнения математической физики, ч. II, 1937, ОНТИ, стр. 846.
8. H. Freudenthal. Über ein Beugungsproblem aus der elektromagnetischen Lichttheorie. Compositio Mathematica, Vol. 6, Fasc. 2, 1938, S. 221—227.
9. Д. З. Авазшвили. Теорема единственности решения электромагнитных уравнений... Труды Тбилисского Матем. Института, т. VIII, 1940, стр. 109—132.
10. В. Д. Купрадзе. О «принципе излучения», А. Зсмерфельда. Доклады АН СССР, 1934, № 2.
11. В. Д. Купрадзе. Основные задачи математической теории дифракции. ОНТИ, 1935.
12. В. Д. Купрадзе. Некоторые новые приложения теории резольвенты в граничных задачах теории потенциала. Доклады АН СССР, 1939, т. XXII, № 1, стр. 7—14.



Б. В. ХВЕДЕЛИДЗЕ

ОБ ОДНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ РИМАНА ДЛЯ СИСТЕМЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ⁽¹⁾

1. Пусть T —конечная односвязная область на плоскости комплексной переменной $z=x+iy$, ограниченная простой замкнутой кривой L , имеющей непрерывную кривизну.

Пусть N —какое-нибудь натуральное число или нуль. Будем говорить, что функция $f(z)$ является H_N -голоморфной в области T , если она удовлетворяет следующим условиям: 1) $f(z)$ голоморфна в области T , 2) при приближении точки z из области T по любому пути к любой граничной точке t , функции $f(z)$, $f'(z)$, ..., $f^{(N)}(z)$ равномерно стремятся к пределу и эти предельные значения непрерывны в смысле Hölder'a.

В настоящей работе рассматривается следующая граничная задача теории аналитических функций: требуется определить функции $f_1(z)$, $f_2(z)$, ..., $f_n(z)$, H_N -голоморфные в области T , по следующим граничным условиям⁽²⁾

$$\sum_{\alpha=0}^N \sum_{\beta=1}^n \operatorname{Re} \left\{ a_{\alpha\beta\gamma}(t) f_{\beta}^{(\alpha)}(t) + \int_L h_{\alpha\beta\gamma}(t, t_1) f_{\beta}^{(\alpha)}(t_1) ds_1 \right\} = b_{\gamma}(t) \quad (\gamma=1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

где $a_{\alpha\beta\gamma}$, $h_{\alpha\beta\gamma}$, b_{γ} —функции, заданные на контуре L , причем $a_{\alpha\beta\gamma}$ и b_{γ} непрерывны в смысле Hölder'a, а функции $h_{\alpha\beta\gamma}$ имеют следующий вид: $h_{\alpha\beta\gamma}(t, t_1) = h_{\alpha\beta\gamma}^*(t, t_1)/|t-t_1|^{\lambda}$, где $\lambda < 1$, а $h_{\alpha\beta\gamma}^*$ —функции, непрерывные в смысле Hölder'a относительно каждого аргумента. Кроме того, b_{γ} —вещественные функции.

В работе [1] И. Н. Векуа изучил поставленную выше задачу в случае, когда $n=\gamma=1$. Для этой цели им было построено одно новое интегральное представление H_N -голоморфных функций, при помощи которого задача была приведена к сингулярному интегральному уравнению. Рассмотрим

(1) Результаты настоящей работы были доложены на семинаре Отдела прикладной математики Математического Института Академии Наук ГССР 19.10.1942 г.

(2) В дальнейшем мы будем обозначать через t, t_1, t_2, \dots аффиксы точек кривой L , а через s, s_1, s_2, \dots длины дуг, соответствующих этим точкам, отсчитываемые от некоторой зафиксированной точки на L в положительном направлении, оставляющем область T слева.

рение последнего дало возможность автору установить ряд необходимых и достаточных признаков разрешимости изучаемой задачи.

Используя упомянутое выше интегральное представление H_N -голоморфных функций, мы приводим в настоящей работе задачу (1) к эквивалентной системе сингулярных интегральных уравнений, при помощи которых, аналогично тому, как это сделано в случае одного уравнения в цитированной выше работе [1] И. Н. Векуа, мы получаем ряд признаков разрешимости задачи (1), причем при исследовании указанной выше системы сингулярных интегральных уравнений мы существенным образом пользуемся результатами акад. Н. И. Мухелишвили и Н. П. Векуа; см. [2].

2. В работе [1] И. Н. Векуа доказал, что если $f(\zeta)$ есть H_N -голоморфная функция в области T , то существуют единственная H -функция⁽¹⁾ $\varphi(t)$ и единственная вещественная постоянная c , такие, что для всех $\zeta \in T$ имеют место формулы: при $N=0$

$$f(\zeta) = \int_L \frac{\varphi(t) t ds}{t - \zeta} + ic \quad (2)$$

и, при $N > 0$,

$$f(\zeta) = \int_L \varphi(t) \left(1 - \frac{\zeta}{t}\right)^{N-1} \lg \left(1 - \frac{\zeta}{t}\right) ds + \int_L \varphi(t) ds + ic, \quad (3)$$

где под $\lg \left(1 - \frac{\zeta}{t}\right)$ надо понимать ту ветвь этой функции, которая обращается в нуль при $\zeta = 0$.

Вернемся теперь к задаче (1) и рассмотрим сперва случай, когда $N > 0$.

Так как искомые функции $f_\beta(\zeta)$ должны быть H_N -голоморфными, то в силу формулы (3), мы можем искать их в виде

$$f_\beta(\zeta) = \int_L \varphi_\beta(t) \left(1 - \frac{\zeta}{t}\right)^{N-1} \lg \left(1 - \frac{\zeta}{t}\right) ds + \int_L \varphi_\beta(t) ds + ic_\beta, \quad \beta = 1, 2, \dots, n,$$

где $\varphi_\beta(t)$ — вещественные H -функции, а c_β — вещественные постоянные.

Простые вычисления показывают, что граничные значения функции $f_\beta(\zeta)$ и их производных даются формулами

$$f_\beta(t) = \int_L \varphi_\beta(t_1) K_0(t, t_1) ds_1 + ic_\beta,$$

$$f_\beta^{(\alpha)}(t) = \int_L \varphi_\beta(t_1) K_\alpha(t, t_1) ds_1, \quad \alpha = 1, 2, \dots, N-1,$$

$$f_\beta^{(N)}(t) = \int_L \varphi_\beta(t_1) K_N(t, t_1) ds_1 + \pi i \varepsilon_N t^{1-N} \varphi_\beta(t), \quad \beta = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

⁽¹⁾ Т. е. непрерывная в смысле Hölder'a.

где

$$K_0(t, t_1) = \left(1 - \frac{t}{t_1}\right)^{N-1} \lg \left(1 - \frac{t}{t_1}\right) + 1,$$

$$K_\alpha(t, t_1) = (-1)^n \frac{(N-1) \cdots (N-\alpha)}{t_1^\alpha} \left(1 - \frac{t}{t_1}\right)^{N-\alpha-1} \left\{ \lg \left(1 - \frac{t}{t_1}\right) + \frac{1}{N-1} + \cdots + \frac{1}{N-\alpha} \right\}, \quad \alpha = 1, 2, \dots, N-1,$$

$$K_N(t, t_1) = \frac{\varepsilon_N t_1^{1-N}}{t_1 - t}, \quad \varepsilon_N = (-1)^N (N-1)!$$

В силу формул (4), задача (1) приводится к эквивалентной системе сингулярных интегральных уравнений вида

$$\sum_{\beta=1}^n a_{\beta\gamma}(t) \varphi_\beta(t) + \int_L \sum_{\beta=1}^n K_{\beta\gamma}(t, t_1) \varphi_\beta(t_1) ds_1 = b_\gamma(t) - \sum_{\beta=1}^n c_{\beta\gamma} \sigma_\beta(t), \quad (6)$$

где

$$a_{\beta\gamma}(t) = \operatorname{Re} [a_{N\beta\gamma}(t) t^{1-N} \bar{t}' \pi i \varepsilon_N], \quad \sigma_{\beta\gamma}(t) = \operatorname{Re} \left[i a_{0\beta\gamma}(t) + i \int_L h_{0\beta\gamma}(t, t_1) ds_1 \right], \quad (7)$$

$$K_{\beta\gamma}(t, t_1) = \sum_{\alpha=0}^N \operatorname{Re} \left[a_{\alpha\beta\gamma}(t) K_\alpha(t, t_1) + \int_L h_{\alpha\beta\gamma}(t, t_2) K_\alpha(t_2, t_1) ds_2 \right] + \operatorname{Re} [h_{N\beta\gamma}(t, t_1) t_1^{1-N} \bar{t}'_1 \varepsilon_N \pi i].$$

В случае $N=0$, задача (1), при помощи формулы (2), приводится также к системе (6), в которой функции $a_{\beta\gamma}$, $\sigma_{\beta\gamma}$, $K_{\beta\gamma}$ определяются формулами (7), где необходимо считать $N=0$.

Принимая во внимание формулы (5) и (7), легко увидим, что (6) представляет систему сингулярных интегральных уравнений вида, рассмотренного в статье [2] акад. Н. И. Мухелишвили.

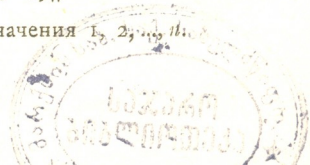
Пользуясь обозначениями, принятыми в [2], систему (6) можно записать в виде матричного уравнения

$$A(t) \varphi(t) + \int_L K(t, t_1) \varphi(t_1) ds_1 = b(t) - \sum_{\beta=1}^n c_\beta \sigma_\beta(t), \quad (8)$$

где φ , b , σ_β обозначают векторы, соответственно с компонентами $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$, b_1, b_2, \dots, b_n и $\sigma_{\beta 1}, \sigma_{\beta 2}, \dots, \sigma_{\beta n}$, а A и K — матрицы⁽¹⁾:

$$A(t) = \|a_{\beta\gamma}(t)\|, \quad K(t, t_1) = \|K_{\beta\gamma}(t, t_1)\|.$$

(1) Во всем дальнейшем индексы β и γ принимают значения $1, 2, \dots, n$.



Для того, чтобы к уравнению (8) применить результаты, указанные в [2], надо потребовать⁽¹⁾, чтобы детерминант

$$|a_{N\beta\gamma}(t)| \neq 0 \quad \text{всюду на } L. \quad (9)$$

Вычисляя в нашем случае по формуле акад. Н. И. Мухелишвили индекс⁽²⁾ уравнения (8), мы найдем, что

$$\chi = 2(p + nN), \quad p = -\frac{1}{2\pi} \{\arg |a_{N\beta\gamma}(t)|\}_L. \quad (10)$$

Пусть однородное уравнение, соответствующее уравнению (8),

$$A(t) \varphi(t) + \int_L K(t, t_1) \varphi(t_1) ds_1 = 0, \quad (8_0)$$

имеет ν линейно независимых решений: $\varphi_k = (\varphi_{k1}, \varphi_{k2}, \dots, \varphi_{kn})$, $k = 1, 2, \dots, \nu$, а уравнение, союзное с уравнением⁽³⁾ (8₀),

$$A'(t) \psi(t) + \int_L K'(t_1, t) \psi(t_1) ds_1 = 0, \quad (8'_0)$$

— ν' линейно независимых решений: $\psi_k = (\psi_{k1}, \psi_{k2}, \dots, \psi_{k\nu})$, $k = 1, 2, \dots, \nu'$. Тогда (см. [2]), во-первых,

$$\nu - \nu' = \chi \quad (11)$$

и, во-вторых, необходимое и достаточное условие разрешимости уравнения (8) будет иметь вид

$$\int_L \left[b(t) - \sum_{\beta=1}^n c_{\beta} \sigma_{\beta}(t) \right] \psi_k(t) ds = 0 \quad (k = 1, 2, \dots, \nu'). \quad (12)$$

3. Теорема. Для существования решения задачи (1) при любом векторе $b(t)$ необходимо и достаточно, чтобы $\chi \equiv 0$ и уравнение (8'₀) либо не имело отличных от нуля решений ($\nu' = 0$), либо число линейно независимых решений этого уравнения не превышало числа n ($0 < \nu' \leq n$), причем эти решения должны удовлетворять условию

$$\left| \int_L \sigma_i(t) \psi_k(t) ds \right| \neq 0 \quad \begin{matrix} . \\ i, k = 1, 2, \dots, \nu' \end{matrix}. \quad (13)$$

Доказательство. Достаточность условия легко получается из условий (12) и (13). Для доказательства необходимости допустим, что за-

⁽¹⁾ См. условия (8) работы [2].

⁽²⁾ См. формулу (24) работы [2].

⁽³⁾ Значок (') обозначает матрицу, транспонированную с данной.

дача (1) имеет решение для любого вектора $b(t)$. Тогда уравнение (8) также будет иметь решение для любого вектора $b(t)$. Следовательно, для всякого $b(t)$ будут существовать такие вещественные постоянные c_β , что будут выполнены условия (12), где векторы $\psi_k(t)$ представляют полную систему решений уравнения (8'), которую, без ограничения общности, можно считать ортонормированной системой¹. Могут представиться два случая:

1) все интегралы

$$\int_L \sigma_\beta(t) \psi_k(t) ds = 0,$$

2) хотя бы один из этих интегралов $\neq 0$.

В первом случае, в силу условий (12), легко видеть, что $v' = 0$ и потому, в силу формул (11), $\kappa = v \equiv 0$. Во втором случае, если ввести обозначения

$$B_k = \int_L b(t) \psi_k(t) ds, \quad A_{k\beta} = \int_L \sigma_\beta(t) \psi_k(t) ds, \quad (k = 1, 2, \dots, v'; \beta = 1, 2, \dots, n),$$

условия (12) можно записать в следующем виде:

$$c_1 A_{k1} + c_2 A_{k2} + \dots + c_n A_{kn} = b_k, \quad (k = 1, 2, \dots, v'). \quad (12')$$

Пусть ранг матрицы $\|A_{k\beta}\|$ равен r . Тогда, без ограничения общности, можно считать, что имеет место условие

$$\left| \int_L \sigma_i(t) \psi_k(t) ds \right| \neq 0 \quad \left. \begin{array}{l} i, k = 1, 2, \dots, r \end{array} \right\}.$$

Так как, в силу нашего допущения, система (12') разрешима для любого вектора $b(t)$, то, как легко видеть, будут выполнены условия

$$\int_L b(t) \psi_{r+j}(t) ds = 0, \quad j = 1, 2, \dots, v' - r.$$

Отсюда, в силу произвольности $b(t)$, вытекает, что $\psi_{r+j} \equiv 0$, $j = 1, 2, \dots, v' - r$, т. е. $v' = r \equiv n$ и имеет место неравенство (13).

Таким образом наша теорема доказана.

Легко доказать, что, если $v' = 0$, то однородная граничная задача ($b \equiv 0$) имеет $\kappa + l$ линейно независимых решений, а если $v' \neq 0$, то она имеет $\kappa + m$ линейно независимых решений, где l и m обозначают числа линейно независимых векторов соответственно в системах: $\sigma_1(t), \dots, \sigma_n(t)$ и $\sigma_{v'+1}(t), \dots, \sigma_n(t)$.

¹ Систему векторов $\psi_1(t), \psi_2(t), \dots$ называем ортонормированной, если

$$\int_L \psi_k(t) \psi_j(t) ds = \sum_{i=1}^n \int_L \psi_{ki}(t) \psi_{ji}(t) ds = \begin{cases} 1, & k=j, \\ 0, & k \neq j. \end{cases}$$

4. Выше мы показали, что нахождение условий разрешимости задачи (1) приводит к рассмотрению системы (8₀'). Исследование этой системы можно провести аналогично случаю одного уравнения¹⁾, а именно, нетрудно показать, что система (8₀') равносильна любому из следующих трех условий:

$$\int_L \psi(t) \Omega_{\gamma}(t, c_k) ds = 0, \quad k=0, 1, \dots, \quad (14)$$

$$\int_L \psi(t) \Omega_{\gamma}^{(k)}(t, c) ds = 0, \quad k=0, 1, \dots, \quad (15)$$

$$\int_L \psi(t) \gamma_{\gamma}^{(k)}(t) ds = 0, \quad k=0, 1, \dots, \quad (16)$$

где

$$\begin{aligned} \Omega_{\gamma}(t, \zeta) &= [\Omega_{\gamma 1}(t, \zeta), \Omega_{\gamma 2}(t, \zeta), \dots, \Omega_{\gamma m}(t, \zeta)], \\ \Omega_{\gamma \beta}(t, \zeta) &= \sum_{\alpha=0}^N \left[a_{\alpha \gamma \beta}(t) K_{\alpha}(t, \zeta) + \int_L h_{\alpha \gamma \beta}(t, t_1) K_{\alpha}(t_1, \zeta) ds_1 \right] \\ &\quad - i \operatorname{Im} \left[a_{0 \gamma \beta}(t) + \int_L h_{0 \gamma \beta}(t, t_1) ds_1 \right]; \end{aligned} \quad (17)$$

c_0, c_1, \dots , — бесконечная последовательность точек в бесконечной области, ограниченной контуром L , имеющая в этой области по крайней мере одну предельную точку;

$$\Omega_{\gamma}^{(k)}(t, c) = \left. \frac{d^k \Omega_{\gamma}(t, \zeta)}{d\zeta^k} \right|_{\zeta=c}, \quad k=0, 1, \dots,$$

где c — произвольная фиксированная точка, лежащая в вышеуказанной области на конечном расстоянии;

$$\begin{aligned} \chi_{\gamma}^{(0)}(t) &= \left\{ \operatorname{Re} \left[a_{0 \gamma 1}(t) + \int_L h_{0 \gamma 1}(t, t_1) ds_1 \right], \dots, \operatorname{Re} \left[a_{0 \gamma m}(t) + \int_L h_{0 \gamma m}(t, t_1) ds_1 \right] \right\}, \\ \chi_{\gamma}^{(k)}(t) &= \{E_{\gamma 1}(t^k), E_{\gamma 2}(t^k), \dots, E_{\gamma m}(t^k)\}, \end{aligned}$$

где

$$E_{\gamma \beta}(f) = \sum_{\alpha=0}^N \left\{ a_{\alpha \gamma \beta}(t) f^{(\alpha)}(t) + \int_L h_{\alpha \gamma \beta}(t, t_1) f^{(\alpha)}(t_1) ds_1 \right\}. \quad (18)$$

Итак, если существует вектор $\psi(t)$, удовлетворяющий уравнению (8₀') или одному из условий (14), (15), (16), то он удовлетворяет также и остальным условиям. Отсюда, в силу теоремы, доказанной в п^o 3, очевидна справедливость следующей теоремы: для существования решения задачи (1)

¹⁾ См. [1], стр. 131.

при любом векторе $b(t)$, необходимо и достаточно, чтобы либо не существовал отличный от нуля вектор $\psi(t)$, удовлетворяющий системе уравнений (16), либо число линейно независимых решений этой системы не должно превышать числа n и эти решения должны удовлетворять условию (13).

В этой теореме, как легко видеть, условие (16) можно заменить условиями (14) или (15).

5. Рассмотрим теперь один частный случай задачи (1), а именно, пусть $N=0$ и все $h_{\alpha\beta\gamma} \equiv 0$. Тогда условия (1) принимают вид⁽¹⁾:

$$\sum_{\beta=1}^n \operatorname{Re} \{a_{\beta\gamma}(t) f_{\beta}(t)\} = b_{\gamma}(t), \quad \gamma = 1, 2, \dots, n. \quad (19)$$

Граничную задачу (19) для случая $n=2$ впервые рассматривал Газеман [3], который допустил в своей работе ряд ошибок⁽²⁾.

Задачу (19) для случая n функций рассматривал также Ф. Д. Гахов [4], который приводит поставленную задачу с помощью функции Грина к системе интегральных уравнений Фредгольма с довольно сложными ядрами, заключающими в общем случае неизвестную функцию Грина, что, конечно, сильно затрудняет исследование этих уравнений.

Для того, чтобы применить полученные выше результаты к рассматриваемому нами теперь случаю, нужно потребовать, чтобы детерминант

$$|a_{\beta\gamma}(t)| \neq 0 \text{ всюду на } L. \quad (20)$$

В этом случае ядра системы (6) имеют следующий вид:

$$K_{\beta\gamma}(t, t_1) = \operatorname{Re} \left[\frac{a_{\beta\gamma}(t) t_1}{t_1 - t} \right].$$

Функции $\Omega_{\gamma\beta}$ и $E_{\gamma\beta}$, входящие в условия (14), (15), (16), в силу формул (17), (18), принимают вид:

$$\Omega_{\gamma\beta}(t, \zeta) = \frac{\zeta a_{\gamma\beta}(t)}{\zeta - t} - i \operatorname{Im} [a_{\gamma\beta}(t)], \quad E_{\gamma\beta}(f) = a_{\gamma\beta}(t) f.$$

Индекс κ вычисляется по формуле:

$$\kappa = -\frac{1}{\pi} \{ \arg |a_{\gamma\beta}(t)| \}_L.$$

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Математический Институт

(Поступило в редакцию 3.4.1943)

⁽¹⁾ Вместо $a_{\alpha\beta\gamma}$ пишем для простоты $a_{\beta\gamma}$.

⁽²⁾ Об этом см. более подробные указания в работе [4].

ბ. ხვედელიძე

 რიმანის ერთი წრფივი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ ანალიზურ
 ფუნქციათა სისტემისათვის

რეზუმე

შრომაში შეისწავლება შემდეგი ამოცანა: საჭიროა ვიპოვოთ სასრულო მარტივადებულ T არეში ისეთი ჰოლომორფული ფუნქციები $f_1(z), f_2(z), \dots, f_n(z)$, რომლებიც L საზღვარზე აკმაყოფილებენ (1) პირობებს, სადაც N არის ნატურალური რიცხვი ან ნული, $a_{\alpha\beta\gamma}, b_\gamma$ — მოცემული ფუნქციებია L -ზე, რომლებიც განუწყვეტელი არიან ჰელდერის აზრით, $h_{\alpha\beta\gamma}$ აგრეთვე მოცემული ფუნქციებია, რომელთაც აქვთ შემდეგი სახე:

$$h_{\alpha\beta\gamma}(t, t_1) = h_{\alpha\beta\gamma}^*(t, t_1) / |t - t_1|^{-\lambda},$$

სადაც $\lambda < 1$ და $h_{\alpha\beta\gamma}^*$ განუწყვეტელი არიან ჰელდერის აზრით ორივე არგუმენტის მიმართ.

ზემოთ დასმული ამოცანა ილია ვეკუამ [1] შეისწავლა ჰოლომორფული ფუნქციის ერთი ახალი ინტეგრალური წარმოდგენის საშუალებით (რომელიც მის მიერვე იყო აგებული), იმ შემთხვევაში, როცა საძიებელია მხოლოდ ერთი ფუნქცია, ე. ი. $n = \gamma = 1$. წინამდებარე შრომაში ზემოთ აღნიშნული ჰოლომორფული ფუნქციის ინტეგრალური წარმოდგენის საშუალებით, (1) ამოცანა მიგვყავს ეკვივალენტურ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემამდე, რომლის საშუალებითაც, ანალოგიურად იმისა, როგორც ეს მოცემულია ერთი განტოლების შემთხვევაში ილია ვეკუას ზემოთ ციტირებულ შრომაში, ჩვენ ამოცანის ამოხსნის არსებობისათვის ვღებულობთ რიგ აუცილებელსა და საკმარის პირობებს. ამასთან ზემოთ აღნიშნულ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის გამოკვლევის დროს ჩვენთვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს აკად. ნ. მუსხელიშვილის და ნ. ვეკუას შედეგებს [2].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Илья Векуа. Об одной линейной граничной задаче Римана. Труды Тбилисского Мат. Инст., т. XI, 1942.
2. Н. И. Мухелишвили. Системы сингулярных интегральных уравнений с ядрами типа Коши. Сообщения Акад. Наук Груз. ССР, т. III, № 10, 1942.
3. Haseman. Anwendung der Theorie der Integralgleichungen auf einige Randwertaufgaben. Gotingen, 1907.
4. Ф. Д. Гахов. Линейные краевые задачи теории функций комплексного переменного. Известия Казанского физ.-мат. общества, т. X, сер. 3, 1938.



Ш. Е. МИКЕЛАДЗЕ

О ФОРМУЛАХ МЕХАНИЧЕСКИХ КУБАТУР, СОДЕРЖАЩИХ
 ЧАСТНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ИНТЕГРИРУЕМОЙ ФУНКЦИИ

Пусть x и y —переменные, изменяющиеся соответственно в промежутках $a-h$, $a+h$, и $b-k$, $b+k$, которыми определяется прямоугольная область D .

Рассмотрим вещественную и однозначную функцию $\psi(x, y)$, непрерывную в D вместе со своими последовательными частными производными до $(2r-2)$ -го порядка включительно.

Для приближенного вычисления двойного интеграла

$$\int_{a-h}^{a+h} dx \int_{b-k}^{b+k} \psi(x, y) dy \tag{1}$$

существуют формулы, содержащие некоторое число значений $\psi(x, y)$ в фиксированных точках прямоугольника D .

Мы даем здесь новые формулы для приближенного вычисления интеграла (1) в виде линейной функции от некоторого числа значений интегрируемой функции и ее частных производных в центре прямоугольника D .

Выражения остаточных членов выводимых формул не так просты, как аналогичные выражения в случае формул, не содержащих частных производных подлежащей интегрированию функции, однако эти выражения не настолько сложны, чтобы нельзя было их оценить при практических вычислениях.

Если рассмотреть двойной интеграл, распространенный на квадрат, то наиболее ценной из наших формул (в смысле практической значимости), пожалуй, можно считать формулу, содержащую линейно значения u и Δu в центре квадрата, где Δ —операция Лапласа.

Эта формула дает возможность весьма просто вычислить момент при кручении призматического стержня.

Мы положим

$$\psi(x, y) = \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}, \tag{2}$$



возьмем значения $u(x, y)$ в вершинах прямоугольника D и рассмотрим следующую комбинацию их:

$$u(a+h, b+k) - u(a-h, b+k) + u(a-h, b-k) - u(a+h, b-k) = \int_{a-h}^{a+h} dx \int_{b-k}^{b+k} \psi(x, y) dy.$$

Если использовать формулу Тейлора, уравнение (2) и уравнения, которые мы получим, повторно дифференцируя (2), легко убедиться, что

$$\int_{a-h}^{a+h} dx \int_{b-k}^{b+k} \psi(x, y) dy = 4 \sum_{\lambda=1}^r \frac{kh}{(2\lambda)!} \sum_{s=1}^{\lambda} \binom{2\lambda}{2s-1} h^{2\lambda-2s} k^{2s-2} \frac{\partial^{2\lambda-2} \psi(a, b)}{\partial a^{2\lambda-2s} \partial b^{2s-2}} + R,$$

причем остаток R будет дан формулой

$$R = \frac{1}{(2r-1)!} \sum_{\alpha=0}^{2r} \int_0^1 \binom{2r}{\alpha} h^{2r-\alpha} k^{\alpha} \omega_{\alpha}(t) (1-t)^{2r-1} dt,$$

где

$$\begin{aligned} \omega_{\alpha}(t) = & \frac{\partial^{2r} u(x_1, y_1)}{\partial x_1^{2r-\alpha} \partial y_1^{\alpha}} - (-1)^{2r-\alpha} \frac{\partial^{2r} u(x_2, y_2)}{\partial x_2^{2r-\alpha} \partial y_2^{\alpha}} \\ & + \frac{\partial^{2r} u(x_3, y_3)}{\partial x_3^{2r-\alpha} \partial y_3^{\alpha}} - (-1)^{\alpha} \frac{\partial^{2r} u(x_4, y_4)}{\partial x_4^{2r-\alpha} \partial y_4^{\alpha}}, \end{aligned}$$

при условии, что входящие здесь значения x_i и y_i ($i=1, 2, 3, 4$) связаны с переменной t соотношениями:

$$x_1 = x_4 = a + ht, \quad x_2 = x_3 = a - ht,$$

$$y_1 = y_2 = b + kt, \quad y_3 = y_4 = b - kt.$$

Приближенное значение двойного интеграла в квадрате со стороной $2h$, ограниченном прямыми $x=a-h$, $x=a+h$, $y=b-h$, $y=b+h$, дается формулой:

$$\int_{a-h}^{a+h} dx \int_{b-h}^{b+h} \psi(x, y) dy \approx 4 \sum_{\lambda=1}^r \frac{h^{2r}}{(2\lambda)!} \sum_{s=1}^{\lambda} \binom{2\lambda}{2s-1} \frac{\partial^{2\lambda-2} \psi(a, b)}{\partial a^{2\lambda-2s} \partial b^{2s-2}}.$$

В частности, если $r=2$, отсюда получается

$$\int_{a-h}^{a+h} dx \int_{b-h}^{b+h} \psi(x, y) dy \approx 4h^2\psi(a, b) + \frac{2}{3} h^4 \Delta\psi(a, b). \quad (3)$$

Но если сделать $r=3$, применить к $\psi(a+h, b)$, $\psi(a-h, b)$, $\psi(a, b-h)$ и $\psi(a, b+h)$ формулу Тейлора, продолжив ее до члена, содержащего h^6 , и прибавить

$$\sigma[\psi(a+h, b) + \psi(a-h, b) + \psi(a, b-h) + \psi(a, b+h) - 4h^2\psi(a, b)],$$

где σ —некоторое постоянное число, к формуле, соответствующей $r=3$, то путем надлежащего подбора константы σ получается формула:

$$\int_{a-h}^{a+h} dx \int_{b-h}^{b+h} \psi(x, y) dy \approx \frac{4}{15} h^2 [19\psi(a, b) - \psi(a+h, b) - \psi(a-h, b) - \psi(a, b+h) - \psi(a, b-h)] + \frac{14}{15} h^4 \Delta\psi(a, b) + \frac{h^6}{18} \Delta\Delta\psi(a, b).$$

Эта формула вообще будет давать лучшее приближение, чем формула (3).

Рассмотрим стержень⁽¹⁾, подверженный кручению. Если через ψ обозначим функцию напряжения, а через D —область поперечного сечения, то задача о кручении рассматриваемого стержня приводится к отысканию функции ψ , удовлетворяющей в области D уравнению

$$\Delta\psi = -2,$$

и обращаемой в нуль на границе.

Пусть ϑ обозначает угол поворота друг относительно друга двух поперечных сечений, расстояние между которыми равно единице длины, G обозначает модуль сдвига. Тогда момент при кручении выразится формулой

$$M = 2G\vartheta \iint_D \psi(x, y) dx dy.$$

Приближенное значение интеграла от $\psi(x, y) dx dy$ в области D может быть получено путем суммирования приближенных значений интегралов,

⁽¹⁾ Стержнем мы называем тело, поперечные размеры которого малы по сравнению с длиной.

взятых в квадратах, полученных разложением D на квадраты со сторонами, параллельными осям.

Для примера за поперечное сечение примем прямоугольник со сторонами 2 и 1, параллельными осям. Поместив центр прямоугольника в начале координат, мы разложим его на 32 квадрата (сторона квадрата будет равна 0,25) и вычислим значения функции напряжения в вершинах квадратов в точности так, как это было сделано нами в работе [1] (стр. 31 и 32). После этого разложим данный прямоугольник на 8 квадратов (сторона квадрата будет равняться 0,5) и вычислим приближенные значения двойных интегралов от $\psi(x, y) dx dy$ в этих квадратах. Суммирование вычисленных интегралов дает приближенное значение двойного интеграла, распространенного по прямоугольнику:

$$\iint_D \psi(x, y) dx dy = 0,2287,$$

а следовательно

$$M = 0,457 \text{ Гб.}$$

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Математический Институт

(Поступило в редакцию 8.3.1943)

მათემატიკა

შ. მიქელაძე

მეცნიერული კუბატურების ფორმულების შესახებ, რომლებიც
საინტეგრირებელი ფუნქციის კერძო წარმომავლობას შეიცავენ

რეზუმე

შრომაში მოცემულია ფორმულები ორჯერადი ინტეგრალის მიახლოებითი გამოთვლისათვის. ეს ფორმულები წარმოადგენენ საინტეგრირებელი ფუნქციისა და ამ ფუნქციის ზოგიერთი კერძო წარმომავლის სწორკუთხედის ცენტრში აღებული მნიშვნელობების წრფივ კომბინაციას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными. Изд. Акад. Наук СССР, 1936.

И. Д. КИРВАЛИДЗЕ

МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ДИФФУЗИИ ЭЛЕКТРОНОВ В ДИЭЛЕКТРИКАХ

В настоящей работе дается метод изучения диффузии электронов в диэлектриках, который непосредственно основан на новом методе определения потенциала заряжения поверхности диэлектриков [1].

Схема включения и прибор, с помощью которого мною проводилось изучение диффузии электронов в монокристаллах NaCl, показаны на рис. 1, где 1—кристалл, 2—управляющий электрод, 3—анод, 4—нить накала электронной лампы, 5—электронная пушка, 6—защитный экран, 7—схема подачи потенциала на управляющий электрод, 8—схема для накала нити в электронной пушке и создания ускоряющего поля для электронов. Изме-

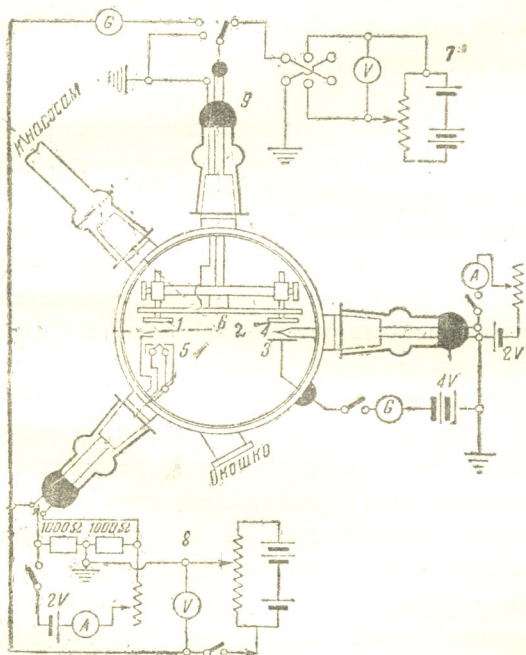


Рис. 1.

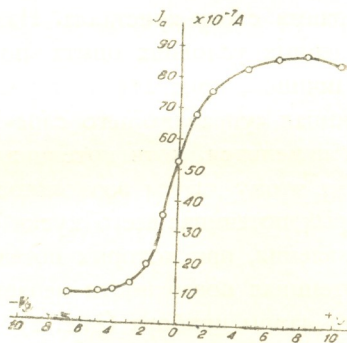


Рис. 2.

I_a —Анодный ток.
 v_g —Потенциал на управляющий электрод.

рения производились в следующем порядке. Монокристалл NaCl помещался в прибор на место, указанное в схеме цифрой 1. После этого снималась характеристика трехэлектродной лампы прибора, состоящей из системы анода 3, нити накала 4 и управляющего электрода 2. Характеристика, т. е. зависимость $I_a = f(v_g)$ (анодного тока от потенциала, поданного на управ-



ляющий электрод) дана на рис. 2. Затем шлиф 9 поворачивался на 180° и отмечался ток на анод; i_0 —это нулевой ток, когда на месте управляющего электрода стоит незаряженный кристалл. При замене управляющего электрода кристаллом параметры катодной лампы меняются, но можно подобрать такое расстояние от анода до кристалла, чтобы токи I_0 (при нулевом потенциале на металлическом управляющем электроде) и i_0 (нулевой ток, когда кристалл стоит на месте управляющего электрода) были близки друг к другу. После этого шлиф 9 поворачивается снова на 180° и включается схема 8 для бомбардировки диэлектрика. Обозначим через U скорость первичных электронов (в электроновольтах). Через некоторое время (30—50 сек.) схема 8 выключается, шлиф 9 поворачивается на 180° (т. е. на место управляющего электрода помещается бомбардированный кристалл) и определяется анодный ток, который, допустим, равен i' . Анодному току i' соответствует v' —потенциал заряжения поверхности кристалла (в этом случае управляющим электродом является заряженный кристалл). Согласно характеристике (рис. 2), току на анод, превышающему нулевой, соответствует положительный потенциал на управляющем электроде, а меньшему нулевого—отрицательный. Исходя из этого, кристалл, бомбардируемый электронами со скоростью UeV , заряжен: отрицательно, если $i' < i_0$, положительно, если $i' > i_0$.

На анодный ток влияет, главным образом, потенциал поверхности кристалла, обращенной к аноду, так что анодный ток управляется в основном верхним слоем кристалла. Назовем его «управляющим слоем». Если в определенных условиях опыта потенциал всего кристалла остается постоянной величиной, кристалл не теряет и не получает электрического заряда, но потенциал «управляющего слоя» меняется, то анодный ток тоже соответственно изменится, хотя потенциал всего кристалла остается неизменным. Благодаря этому дается возможность изучать не только такие явления, при которых потенциал всего куска исследуемого кристалла меняется, но также и явления, при которых потенциал всего кристалла остается неизменным, а потенциал поверхности меняется¹. Согласно характеристике трехэлектродной лампы прибора (рис. 2), при обогащении управляющего слоя электронами мы должны ожидать уменьшения анодного тока, а при уменьшении концентрации электронов управляющего слоя—увеличения анодного тока. Изменение концентрации электронов в управляющем слое может произойти как за счет собственных электронов кристалла, так и за счет внешних электронов. Изменение концентрации электронов управляющего слоя наблюдается при следующих явлениях: 1) при явлениях диффузии (участвуют собственные электроны кристалла; электроны диффундируют или из

¹ Интересно отметить, что этот метод является единственным, который позволяет изучить изменения потенциала поверхности исследуемого вещества, в случае постоянства потенциала всего исследуемого вещества.

управляющего слоя внутрь кристалла или наоборот); 2) при бомбардировке электронами; тут мы различаем два случая: а) при малых скоростях электронов—отрицательное зарядение поверхности кристалла; б) при более высоких скоростях—явление вторичной эмиссии (в этом случае изменение концентрации происходит за счет уменьшения количества собственных электронов кристалла); 3) при явлениях контакта.

В настоящей работе изучается диффузия несобственных электронов в рентгенизованном монокристалле каменной соли из управляющего слоя внутрь кристалла под действием света. Несобственные электроны управляющего слоя создаются путем бомбардировки поверхности кристалла медленными электронами.

Рентгенизованный монокристалл каменной соли размером примерно $12 \times 12 \times 7 \text{ мм}^3$ помещался внутрь прибора (рис. 1). После получения вакуума⁽¹⁾ включался ток для нити накала. После получения постоянной эмиссии нити накала⁽²⁾, кристалл устанавливался против анода и нити накала (на место управляющего электрода). Отсчитывалась величина анодного тока I_0 . После этого кристалл устанавливался против электронной пушки и бомбардировался медленными электронами (2—4 V). Заряженный кристалл опять устанавливался на место управляющего электрода и отсчитывалась величина анодного тока I' . Если окажется, что $I' < I_0$, то можно заключить, что в управляющем слое кристалла концентрация электронов увеличилась путем насаживания электронов катодной бомбардировкой. После этого кристалл освещался светом (рис. 3) и

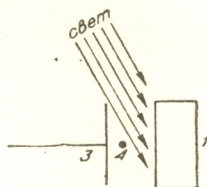


Рис. 3.

Расположение анода, нити накала электронной лампы и кристалла при освещении кристалла:

- 1—кристалл;
- 3—анод;
- 4—нить накала

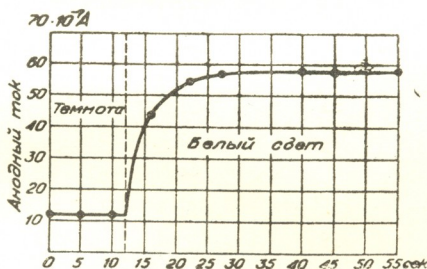


Рис. 4.

⁽¹⁾ Измерения производились при работающих насосах (форвакуумный масляный и ртутный насос Лэнгмюра) в вакууме $\sim 10^{-6}$ мм Нг, при вымораживании паров ртути жидким воздухом.

⁽²⁾ Опыты ставились только в том случае, когда при темнокрасном калении нити эмиссия была достаточно хорошей (порядка 10^{-5} А) и во времени постоянной.

происходило наблюдение над изменением величин анодного тока. Опыты показали, что при освещении как белым, так и красным светом анодный ток всегда увеличивался. На основании этого можно предполагать, что электроны от управляющего слоя или диффундируют внутрь кристалла или, вследствие внешнего фотоэффекта, электроны совсем выходят из кристалла⁽¹⁾. Величина работы вырывания светом электронов, насажденных на монокристалл каменной соли катодной бомбардировкой по Тартаковскому [2, 3], равна 4,2 V, так что от видимого света вряд ли можно ожидать внешнего фотоэффекта⁽²⁾.

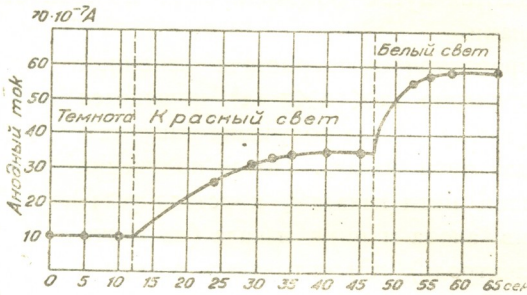


Рис. 5.

Таблица № 1

№№ кристаллов	$I_0 \times 10^{-7}$ А Анодный ток до бомбардировки	$I_0 \times 10^{-7}$ А Анодный ток после бомбардировки	Значение анодного тока после 10 сек. освещения белым светом
43	45	12	30
44	55	10	35
46	50	11	33
47	49	13	32
48	60	10	36
49	55	11	35
50	55	8	34
51	55	7	32
53	70	12	55

Таблица № 2

№№ кристаллов	$I_0 \times 10^{-7}$ А Анодный ток до бомбардировки	$I_0 \times 10^{-7}$ А Анодный ток после бомбардировки	Значение анодного тока после 20 сек. освещения красным светом	Значение анодного тока после 5 сек. освещения белым светом
56	65	10	33	55
57	59	7	29	49
58	51	6	27	45
59	65	4	30	50
60	55	3	25	45
62	57	5	29	46
63	40	2	24	35
64	41	2	23	37
65	50	3	26	43
66	60	6	31	50

⁽¹⁾ Или имеют место оба явления вместе.

⁽²⁾ Экспериментальное доказательство невозможности внешнего фотоэффекта в данном случае будет дано в следующей работе.

Исходя из вышесказанного, можно предполагать, что увеличение анодного тока связано с уменьшением концентрации электронов в управляющем слое, за счет диффузии электронов внутрь кристалла. Результаты опыта над рентгенизированным монокристаллом каменной соли сведены в таблицы 1 и 2. На рис. 4 дается изменение анодного тока со временем для кристалла № 53 (под действием белого света), а на рис. 5 дается изменение анодного тока со временем сперва под действием красного света, а в последующем под действием белого света (для кристалла № 56).

Академия Наук Грузинской ССР
Институт физики и геофизики
Тбилиси

(Поступило в редакцию 18.3.1943)

ფიზიკა

ი. კირვალაძე

დიელექტრიკებში ელექტრონთა დიფუზიის შესწავლის მეთოდი

რეზუმე

წერილში მოცემულია დიელექტრიკებში ელექტრონთა დიფუზიის შესწავლის მეთოდი. მეთოდი ემყარება სამ ელექტროდიანი ნათურის მოქმედების პრინციპს, სადაც მეტალური მმართველი ელექტროდი დიელექტრიკითაა შეცვლილი. ამ მეთოდით შეისწავლება ელექტრონთა დიფუზია რენტგენიზებული NaCl-ის მონოკრისტალში.

ანოდური დენის მართვა წარმოებს უმთავრესად დიელექტრიკის ზედაპირის პოტენციალით. დიელექტრიკის ამ ზედაპირს „მმართველი ფენა“ ვუწოდოთ. მმართველ ფენაში ელექტრონების კონცენტრაციის ცვლილება ანოდური დენზე ახდენს გავლენას.

NaCl-ის მონოკრისტალის ზედაპირი წინასწარ უარყოფითად იმუხტება (ნელი ელექტრონების ბომბარდირებით მმართველ ფენაში ელექტრონების კონცენტრაცია იზრდება) და შემდეგ შეისწავლება ანოდური დენის ცვლილება წითელი და თეთრი სინათლის მოქმედებისას.

ანოდური დენის ცვლილება მაჩვენებელია კრისტალის მმართველ ფენაში ელექტრონების კონცენტრაციის ცვლილებისა.

შრომაში ნაჩვენებია, რომ მმართველ ფენიდან კრისტალის შიგნით ელექტრონების დიფუზია წარმოებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი
თბილისი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. И. Д. Кирвалидзе. Доклады АН СССР, том XXVI, № 7, 1940, стр. 643.
2. P. S. Tartakowsky. Zs. f. Phys. 58, S. 394, 1929.
3. П. С. Тартаковский. Внутренний фотоэффект в диэлектриках. Гостехиздат, 1940.



МЕТАЛЛУРГИЯ

Р. И. АГЛАДЗЕ

ОПЫТЫ ПО ПОЛУЧЕНИЮ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАРГАНЦА
ИЗ ФЕРРОМАРГАНЦА ЭЛЕКТРОЛИЗОМ

Введение. Успешное завершение исследовательских работ по нахождению стабильных условий электролиза водных растворов солей марганца [1] дало нам основание предложить процесс дальнейшей переработки легко получаемых термическим путем из руд марганцевых сплавов, в частности ферромарганца, на металлический марганец путем электролиза.

Прямое электрорафинирование с применением растворимых ферромарганцевых анодов не дает положительного результата, так как перешедшие с анодов в раствор ионы железа, имеющие значительно менее отрицательный потенциал, чем марганцевые ионы, препятствуют катодному высаживанию марганца.

Суть предлагаемого процесса, схема которого приведена на рис. 1, состоит в том, что марганец, содержащийся в ферромарганце, сначала переводится в раствор, из которого после отделения от примесей он высаживается на катодах электролизом. Большим преимуществом является то, что отделение примесей от марганца производится из жидкой фазы. Это дает возможность использовать богатый опыт и приемы аналитической химии по разделению ионов различных металлов.

Получение электролитического металлического марганца из ферромарганца, по сравнению с уже описанными в литературе [2] способами, имеет следующие преимущества: 1) Ферромарганец значительно легче и полнее выщелачивается серной кислотой, что обуславливает быстрое завершение процесса и простоту его аппаратурного оформления; 2) Нет избыточного расхода серной кислоты, связанного с наличием пустой породы в рудах. В случае использования отработанных кислых электролитов на выщелачивание, потери содержащихся в электролите $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и H_2SO_4 значительно меньше, чем при работе на рудах; 3) Содержащееся в ферромарганце железо регенерируется в виде более ценного продукта (краски). При высаживании железа осадок гидроокиси увлекает значительное количество вредных для электролиза примесей (As, Sb, Bi, P и др.), что упрощает процесс последующей очистки электролита; 4) При осаждении железа из перолюзита образуется дополнительное количество MnSO_4 , причем процесс этот протекает без затраты энергии на восстановление нерастворимой в H_2SO_4 двуокиси марганца.

Описание процесса. Ферромарганец выщелачивался раствором H_2SO_4 . Полученный неочищенный раствор сульфатов обрабатывался молотым и просеянным пероксидом или пастой электролитической двуокиси марганца. Для высаживания окисленного железа к раствору при кипении прибавлялись дополнительные количества ферромарганцевой пыли или осадок

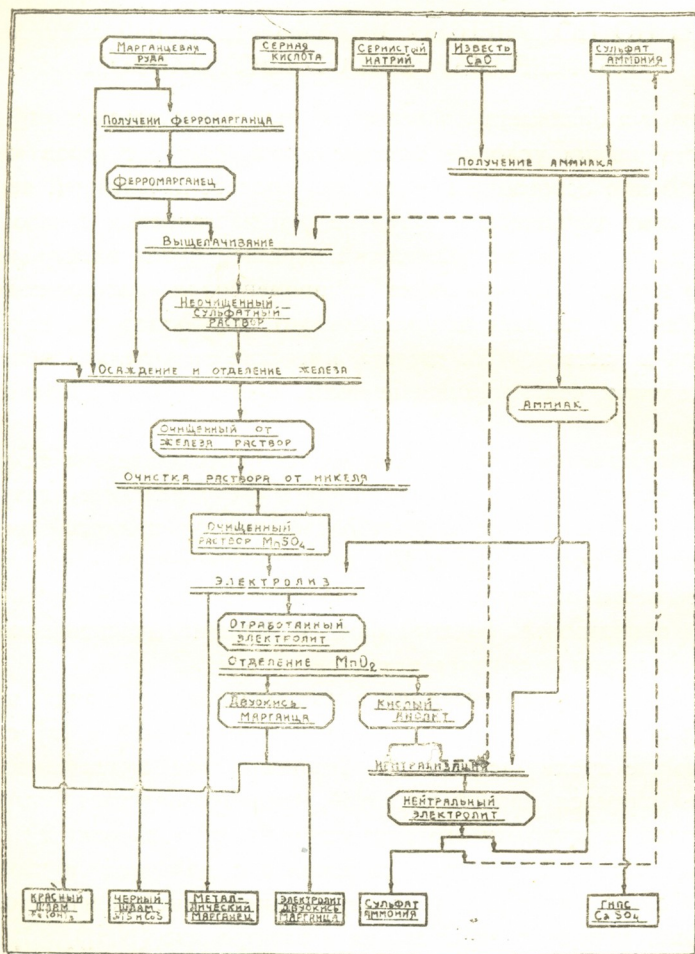


Рис.

$Mn(OH)_2$, полученный при нейтрализации растворов. После окисления и полного высаживания железа в виде $Fe(OH)_3$, пульпа фильтровалась. Отфильтрованный от красного шлама гидроокиси железа раствор обрабатывался при 90° сернистым натрием, который осаждал никель и кобальт. Серый шлам сернистых осадков отделялся от раствора фильтрованием. В отдельных опытах для более полного высаживания примесей применялась

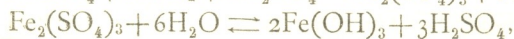
обработка нагретого сульфатного раствора пылью металлического марганца, которая цементировала более электроположительные чем марганец металлы (например, Cu). Очищенный описанным выше путем раствор $MnSO_4$ поступал на электролиз. Электролитом служил раствор, содержащий 190 г/л $(NH_4)_2SO_4$ и 85 г/л $MnSO_4$. Электролиз проводился при катодной плотности тока в 3,0 а/дм². Катодные и анодные ячейки в электролизных ваннах были разделены диафрагмами. Электролит поступал в катодные ячейки ванн и удалялся из анодных ячеек. Отработанный кислый электролит нейтрализовывался аммиаком, который получался действием известкового молока на сульфат аммония при пропускании через раствор пара. Удельный вес и количество циркулирующего во всей системе электролита корректировались и строго поддерживались на одинаковом уровне в течение всех опытов. Избыточный электролит из системы выводился и аммиак, полученный из него действием известкового молока и пара, использовался для нейтрализации кислого электролита. Полученная в электролизерах двуокись марганца отделялась при фильтровании электролита и частично использовалась для окисления железа, перешедшего в раствор при выщелачивании ферромарганца. Незначительная часть содержащегося в отработанном кислом электролите марганца при нейтрализации высаживалась в виде $Mn(OH)_2$, который использовывался для нейтрализации раствора при осаждении окисленного железа.

Химизм процесса. При отдельных стадиях процесса протекали следующие реакции:

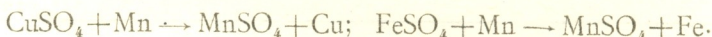
Выщелачивание:



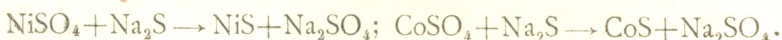
Окисление и осаждение железа:



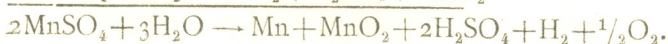
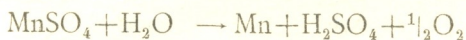
Цементация металлическим марганцем:



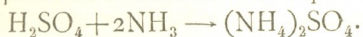
Осаждение никеля и кобальта:



Электролиз:



Нейтрализация кислого электролита:



Регенерация или получение аммиака:



Характеристика исходного сырья. Все опыты были проведены на сырье, состав которого был следующий.

Ферромарганец (в процентах): Mn—80,01, Fe—12,02, Ni—0,42 Co—отсутствует, S—0,01, C—3,88, P—0,29, Si—2,23.

Пиролузит (в процентах): Mn—54,01, MnO₂—84,00, P—0,21, Si—2,56, Fe—1,92, Ni—0,22.

Сернистый натр: Na₂S—62,01⁰/₀, нерастворимый осадок—1,01⁰/₀.

Сульфат аммония: (NH₄)₂SO₄—98,5⁰/₀, свободная H₂SO₄—0,5⁰/₀.

Известь (в процентах): CaO—75,01, P—0,20, Si—1,01.

Результаты экспериментов. По описанной схеме нами было проведено 5 законченных опытов. Результаты сведены в двух таблицах. В таблице 1 указан удельный расход исходных материалов и электроэнергии

Расход материалов на 1 кг электролитического марганца

Таблица 1

№№ наблюдений	Ферро-марганец	Серная кислота (в кг)	Пиролузит (в кг)	Сернистый натр (в кг)	Известь (в кг)	Сульфат аммония или нашатырного спирта (считая на кг)	Электроэнергии квчч постоянного тока
1	2,00	4,0	0,31	0,030	2,5	0,42	12,01
2	1,66	3,0	—	0,032	0,8	0,35	14,10
3	1,70	3,4	—	0,045	1,1	0,30	20,02
4	1,80	3,7	0,28	0,082	1,3	0,41	18,09
5	1,70	3,3	0,25	0,040	2,6	0,44	10,11
6	1,68	3,9	0,30	0,035	2,1	0,52	14,02

на 1 кг полученного электролитического марганца. В таблице 2 сведены данные о количествах побочно получаемых продуктов. Расход извести дан с учетом и тех количеств ее, которые расходовались на регенерацию аммиака

Количество добавочно получаемых продуктов на 1 кг электролитического марганца

Таблица 2

№№ наблюдений	Электролитическая двуокись (считая на 100 ⁰ / ₀ MnO ₂) (в кг)	Красного шламма гидроокиси железа (в кг)	Серого шламма (сульфидный концентрат никеля и др. металлов) (в кг)	Гипса (считая на 100 ⁰ / ₀ CaSO ₄) (в кг)
1	0,490	0,895	0,062	6,85
2	0,300	0,785	0,040	1,80
3	0,290	0,672	0,048	1,92
4	0,500	0,790	0,060	5,90
5	0,580	0,820	0,041	7,66
6	0,400	0,680	0,076	4,05

ка из дополнительно выработанного избыточного электролита. Приведенный расход сульфата аммония и нашатырного спирта соответствует количествам аммиака, расходуемого на нейтрализацию растворов сверх тех количеств аммиака, которые были получены из выводимого из системы избыточного электролита. В опытах № 2 и № 3 нейтрализация кислого электролита производилась нашатырным спиртом. При всех остальных опытах для нейтрализации использовался аммиак, полученный из сульфата аммония.

Приведенные в таблице 2 количества побочно получаемой электролитической двуокиси марганца не включают те количества электролитической двуокиси, которые были получены, но израсходованы в тех же опытах на окисление железа. В опытах № 2 и № 3 все железо окислено только электролитической двуокисью; при остальных опытах использовался пиролюзит.

Данные выходов по току при электролизе для металлического марганца и MnO_2 для всех шести опытов сведены в таблице 3. Выход по току для MnO_2 условен, так как при его расчете не учтены те количества MnO_2 , которые были получены, но при опытах же израсходованы на окисление железа.

Выход по току при электролизе

Таблица 3

№№ опытов	Выход по току	
	Для металлического марганца (в проц.)	Для MnO_2 (в проц.)
1	37,5	10,6
2	41,6	8,2
3	30,1	5,3
4	32,5	10,1
5	58,0	22,0
6	52,4	13,3

Характеристика полученных продуктов. Анализы средних проб электролитического марганца для всех шести опытов сведены в таблице 4. Так как определение марганца по методу Фольгарда для высоко-

Анализы полученного электролитического марганца (в проц.)

Таблица 4

Состав	№№ опытов					
	1	2	3	4	5	6
Mn (по Фольгарду) . . .	99,81	99,89	99,85	99,91	99,92	99,90
S	0,015	0,022	0,010	0,012	0,011	0,031
Fe	0,0062	0,0063	0,0033	0,0009	0,0012	0,0052
P	0,004	0,0033	0,0013	0,001	0,005	0,002
C	0,002	0,005	0,0200	0,008	0,006	0,007
Ni	нет	нет	нет	нет	нет	следы
Cu	следы	нет	нет	0,0012	0,001	нет
Al	нет	—	нет	нет	—	нет
Si	следы	нет	—	нет	нет	—
Mn (по разности) . . .	99,9728	99,9634	99,9654	99,9769	99,9758	99,954

процентного металла дает не вполне убедительные результаты, в последней графе таблицы 4 дается содержание марганца по разности. В таблице 5, в

Анализы полученной электролитической двуокиси марганца

Таблица 5

Состав	№ № о п ы т о в					
	1	2	3	4	5	6
MnO ₂	67,59	69,25	71,08	69,61	68,26	78,26
MnO	4,68	5,01	3,84	4,02	5,11	4,55
SO ₄	3,00	14,02	12,20	12,95	16,20	12,70
PI	5,05	3,02	4,01	4,82	1,26	0,32
P ₂ O ₅	0,52	0,12	0,21	0,03	0,18	0,06
SiO ₂	0,16	0,05	0,05	0,01	0,10	нет
Al ₂ O ₃	0,40	0,21	0,05	0,12	нет	следы
Fe ₂ O ₃	следы	0,001	нет	следы	—	—
H ₂ O	8,10	7,50	8,20	8,35	7,90	8,65
Прочие примеси и неувязка анализа	0,50	0,819	0,36	0,09	1,02	0,46

которой сведены анализы средних проб полученных осадков электролитической двуокиси марганца, вызывает недоумения относительно большое содержание в двуокиси P₂O₅. Высокое содержание фосфора возможно связано с механическими загрязнениями электролита или с неточностью анализа. Пробы на двуокись отбирались прямо с фильтров. На этих фильтрах двуокись не промывалась, чем и объясняется высокое содержание (до 16%) SO₄. Следует отметить, что нам удалось снизить содержание в электролитической двуокиси марганца SO₄'' только до 0,5% путем тщательной отмычки водой.

В таблице 6 приведены анализы средних проб полученного сернистого шлама. Опыты № 4 и № 5 показали, что при тщательной работе можно добиться почти полного отсутствия железа в сернистом никелево-кобальтовом осадке и значительного уменьшения содержания марганца в нем.

Анализы полученных сульфидных осадков

Таблица 6

Состав	№ № о п ы т о в					
	1	2	3	4	5	6
Mn	25,10	22,22	28,34	20,15	10,12	30,53
Ni	15,12	20,43	18,50	15,91	16,85	10,26
Co	1,12	1,13	1,13	3,03	2,12	0,51
Fe	2,01	1,13	1,25	0,20	0,54	0,81
Si	25,02	26,10	27,91	24,13	16,82	25,13
H ₂ O	26,53	24,17	20,65	32,75	49,81	31,71
Прочие примеси и неувязка анализов	5,10	4,82	2,22	3,83	4,24	1,50

Анализы полученного при очистке растворов красного шлама показали следующие данные на содержание Fe(OH)₃:

№№ опытов	1	2	3	4	5	6
Содержание Fe(OH) ₃	50,01%	48,10%	58,01%	52,20%	49,21%	56,09%



Средняя от всех опытов проба полученного гипса показала содержание:

Са	SO ₄ "	H ₂ O	Прочие примеси и неувязка анализа
30,2 ⁰ / ₀	53,20 ⁰ / ₀	10,1 ⁰ / ₀	6,5 ⁰ / ₀

В таблицах 7 и 8 сведены данные, характеризующие извлечение марганца и никеля.

Извлечение марганца

Таблица 7

№№ опытов	Содержалось на 1 кг электролитического марганца			П о л у ч е н о				Итого	Суммарный процент извлечения
	в ферро-марганце	в пиролюзите	всего в сырье	в виде металлического марганца		в виде электролитической MnO ₂			
				г	г	г	г	%	
1	1600	167	1767	1000	56,5	310	17,5	1310	74,0
2	1340	—	1340	1000	74,7	190	14,2	1190	88,9
3	1360	—	1360	1000	79,5	183	13,5	1183	87,0
4	1440	151	1591	1000	63,0	316	19,8	1316	82,8
5	1360	135	1495	1000	67,0	367	24,4	1367	91,4
6	1343	162	1505	1000	66,4	253	16,8	1253	83,2

Среднее извлечение . . . 84,0

Извлечение никеля

Таблица 8

№№ опытов	Содержалось Ni на 1 кг полученного электролитического марганца			Получено Ni на 1 кг электролитического марганца в г	Извлечение никеля (в проц.)
	в ферромарганце г	в пероксиде г	всего в сырье г		
1	0,01040	0,000682	0,011082	0,00938	84,7
2	0,00863	—	0,008630	0,00820	95,1
3	0,00884	—	0,008840	0,00887	100,4
4	0,00985	0,000615	0,010465	0,00954	91,4
5	0,00884	0,000550	0,009390	0,00691	73,7
6	0,00873	0,000660	0,009390	0,00778	83,0

Среднее 88,05

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Химический Институт

(Поступило в редакцию 10.10.1942)

რ. აბლაძე

მეტალურგია

მეტალური მანგანუმის ელექტროლიზით ფერომანგანუმიდან მიღების ცდები

აღწერილია ახალი პროცესი მეტალური მანგანუმის, მანგანუმის ორქანვის და რკინის, ნიკელის და კობალტის ნაერთების მიღებისა ფერომანგანუმიდან. რკინის, ნიკელის და კობალტის განცალკევება მანგანუმიდან წარმოებდა სულფატების ხსნარიდან, რომელიც მიიღებოდა ფერომანგანუმის გახსნილ გოგირ-

დის სიმკავეში. მანგანუმის ხსნარიდან გამოყოფა ხდებოდა ელექტროდენის საშუალებით. განსაზღვრულია ელექტროდენის, მანგანუმის და ნიკელის გამოსავალი. დაზუსტებულია ნედლეულის ხარჯი და პროცესში მიღებულ თანანაწარმ პროდუქტთა რაოდენობა. ჩატარებულია მეტალური მანგანუმის და თანანაწარმ პროდუქტთა ანალიზური შესწავლა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი
 ელექტროქიმიური ლაბორატორია

METALLURGY

THE CATHODIC DEPOSITION OF MANGANESE FROM AQUEOUS SOLUTIONS

By R. I. AGLADZE

Summary

Experiments of obtaining metallic manganese, manganese dioxide, concentrates of nickel and cobalt and of iron from ferromanganese by means of a closed process are described. Iron and the concentrates of nickel and cobalt were separated from manganese with the aid of the solution, obtained by the lixiviation of ferromanganese with sulphuric acid. Metallic manganese was precipitated from the solution by electrolysis. The expenditure coefficients for the initial raw material were found out and the amount of obtained by products was determined more precisely. The analytical investigation of electrolytic manganese and of all other products obtained in this process was carried out. The current efficiency of metallic manganese as well as of MnO_2 were determined. It is stated that by this scheme the extraction of 84 per cent. of manganese and of 88 per cent. of nickel from ferromanganese can be attained.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
 Chemical Institute
 Tbilissi

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა—REFERENCES

1. P. I. Agladze. Известия АН СССР, № 1—2, стр. 45—63, 1942 г.; Сообщения АН Гр. ССР, т. III, № 10, стр. 1027, 1942 г.; Бюллетень Всесоюзного Хим. Общества им. Менделеева, № 5, стр. 29, 1941 г. Авторское свидетельство кл. 40 с, гр. 12, № 59273—59306 заявлено 14 января 1939 г.
2. Schelton. United States Bureau of Mines, Report of Investigations, 3322, 29—37, 1936; P. I. Agladze. Горный журнал, № 12, стр. 39, 1939 г. Hemmerquist Steel, 105, 18, 42—45, 1939 г.



ა. ხვიჩია

თხიერი ნახშირწყალბადები როგორც აღმდგენელი
 მეტალურგიაში

ხშირად მეტალურგიაში ლითონის მადნებიდან გამოდნობის პროცესის გასაადვილებლად მიმართავენ მადნების წინასწარ აღდგენას დაბალ ჟანგეულე-ბამდე. მანგანუმის პიროლუზიტური მადნის, რკინის გემატიტური მადნის და მოლიბდენიტების გადამუშავების პროცესებისათვის მაღალი ჟანგეულების ნაწილობრივი აღდგენა ზოგიერთ შემთხვევაში თითქმის აუცილებელია ან მიზანშეწონილი.

დღემდე მადნების დაბალი ჟანგეულების მისაღებად გამოყენებულია აიროვანი და მყარი აღმდგენლები, ან შესაბამ მაღალ ტემპერატურებში დისოციაციის ხერხი. ჩვენ მიზნად დავისახეთ გამოგვემუშაებინა უფრო ადვილი და ეფექტური მეთოდი, ვიდრე პრაქტიკაშია გამოყენებული, რისთვისაც მივმართეთ თხევად აღმდგენლებს. ეს უკანასკნელი მადნების აღდგენის პროცესებში თითქმის არ არის ცნობილი.

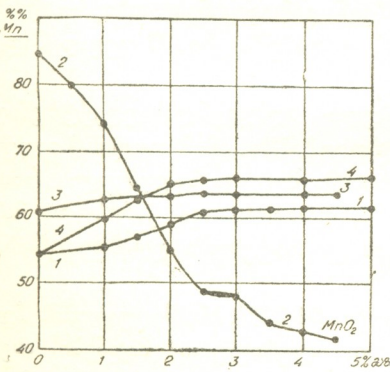
მადნის ნაწილობრივად აღდგენისათვის ჩვენ გამოვიყენეთ თხიერი მძიმე ნახშირწყალბადები, ნავთობისა და ნახშირების გადამუშავების შედეგად მიღებული მასუთის—კუპრის სახით.

წინასწარმა ცდებმა გვიჩვენეს გამოყენებული აღმდგენლის ეფექტიურობა, პროცესების თვითდენადობა ჩვეულებრივ პირობებში. ამ მეთოდის სიადვილემ და მიღებული პროდუქტების კარგმა ხარისხმა მოგვცა საფუძველი, რათა ჩავეტარებინა სისტემატური ცდები, ლაბორატორიული და ქარხნული მასშტაბით; ამ ცდებით დამტკიცდა ახალი მეთოდის უპირატესობა დღემდე ცნობილის წინაშე.

პირველად, წინასწარი ცდებისათვის, ავიღეთ 54,23% Mn შეცულობის ჩვეულებრივი სიმსხოს (2—6 მმ) მარცვლებიანი პიროლუზიტური მადნები. ასეთ მადანს ჯერ ვუმატებდით მასუთის დაახლოებით ისეთ რაოდენობას, რომ მადნის ყოველი მარცვალი მით გარშემოვლენულიყო. მასუთის მადანში თანაბარ განაწილებას ვაღწევდით მასის კარგი არევით. ამ ნარევს განაწილებდით რკინის ტიგელებში და შემდეგ ცალ-ცალკე ვათავსებდით თანდათან წინასწარ 700—800°-მდე გახურებული მუფელის ან ტიგელის ტიპის ჩვეულებრივ ელექტროლუმელებში. შემდეგ ვახდენდით დაკვირვებას პროცესის მიმდინარეობაზე და იმავე დროს ვაწარმოებდით მიღებული პროდუქტების შესწავლას. ამგვარად ჩატარებულმა მთელმა რიგმა ცდებმა გვიჩვენეს, რომ: 1. გახურებულ ღუმელში რკინის ტიგელის მეშვეობით მოთავსებულ მასაში ცოტა ხნის შემდეგ (1—2 წუთ.) რეაქცია იწყება მასის ტიგელთან შეხების ზედა რკალში და შემდეგ ის ვითარ-

დება შიგა მიმართულებით; 2. ტიგელში ერთხელ დაწყებული ეგზოთერმიული პროცესი საკმაო ინტენსივობით გრძელდება ლუმელიდან ამოღების შემდეგაც; 3. დამუშავებული პროდუქტის შემადგენლობა და ფერი განსხვავდება აღებულისაგან. მიღებულ პროდუქტში ყოველთვის მატულობს მანგანუმის შეცულობა, მაგრამ ტიგელში მიღებულ რამდენიმე სხვადასხვა ფერის შრეში მატულობს სხვადასხვა რაოდენობით. ამ ფენების მიხედვით მანგანუმი მატულობს ზევით ქვევით. ტიგელის ზედა ფენაში მივიღეთ უფრო მოწითალო ფერის, მის ქვემოთ—ყავისფერის, ხოლო სულ ქვედა ფენაში—მუქი-ყავისფერის მანგანუმის ჟანგეული.

რეაქციის თვითმიმდინარეობის შენარჩუნებით პროცესის რაციონალური პირობების შერჩევისათვის ჯერ საჭირო იყო ამ თხიერი აღმდგენლის ოპტიმალური რაოდენობის განსაზღვრა კაზმში. ამ მიზნით გარკვეული სიმსხოს მარცვლის (2,5 მმ) ერთი და იგივე წონის მადანს (200 გრ) ვუმატებდით მახუთის სხვადასხვა წონით ოდენობას—0,25-დან 10⁰/₁₀₀-მდე. ამგვარი ცდების მეშვეობით გამოირკვა, რომ მახუთის 2,5—4,0⁰/₁₀₀, დამატება გვაძლევს შედარებით დამაკმაყოფილებელ შედეგებს. ეს დადასტურეს საქარხნო მაშტაბით ჩატარებულმა ცდებმაც, რომლებითაც საბოლოოდ მიღებულ იქნა ანალოგიური ტიპის და შემადგენლობის პიროლუზიტურ მადნებისათვის მახუთის ან სხვა მის მსგავს თხიერი ფრაქციების დამატება საშუალოდ 3,0⁰/₁₀₀ რაოდენობით (იხ. მრუდი 1 და 2, ნახ. 1).



ნახ. 1.—პიროლუზიტური მადნების ნაწილობრივი აღდგენა მახუთის დამატებასთან დამოკიდებულებით. 1 და 2 მრ.—გამოუწვავი მადნის ჩვეულ. პირობებში დამუშავების შედეგები. 3 მრ.—წინასწარ დამუშავებული მადნის ნაწ. აღდგენა, 4 მრ.—გამოუწვავი მადნის დამუშავება მაღალ ტემპერატურულ პირობებში.

ეგზოთერმიული რეაქციის შედეგად გახურებული მასის ტემპერატურა თითქმის ყოველთვის 600—700° აღწევს, ხოლო საბოლოო პროდუქტში მანგანუმის შეცულობა დაახლოებით 6,0—10⁰/₁₀₀-ით მატულობს. ამ მიღებული მასალის ფერი და შემადგენლობა უმეტეს შემთხვევაში უტყუარი მაჩვენებელი იყო მანგანუმის დაბალი ჟანგეულის მიღებისა ძირითადად მისი ჟანგი—მოჟანგის სახით (Mn₂O₄); თუ მადნის დამუშავებას ვახდენდით სავსებით ღია ჭურჭელში რეაქციით გახურებულ მასაზე ჰაერის მიკარებით, მისი ზედა თხელი ფენა ნაწილობრივ ისევ დაიჟანგებოდა და ზევით მივიღებდით მოწითალო ფერს—მანგანუმის ჟანგის სახით.

ანალოგიური ცდები ჩავატარეთ აგრეთვე მანგანუმის უფრო დაბალი ჟანგეულის—მანგანუმის მოჟანგის (MnO) მისაღებად, რომელსაც, სხვა მანგანუმის ჟანგეულებთან

შედარებით, აქვს ძალიან დაბალი დისოციაციის წნევა და რომლის მიღებაც თერმიული დისოციაციის გზით შეუძლებელია. ამ შემთხვევაში მასალად ვიხმა-

რეთ იგივე პირობებში მდნები, ბუნებრივი და სხვადასხვა ხერხით (თერ-
 მიული ან მახუთით) წინასწარ დამუშავებული. ამ ამოცანის განხორციელება
 ითხოვდა რეაქციის პირობების შეცვლას. უკუთრეაქციებისაგან თავის დაღწე-
 ვის მიზნით პროცესს ვატარებდით დახურულ კუთრკელში. იმავე დროს ეს რე-
 აქცია ტარდებოდა უფრო მაღალ ტემპერატურულ პირობებში—900—1000°
 (იხ. მრუდი 3 და 4, ნახ. 1).

ჩატარებულმა ცდებმა დაგვანახვეს, რომ იმისდა მიუხედავად, ვინმართ გა-
 მოუწევას თუ გამომწვარ მასალას, მანგანუმის მოჟანგის მიღება თხიერი აღ-
 მდგენლების მეშვეობით შედარებით ადვილია და პრინციპულად სავსებით შე-
 საძლებელი, ოღონდ გამოუწვავი მდნების დამუშავება უფრო ეფექტიურია,
 რადგან ამ შემთხვევაში ხელოვნურად შექმნილ გარემოს ტემპერატურას ემატე-
 ბა ეგზოთერმიული რეაქციით მასაში აღმოცენებული ტემპერატურა, რაც თა-
 ვის მხრით შემდგომ ძალიან უწყობს ხელს აღდგენის პროცესს. ასე მიღებუ-
 ლი მანგანუმის მოჟანგს მოთეთრო-ნაცრისფერი აქვს და დროთა განმავლობა-
 ში ჰაერის შეხებით ისევე იჟანგება.

საერთოდ, მდნების თხიერი აღმდგენლებით დამუშავების პროცესზე მდ-
 ნის სინოტივისა და მარცვლის სიმსხოს ზეგავლენის გამოკვლევის მიზნით ჩავა-
 ტარეთ ცდების რამდენიმე სერია, რომლებმაც გვიჩვენეს, რომ მადანში რაც
 უფრო ნაკლებია სინოტივე და წვრილია მასალა, მით უფრო ენერგიულად და
 ჩქარა მიმდინარეობს რეაქცია. თუ მადანში სინოტივე 4—5%-ს აღემატება, შე-
 საძლოა მოხდეს ჯერ რეაქციის სტაბილიზაცია და შემდეგ მისი შეჩერებაც,
 რადგან წყალი ძალიან ხელს უშლის მახუთს, რათა იგი მარცვლის ზედაპირს
 შეეხოს და გაჟლინდოს. წყალი აქ იზოლატორის როლს თამაშობს, რადგან ის
 მახუთს არ ირევს.

თხიერ ნახშირწყალბადებით მდნის დამუშავების პროცესში წარმოშობი-
 ლი გამავალი აირების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ რაც უფრო ნაკლები მახუთი
 ექნება მდნის დამატებული, მით უფრო სრულ წვას მივიღებთ მისი საწვავი
 კომპონენტების—წყალბადისა და ნახშირბადის და რაც უფრო მეტს დაეუმე-
 ტებთ მახუთს, მით უფრო მეტი იქნება უსრული წვის პროდუქტები და გამა-
 ვალი აირიც საწვავად გადაიქცევა. ამ შემთხვევაში გამავალი აირი, გარდა ნახ-
 შირმჟავა აირისა და წყლის ორთქლისა, შეიცავს უმაძღარ ნახშირწყალბადებს,
 რაც თავისთავად საინტერესო და საყურადღებო ფაქტია, რადგან შესაძლოა
 მომავალში ამ საკითხის ახლო შესწავლამ მოგვცეს უფრო რაციონალური ხერ-
 ხი უმაძღარი ნახშირწყალბადების მისაღებად, რომლებსაც დამოუკიდებლად სა-
 კმაოდ დიდი მნიშვნელობა აქვთ. მდნის დამუშავების ოპტიმალურ პირობებში
 წარმოშობილი აირები უმთავრესად შეიცავენ 77—80% CO₂ და 6—7% O₂,
 ხოლო წყალბადის დაჟანგვით წარმოიშვება ღრუბლისმაგვარი სქელი ბოლი—
 წყლის უმცირესი ნაწილაკები. ნახშირჟანგს და წყალბადს გამავალი აირები
 თითქმის სულ არ შეიცავენ.

ვტიკრობთ, რომ აღდგენის პროცესი გაადვილებულია იმიტ, რომ ადვი-
 ლად ვალწევთ მახუთის თითქმის იდეალურ თანაბარ განაწილებას თითოეული
 მარცვლის ან მისი ნაწილაკების ზედაპირზე. ნარევის რომელიმე ადგილის უბრა-

ლო გახურებით ან მაზუთიან ჩვარის ცეცხლის მოკიდებით რეაქციის დაწყების დროს პირველად ააღდებიან მაზუთის უფრო მსუბუქი ფრაქციები, პიროლუზუტური მადნების აქტიური ჟანგბადის და ნაწილობრივ ჰაერიდან აღსორბირებული ჟანგბადის ანგარიშზე, რის გამო იმ გარემოში საგრძნობლად დაიწევა ჰაერის ჟანგბადის პარიციალური წნევა, რაც ფაქტიურად უზრუნველყოფს ჟანგეულის თვითდისოციაციას. დისოციაციის ეს პროდუქტი—აქტიური ჟანგბადი—გამოყოფის მომენტში ენერგიულად დაჟანგავს ნახშირწყალბადების ძირითად კომპონენტებს და ამ დაჟანგვით წარმოშობილი თბური ეფექტი მასას იმდენად მაღალ ტემპერატურას აძლევს, რომ ის თავისთავად სავსებით საკმარისია მოსახლვრე ნარევი ჟანგეულის დისოციაციის უზრუნველსაყოფად.

მადნის დამუშავების აღწერილი მეთოდის თავისებურება და უპირატესობა დღემდე ხმარებული გამოწვის თერმიულ და აღდგენის სხვა მეთოდთან შედარებით ის არის, რომ: 1. პროცესის სიმარტივე და თვითმიმდინარეობა შედარებით დაბალ ტემპერატურულ პირობებში უზრუნველყოფენ მომსახურეობის საგრძნობ გაადვილებას; არ საჭიროებს რთულ დანადგარებს ან მასის გადაბრუნებას და მორევას 1200°, რაც აუცილებელია მადნის თერმიულად დამუშავების დროს; 2. მაზუთის ხარჯი მცირდება დაახლოებით 10-ჯერ (ერთი ტონა მადნის დასამუშავებლად საჭიროა, 300 კგ მაგიერ, 30 კგ); 3. მიღებული პროდუქტი შემდგომი გადამუშავებისათვის გაცილებით უკეთესია თერმიულად გამოწვეულ პროდუქტზე, რადგან ადგილი არა აქვს მადნის ცალკე მარცვლებში შეცნობას, არამედ საქმე გვაქვს ჟანგეულის ნაწილობრივი, თანმიმდევრობითი და ნახტომური ხასიათის აღდგენასთან, რაც ძალიან უწყობს ხელს საბოლოო მეტალოთერმიული პროცესის წარმოებას.

ამგვარად, ზემოაღნიშნული თხიერი აღმდგენლებით მადნების ნაწილობრივად აღდგენის ამ ხერხის სათანადო წარმოებებში გამოყენებას შეუძლია საგრძნობლად გაამარტივოს საწარმოო პროცესი და უზრუნველყოს შესაფერი ეფექტი.

გარდა ამისა, აღნიშნული მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნას უფრო ფართო მასშტაბით როგორც ზოგიერთ სხვა ტიპის მანგანუმის მაღალ ჟანგეულის შემცველ მადნებისათვის (შავი ბელტა), ისე მთელი რიგი სხვა ლითონების ანალოგიური მადნების დასამუშავებლად.

ასეთივე ხასიათის ცდები ჩვენ ჩავატარეთ რკინის გემატიტური ტიპის მადანზე და მოლიბდენიტების გამოწვის პროდუქტზე—მოლიბდენის ჟანგზე. პირველ შემთხვევაში ჩვენი მიზანი იყო—ანალოგიური მარტივი ხერხით გემატიტიდან მიგველო მანგენიტი, ხოლო მეორე შემთხვევაში—უმპრობადი მოლიბდენის ორჟანგი, რაც მეტად სასურველია სათანადო წარმოებაში მოლიბდენის დანაკარგების შემცირების მიზნით. პიროლუზიტური მადნების დამუშავებისაგან განსხვავებით, აღნიშნული მასალების დამუშავების პროცესი არ მიეკუთვნება ჩვეულებრივ პირობებში თვითმიმდინარე რეაქციებს, არამედ პროცესის ნორმალური მიმდინარეობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა რამდენიმედ გარეშე სითბოს გამოყენება, რომ მასა გავახუროთ შედარებით დაბალ, მაგრამ გარკვეულ ტემპერატურამდე. მიღებული შედეგები იმედს გვაძლევს, რომ ნაწილობრივ

აღდგენის მეთოდით როგორც რკინის და მოლიბდენის, ისე სხვა მაღალი ჟანგე-
ულების შემცველი მადნების, გადამუშავება საესეებით რენტაბელური იქნება სა-
თანადო წარმოებებისთვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი
და ზესტაფონის ფეროშენადნთა ქარხანა

(შემოვიდა რედაქციაში 21.11.1942)

МЕТАЛЛУРГИЯ

А. Т. ХВИЧИЯ

ЖИДКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ КАК ВОССТАНОВИТЕЛИ В МЕТАЛЛУРГИИ

Резюме

В ряде случаев, для рациональной переработки руд, желательны полу-
чение низших окислов; например: при металлотермической переработке пи-
ролюзитных руд марганца, предварительной обработке гематитовых руд же-
леза, а также в процессе переработки молибденидов с целью снижения по-
тери металла и т. д.

Вместо применяемых термических и других мало эффективных спосо-
бов обработки руд была предпринята попытка подбора более удобного и
легкого способа получения низших окислов. Были использованы до сего
времени не применявшиеся тяжелые жидкие углеводороды, получаемые при
нефте- и углепереработке (мазут и смола).

Предварительные опыты указали на полную эффективность использо-
вания жидких восстановителей. Простота и самопротекание процесса в
обычных условиях, а также хорошие качества полученных продуктов были
вначале основными преимуществами этого способа перед другими спосо-
бами обработки руд. Это послужило основанием для более детального изу-
чения вопроса как в лабораторном, так и в заводском масштабе. Изучались
процессы восстановления в зависимости от характера и состава руды и при-
меняемых тяжелых углеводородов.

Объектами для изучения были пиролюзитные марганцевые руды Чи-
атурского месторождения, гематитовые железные руды Кривого Рога и про-
дукты обжига молибденовых концентратов.

В случае пиролюзитной руды, предлагаемый способ обработки заклю-
чается в том, что к ней добавляется около 3,0% мазута и хорошо сме-
шанная шихта зажигается где-либо в одном месте: начинается экзотермиче-

ская реакция и распространяется во все стороны наподобие металлотермических процессов. При этом сама масса нагревается до $600-700^{\circ}$, а продукт реакции в основном состоит из Mn_3O_4 . В случае проведения процесса на открытом воздухе, по мере охлаждения массы, она сверху опять окисляется до окиси марганца. Если ту же руду, в необоженной или обоженной виде, обработать жидкими углеводородами при подогреве массы до $900-1000^{\circ}$, получается закись марганца.

Во всех случаях обработки руд конечный продукт обогащается металлом на $6-10\%$ и после охлаждения наблюдаются характерные цвета по слоям, соответствующие образовавшимся окислам марганца.

Изучались также влияние влажности и степень помола руды на ход процесса. Оказалось, что чем влажнее руда, тем хуже обволакиваемость зерен мазутом и труднее протекает процесс; целесообразно обрабатывать воздушно-сухую руду с влажностью не свыше $4-5\%$. Чем тоньше помол, тем интенсивнее протекает реакция, но во всех отношениях целесообразно обрабатывать руду с естественной крупностью.

Изучение состава отходящих газов показало, что при добавке мазута до 3% получаются продукты полного сгорания, при повышении процента мазута в шихте газ делается горючим и содержит в основном непредельные углеводороды. Это само по себе является интересным, так как не исключается возможность выявления нового метода для получения подобных углеводородов, имеющих важное значение.

Механизм описанного способа обработки руд заключается в том, что при смешении руды с жидкими восстановителями получается почти идеально равномерное обволакивание ими каждого зерна. При простом нагреве или зажигании смеси посредством намоченной мазутом пакли вначале воспламеняется наиболее легкая фракция мазута за счет кислорода адсорбированного воздуха и активного кислорода двуокиси; вследствие этого значительно снижается парциальное давление кислорода воздуха и этим обеспечивается самопроизвольная диссоциация пиролюзитной руды. Полученный атомарный кислород в момент выделения начинает энергично окислять горючие компоненты углеводородов, и создает температуру иногда несколько выше, чем требуется для диссоциации двуокиси в смежной части шихты.

Особенность и преимущество данного способа перед термообжигом и другими способами восстановления заключаются в том, что процесс осуществляется при обычных условиях без особых затрат. Сравнительно низкая температура и самопротекание реакции очень упрощают обслуживание. Процесс дает неспеченую, в дальнейшем лучше перерабатываемую продукцию, и, что главное, расход горючего сокращается почти в 10 раз (вместо 300 кг требуется около 30 кг).



Описанный принцип получения низших окислов может быть использован в более широком масштабе как для других марганцевых руд (типа бейта), так и для разных окисленных руд других металлов. В частности, этот способ был использован для обработки окислов железа и молибдена с целью получения в первом случае магнетита, а во втором—нелетучей двуокиси молибдена. Особенность частичного восстановления этих материалов перед обработкой пероксидных руд жидкими восстановителями заключается в необходимости изменения условий ведения процесса: реакция протекает с использованием внешнего тепла, т. е. при некотором нагреве массы. Однако, полученные данные дают основания полагать, что способ будет рентабельным как для железных и молибденовых окислов, так и для обработки других подобных руд.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Химический Институт
и Зестафонский ферросплавный завод



МЕТАЛЛУРГИЯ

М. С. МАКСИМЕНКО и Г. Ш. МИКЕЛАДЗЕ

О ВОССТАНОВЛЕНИИ ЖЕЛЕЗА В ПРИСУТСТВИИ ДВУОКИСИ
ТИТАНА ПРИ ЭЛЕКТРОПЛАВКЕ

В металлургии, при восстановлении руд или шлаков, содержащих наряду с большим количеством железа некоторую часть более ценных металлов, часто бывает необходимым воспрепятствовать переходу железа в восстановленный металл с целью увеличения концентрации остальных компонентов в нем. Естественно, при этом стремятся уменьшить потери ценной составляющей со шлаком.

В тех случаях, когда окислы металлов, сопутствующие железу, восстанавливаются легче его, эта задача может быть относительно легко разрешена путем подбора определенных температурных границ для ведения процесса и строгой дозировкой углеродистого материала.

В тех же случаях, когда восстановимость окислов ценных металлов того же порядка, что и окислов железа, вопрос значительно усложняется, так как в процессе восстановительной плавки исходного материала либо значительная часть ценной составляющей остается в шлаке, либо в восстановленный металл переходит большое количество железа, что вызывает резкое снижение концентрации ценной составляющей в металле.

В настоящей работе нам удалось найти способ задержать восстановление железа добавлением двуокиси титана к исходному материалу с образованием в шлаке ильменита (FeOTiO_2)⁽¹⁾.

В опытных плавках в качестве исходного материала были использованы два образца конверторных шлаков, содержащих в основном: образец № 1: SiO_2 —17,35%; FeO —64,58%; S —1,65% и образец № 2: SiO_2 —25,30%; FeO —57,0%; S —2,75%.

Петрографический анализ⁽²⁾ образца № 2 в проходящем свете показал наличие около 60 % совершенно прозрачных кристаллов фаялита размером до 40 μ . Показатель светопреломления $N_g=1,886$; $N_p=1,835$. При исследовании в отраженном свете было обнаружено наличие сульфид-

⁽¹⁾ Бюро изобретательства НКЦИ постановило выдать авторское свидетельство авторам настоящей работы согласно заявке № 42351 от 5 апреля 1941 г.

⁽²⁾ Петрографические исследования выполнены в Петрографической лаборатории ЛХТИ проф. Н. Торопова.

дов до 3—4% от общей массы, а также рудного минерала, сходного по форме кристаллов с магнетитом, но цвет его несколько темнее обычного. Содержание Fe_3O_4 около 30—40%.

Железо, находящееся в этой форме в исходном материале, легко восстанавливается, поэтому в опытных плавках к шихте добавляли двуокись титана в расчете на образование в шлаке значительно более трудно восстанавливаемого ильменита.

Двуокись титана добавлялась в количестве 5, 10, 15 и 20% от веса исходного шлака.

Опытные плавки проводились в графитовом тигле лабораторной индукционной печи высокой частоты. Мощность питающего печь мотор-генератора 20 квт., частота 10000 герц.

Во всех плавках время восстановления (выдержка в печи в расплавленном состоянии) было постоянным и равнялось 30 мин. Температура в печи по показанию ардометра колебалась в пределах 1250—1350°.

Все плавки велись на блок. В качестве восстановителя использован прокаленный антрацит, введенный в шихту в количестве 10% также от веса исходного материала.

Шихтовые материалы предварительно мололись, просеивались через сито в 75 меш и после тщательного перемешивания брикетировались.

Результаты наиболее характерных плавок приведены в таблице 1.

Таблица 1

№№ плавки	TiO ₂ от веса исходного шлака (в %)	Содержание Fe в исходном шлаке (в %)	Содержание Fe в восстановленном металле (в %)	Содержание Fe в шлаке (в %)	% извлечения Fe в металле ¹	
					по металлу	по шлаку
11	5	} 47,9	73,25	40,3	61,2	61,3
17	10		50,80	47,5	24,0	30,0
21	15		40,40	47,0	13,2	15,4
27	5	} 44,36	76,67	30,43	60,5	61,5
28	10		66,88	37,20	42,2	40,2
29	15		65,88	38,35	41,8	—
34	20		62,88	33,30	30,7	36,0

Плавки №№ 11, 17, 21 были проведены на шлаке образца № 1, а №№ 27, 28, 29 и 34 на шлаке образца № 2.

Из таблицы 1 ясно видно, что по мере увеличения содержания двуокиси титана в шихте, при всех прочих равных условиях, резко уменьшается процент восстановления железа.

¹ Несовпадение данных извлечения Fe по шлаку и по металлу объясняется малым масштабом плавки и недостаточно хорошим отделением металла от шлака.



Петрографическое исследование полученных шлаков подтверждает наличие в них ильменита в количестве 10—25% в зависимости от содержания TiO_2 в шихте.

Как видно, при 1350° образовавшийся в шлаке ильменит весьма трудно восстанавливается, даже в присутствии избытка углерода, вводимого стенками графитового тигля. Это и способствует задержанию железа в шлаке.

Ряд плавов, в отличие от вышеописанных, был проведен с выдержкой в расплавленном состоянии в течение 15 мин. Полученные результаты свидетельствуют, что с укорочением времени плавки резко уменьшается процент извлечения железа. Так, например, в плавке № 26 с шихтой аналогичной, что и для плавки № 28, был получен металл с содержанием железа 62,14%. Содержание Fe в шлаке было 39,47%. Процент извлечения железа составлял по металлу 29,2%, по шлаку 27,4% (против 42,2% в плавке № 28).

Во второй части опытов вместо двуокиси титана в шихту добавлялся минерал перовскит ($CaO TiO_2$).

По примеру предыдущих плавов шихта, составленная из конверторных шлаков образца № 2, предварительно брикетировалась.

Учитывая, что содержание TiO_2 в перовските равнялось 50%, последнего добавлялось к шихте 20 и 40%. Количество восстановителя было снижено до 4% от веса исходного шлака.

Время выдержки в печи равнялось 15 мин.

Результаты отдельных плавов приведены в таблице 2.

Таблица 2

№№ плавов	% перовскита от веса исходного шлака	Содержание Fe в исходном шлаке (в %)	Содержание Fe в восстановленном металле (в %)	Содержание Fe в шлаке (в %)	% извлечения Fe	
					по металлу	по шлаку
39	20	} 44,36	30,25	39,50	8,4	6,7
40	40		36,41	34,59	7,2	—
41	40		41,25	34,43	7,4	1,6

Петрографическое исследование образца шлака плавки № 41 в отраженном свете показало наличие около 40—45% ильменита в виде хорошо развитых дендритов и иголок и 1,5% сульфидов. Кроме этого в проходящем свете обнаружены прозрачные кристаллы около 50% неправильной формы от коричневого до бурозеленого цвета, размером 30—40 μ , показатель светопреломления $N_g = 1,763$; $N_p = 1,745$, отвечающие соединению Ca—Fe ортосиликата типа оливина, — а также прозрачные зерна неправильной формы, размером 10—15 μ , с показателем светопреломления: $N = 1,644$ (повидимому, стекло).

Из таблицы видно, что во второй части опытов были получены значительно более удачные результаты. Повидимому, удержанию железа в шлаке, помимо ильменита, способствует также и образование Са—Fe ортосиликата типа оливина. Безусловно, положительную роль сыграло и то обстоятельство, что непосредственно в шихту давалось меньшее количество прокаленного антрацита.

Подытоживая сказанное, можно заключить, что добавлением к шихте перовскита (или двуокиси титана) можно задержать восстановление значительной части железа, увязав его в шлак.

Этот метод плавки может быть рекомендован в тех случаях когда: 1) восстановление окислов, сопутствующих железу, начинается раньше, чем наступает диссоциация ильменита и 2) двуокись титана не образует трудно восстанавливаемых соединений с ценными металлами, входящими в состав исходного материала.

При этом в каждом отдельном случае необходимо подбирать оптимальные количества восстановителя, а также перовскита (или двуокиси титана) во избежание образования больших масс шлака.

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Химический Институт
 и Каф. эл. термии Ленинградского
 Химико-технологического Института

(Поступило в редакцию 14.I.1943).

მეტალურგია

მ. მაქსიმენკო და გ. მიქელაძე

რკინის ალდგენა ტიტანის ორჟანგის თანდასწრებით
 ელექტროდნობის დროს

რეზუმე

მადნების ან წილის აღდგენისას, როდესაც რკინის დიდ რაოდენობასთან ერთად მათში მოიპოვება გარკვეული რაოდენობა უფრო ძვირფასი ლითონებისა, ხშირად საჭიროა რკინის აღდგენის შეფერხება, რათა აღდგენის შედეგად მიღებულ ლითონში გაზრდილ იქნას სხვა შემცველი კომპონენტების კონცენტრაცია.

წინამდებარე შრომის ჩატარების შედეგად, ტიტანის ორჟანგის ანდა პეროვსკიტის (CaOTiO_2) დამატებისას ძნელად აღსადგენ ილმინიტის (FeOTiO_2) წარმოშობის საშუალებით, ჩვენ მივალწიეთ რკინის აღდგენის საგრძნობ შეფერხებას.

დნობის დროს გამოსავალ პროდუქტად აღებულ იქნა წილის 2 ნიმუში. ნიმუშები ძირითადად შეიცავდნენ FeO —64,58 პროც., SiO_2 —17,35 პროც.—ნიმუში № 1 და FeO —57,0 პროც., SiO_2 —25,3 პროც.—ნიმუში № 2.

დნობა ჩატარდა მაღალი სიხშირის ლაბორატორიულ ლუმელში. ტიტანის ორქანგის დამატება ხდებოდა 5, 10, 15 და 20 პროცენტის რაოდენობით (გამოსავალი მასალის წონიდან). აღმდგენელად ვიხმარეთ ქროლად ნივთიერებებისაგან განთავისუფლებული ანთრაციტი გამოსავალი მასალის წონის 10 პროცენტის რაოდენობით.

კაზმში TiO_2 -ის რაოდენობის მომატებასთან ერთად აღდგენილ ლითონში გადადიოდა რკინის უფრო და უფრო მცირე რაოდენობა. ასე, მაგალ., კაზმში TiO_2 -ის 20 პროცენტის შემცველობისას გამოსავალ მასალიდან მხოლოდ 33 პროც. რკინა აღდგა. დანარჩენი რაოდენობა წიდაში აღუდგენელი სახით დარჩა.

დნობის შედეგად მიღებული წილის პეტროგრაფიულმა ანალიზმა გამოავლინა, რომ მასში მოიპოვება დაახლოებით 25 პროც. ილმინიტი.

ცდების მეორე რიგი პეროვსკიტზე იქნა ჩატარებული. ეს უკანასკნელი კაზმში 20 და 40 პროცენტის რაოდენობით ემატებოდა, ხოლო აღმდგენელის რაოდენობა 4 პროცენტამდე იქნა შემცირებული. ამ დნობის შედეგად აღდგენილ ლითონში რკინის დაახლოებით 8 პროც. გადადიოდა, დანარჩენი წიდაში რჩებოდა. მიღებული წილების პეტროგრაფიულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ისინი დაახლოებით 40—45 პროც. ილმინიტს და 50 პროც. Ca-Fe ორთოსილიკატს შეიცავენ.

ცდების მეორე რიგში გაცილებით უკეთეს შედეგებს მივაღწიეთ. შესაძლოა, რომ წილებში რკინის შეჩერებას, ილმინიტის გარდა, ოლივინის ტიპის Ca-Fe ორთოსილიკატის წარმოშობაც უწყობს ხელს. უეჭველია, დადებითი როლი იმანაც შეასრულა, რომ უშუალოდ კაზმში აღმდგენელი ნაკლები რაოდენობით ემატებოდა.

ზემონათქვამი უფლებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ კაზმში პეროვსკიტის (ან ტიტანის ორქანგის) დამატებით შესაძლოა რკინის საგრძნობი ნაწილის აღდგენის შეჩერება.

დნობის ამ ხერხის გამოყენება მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, როდესაც: 1) რკინის თანმზღლები ჟანგულების აღდგენა უფრო ადრე იწყება, ვიდრე ილმინიტის დისოციაცია და 2) ტიტანის ორქანგი არ წარმოშობს ძნელად აღსადგენ ნაერთებს იმ საგულისხმო ლითონებთან, რომელნიც გამოსავალ პროდუქტში მოიპოვებთან. ამასთან ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში აუცილებელია აღმდგენელის და აგრეთვე პეროვსკიტის (ან ტიტანის ორქანგის) ოპტიმალური რაოდენობის შერჩევა, რათა აცილებულ იქნას წილის დიდი რაოდენობით წარმოშობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი

და ლენინგრადის ქიმიურ-ტექნოლოგიური ინსტიტუტის

ელექტროთერმიის კათედრა



МИНЕРАЛОГИЯ

Т. Д. БАГРАТИШВИЛИ

К КРИСТАЛЛОГРАФИИ БАРИТОВ КУТАИССКОГО РАЙОНА

Месторождения барита в Грузии сосредоточены главным образом в ее западной части—Кутаисском районе.

Несмотря на достаточную известность этих месторождений с практической точки зрения, их основательное минералогическое изучение до сих пор не проводилось. Нами делается попытка восполнить этот пробел в части, касающейся кристаллографического описания, и то лишь для весьма ограниченного количества месторождений.

Материалом для данной работы послужили личные сборы, проведенные в 1940 году на участках месторождений близ селений Жонети и Цицларис-Хеви Кутаисского района. Сбор материала затруднялся редкостью пригодных для измерения кристаллов барита.

Кристаллы барита встречаются или в пустотах жил или же в пустотах вмещающих пород близ зальбандов; они в большинстве случаев крупного размера (от 5 до 30 мм и больше в длину), таблитчатые, редко призматические. Пластинчатые кристаллы нередко сгруппированы в розеты. Среди них удобные для измерения медкие кристаллы встречались редко. Кристаллы часто желтоватых тонов, что вызвано незначительными примесями гидроокислов железа. Чистые водяно-прозрачные разновидности встречались редко. Ввиду срастания отдельных кристаллов, их разделение было связано с известными трудностями; тонкие и хрупкие кристаллы легко ломались при извлечении.

Из большого количества материала удалось освободить до 40 кристаллов, но многие из них оказались для измерения непригодными, либо вследствие присутствия тесных параллельных срастаний, либо ввиду плохого качества граней. Несмотря на это под лупой они были просмотрены и представляли полную аналогию с описанными ниже кристаллами. Измерению подверглись двенадцать кристаллов. Из них по Жонетскому участку—15 кристаллов и Цицларис-Хевскому—5 кристаллов.

Измерения производились на двукружном гониометре системы Гольдшмидта [1]. При измерениях нами была принята наиболее рациональная установка кристаллов барита, принадлежащая Гаюи, Гольдшмидту и Дана. Работы этих авторов подробно реферированы Herschenz'ом [2]. По этой уста-

новке совершенная спайность барита совпадает с плоскостью, параллельной $C(001)$. Обозначения форм приняты по Гольдшмидту [3]. Отношение осей общепринятое: $a=0,8152$, $b=1$, $c=1,3136$. Измерение двадцати кристаллов дало нам возможность установить наличие следующих форм:

Форма	$C(001)$ наблюдалась	16 раз	Форма $m(110)$	наблюдалась	9 раз
"	$b(010)$	"	9	"	1 "
"	$a(100)$	"	6	"	1 "
"	$o(011)$	"	12	"	1 "
"	$w(106)$	"	2	"	1 "
"	$l(104)$	"	16	"	3 "
"	$g(103)$	"	7	"	1 "
"	$e(308)$	"	1	"	7 "
"	$h(23024)$	"	2	"	1 "
"	$u(101)$	"	13	"	1 "
"	$D(302)$	"	1	"	1 "
"				"	$\gamma(120)$
"				"	$v(115)$
"				"	$q(114)$
"				"	$f(113)$
"				"	$r(112)$
"				"	$\zeta(111)$
"				"	$N(230)$
"				"	$N_1(6911)$
"				"	$N_2(697)$
"				"	$N_3(461)$

Данные измерений и вычислений приводятся в нижеследующей таблице.

Обозначения	Индексы	Измерено		Вычислено	
		φ	ρ	φ	ρ
C	001	$0^{\circ}00'$	$0^{\circ}00'$	—	—
b	010	$0^{\circ}09' - 0^{\circ}15'$	$89^{\circ}24' - 90^{\circ}42'$	$0^{\circ}12'$	$90^{\circ}03'$
a	100	$90^{\circ}00' - 90^{\circ}18'$	$90^{\circ}01' - 90^{\circ}23'$	$90^{\circ}09'$	$90^{\circ}12'$
o	011	$0^{\circ}00' - 1^{\circ}03'$	$52^{\circ}08' - 53^{\circ}40'$	$0^{\circ}32'$	$52^{\circ}54'$
w	106	$89^{\circ}37' - 90^{\circ}20'$	$14^{\circ}56' - 15^{\circ}20'$	$89^{\circ}59'$	$15^{\circ}08'$
l	104	$87^{\circ}03' - 92^{\circ}13'$	$20^{\circ}53' - 22^{\circ}54'$	$89^{\circ}56'$	$21^{\circ}54'$
g	103	$89^{\circ}36' - 91^{\circ}47'$	$26^{\circ}56' - 30^{\circ}01'$	$90^{\circ}39'$	$28^{\circ}28'$
e	308	$89^{\circ}41'$	$30^{\circ}54'$	$89^{\circ}41'$	$30^{\circ}54'$
d	102	$88^{\circ}50' - 91^{\circ}33'$	$36^{\circ}33' - 41^{\circ}47'$	$90^{\circ}11'$	$39^{\circ}05'$
h	23024	$90^{\circ}00' - 90^{\circ}18'$	$56^{\circ}56' - 57^{\circ}03'$	$90^{\circ}09'$	$56^{\circ}59'$
u	101	$89^{\circ}28' - 90^{\circ}52'$	$58^{\circ}05' - 59^{\circ}31'$	$90^{\circ}09'$	$58^{\circ}48'$
D	302	$90^{\circ}30'$	$67^{\circ}24'$	$90^{\circ}30'$	$67^{\circ}24'$
v	115	$50^{\circ}15'$	$22^{\circ}01'$	$50^{\circ}15'$	$22^{\circ}01'$
q	114	$50^{\circ}38'$	$27^{\circ}31'$	$50^{\circ}38'$	$27^{\circ}31'$
f	113	$51^{\circ}12'$	$34^{\circ}41'$	$51^{\circ}12'$	$34^{\circ}43'$
r	112	$50^{\circ}38' - 50^{\circ}54'$	$44^{\circ}01' - 46^{\circ}47'$	$50^{\circ}46'$	$45^{\circ}28'$
ζ	111	$50^{\circ}38' - 63'$	$63^{\circ}32'$	$50^{\circ}38'$	$63^{\circ}32'$
m	110	$51^{\circ}17' - 50^{\circ}39'$	$90^{\circ}00'$	$50^{\circ}58'$	$90^{\circ}00'$
γ	120	$31^{\circ}40'$	$56^{\circ}53'$	$31^{\circ}40'$	$56^{\circ}53'$
N	230	$37^{\circ}26' - 40^{\circ}31'$	$89^{\circ}44' - 91^{\circ}00'$	$38^{\circ}59'$	$90^{\circ}23'$
N_1	6911	$38^{\circ}56'$	$34^{\circ}23'$	$38^{\circ}56'$	$34^{\circ}23'$
N_2	697	$38^{\circ}50'$	$47^{\circ}36'$	$38^{\circ}50'$	$47^{\circ}36'$
N_3	461	$38^{\circ}15'$	$78^{\circ}08'$	$38^{\circ}15'$	$78^{\circ}08'$

На основании данных измерений и вычислений нами построена гномоническая проекция (рис. 1), по которой по методу Гольдшмидта-Ферсмана [7] вычерчены кристаллы (рис. 2, 3, 4, 5).

Преобладающими по развитию из вышеназванных форм оказываются $C(001)$, $o(011)$, $d(102)$ и $l(104)$.

$C(001)$ представлен ровными блестящими гранями, дающими прекрасные одиночные сигналы.

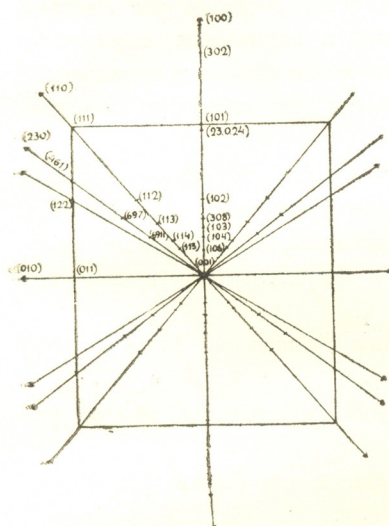


Рис. 1.

$o(011)$ —хорошо развитая на всех кристаллах форма. Однако, грани ее не всегда хорошо сохранены; в редких случаях они разведены, а иногда покрыты матовой желтоватой корочкой барита; в таких случаях они дают сигналы низкого качества.

$d(102)$ и $l(104)$ —развиты на всех кристаллах хорошо, причем первая обычно преобладает в развитии. На более крупных кристаллах наблюдается обратное соотношение. Иногда удается проследить, как постепенно (104) вытесняет форму (102) . Обе формы дают прекрасные одиночные сигналы, связанные изредка между собой лучом роста. Из других форм заслуживают внимания: $m(110)$ —очень хорошо развитая призма, всегда встречающаяся вместе с

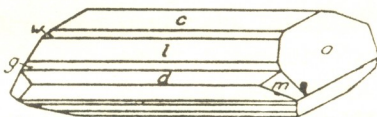
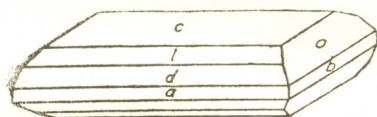


Рис. 2, 3.

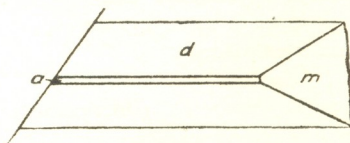
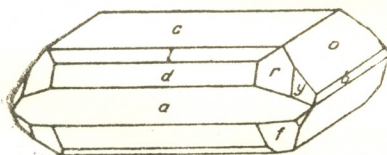


Рис. 4, 5.

$d(102)$, $u(101)$ и $a(100)$ —часто наблюдаемые формы, представленные узкими блестящими полосками с слабым рефлексом. Все остальные формы встречаются редко, но хорошо образованы. Среди редких форм нами вычислены и измерены следующие:

- $N_1(6911) - \varphi = 38^\circ 56', \varrho = 34^\circ 23'$
- $N_2(697) - \varphi = 38^\circ 50', \varrho = 47^\circ 36'$
- $N_3(461) - \varphi = 38^\circ 15', \varrho = 78^\circ 08'$

Указанные обозначения приняты нами.

Просмотр литературы и справочников [1, 3, 4, 5, 6] показал, что эти формы нигде не упоминаются и потому они с известной долей вероятности могут считаться новыми, впервые обнаруженными на месторождениях грузинских баритов. Категорическое утверждение их новизны мы считаем преждевременным, так как они наблюдались лишь в единичных случаях и дело требует в дальнейшем проверки. Господствующие формы и относительные размеры граней этих форм позволяют выделить два габитуса кристаллов барита наших месторождений:

1. Таблитчатый—с преобладающим развитием форм $C(001)$, $a(011)$, $l(102)$ и $d(104)$ и удлиненных по оси y (см. рис. 2). На рис. 3 и 4 изображены более богатые формами кристаллы, образованные главным образом вышеназванными господствующими формами; они имеют тот же таблитчатый габитус.

2. Призматический—с преобладающим развитием форм $d(102)$ и $m(110)$, также удлиненных по оси y (рис. 5).

Суммируя данные измерений баритов Кутаисского района, можно установить следующее:

1. Кристаллы обладают богатством характерных для барита форм, развитых достаточно полно и хорошо сохранившихся.
2. Измерены и вычислены новые формы $N_1(6911)$, $N_2(697)$, $N_3(461)$, требующие контроля и утверждения.
3. Выделены кристаллы двух габитусов:
 - а) таблитчатые;
 - б) призматические.
4. Установленный габитус для кристаллов барита Кутаисского района является обычным и для многих других месторождений барита.

Академия Наук Грузинской ССР
 Институт геологии и минералогии
 Отдел минералогии
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 20.I.1943)

მინერალოგია

თ. ბაგრატიშვილი

ქუთაისის რაიონის ბარიტების კრისტალოგრაფიისათვის

რეზუმე

ავტორს მოჰყავს ქუთაისის რაიონის სოფლების ჟონეთისა და წიფლარის ხევის უბნების ბარიტის კრისტალთა გაზომვის შედეგები.

როგორც აღნიშნული უბნებისთვის, ისე საქართველოს ბარიტის სხვა საბადოებისათვის ამგვარი ხასიათის გამოკვლევა ჩატარებულ იქნა პირველად.

შესასწავლ ბარიტის კრისტალთა სიმრავლიდან გასაზომად შერჩეულ და გაზომილ იქნა არეკლვით გონიომეტრზე ბარიტის 20 ტიპური კრისტალი.

ამ გაზომვის შედეგად შედგენილია ვნომონიური გეგმილი (ნახაზი 1), რის მიხედვითაც აგებული იქნენ კრისტალები (ნახაზები 2, 3, 4 და 5).

როგორც ნახაზებიდან ჩანს, ჟონეთის და წიფლარის ხევის ბარიტის კრისტალებისათვის დამახასიათებელია ფირფიტისებრივი (ნახ. 2, 3, 4) და პრიზმატული (ნახ. 5) ჰაბიტუსი.

აღსანიშნავია ბარიტის კრისტალთა წაგრძელება y ღერძის გასწვრივ.

ნახაზებზე არ არის დატანილი ახალი ფორმები ინდექსებით $N_1(6911)$, $N_2(697)$ და $N_3(461)$, გაზომილი და გამოთვლილი პირველად. ეს ფორმები უცნობია ლიტერატურაში [1, 3, 4, 5, 6], მაგრამ რადგან შემჩნეულნი არიან მხოლოდ ერთეულ შემთხვევებში, მათი, როგორც ახალი ფორმების, საბოლოოდ დადგენა მოითხოვს დამატებითი საბუთების შეგროვებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიის და მინერალოგიის ინსტიტუტის
მინერალოგიის განყოფილება
თბილისი

MINERALOGY

ON THE CRYSTALLOGRAPHY OF BARYTES OF THE KUTAISSI REGION

By T. BAGRATISHVILI

Summary

In the present note the author reports the results of measurements made on baryte crystals of the Kutaisi region (Jonety and Ziplarishevy districts, Georgian SSR). For Georgian barytes these measurements were carried out for the first time.

Among a great number of baryte crystals twenty typical crystals were chosen and measured in the reflecting goniometer.

As the drawings show the baryte crystals of the mentioned districts possess a characteristic tabular (Fig. fig. 2, 3, 4) and prismatic (Fig. 5) habit.

A lengthening of the baryte crystals along the y -axis has been observed.

The new forms with the indices $N_1(6911)$, $N_2(697)$, $N_3(461)$, unknown in the literature [1, 3, 4, 5, 6], are omitted in our drawings. These forms having been established on our crystals but very rarely their definite determination requires supplementary studies.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
Institute of Geology and Mineralogy
Section of Mineralogy
Tbilissi

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა—REFERENCES

1. Goldschmidt. Index der Kristallformen der Mineralien. Band I, 1886.
 2. Herschens. Zeitschr. f. Naturwiss., LXI, H. 2, Sep. Abdr., 7, 1888.
 3. Goldschmidt. Kristallographische Winkeltabellen, 1897.
 4. Dana. First Append. to the Dana's Syst. of miner., 1899.
 5. Самойлов. Материалы к кристаллографии барита. 1900.
 6. Goldschmidt. Atlas der Kristallformen. Tafeln und Text, Band, I. 1913.
 7. Э. М. Бонштедт. Руководство по измерению и вычислению кристаллов по методу Гольдшмидта. 1934.
-

Е. А. МАКАРЕВСКАЯ и К. М. ИЛУРИДЗЕ-МОЛЧАН

РАСТВОРИМАЯ ФОРМА КАТАЛАЗЫ В ЧЕРЕНКАХ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Исследуя фермент каталазу у виноградных черенков в период хранения и стратификации [6], мы определяли не только изменение активности или, вернее, содержания всего фермента в целом, общую каталазу, но также анализировали отдельно и ее составную часть—растворимую каталазу. Согласно Вильштеттеру, часть фермента легко переходит в водный раствор, другая часть находится в прочной связи с протоплазмой; растворимую часть фермента он называет лио-энзимом, нерастворимую—десмо-энзимом [8]. Согласно Опарину, нерастворимая форма фермента может быть обнаружена или при помощи вакуум-инfiltrации непосредственно в живую ткань растения веществ, пригодных для выявления работы данного фермента, или лишь после элюирования фермента в раствор [1, 9, 10]. Такой же по существу нерастворимой формой является и «инактивная» форма каталазы в понимании Сунсона и Джемса, Болса и Хела [11].

Нилова разделяет формы каталазы просто при помощи фильтрования. В фильтрате аналитической взвеси ткани определяется растворимая форма (лио-каталаза), нерастворимая (десмо-каталаза) получается вычетом растворимой из общей суммы показателей фермента у нефилtrованной взвеси.

Фильтрование мы заменили центрифугированием. К анализу материал подготавливался по прежней методике [2, 5]. Активность каталазы определялась в междуузлии под узлом газометрически при 30°C с 10%-й H_2O_2 ; 5 мл взвеси шло на определение общей активности, 5 мл сейчас же, без настаивания, центрифугировалось в течение 10 минут¹ при 2000 оборотах, и в фугате также определялась активность фермента. Раствор, полученный после центрифугирования, был всегда более или менее мутноватый (также и после 20-минутного). В растворе, таким образом, оставались мельчайшие неосажденные частицы, так что термин «растворимая форма» в данном случае относителен. Показатель содержания нашей лио-каталазы характеризует более всего состояние дисперсности растертого для анализа материала, дающего при одинаковых условиях растирания, как видно, взвесь

¹ Уже после 5-минутного центрифугирования материал в редком случае дает изменение при дальнейшем осаждении, но для предосторожности все же осаждение производили в течение 10 минут.

разной дисперсности и различно осаждающуюся. Возможно, что на осаждение влияет и различное соотношение количеств коллоидных веществ материала и их стабилизаторов [7].

Материалом служили различно сохранявшиеся черенки виноградной лозы привойного сорта Ркацители и подвойного 101-14 [6].

Ранее мы указывали, что у материала, хранившегося в подвале (при 8°C), в период хранения наблюдается большее процентное содержание лио-каталазы (от общего содержания каталазы) в сравнении с материалом, хранившимся в холодильнике (при -3°C) [6]. Но, так как материал анализировался не от начала хранения, то оставалось неясным, за счет чего существует эта разница: возрастает ли в одном

Процентное содержание
лио-каталазы

Таблица 1

Сорт	Х р а н е н и е		
	Начало января	М а р т	
		ХОЛО- ДИЛЬНИК	ПОДВАЛ
Ркаци- тели 101-14	26	30	37
	27	32	41

случае хранения растворимая форма, или, наоборот, расходуется в другом, или полученная нами картина есть результат изменений в обоих направлениях. Настоящее наблюдение показывает, что после хранения в течение 2¹/₂ месяцев процентное содержание лио-каталазы немного увеличивается при температуре ниже нуля и определенно возрастает для хранения при 8° (табл. 1). В зависимости от материала, при его подсушивании процент лио-каталазы увеличи-

вается либо уменьшается в конце хранения (фиг. 1 и 2). Продолжительность мочки изменяет процентное содержание лио-каталазы (табл. 2).

Процентное содержание
лио-каталазы при выма-
чивании черенков

Таблица 2

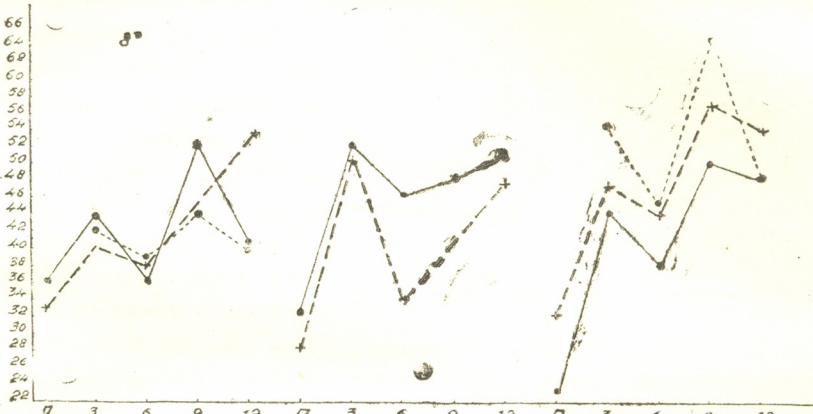
Сорт	Температу- ра хранения в °С	Продолжитель- ность мочки в часах	
		24	47
		% лио-каталазы	
Ркаци- тели	8	24	33
	3	24	31
	-3	15	32
101-14	8	27	25
	3	—	40
	-3	27	30

После хранения, черенки были привиты и заложены для каллюсообразования в теплицу⁽¹⁾, при этом, процент лио-каталазы в них увеличивается. Наибольшее увеличение наблюдалось для хранения при сравнительно низких температурах (фиг. 1, 2, 3). При анализах на 3, 6, 9 и 12-й дни у подсушенного⁽²⁾ материала наибольший подъем каталазы замечен к 9—12 дню теплицы; у аналогичного не подсушенного материала, когда есть данные полного анализа, ход изменений такой же. В большинстве случаев к концу тепличного периода

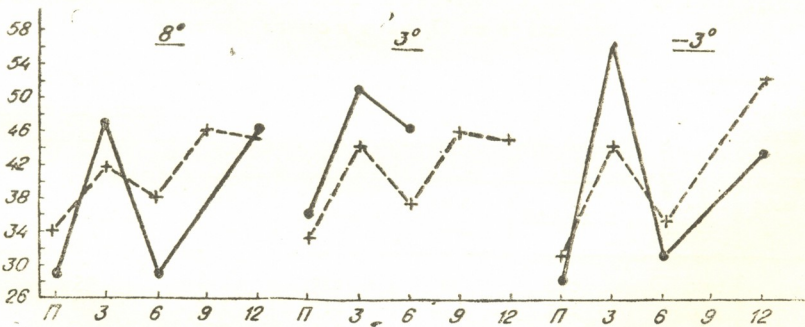
⁽¹⁾ Прививки были автопластичными, срезанный верхний узел с почкой насаживался на остаточную часть междоузлия, в прививку входило только одно междоузлие. Температура теплицы 29°C.

⁽²⁾ Перед прививкой часть материала была вынута из влажного песка (10—80% влажности) и проветрена в течение 6 дней в подвале при 12°C.

процентное содержание лио-формы больше в подсушенном материале (фиг. 1 и 2). Увеличение лио-формы происходит в первые же дни теплицы и, повидимому, для известного материала максимальный подъем процента лио-каталазы отмечен именно в эти дни (фиг. 1, Ркацители из хранения при 3°).



Фиг. 1. Процентное содержание лио-каталазы у черенков Ркацители. По оси абсцисс—число дней тепличного периода. По оси ординат—содержание фермента в процентах. Влажный материал под узлом верхним —; под нижним...; подсушенный материал под верхним узлом --- П—содержание перед прививкой (после хранения).

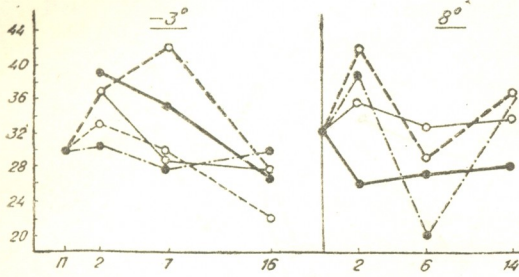


Фиг. 2. Процентное содержание лио-каталазы у черенков 101-14. Обозначения те же, что на фиг. 1.

К концу тепличного периода (к 16—14-му дню) процент лио-каталазы в общем снижается (фиг. 3) [5].

Процентное увеличение лио-фермента в тепличный период по сравнению с дотепличным происходит на фоне увеличения содержания обеих форм каталазы (изменение соотношения). Временное снижение процентного содержания лио-каталазы к 6-му дню хранения в теплице вызывается как изменением соотношения в содержании десмо- и лио-формы, при общем

уменьшении содержания обеих (хранение при 8°), так и снижением абсолютного количества растворимой формы при слегка уменьшающейся нерастворимой (хранение при 3°); это снижение наблюдается также и за счет небольшого увеличения количества нерастворимой формы при мало меняющемся содержании растворимой (хранение при -3°) (табл. 3, фиг. 1, 6-й день).



Фиг. 3. Процентное содержание лио-катализы у черенков Ркацители. Абсциссы и ординаты выражают то же, что на фиг. 1-й. Влажный материал —●—, 48-часовая мочка —; без мочки —·—; сухой материал —○—; 48-часовая мочка —

12 " " — — —
 3 " " — — —

Интересно сопоставить величину процентного содержания лио-катализы с дыханием аналогичного материала. Между дыханием и активностью общей катализы в тепличный период наблюдается обратная связь, дыхание в большинстве случаев повышается к 9—12-му дню, активность же катализы, наоборот, к этому времени падает (табл. 5) [6].

Сопоставляя кривые энергии дыхания [6] с кривыми процентного содержания лио-катализы, получаем в общем совпадение их хода (повышение к 9—12-му дню),

Соотношение десмо- и лио-катализы в черенках Ркацители (активность в мл O_2 на 1 г сухого вещества)

Таблица 3

Продолжительность пребывания материала в теплице (в днях)	Форма фермента	Температура хранения в $^{\circ}C$ и влажность материала					
		8		3		-3	
		влажный	подсушенный	влажный	подсушенный	влажный	подсушенный
3	лио	118	94	125	118	95	75
	десмо	145	136	117	117	120	85
	общая	263	230	242	235	215	166
6	лио	60	60	98	59	80	74
	десмо	106	92	111	114	120	91
	общая	166	152	209	173	200	165
9	лио	85	—	66	—	68	61
	десмо	78	—	65	—	68	40
	общая	163	—	131	—	136	101
12	лио	64	46	66	49	72	62
	десмо	92	38	62	45	80	57
	общая	156	84	128	94	152	119

но точной корреляции в отношении всего материала не наблюдается. Так, например: в интервале 3 и 6-го дня тепличного периода прямой связи между ди-

намикой дыхания и процентным изменением лио-каталазы не обнаруживается, именно, процент лио-каталазы во всем материале снижается (фиг. 1), а дыхание в большинстве случаев повышается [6]. В данном случае подъем дыхания совпадает или с абсолютным увеличением или с относительной стабилизацией десмоформы, а это замечается только у материала, хранившегося при более холодных температурах (при 3 и -3°) (табл. 3) [6].

Материал, хранившийся при более холодных температурах, сравнительно с хранившимся при 8° , значительно лучше окореняется в теплице, и чем ниже была температура хранения, тем окоренение лучше [3, 4]. Распускание почек у многих сортов, в том числе и у Ркацители, наоборот, задерживается в материале, хранившемся при температуре ниже нуля. Соответственно этому в материале из подвала и холодильника различно соотношение процентного содержания лио-каталазы под верхним и нижним узлами прививочного черенка. Именно, процент лио-каталазы в материале из хранения при 8° выше у верхнего узла (в привое с почкой), в материале же из хранения при -3° он значительно выше под нижним узлом автопластичной прививки (окорененная часть подвоя), т. е. в каждом случае процентное содержание лио-каталазы больше в том участке, где интенсивнее идет распускание почек либо окоренение (фиг. 1). Также под верхним и нижним узлами различно и процентное содержание воды (определявшееся в растертом рашпилем материале, предназначенном для определения ферментов), именно, оно больше в хорошо окореняющемся материале холодильника у нижнего узла, а в материале, быстро распускающем почки—у верхнего узла. В сравнении с материалом, хранившимся в подвале, у материала из холодильника участок междоузлия под нижним узлом влажнее, а под верхним—суше (табл. 4).

Что касается общей каталазы (растворимая + нерастворимая), то показатели ее в материале, хранившемся в подвале и в холодильнике, больше под нижним узлом. На 3-й и 6-й дни разница между активностью верхнего и нижнего узлов большая у материала, хранившегося в подвале; на 9-й день разница значительно большая у материала из холодильника. На 12-й день в обоих материалах активность становится большей под верхним узлом (табл. 5).

Итак, самая большая (из наблюдаемых в опыте) разница в активности каталазы под верхним и нижним узлами имела у хорошо окореняющегося материала, хранившегося в холодильнике (на 9-й день).

Процентное содержание воды в черенках Ркацители

Таблица 4

Продолжительность хранения материала в теплице (в днях)	Температура хранения в $^{\circ}\text{C}$ и материал			
	8		-3	
	под узлом		под узлом	
	верх- ним	ниж- ним	верх- ним	ниж- ним
3	83	74	78	86
6	84	104	78	67
9	86	86	86	101
12	90	61	78	92
Среднее	86	81	80	87

Что касается корреляции содержания лио-каталазы с жизнедеятельностью побега, то она обнаруживается еще в следующих опытах. На фигуре 3-й видно, что наибольшее процентное содержание лио-каталазы у черенков 12-часовой и наименьшее у 3-часовой мочки в сухом⁽¹⁾ материале. Во влажном варианте (-3°) определенно большее процентное содержание лио-каталазы наблюдается при 48-часовой мочке, меньшее в черенках без мочки.

Активность каталазы в мл O_2 на 1 г сухого вещества

Таблица 5

Продолжительность хранения материала в теплице (в днях)	Температура хранения в $^{\circ}C$ и материал					
	8			-3		
	под узлом		Разница между верхним и нижним узлами	под узлом		Разница между верхним и нижним узлами
	верхним	нижним		верхним	нижним	
3	263	315	52	215	245	30
6	166	200	34	200	200	0
9	163	183	20	136	222	86
12	156	130	-26	145	121	-24
Среднее	187	207	20	174	197	23

При сопоставлении кривых содержания фермента с таблицей 6 видно, что в общем содержание лио-каталазы коррелирует с ростом побегов⁽²⁾ (фиг. 3, табл. 6). Исключение составляет влажный материал, хранившийся в подвале. В этом материале хотя содержание лио-каталазы на 6-й день в черенках без мочки значительно ниже, чем в черенках 48-часовой мочки, все же в остальные сроки анализа содержание фермента выше у невымоченного материала, развитие же побегов у него определенно задержано (фиг. 3, табл. 6). Это исключение, вероятно, объясняется тем, что в материале 48-часовой мочки было очень много загнивших глазков и для анализа нельзя было подобрать хороший материал в достаточном объеме (табл. 6).

Рост молодых побегов Ркацители в теплице (14-й день)

Таблица 6

Вариант	Продолжительность мочки (в часах)	Температура хранения в $^{\circ}C$				погибших глазков %
		-3		8		
		Длина побегов в см		Длина побегов в см		
		средняя	максимальная	средняя	максимальная	
Сухой	48	7	9,5	6,2	11,5	—
	12	7,2	13	7,1	11	—
	3	4,6	9,5	—	—	—
Влажный	48	7,6	12,5	7	13	55
	Без мочки	4,8	9,5	4	9,5	30

⁽¹⁾ «Сухой» — хранившийся до прививки при 5—3% влажности песка, «влажный» — хранившийся при 10—7% влажности песка.

⁽²⁾ В данном случае каталаза анализировалась только в части междоузлия под верхним узлом, потому фермент и сопоставляется только с ростом молодых побегов, а не с развитием корней (см. выше, стр. 339).

В в о д ы

1. При исследовании связи энергии дыхания с активностью каталазы следует обратить внимание на роль растворимой и нерастворимой форм фермента в процессе дыхания.

2. Процентное содержание лио-каталазы в виноградных черенках является более «чутким»⁽¹⁾ показателем жизнедеятельности, чем общее содержание каталазы.

3. Процентное содержание лио-каталазы коррелирует с внешним проявлением жизнедеятельности черенков (рост и развитие корней, побегов и т. д.); оно меняется также и в условиях внешне ничем не проявляемой жизнедеятельности, например, при вымачивании материала.

4. В условиях скрытой жизнедеятельности показатель растворимой каталазы, повидимому, может быть использован для суждения о наилучшей подготовленности черенков к окоренению (превалирование лио-каталазы у базиса междоузлия), или, наоборот, к распусканию почек (превалирование лио-каталазы у апекса междоузлия).

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Ботанический Институт

(Поступило в редакцию 28.1.1943)

ბოტანიკა

მ. მაპაროვსკაია და ძ. ილუბრიძე-მოლჩანი

კატალაზის ხსნადი ფორმა ვაზის კალაშში

რეზუმე

გამოკვლევა წარმოებდა ვაზის კალაშებზე, რომელთა ერთი ნაწილი ცდამდე ინახებოდა სარდაფში 8°C, მეორე ნაწილი კი მაცივარში—3° ტემპერატურის პირობებში. შესწავლილ იქნა აგრეთვე ფერმენტის ცვლილება დალბობის პირობათა და სათბურის სტრატეფიკაციის ქმედებასთან დაკავშირებით.

გამოკვლევის მონაცემების საფუძველზე ავტორები დაასკვნიან შემდეგს:

1. კატალაზის აქტივობის და სუნთქვის ენერჯის შორის არსებული კავშირის შესწავლის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს ფერმენტ კატალაზის ხსნად და უხსნად ფორმას.

2. ფერმენტის ხსნადი ფორმის პროცენტულ შემადგენლობას პირდაპირი კორელატური კავშირი აქვს მასალის ცხოველ ქმედების გარე (ზრდა, განვითარება) გამოვლინებასთან. იგი იცვლება აგრეთვე ლერწვის დალბობის დროს. უკანასკნელ შემთხვევაში ხსნადი ფორმის კატალაზის მაჩვენებლები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ვეგეტატიური გამრავლების დროს მასალის საუკეთესო მდგომარეობის პროგნოზისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

⁽¹⁾ Словом «чуткий» впервые охарактеризован признак у Н. П. Кренке в его «Теории циклического старения и омоложения растений».

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. А. Л. Курсанова. Применение метода вакуум-инфльтрации для количественного определения синтезирующего и гидролизующего действия инвертазы в живых растительных тканях. Биохимия, 1, 3, 1936.
2. Е. А. Макаревская. Активность каталазы у побегов виноградной лозы. Сообщения Груз. Фил. АН ССР, т. I, № 5, 1940.
3. Е. А. Макаревская. Влияние холодного предпрививочного хранения на выход виноградных прививок (рукопись), 1941.
4. Е. А. Макаревская. Опыт хранения виноградных побегов. Виноделие и Виноградарство СССР, 4 и 10, 1940.
5. Е. А. Макаревская и К. М. Илуридзе-Молчан. Каталаза виноградных побегов в период хранения и срастания. Доклады АН СССР, 26, 5, 1940.
6. Е. А. Макаревская, К. М. Илуридзе-Молчан и М. Л. Чрелашвили. Дыхание виноградных черенков, активность каталазы и пероксидазы в период хранения и тепличной стратификации (рукопись), 1942.
7. А. Н. Михайлов. Коллоидная химия танинов. Москва, 1935.
8. В. П. Нилова. К методике определения ферментов в растительных тканях. I. Каталаза. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., серия 3, 14, 1936.
9. А. И. Опарин. Значение инвертазы корня в процессе сахаронакопления у различных сортов сахарной свеклы. Биохимия, 2, 2, 1937.
10. А. И. Опарин. Ферментная система у растений. Известия АН СССР, 3, 1937.
11. В. D. Ezell and F. Gerhardt. Respiration and oxydase and catalase activity of apple and pear fruits. J. of agricult. researches, 56, 5, 1938.



მ. ილ-შრიძე-მოლჩანი

მცნობის და საძირის გავლენა ფოთლის სტრუქტურაზე

ზრდა-განვითარების პირობები სხვადასხვანაირად მჟღავნდება რა მცენარის ბიოქიმიურ და ფიზიოლოგიურ თვისებებში და მის ანატომიურ აღნაგობაში, პირველ რიგში მოქმედებენ ფოთლის, როგორც უფრო პლასტიკურ ორგანოს, შინაგან ორგანიზაციაზე.

მკვლევართა მთელი რიგის მიერ [1, 2, 4, 6, 10] დადგენილია ფოთლის სტრუქტურულ ცვლილებათა მჭიდრო კავშირი გარემოს გავლენასთან.

მცნობის დროს გარემოს გავლენის გარდა ადგილი აქვს აგრეთვე ორი ორგანიზმის ურთიერთ ზემოქმედებას. ამ შემთხვევაში ერთმანეთს უკავშირდება სხვადასხვა სახის გენოტიპები, რომლის დროსაც წარმოიშობა მრავალი სახის ზეგავლენა, რომელიც ურთიერთზე ერთდროულად მოქმედებს (ცალკეულ მოვლენათა ინტერფერენცია) [14], რის გამოც ამ თავისებურებათა ურთიერთ შეხამებასთან დაკავშირებით განისაზღვრება როგორც ფიზიოლოგიური პროცესების, ისე ანატომიური აღნაგობის ცვლილებათა წარმართვა.

გამოკვლევის მიზანს შეადგენდა მცნობისა (ქირურგიული ქმედება) და საძირის უშუალო ზეგავლენით გამოწვეულ ვაზის ფოთლის სტრუქტურულ ცვლილებათა შესწავლა.

საცდელ ობიექტად აღებული იქნა ვაზის (სანამყენე) ქართული ჯიშებიდან — რქაწითელი, საფერავი (აღმოსავლეთ საქართველო), ციცკა, ცოლიკაური, ალექსანდრეული, ჩხავერი და კრახუნა (დასავლეთ საქართველო); საძირებიდან კი — ამერიკული ვაზის ჰიბრიდები — *Berlandieri* × *Riparia* — 420A და *Riparia* × *Rupstris* — 3309.

უკანასკნელნი ერთმანეთისაგან ანატომიურად მკვეთრად განსხვავდებიან, რის გამო ამ საძირებზე აღნიშნულ სანამყენე ვაზის ფოთოლთა შორის სტრუქტურული ცვლილება, თეორიულად, უფრო თვალსაჩინო განსხვავებას უნდა იძლეოდეს.

კახეთში აღებულ საცდელ მასალიდან დამზადებული კალმები გადაირგა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთზე სოფ. დამპალოში (მუხრანის საბჭოთა მეურნეობა). საანალიზო მასალა აღებულ იქნა ივლისში 1938—39 წლებში. მასალის აღებამდე, ყველა ვარიანტიდან წინასწარ შერჩეულ იქნა დაახლოებით ერთნაირად განვითარებული ვაზები, რომელთა მთავარი ყლორტის მე-7 სართულის ფოთლის ფუძიდან (მთავარ ძარღვის ახლო) აღებული დისკოსები ინახებოდა აბსოლუტურ სპირტში.

ფოთლის ანატომიური ელემენტების ცვლილებანი შეისწავლებოდა მიკროსკოპული ანალიზით (გაზომვის წესით); დამახასიათებელი ადგილები იხატებოდა Abbe-ს სახატავი აპარატით.

დამცნობილი ვაზის ფოთლის სტრუქტურულ ცვლილებათა სხვადასხვაობის დასადგენად ქვემოთ მოგვყავს დაუმყენელი მცენარის ფოთლის ანატომიური აღნაგობის მოკლე დახასიათება.

თუმცა მცენარის ორგანოთაგან ფოთოლი გარემოს ფაქტორებისადმი ყველაზე პლასტიკურია, მაგრამ ყველა ცვლილების დროს ჯიშის სპეციფიკურობის დამახასიათებელი თვისებანი აღებულ პირობებში მყარია და წარმოადგენენ „მცენარის სხვადასხვანაირ ბიოლოგიურ მოთხოვნილებათა მაჩვენებლებს ადგილსამყოფელის მიმართ“ [11].

აღსანიშნავია, რომ ერთწლიანი ვაზის ფოთლის სტრუქტურა ძირითადად საკმაოდ ერთნაირია. განსხვავება მხოლოდ დეტალებშია.

ვაზის ფოთლისათვის დამახასიათებელია—გრძელი ერთი წყება უჯრედებისაგან შემდგარი მესრისებრი პარენქიმა, ზედა ეპიდერმისის (შედარებით ქვედასთან) დიდი უჯრედები, ღრუბლისებრი პარენქიმის უფრო ჭარბად განვითარება [3, 4].

შესწავლილ ჯიშთა შედარება გვიჩვენებს, რომ ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფოთლის ანატომიური ელემენტების სიდიდით და მათი ურთიერთშეერთების სახით, რაც აღებულ შემთხვევაში წარმოადგენს ჯიშის თავისებურებას.

ვაზის ფოთლის აღნაგობის ეს თავისებურებანი ასაკთან დაკავშირებით არ ისპობა, რაზედაც მიგვითითებს ლიტერატურული მონაცემები საფერავისა და რქაწითელის შესახებ [3].

ჩვენ მიერ ყველა შესწავლილი ჯიში ძირითადად ორ მთავარ ჯგუფად იყოფა:

1. წვრილუჯრედებიანი (რქაწითელის ტიპი); ამ ჯგუფს ეკუთვნის ალექსანდრეული, ჩხავერი, კრახუნა 420A;

2. მსხვილუჯრედებიანი (საფერავის ტიპი), რომელშიც შედის ცოლიკაური, 3309; ციცკას კი, დასახელებულ ჯიშთა შორის, საშუალო ადგილი უჭირავს. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ვაზის იგივე ჯიშები ფესვის ანატომიური აღნაგობითაც იყოფა წვრილ- და მსხვილუჯრედებიან ჯიშებად [1].

მყნობის უშუალო ზემოქმედება შესწავლილ იქნა სამ ჯიშზე: რქაწითელი, 3309 და 420A; საძირეების გავლენა კი—ყველა სანამყენე ჯიშზე.

ცდის ვარიანტები შემდეგია:

1. დაუმყენელი—რქაწითელი, 3309 და 420A.

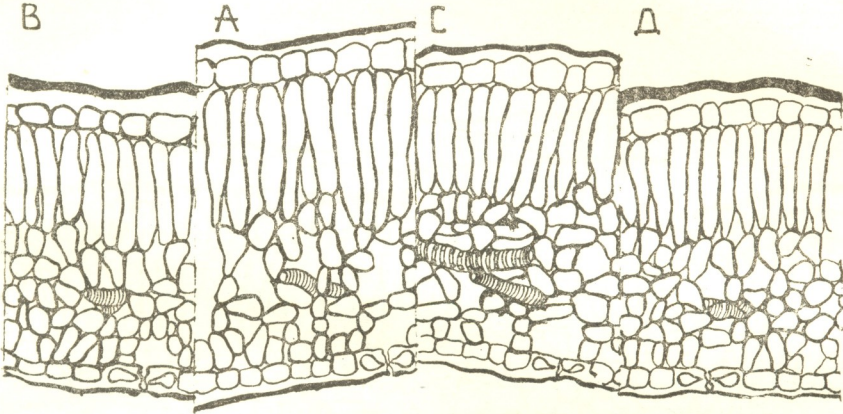
2. ავტოპლასტიკური (თვითნამყენი ე. ი. როცა საძირე და სანამყენე ერთსა და იმავე ჯიშს წარმოადგენს)—იგივე ჯიშები.

3. ჰეკეროპლასტიკური (ჯვარედინად დამცნობილი) ზემოაღნიშნული სანამყენე ჯიშები დამცნობილი 3309 და 420A-ზე.

როგორც სურ. 1-დან ჩანს, მყნობის უშუალო გავლენით ნამყენი ვაზის ფოთოლში მეტად იცვლება ძირითადად ანატომიური ელემენტების სიდიდე და ამასთან დაკავშირებით ფოთლის ქსოვილთა შეფარდება. უჯრედთა შორის სივრცეების რედუქცია მკვეთრ გამოსახულებას პოულობს ღრუბლისებრი პარენქიმაში, რის გამო ნამყენი მცენარის ფოთოლში სირბილე უფრო კომპაქტურია, ვიდრე დაუმცნობელში. საკმაოდ გასქელებულია ფოთლის ზედა ეპიდერმისის

კუტიკულარული შრე, ქვედაში კი შესამჩნევი ცვლილებანი არ მომხდარა (სურ. 1-ლი).

თვითდამცნობის დროს 420A ფოთლის მეზოფილი გაცილებით მეტად არის შემცირებული, ვიდრე 3309-სი (სურ. 1 B, D), რაც გამოწვეულია უმთავრესად ღრუბლისებრი პარენქიმის მეტი სიმჭიდროვით.



სურ. 1. საძირების ფოთლის განივი განაკვეთი.

420 A-ს — დაუმცნობელი—A, თვითნამყენი—B, 3309-ს დაუმცნობელი—C, თვითნამყენი—D.

ზედა ეპიდერმისის კუტიკულარული შრე 420A-ს უფრო მეტად აქვს განვითარებული, ვიდრე 3309-ს.

რქაწითელს, ფოთლის სტრუქტურული ცვლილების მიხედვით, საშუალო ადგილი უკავია 3309 და 420A-ს შორის.

სხვადასხვა საძირზე დამცნობის დროს, რქაწითელის ფოთლის ცვლილებაში საძირების გადაჭარბებით ქმედების გამოვლინებას აქვს ადგილი. სახელდობრ, რქაწითელის ფოთლის მეზოფილი საძირე 420A-ზე დამცნობის დროს უფრო მეტად არის შემცირებული (მსგავსად 420A-ს თვითდამცნობისას), ვიდრე 3309-ზე (როგორც 3309-ს თვითნამყენს). ზედა ეპიდერმისის კუტიკულის შრე პირველ შემთხვევაში უფრო სქელია, ვიდრე მეორე შემთხვევაში (სურ. 2).

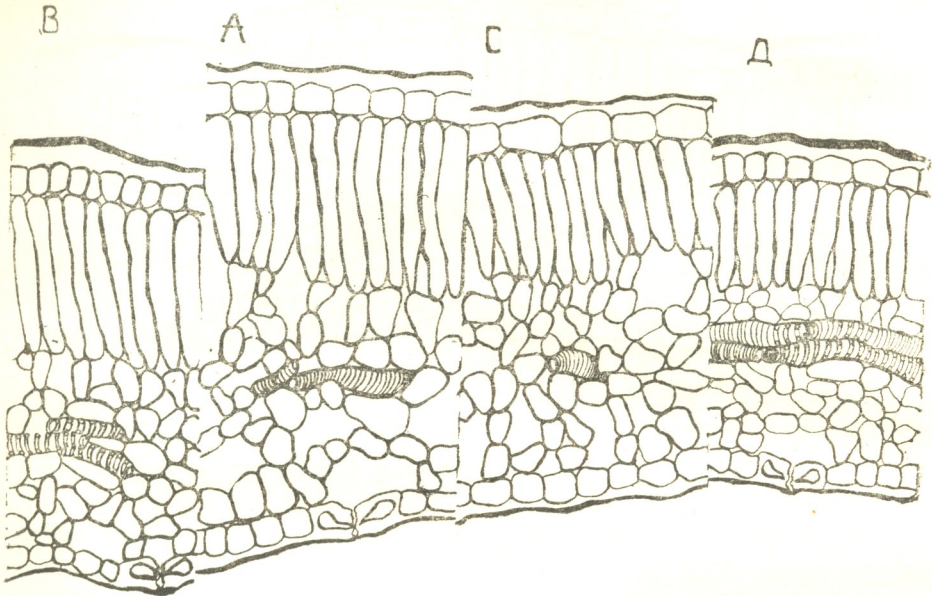
მაშასადამე, როგორც მცნობის, ისე საძირის გავლენით იცვლება ფოთლის არა ძირითადი სტრუქტურა, არამედ ანატომიური ელემენტების სიდიდე და აგრეთვე მათი ურთიერთ დაკავშირების ხასიათი. ამასთან ერთად, თუმცა ცვლილებათა წარმართვა მცნობის ყველა შემთხვევაში (ავტო-ჰეტეროპლასტიკურებში) ერთნაირია (შემჩნეულია ანატომიურ ელემენტთა სიდიდეთა შემცირების ტენდენცია), მაგრამ ამ ცვლილებათა რაოდენობრივი გამოსახულება—ჯიშის ფარგლებში საკმაოდ მკვეთრ ვარირებას განიცდის.

რით შეიძლება იქნას გამოწვეული ეს ცვლილებანი?

საერთოდ ცნობილია [6, 7, 14], რომ შეზრდის პროცესზე გავლენას ახდენს ერთის მხრივ შინაგანი ფაქტორები—მემკვიდრეობითი და არა მემკვიდრეობითი, ე. ი. ნამყენის ნაწილთა ინდივიდუალური თავისებურებანი, ხოლო მეორე მხრივ, გარეშე გარემო.

შინაგან ფაქტორთაგან ვაზის ზოგიერთ ჯიშში ქრილობის შეზრდას აძნელებს კალუსის სუსტი წარმოშობა, ხოლო ზოგიერთისათვის კალმის ძნელად დაფესვიანება, მაგ., *Berlandieri* [4, 6].

ეს გარემოება აუარესებს რა შეზრდის პროცესებს, ამავე დროს წარმოადგენს ნამყენის მიერ წყლის მიღების გაძნელების და, მაშასადამე, ნამყენში შემჩნეულ ყველა ზემოაღნიშნულ ცვლილების მიზეზს.



სურ. 2. ქრილობის გავლენა რქაწითელის ფოთლის სტრუქტურაზე.
 ფოთლის განივი განაკვეთი A—დაუმყნობელი, B—რქაწითელი—თეთინამყენი,
 C—რქაწითელი დამყნობი—3309-ზე და D—420A-ზე.

საერთოდ კი, როგორც ცნობილია, დამყნობი მცენარეთა წყლით მომარაგება შეზრდის ადგილების მეშვეობით ამა თუ იმ ხარისხით ყოველთვის გაძნელებულია [6, 7, 10, 13, 14].

«ცვლილებანი წყლის მომარაგება კვებაში ნამყენ მცენარეებისათვის ხშირად წარმოადგენს მათი მოდიფიცირებული ცვალებადობის მიზეზს, განსაკუთრებით სანამყენისათვის, ამასთან ერთად რამდენადაც ძლიერია სხვაობა წყლის მომარაგებაში და ასიმილაციების დაგროვებაში, მით უფრო მეტია სანამყენის ცვალებადობა» [7].

ვიღებთ რა მხედველობაში ერთის მხრივ 420A-ს ზრდა-განვითარების მკაცრ პირობებისადმი განსაკუთრებული შეგუების უნარს და მეორე მხრივ რქაწითელის, სხვა ნამყენებთან შედარებით, გარეშე არახელსაყრელ პირობებისადმი დიდ გამძლეობას (მაშასადამე, გარემოს უარყოფითი გავლენას მოკლებულია), ჩვენ იმ აზრს ვიზიარებთ, რომ უფრო მეტი ცვალებადობა რქაწითელისა და 420A ფოთლისა გამოწვეული უნდა იყოს შინაგანი ფაქტორების გავლენით (შე-

ზრდის პროცესთა გაძნელებით)—420A-ს ძნელად დაფესვიანებითა [6, 8, 11, 14] და რქაწითელის კალუსის წარმოქმნის შემცირებული უნარიანობით [9].

ჯიშის ეს თვისებანი ჯვარედინ დამცნობის დროს შეიძლება გაძლიერდეს ან, პირიქით, შესუსტდეს მცნობის კომპონენტთა შერჩევით. ასე მაგ., რქაწითელის დამცნობით საძირე 3309-ზე ნამყენის ფოთოლი იძლევა საძირისა და სანამყენეს შორის ასიმილაციური ქსოვილის განვითარების საშუალო სიდიდეს, ე. ი. ცვლილებაში ძლიერ უმნიშვნელო გადახრა ემჩნევა (ანატომიური ელემენტების სიდიდის შემცირებისადმი, სურ. 2).

3309-ზე დამყნილი რქაწითელის ფოთოლს, იმავე რქაწითელის ავტობლასტიკურ ნამყენთან შედარებით, ემჩნევა გასქელება (სურ. 2 B, C), მაშინ როდესაც 3309-ის თვითნამყენის ფოთოლთან შედარებისას კი ასეთ გასქელებას არა აქვს ადგილი, როგორც ჩანს საძირე 3309 უფრო ხელსაყრელ გავლენას ახდენს ფოთლის ფორმირებაზე, ვიდრე სანამყენეს საკუთარი ფესვები.

საძირე 420A-ზე რქაწითელის დამცნობისას ფოთლის ანატომიური ელემენტების სიდიდე, შედარებით დაუმცნობელ და ავტობლასტიკურ ნამყენთან, შესამჩნევლად მცირდება (სურ. 1, 2).

ამ შემთხვევაში 420A (წინააღმდეგ 3309-სა) უფრო ნაკლებ ხელსაყრელ გავლენას ახდენს, ვიდრე სანამყენეს საკუთარი ფესვები. მაშასადამე, შეჯვარებული დამცნობის დროს ჩვენ ვხვდებით ორ შემთხვევას, რომელიც საზღვრავს სანამყენე რქაწითელის ფოთლის ანატომიური ელემენტების ფორმირებას:

1. როდესაც ნამყენის ორივე კომპონენტი ფოთლის სტრუქტურულ ცვლილებათა წარმართვით თითქმის ერთნაირი ინტენსივობით ხასიათდება, რაც შინაგან ფაქტორთა ერთმნიშვნელოვან მოქმედების შედეგია (მოცემულ შემთხვევაში 420A-ს ძნელად დაფესვიანება და რქაწითელის სუსტი კალუსის წარმოქმნა), რომლებიც აპირობებენ ამა თუ იმ სახით ფოთლის მეზოფილის განვითარების შეზღუდულობას, მაშინ ტოლქმედი წარმართება მცნობასთან დაკავშირებულ თანმყოფი პროცესების (ჩვენ შემთხვევაში ანატომიური ელემენტების სიდიდის შემცირება) გაძლიერებისაკენ, როგორც, მაგ., რქაწითელში 420A-ზე დამცნობის დროს (სურ. 2 A).

2. როდესაც ფოთლის სტრუქტურულ ცვლილებათა საერთო მიმართულებისას ნამყენის კომპონენტებიც სხვაგვარად ზოგიერთი თავიანთი ინდივიდუალური თვისებებით (საუკეთესო დაფესვიანება და კალუსის წარმოქმნა 3309-სა და მასთან შედარებით რქაწითელის კალუსის წარმოქმნის დაბალი უნარიანობა), ე. ი. მოქმედებაში შედის ერთი და იგივე, მაგრამ სხვადასხვა ხარისხით გამოვლინებული ფაქტორი; ამ შემთხვევაში ტოლქმედი მიდის ნაკლები წინააღმდეგობის ხაზით, რაც ჩანს რქაწითელის დამცნობისას საძირე 3309-ზე, ამ შემთხვევაში საძირეს გავლენით ვადაჭარბებით იფარება სანამყენეს ინდივიდუალური თვისებანი, რის შედეგადაც ნამყენის ფოთოლი დაუმცნობელ მცენარესთან შედარებით უცვლელად რჩება.

აქ ინტერესს არ არის მოკლებული ის ფაქტი, რომ ანატომო-ფიზიოლოგიურად ერთი-ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული ვაზის ჯიშები მცნობისას თითქმის არ იძლევიან ფოთლის სტრუქტურულ ცვლილებებს. ჩვენს შემთხვე-



ვაში რქაწითელის (უფრო ხემცენარის ტიპი) [8] დამყნობისას საძირე 3309-ზე (ბალახოვანი ტიპი) სანამყენეს ფოთოლი შეზრდისა და ფესვების კარგი განვითარების გამო (წყლით ნორმალური მომარაგება) თითქმის სავსებით ინარჩუნებს დაუმყნობელი მცენარის ფოთლის სტრუქტურას (სურ. 2 ც და ცხრ. 1).

რქაწითელის ანატომიური ელემენტების ცვლილება მყნობის და საძირის ქმედებასთან დაკავშირებით. ცხრილი 1

ვ ა რ ი ა ნ ტ ი	ცვლილებ. მაჩვენებლ. მიკრონებში					ცვლილებათა სხვ. 0/0/0-ში	
	ფოთლის სისქე	ეკალ ვრმისი		მეზოფილი		მესრი-სებრი	ლრუბ-ლისებ.
		ზედა	ქვედა	მესრი-სებრი	ლრუბ-ლისებ.		
რქაწითელი დაუმყნობელი	982.3	117	70.2	574.0	421.2	100	100
რქაწითელის თვითნამყენი	842.4	117	70.2	304.0	351.0	81	91
რქაწითელი 420A-ზე	830.7	105	70.2	315.9	339.3	84	81
რქაწითელი 3309-ზე	962.4	120	70.2	362.7	409.5	97	97

ლიტერატურაში არის მითითება ისეთ შემთხვევებზე, როდესაც საძირეს გავლენით მცენარის მოდიფიცირებული ნიშნებიც კი იცვლება. მაგალითად, ტაუბერტის ცდებში [6] სოკის მთელ რიგ სახეებისათვის, რომელნიც განსხვავებულია წიწვის გარეგნული და ანატომიური აღნაგობით, მყნობა არც ერთ კომპონენტში არ სცვლის ფოთლის ნიშანთვისებებს.

ფესტინგი [6] აღნიშნავს შემთხვევებს (საკმაოდ ხშირს), როდესაც ერთიერთმანეთთან დაახლოებულ ფორმებს შორის მყნობას უფრო ნაკლები შედეგი აქვს, ვიდრე განსხვავებულ ფორმათა შორის, რაც აიხსნება ევოლუციური პროცესების არათანაბრობით [6, 7], ან კიდევ მსგავსებით, რომელიც გამოხატავს არა ბოტანიკურ მონათესაობას, არამედ ევოლუციის საერთო კანონებით გაპირობებულ შემთხვევით დამთხვევას [6, 7].

ფოთლის ყველა ცვლილების განხილვიდან, როგორც მყნობის, ისე საძირის გავლენის შედეგად, შეიძლება აღინიშნოს შემდეგი: დამყნობის მცენარეების ფოთლის მეზოფილის უჯრედების სიდიდის საერთო შემცირების დროს ერთ შემთხვევაში მეტად ხდება მესრისებრივე ქსოვილის უჯრედების შემცირება (რქაწითელის ავტოპლასტიკური ნამყენი), მეორე შემთხვევაში წინააღმდეგ, ღრუბლისებრივისა (რქაწითელი საძირე 420A-ზე); ზოგჯერ კი მეზოფილის ორივე ნაწილში მნიშვნელოვანი ცვლილებანი არ არის (რქაწითელი საძირე 3309-ზე (ცხრ. 1)).

თუმცა ჩვენ ჯერჯერობით არ მოგვეპოვება ექსპერიმენტულად დასაბუთებული მონაცემები, ჩვენი ნამყენების ფოთლის ცალკეულ ქსოვილთა შეცვლის მიზეზებისა, მაგრამ ვფიქრობთ, რომ ისინი დაკავშირებულია სანამყენეს მინერალური კვების ცვლილებასთან (დამოკიდებით საძირეზე).

მინერალური კვების გავლენა კი ფოთლის სტრუქტურაზე შეიძლება დამტკიცებულად ჩაითვალოს. ასე მაგ., ფოსფორის ნაკლებობით ზომა მესრისებრი უჯრედებისა მცირდება [6], ხოლო აზოტის სიმცირე ასუსტებს ღრუბლისებრი ქსოვილის განვითარებას [6, 12].

ჯიშთა ურთიერთ შედარება გვიჩვენებს, რომ ყველა ჩვენ მიერ შესწავლილი სანამყენე აღნიშნულ საძირეებზე ძირითადად ისეთივე ცვლილებებს იძლევა, როგორც რქაწითელი ამ საძირეებზე.

ამრიგად, საძირეს და მყნობის უშუალო გავლენით ვაზის ერთწლიანი ნამყენის ფოთოლს ეცვლება მხოლოდ ანატომიური ელემენტების სიდიდე და ფოთლის ქსოვილთა თანაფარდობა.

პროფ. ალექსანდროვის მონაცემებით [2] ფოთლის განვითარებას ორი ძირითადი მომენტი ახასიათებს: 1. ფოთლის ფორმისა და სტრუქტურის ძირითად ნიშანთა მოხაზულობა (განვითარების ადრეულა საფეხურზე) და 2. უჯრედების გაძლიერებული ზრდა კვირტიდან გამოსვლის შემდეგ. რამდენადაც შემჩნეული ცვლილებანი ერთწლიანი ვაზის ნამყენის ფოთოლში წმინდა რაოდენობით ხასიათს ატარებს, ჩვენ იმ აზრს გამოვთქვამთ, რომ მყნობა ერთსაკიან სანამყენე კომპონენტების დროს გავლენას არ ახდენს ფოთლის განვითარების პირველ ფაზაზე, არამედ მოქმედებს მხოლოდ მეორე ფაზაზე, ე. ი. უჯრედების ზრდაზე.

დასკვნები

1. მყნობის და საძირის უშუალო ზეგავლენით ერთწლიანი ვაზის ნამყენის ფოთოლში უფრო მეტად იცვლება ანატომიური ელემენტების სიდიდე და ამასთან დაკავშირებით ფოთლის ქსოვილთა შეფარდება. მიღებული ცვლილებები გვიჩვენებენ, რომ ისინი დაკავშირებული არიან ნაწილობრივ წყლის დეფიციტისა და მინერალური კვების ცვლილებასთან.

2. ავტოპლასტიკური ნამყენებიდან უფრო თვალსაჩინო ცვლილებები აქვს 420A-ს, ხოლო ნაკლები 3309-ს, რქაწითელს ამ მხრივ უკავია საშუალო ადგილი. აღნიშნული ცვლილებები პირობადებულია შინაგანი ფაქტორების გავლენით (420A-ს ძნელად დაფესვიანებითა და რქაწითელის კალუსის წარმოქმნის უნარიანობის სისუსტით), რომლებიც აძნელებენ შეხორცების პროცესებს და ამით აფერხებენ ნამყენში წყლის მიწოდებას.

3. 3309-ზე დამყნობილი რქაწითელი უფრო სქელ ფოთოლს ინვითარებს, ვიდრე რქაწითელის ავტოპლასტიკური ნამყენი. რადგან კარგი კალუსის წარმომქმნელ 3309-თან სანამყენეს შეხორცების ადგილი უზრუნველყოფს მცენარის ზედა ნაწილში წყლის მიწოდებას უფრო უკეთ, ვიდრე სუსტ კალუსწარმომქმნელი ავტოპლასტიკური რქაწითელის შეხორცების ადგილი.

4. 420A-ზე დამყნობილი რქაწითელი ხასიათდება მეტად თხელი ფოთლების განვითარებით, რადგან ძნელად დასაფესვიანებელ და სუსტ კალუსწარმომქმნელ ჯიშთა კომბინაციის დროს წყლით მომარაგება ძალზე გაძნელებულია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

თბილისის ბოტანიკური ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 23.12.1942)

БОТАНИКА.

К. М. ИЛУРИДЗЕ-МОЛЧАН

ВЛИЯНИЕ ПРИВИВКИ И ПОДВОЯ НА СТРУКТУРУ ЛИСТА ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Резюме

Объектом для исследования взяты как привойные — (восточно- и западно-груз. сорта), так и подвой-гибриды американских лоз—420А и 3309.

Варианты опыта:

1. Непривитые—Ркацители, 3309, 420А;
2. Автопластичная прививка тех же сортов;
3. Гетеропластичная прививка всех привоев на подвоях 3309 и 420А.

Исследованием установлено:

1. Под непосредственным влиянием прививки, а также подвоя, меняется структура листа виноградной лозы.

Наблюдаемые изменения показывают, что они в основном связаны с некоторым дефицитом воды, отчасти—с измененным минеральным питанием.

2. Из автопластичных прививок наибольшие изменения наблюдаются у 420А, наименьшие у 3309. Ркацители в этом отношении занимает промежуточное положение. Большая изменчивость листа 420А и Ркацители обусловлена влиянием внутренних факторов, затрудняющих процессы срастания, а отсюда и водоснабжение привоя—тугоукореняемостью 420А и сниженной способностью Ркацители к каллюсообразованию.

3. При перекрестной прививке действие вышеуказанных факторов остается в силе, в результате чего лист привоя Ркацители на подвое 3309 толще, чем на подвое 420А.

Академия Наук Груз. ССР

Тбилисский Ботанический Институт

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. Ю. Абесадзе, Е. А. Макаревская и К. Е. Цхакая. Зап. Научно-Прикл. Отд. Тифл. Бот. Сада, 7, 1930.
2. В. Г. Александров. Анатомия растений, Л., 1837.
3. В. Г. Александров и Е. А. Макаревская. Материалы к познанию жизни виноградной лозы в Кахетии. Зап. Научно-Прикл. Отд. Тифл. Бот. Сада, 5, 1926.
4. Н. Бузин, Я. Принц, М. Лазаревский и др. Виноградарство. Л., 1937.
5. В. Зеленский. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений. Изв. Киевск. Полит. Инст., I, 1904.
6. Н. П. Кренке. Хирургия растений. М., 1928.
7. А. М. Лусс. Взаимовлияние подвоя и привоя. Теоретические основы селекции растений, I, 1935.
8. Е. А. Макаревская. Выяснение наиболее эффективной прививки виноградной лозы. Тр. Тбил. Бот. Инст., 2, 1937.
9. Е. А. Макаревская. Предпрививочное хранение виноградных побегов. Винод. и Виноград. СССР, 5, 1939.
10. А. С. Мерджаниан. Виноградарство. М., 1939.
11. И. В. Мичурин. 1855—1935. Принципы и методы работ.
12. Д. А. Сабинин. Минеральное питание растений, М., 1940.
13. L. Daniel. La question phylloxérique, le greffage et la crise viticole. Caudéran—Bordeaux—Libourne, f. 1, 1908, f. 2, 1910.
14. R. Seeliger. Über einige Grundfragen des Propfrebenbaues vom Standpunkt der Transplantationslehre. Angewandte Botanik, 12, 5, 1930.

В. Л. МЕНАБДЕ

К ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССОВ ГИБРИДИЗАЦИИ МЕЖДУ РОДАМИ TRITICUM И AGROPYRUM

Удачные скрещивания между *Triticum* и *Agropyrum* осуществлены совсем недавно [6].

Материалом для данного исследования нам служила, с одной стороны, коллекция форм пшеницы Грузии из видов *Tr. vulgare*, *Tr. durum*, *Tr. persicum*, *Tr. palaeo-colchicum*, *Tr. macha*, *Tr. Timopheevi* и, с другой стороны, коллекция видов *Agropyrum*, полученная от ботанических учреждений СССР и заграницы.

Таблица 1 иллюстрирует результаты данных по скрещиваемости видов, участвующих в наших опытах. По степени скрещиваемости наш материал мы делим на следующие серии опытов:

Серия 1-я. *Triticum* × *Agr. panormitanum*. В этой серии опытов скрещивания в наших условиях совершенно не удаются. Сюда входят комбинации: 1) *Tr. durum* ($n=14$) × *Agr. panormitanum*; 2) *Tr. spelta* ($n=21$) × *Agr. panormitanum*; 3) *Tr. vulgare* ($n=21$) × *Agr. panormitanum*.

Серия 2-я. *Triticum* × *Agr. elongatum*. В этой серии скрещивания удаются в различной степени. Сюда входят комбинации: 1) *Tr. vulgare* ($n=21$) × *Agr. elongatum* ($n=35$). В этой комбинации процент удачи составляет всего 0,017. 2) *Tr. durum* ($n=14$) × *Agr. elongatum* ($n=35$). В этом случае процент удачи доходит до 11,9. 3) *Tr. palaeo-colchicum* ($n=14$) × *Agr. elongatum* ($n=35$). В этой комбинации было получено одно зерно, что составляет 3,84% удачи. 4) *Tr. monocossum* ($n=7$) × *Agr. elongatum* ($n=35$). В этой комбинации нашего опыта получить гибридные зерна нам не удалось. 5) *Tr. Timopheevi* ($n=14$) × *Agr. elongatum* ($n=35$). И в этой комбинации нам не удалось получить гибридное потомство.

Серия 3-я. *Triticum* × *Agr. glaucum*. В этой серии опытов процент удачи скрещиваемости варьирует от 0 до 5,09. К этой серии отнесены следующие удачные комбинации: 1) *Tr. vulgare* ($n=21$) × *Agr. glaucum* ($n=21$). В данной комбинации степень скрещиваемости составляет 5,09% удачи. К числу неудачных комбинаций из этой серии мы относим 2) *Tr. Timopheevi* ($n=14$) × *Agr. glaucum* ($n=21$); 3) *Tr. macha* ($n=21$) × *Agr. glaucum* ($n=21$).

Таблица 1

№№ п/п.	Наименование комбинаций	Количество опыленных цветков	Число полученных зерен	Процент
1	<i>Tr. vulgare</i> v. <i>erythrospermum</i> 18/46 × <i>Agropyrum panormitanum</i> P38/39—13	220	0	0,0
2	<i>Tr. vulgare</i> v. <i>erythrospermum</i> Гн93 × <i>Agropyrum elongatum</i> P38/39—5	118	2	1,70
3	<i>Tr. Timopheevi</i> v. <i>viliculosum</i> Гн289 × <i>Agr. elongatum</i> P38/39—5	42	0	0,0
4	<i>Tr. Timopheevi</i> v. <i>viliculosum</i> Гн289 × <i>Agr. trichophorum</i> P38/39—1	36	0	0,0
5	<i>Tr. vulgare</i> v. <i>erythrospermum</i> 18/46 × <i>Agr. repens</i> v. <i>glaucescens</i>	170	0	0,0
6	<i>Tr. vulgare</i> v. <i>erythrospermum</i> Гн93 × <i>Agr. trichophorum</i> P38/39—1	189	0	0,0
7	<i>Tr. vulgare</i> v. <i>caesium</i> 3/10 × <i>Agr. cristatum</i>	60	0	0,0
8	<i>Tr. palaeo-colchicum</i> × <i>Agr. trichophorum</i> P38/39—1	92	1	1,08
9	<i>Tr. macha</i> v. <i>letschumicum</i> P58 × <i>Agr. glaucum</i> P38/39—7	58	0	0,0
10	<i>Tr. vulgare</i> v. <i>caesium</i> 3/10 × <i>Agr. trichophorum</i> P38/39—1	276	0	0,0
11	<i>Tr. durum</i> v. <i>apulicum</i> P40—43 × <i>Agr. panormitanum</i> P38/39—13	116	0	0,0
12	<i>Tr. vulgare</i> v. <i>erythrospermum</i> Гн93 × <i>Agr. glaucum</i> P38/39—7	98	3	3,06
13	<i>Tr. vulgare</i> v. <i>erythrospermum</i> 18/46 × <i>Agr. glaucum</i> P38/39—7	42	5	11,90
14	<i>Tr. vulgare</i> v. <i>caesium</i> 3/10 × <i>Agr. glaucum</i> P38/39—7	76	3	3,93
15	<i>Tr. macha</i> v. <i>letschumicum</i> Гн13 × <i>Agr. trichophorum</i> P38/39—1	46	0	0,0
16	<i>Tr. palaeo-colchicum</i> × <i>Agr. elongatum</i> P38/39—15	26	1	3,84
17	<i>Tr. spelta</i> P23 × <i>Agr. panormitanum</i> P38/39—13	42	0	0,0
18	<i>Tr. Timopheevi</i> v. <i>viliculosum</i> P9 × <i>Agr. repens</i> v. <i>glaucescens</i>	88	6	6,80
19	<i>Tr. monococcum</i> v. <i>vulgare</i> F41/42—1 × <i>Agr. elongatum</i> P38/39—6	73	0	0,0
20	<i>Tr. monococcum</i> v. <i>Hornemanni</i> P41/42—2 × <i>Agr. trichophorum</i> P38/39—1	71	0	0,0
21	<i>Tr. armeniacum</i> P41/42—6 × <i>Agr. trichophorum</i> P38/39—1	82	0	0,0



Серия 4-я. *Triticum* × *Agr. trichophorum*. Скрещивания данной серии наших опытов дали от 0 до 1,08% удачи. В эту серию были включены: 1) *Tr. vulgare* ($n=21$) × *Agr. trichophorum* ($n=21$); 2) *Tr. Timopheevi* ($n=14$) × *Agr. trichophorum* ($n=21$); 3) *Tr. macha* ($n=21$) × *Agr. trichophorum* ($n=21$). Во всех этих трех комбинациях не удалось получить гибридное потомство. 4) *Tr. palaeo-colchicum* ($n=14$) × *Agr. trichophorum* ($n=21$). В данной комбинации от 92 опыленных цветков было получено всего одно зерно, что составляет только 0,01% удачи.

Серия 5-я. *Triticum* × *Agr. repens*. В этой серии опытов нами были изучены только две комбинации: 1) *Tr. vulgare* ($n=21$) × *Arg. repens* v. *glauescens* ($n=14$). В этом случае было опылено 166 цветков, но безрезультатно, — все цветки оказались бесплодными; 2) *Tr. Timopheevi* ($n=14$) × *Arg. repens* v. *glauescens* ($n=14$). В этой комбинации было получено 6 гибридных зерен, что составляет 6,8% удачи.

Серия 6-я. *Triticum* × *Agr. cristatum*. Данная серия опытов состояла только из одной комбинации *Tr. vulgare* ($n=21$) × *Agr. cristatum* ($n=14$), от которой нам не удалось получить потомства.

Таким образом в наших опытах дали положительные результаты лишь 7 комбинаций: № 2, № 8, № 12, № 13, № 14, № 16 и № 18 (см. табл. 1).

Сопоставление наших данных с данными других исследователей [2, 4, 5, 6] приводит нас к следующему выводу.

1. В условиях нашего опыта степень скрещиваемости форм, участвующих в наших скрещиваниях, характеризуется в общем низким процентом удачи.

2. Очевидно, в скрещиваниях *Triticum* × *Agropyrum* степень удачи в большей мере зависит от подбора соответствующих пар родительских биоформ, что в других случаях не раз было отмечено в литературе.

3. Представляет большой интерес степень положительной скрещиваемости *Triticum Timopheevi* и *Agropyrum repens*.

Изучение гибридов F_1

Первое поколение гибридов габитуально носит в себе в основном черты пырея. Всходы гибридов в первый год вегетации характеризуются замедленным темпом развития: кушение слабое и растянутое, рост сравнительно слабый, колосья промежуточной длины. Но в последующие годы у них в большинстве случаев замечаются обильное кушение, мощный рост и более крупные колосья. По характеру колошения и цветения гибриды занимают промежуточное (между родителями) положение, но все же наблюдается некоторая дифференциация.

Так, по наступлении даты колошения — цветения (колошение от 19/V, цветение от 29/V) одни комбинации — *Tr. vulgare* v. *erythrospermum* Г_н93 × *Agr. glaucum* P38/39—7, *Tr. palaeo-colchicum* P39/40—15 × *Agr. elongatum*

P38/39—15 и *Tr. palaeo-colchicum* Г_н38/39—274 × *Agr. trichophorum* P38/39—1—укладываются в рамки цветения пшеницы; другие комбинации—*Tr. vulgare* v. *erythrospermum* Г_н93 × *Agr. elongatum* P38/39—5, *Tr. durum* v. *apulicum* × *Agr. elongatum* P38/39—47—сравнительно поздно вступают в фазу колошения (от 10/VI до 17/VI), чем они больше приближаются к чистым формам пырея. Цветение у обеих групп гибридов начинается на 4—10-й день после колошения.

По характеру развития генеративных органов все наши гибриды можно разбить на 5 групп.

Первая группа гибридов: *Tr. palaeo-colchicum* × *Agr. trichophorum*—F₁39/40—12.

У данной группы гибридов, хотя цветки двуполые, но пыльники плохо развиты, на вид весьма тощие. Путем анатомического просмотра было установлено небольшое количество пыльцевых зерен в пыльниках и при этом зерна эти оказались совершенно пустыми. Завязь внешне была развита более или менее нормально. В первый год цветения растения данной группы гибридов при опылении пыльцой как родительских растений, так и других форм пшеницы, дали отрицательный результат. В последующие годы растения этой группы также оказались бесплодными при самоопылении или же при опылении пыльцой родительских форм, но проявили частичную фертильность в случае опыления их пыльцой других форм пшеницы. Так, растения F₁39/40—12—*Tr. palaeo-colchicum* × *Agr. trichophorum* были опылены (232 цветка) пыльцой *Tr. vulgare* v. *caesium* 3/10 ($n=21$) и было получено всего два жизнеспособных зерна, что составляет 0,86% удачи.

Вторая группа: F₁40/41—1 *Tr. vulgare* v. *erythrospermum* Г_н93 × *Agr. glaucum* P38/39—7.

У этой группы комбинации внешне генеративные органы развиты нормально, хотя пыльники все же имеет «тощий» вид, что указывает на то, что в нем очень мало пыльцевых зерен, что подтверждает анатомический анализ пыльников. Завязь, судя по пышному состоянию рыльца, развита нормально. Самоопыление таких гибридов приводит к бесплодию, но при избирательном опылении наблюдается довольно высокий процент плодобразования (плодовитость равна 0,14—0,3). В этой группе комбинации семязпочка в целом, очевидно, нормально развита, но, безусловно, деформированы мужские половые клетки.

Третья группа: F₁39/40—13 и F₁39/40—16 *Tr. vulgare* v. *erythrospermum* Г_н93 × *Agr. elongatum* P38/39—6.

У этой группы комбинации цветки однополые, состоящие из завязи, которая внешне, судя по хилости рыльца, слабо развита и, по всей вероятности, деформирована, вследствие чего эта группа гибридов стерильна как при искусственном, так и при избирательном опылении.

В первом году вегетации у $F_{139/40-13}$ пыльники совершенно отсутствовали, то же наблюдалось и в последующих репродукциях, только в 1942 г. у некоторых растений этого скрещивания в центральных цветках были обнаружены пыльники в рудиментальном состоянии. А на гибридных растениях $F_{139/40-16}$ ежегодно развивается частичный альбинос типа *flavescens*. Пыльники в некоторых цветках этого скрещивания хотя и развиты, но они в основном представлены в зачаточном состоянии.

Эта группа скрещивания вегетативно развивается весьма пышно, выявляя черты гетерозиса.

Четвертая группа: $F_{140/41-9}$ *Tr. durum* v. *apulicum* \times *Agr. elongatum* P38/39—47.

Характерными чертами этой комбинации явились: 1) появление типичных альбиносов; 2) развитие индивида с дефективным тычиночным аппаратом; семяпочка же сравнительно нормально развита, что доказывается образованием некоторого количества семян (5,55% удачи при избирательном опылении); 3) развитие индивида без генеративных органов.

Пятая группа: $F_{138/39-5}$ *Agr. elongatum* P6 \times *Tr. v. v. caesium* 3/10.

Эта группа гибридов характеризуется наличием фертильных генеративных органов в первом же поколении гибридов.

В литературе не раз было отмечено, что при отдаленной гибридизации лучше удаются такие комбинации (давая больший процент удачи и плодovitое потомство), когда в качестве материнского растения берется компонент с большим числом хромосом. Хотя Цицин в своей работе существование данной закономерности не подтверждает, но последняя хорошо подтверждается нашими данными по скрещиванию наших форм *Triticum* \times *Agropyrum*.

Поскольку гибриды F_1 в основном оказались стерильными как при свободном опылении, так и в изоляции, то в последующие годы изучения было проведено искусственное опыление пылью одной определенной формы или же смесью пыльцы, состоящей из форм, принадлежащих к различным видам. Но большинство комбинаций и при искусственном опылении оказалось стерильным во все годы опыта. Только комбинации: $F_{139/40-12}$ *Tr. palaeo-colchicum* \times *Agr. trichophorum*, $F_{140/41-1}$ *Tr. vulgare* v. *erythrospertum* \times *Agr. glaucum*, $F_{140/41-3}$ *Tr. vulgare* v. *caesium* 3/10 \times *Agr. glaucum*, $F_{140/41-9}$ *Tr. durum* v. *apulicum* \times *Agr. elongatum*—при искусственном опылении дали незначительный процент удачи (0,86—8,33%). Из этих комбинаций у $F_{140/41-1}$, $F_{140/41-3}$ и $F_{140/41-9}$ шло плодообразование и при свободном опылении на коллекционном участке пшеницы.

Таким образом, из всех наших комбинаций, только в четырех случаях подобраны соответствующие пары, из коих особо удачными следует считать две комбинации: *Tr. vulgare* ($n=21$) \times *Agr. glaucum* ($n=21$) и *Tr. durum* ($n=14$) \times *Agr. elongatum* ($n=35$).

В наших опытах фертильные гибриды были получены лишь в том случае, когда в качестве материнского растения был взят *Agropyrum*, но насколько это закономерно, мы не можем утверждать ввиду небольшого числа подобных комбинаций.

Многолетность F_1 . В основном гибридные растения F_1 являются многолетними, только в двух скрещиваниях ($F_{140/41}-6$ *Tr. vulgare* v. *erythrospermum* 18/46 \times *Agr. glaucum* и $F_{140/41}-3$ *Tr. v.v. caesium* \times *Agr. glaucum*) наряду с многолетними растениями выщепились и однолетние экземпляры.

Архитектоника гибридных растений F_1 . Общий характер растения (грубые и жесткие: лист, стебель, колос, колосовой стержень, а также пленчатость семян)—в основном пырейного типа. Признаки пырея наиболее резко выражены в архитектонике колоса, хотя «пшеничный тон» все же чувствуется, что особенно вырисовывается в оформлении колоска. Колосок, его кроющие чешуйки, форма и размер последних, характер кия, зубца и плечика колосковой чешуи и размер цветка заметно изменены в сторону признаков пшеницы.

Окраска вегетативных частей гибридов. В основном почти все комбинации наших гибридов обладали нормальным типом окраски вегетативных органов растения (листья, стебли). Только в двух случаях мы имели аномалии в окраске. В одном случае—в скрещивании $F_{140/41}-9$ *Tr. durum* v. *apulicum* \times *Agropyrum elongatum* (из Белоруссии)—среди четырех растений было одно растение, совершенно лишенное хлорофилла (типа *albina*), остальные же растения были нормально зеленые. Растение, лишенное хлорофилла, просуществовало лишь до начала появления второго листа. Вся жизнедеятельность этого растения продолжалась всего 11 дней и она протекала, очевидно, за счет материнского эндосперма.

В другом случае—в скрещивании $F_{139/40}-16$ *Tr. vulgare* v. *erythrospermum* Г_н93 \times *Agr. elongatum* (из Белоруссии)—только одно растение имело нормальную окраску, а остальные (6 растений) имели зеленовато-желтую окраску—типа *flavescens*. Растения данного типа (*flavescens*) окраски вполне жизнеспособны, но абсолютно стерильны при всех случаях опыления.

Фертильность гибридов F_1 , повторно опыленных пыльцой пшеницы. Семена стерильных гибридов F_1 , полученные от опыления пыльцой пшеницы, по своей жизнедеятельности вели себя различно. Так, семена от комбинации [$F_{140/41}-1$ *Tr. vulgare* v. *erythrospermum* Г_н93 \times *Agr. glaucum*] \times [смесь пыльцы: *Tr. durum* v. *apulicum* и *Tr. durum* v. *coerulescens*] оказались невсхожими; семена же от [$F_{140/41}-9$ *Tr. durum* v. *apulicum* \times *Agr. elongatum*] \times [смесь пыльцы: *Tr. durum* v. *apulicum*, *Tr. turgidum* и *Tr. vulgare* v. *caesium* 3/10] взошли и вегетативно развились нормально, но пыльники в колосьях были сильно деформированы, пусты, в результате чего все поколение данной комбинации оказалось стерильным. Но семена от комбинации [$F_{140/41}-3$ *Tr. vulgare* v. *caesium* \times *Agr.*

glaucum) × [смесь пыльцы: *Tr. durum* v. *apulicum* и *Tr. vulgare* v. *erythrospermum*] развились нормально и дали высокофертильное потомство. Так, индекс фертильности гибридов от данной комбинации во всех трех случаях опыта варьировал в пределах 0,3—1,3; только в одном случае опыта среди высокофертильных растений (плодовитость которых варьировала в пределах 0,5—1,3) выщепилось одно совершенно стерильное потомство.

Наследование пленчатости зерна. По характеру заключения зерна в цветочных пленках мы различаем несколько групп: 1) зерно заключено в цветочных чешуях (пленках) свободно и при обмолоте оно освобождается от пленок или по типу индо-европейских (*indo-europeum*) или же по типу азиатских пшениц (*rigidum*); 2) зерно заключено в цветочных чешуях плотно, по типу полбовидных пшениц (тип *spelta*); 3) зерно срастается с цветочными пленками по типу пленчатых ячменей. Этот тип заключения зерна мы отмечаем как пырейный тип пленчатости (тип *agropyrum*), поскольку таким типом пленчатости в нашем опыте обладал *Agropyrum*.

По нашим данным, тип зерна *agropyrum* доминирует в первых двух поколениях (F_1 и F_2) гибридов и этот тип доминирует даже и в том случае, когда F_1 повторно опыляется пыльцой пшеницы. Только в последующих поколениях (F_3 — F_5) постепенно выщепляются формы, обладающие типом зерна *rigidum* или близкие к типу *indo-europeum*.

Такой характер наследования наблюдается в нашем опыте в комбинации: *Tr. vulgare* v. *erythrospermum* 18/46 (тип зерна *rigidum*) × *Agropyrum elongatum* (тип зерна *agropyrum*). Но в комбинации *Tr. vulgare* v. *caesium* 3/10 (*indoeuropeum*) × *Agr. glaucum* в первом поколении гибридов наблюдался промежуточный тип зерна, а во F_2 ясно превалировал тип зерна *rigidum* со свойствами пшеницы (размер и обмолот зерна).

Интересный случай вегетативного расщепления по типу зерна и колоса мы наблюдали в скрещивании [$F_{138}-2$ *Tr. vulgare erythrospermum* Г₉₃ × *Agropyrum elongatum*] × *Tr. vulgare* v. *caesium* 3/10. В этой комбинации первое поколение было бесплодно и плодущее поколение было получено лишь путем опыления пыльцой *Tr. v. v. caesium*. Фертильное потомство, полученное путем чуждоопыления (пыльцой *Tr. v. v. caesium*), в течение 3 лет обладало типом зерна *agropyrum*, только в 4-м году генерации это растение, наряду с основным типом зерна, развило колос, который обладал ригидным типом зерна, свободно освобождающегося от цветочных пленок. Колос этот отличался также от остальных своих собратьев более короткой формой и укороченными колосками.

Формообразовательный процесс пшенично-пырейных гибридов. В основном процесс формообразования в наших комбинациях гибридов протекал в рамках родительских видов. При этом в первых поколениях гибридов (F_1 и F_2) формообразование носило пырейный характер; формы же явно пшеничного типа выщеплялись лишь с F_3 и F_4 .

Процесс формообразования многолетней группы пшениц выразился в основном в выщеплении видов мягкого ряда пшениц: *Tr. spelta* и *Tr. vulgare* и переходных между ними форм (*speltoid*). Формообразование протекало сравнительно богато в сторону выщепления внутривидовых вариаций *Tr. vulgare*. В этом направлении зафиксированы вариации: *lutescens* — обычная форма, *lutescens* — скверхед, *cinereum*, *erythrospermum* — обычная форма, *erythrospermum* — скверхед, *suberythrospermum*. Из новообразований следует особо отметить выщепление формы мягкой пшеницы с фиолетовыми семенами.

Таков в общих чертах характер формообразования у наших многолетних гибридов, прослеженный вплоть до пятого поколения.

В общем диапазон формообразовательного процесса невелик, но и в масштабе данного формообразования имеется целый ряд новых форм, совмещающих признаки и свойства обеих родовых форм (пшеницы и пырея).

И если эти многолетние формы пшеницы окажутся константными, то мы вправе говорить о возникновении совершенно нового вида культурных растений путем гибридизации.

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Ботанический Институт

(Поступило в редакцию 9.9.1942)

განმცხადებელი

ვლ. მენაბდე

TRITICUM-ისა და AGROPYRUM-ის გვართაშორისი ჰიბრიდიზაციის
 პროცესების შესწავლისათვის
 რეზუმე

წინამდებარე შრომაში ავტორი ადგენს:

1. შეჯვარებაში მონაწილე წყვილთა სხვადასხვა ქცევას;
2. ჰიბრიდთა პირველი თაობის თითქმის სრულ სტერილობას;
3. უნაყოფო ჰიბრიდების განმეორებითი დამტვერვის შემთხვევაში ეს ჰიბრიდები მაინც სტერილური რჩებიან ან და იჩენენ უმნიშვნელო ფერტილობას.
4. ფორმათა წარმოქმნა მცირე დიაპაზონით ხასიათდება, მხოლოდ ამ მოცულობითაც აღნიშნულია ახალ ფორმათა ისეთი რიგი, რომელშიც სინტეზირებულია ორივე გვარის ნიშნები და თვისებები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Б. А. Вакар. Цитология пшенично-пырейных гибридов. Омск, 1935.
2. С. И. Верушкин. Пшенично-пырейные гибриды. Москва, 1933.
3. А. И. Лусс. Вегетативные мутации. Теоретические основы селекции, т. I, 1935.
4. Н. Е. Немляенко. Результаты работ с пшенично-пырейными гибридами. Журн. «Селекция и Семеноводство», № 4, 1939.
5. В. А. Хижняк. Формообразование у пшенично-пырейных гибридов. Известия АН СССР, Серия биологическая, № 3, 1938.
6. Н. В. Цицин. Проблема озимой и многолетней пшеницы Омск, 1933.



ГИСТОЛОГИЯ

А. Д. ЗУРАБАШВИЛИ

ОБ ЭМБРИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ ОТРОСТКОВ НЕРВНЫХ КЛЕТОК
СПИННОГО МОЗГА ПТИЦЫ

Наши наблюдения [3] показали, что в своем эмбриональном развитии нейронные и нейропилые элементы спинного мозга птицы выявляют характерную динамику, составляя, таким образом, две морфологические системы единой нервной ткани.

Исследования последних лет по онтогенезу и сравнительному онтогенезу мозга обогатили нас динамическими представлениями о центральной нервной системе.

Следует подчеркнуть, что генетический метод является одним из важных путей, способствующих расшифровке и уточнению морфологического понятия о нейропиле; при помощи генетического метода можно изучить вопросы становления клеток, протоплазматической сети, дендритных ответвлений и шипиков.

Классические наблюдения над структурой боковых придатков и шипиков протоплазматических отростков даны Сухановым, Чернецким и в 1904 году Гейером [1].

Гейеру [1] удалось установить зависимость количества боковых придатков от зрелости нервной клетки.

Несмотря на свою давность, вопрос о морфологическом профиле боковых придатков до сих пор является открытым. Van Gehuchten [1] о пирамидальных клетках мозговой коры писал: «В противоположность мнению некоторых авторов (Koelliker, Meyer), которые хотят видеть в боковых придатках артефакт, нам кажется бесспорным то, что эти придатки являются выражением нормального строения дендритов этих клеток».

Согласно Гейеру [1], боковые придатки самих клеток не являются артефактом, ибо они тождественны с боковыми придатками дендритов, в существовании которых нельзя сомневаться.

Цель данной работы: проследить динамику эмбрионального становления протоплазматических отростков нервных клеток спинного мозга птицы в течение поздней и пренатальной зародышевой жизни.

1. Материал и методика

Детальному сериальному изучению подвергнуто пять серий спинных мозгов зародышей курицы, а именно: в возрасте 14, 15, 16, 18 и 19 дней. Материал был получен путем искусственной инкубации.

Кроме указанного эмбрионального материала была изучена еще одна серия в возрасте шести часов постнатального периода; таким образом, весь наблюдаемый нами материал составляет шесть непрерывных серий спинного мозга.

Как в своей прежней работе [3], для изучения эмбрионального развития нервных клеток и отростков в спинном мозгу птицы, мы прибегли к классической методике Гольджи (импрегнация серебром и заливка в целлоидин).

Некоторые рисунки носят комплексный характер, т. е. отражают структуру разных близлежащих срезов и переданы при одном и том же увеличении (окуляр 4X об. ВООМП 40, рисовальный аппарат Аббе).

Трудоемкая работа по зарисовке рисунков проделана сотрудницей гистологического отдела Е. С. Чолокашвили.

2. Собственные наблюдения

В возрасте четырнадцати- и пятнадцатидневной эмбриональной жизни происходит уплотнение сети отростков паренхиматозных элементов: осевые цилиндрические и протоплазматические образования выступают четко и прослеживаются далеко на поперечном сечении спинного мозга. Увеличивается число дихотомий, а дендриты обогащаются так называемыми шипиками.

Рис. 1 (см. стр. 362) передает ганглиозные клетки из интермедиальной области спинного мозга зародыша в возрасте 14 дней и ганглиозные элементы из передне-боковой области спинного мозга у зародыша 15 дней; уровень соответствует нижним отделам. На рисунке видим, что параллельно с явлениями дихотомии встречаемся с боковыми ответвлениями; дихотомические отростки, равно и боковые ответвления покрыты шипиками. Следует обратить внимание, что тело клеток лишено боковых придатков, а стержневые дендриты, т. е. участки до дихотомических разветвлений или также полностью лишены или покрыты единичными шипиками. Как выше было указано, дендритные отростки нередко заходят далеко, идя от переднего рога до интермедиальной области и покрываясь шипиками.

Считаю необходимым обратить внимание на своеобразие хода и расположения шипиков, которое передано на рис. 1. Это своеобразие в топографии будет встречаться также на следующих возрастах.

Расположение шипиков (этих мелких протоплазматических образований) зависит от толщины дендрита. На топографию указанных боковых

придатков или шипиков влияет также величина расстояния от дендритного корня. Чем тоньше дендрит и чем он больше отстоит от своего первичного корня, тем чаще его боковые придатки или перпендикулярны к самому дендритному отростку или имеют направление против дендритного корня, образуя с линией последнего острый угол. Указанное своеобразие считаю заслуживающим специального внимания (см. схемы 1 и 2).

В возрасте 16 и 18 дней эмбриональной жизни нам не удалось установить принципиально новых сдвигов в развитии клеток и отростков спинного мозга.

Рис. 2 передает дендритные разветвления и шипики крупной клетки заднего рога (спинной мозг шестнадцатидневного зародыша курицы).

Рис. 3 передает характерное разветвление тонкого дендритного отростка интермедиальной области спинного мозга у зародыша 18 дней. На рисунке с дендритными дихотомиями выступают шипики.

При рассмотрении материала (возраст 18 дней) обращает внимание богатство тонких ответвлений, нередко занимающих почти весь сагитальный длинный интермедиальной области.

Как нами было указано в прежней работе [3], в возрасте тринадцатидневной эмбриональной жизни на всех уровнях спинного мозга намечается дендритный войлок и с этого периода мы имеем дело с развитием и созреванием клеток и их отростков, как единой ткани.

При изучении позднего эмбрионального развития или становления клеток и сети отростков, в первую очередь заслуживает внимания динамика дендритных дихотомий, дендритных ответвлений и дендритных придатков или шипиков.

На рис. 4 представлена богатая отростками и их делениями клетка переднего рога (спинной мозг плода 19 дней).

К постнатальному периоду сеть протоплазматических отростков представлена плотной войлочной системой. Последнее явление отражено на рисунке 5, относящемся к постнатальному периоду (цыпленок шести часов).



Схема 1.

Схема 2.

Схема 1. Показано направление боковых придатков, отходящих недалеко от дендритного корня. Схематически дан дендритный корень; стрелки показывают направление отростков.

Схема 2. Показано направление боковых придатков, отходящих далеко от дендритного корня. Передан тонкий дендритный отросток. Стрелки показывают направление волоконца.

Рис. 5 передает густое сплетение дендритных волокон и дихотомические разветвления последних. Зарисован участок из наружного отдела интермедиальной области. Срез взят на каудальных уровнях спинного мозга.



Рис. 1.

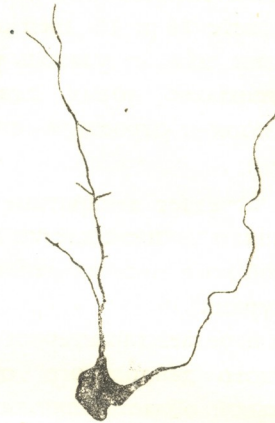


Рис. 2.

3. Анализ материала

При изучении первой половины эмбрионального развития спинного мозга курицы нам удалось установить этапы созревания; причем начало третьего этапа относится к тринадцатидневной инкубации. Этот период был отмечен, как стадия проявления эмбриональной нейропилльной сети (имеется ввиду сплетение протоплазматических отростков).

С этой стадии, в течение всей второй половины зародышевой жизни, развитие спинного мозга идет под общим знаком дальнейшего морфологического совершенствования дендритной сети.

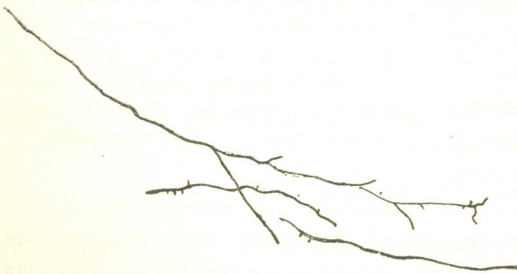


Рис. 3.

В дальнейшем с возрастом увеличивается количество протоплазматических отростков; причем выясняется, что морфологическое развитие дендритного дерева не исчерпывается явлением последовательной дихотомизации. Уплотнение дендритной войлочной системы происходит за счет обогащения дендритных отростков боковыми ответвлениями и боковыми придатками или шипиками.

Как мы показали на схемах 1 и 2, боковые придатки или шипики в своем расположении обнаруживают характерное своеобразие.

Последнее явление мы считаем заслуживающим специального интереса и в связи с этим выдвигаем вопрос: своеобразная топография не может ли быть обусловлена характером функциональной деятельности протоплазматических элементов.

Наши наблюдения показывают, что основные два элемента нервной ткани, именно: система клеток и система их отростков об-

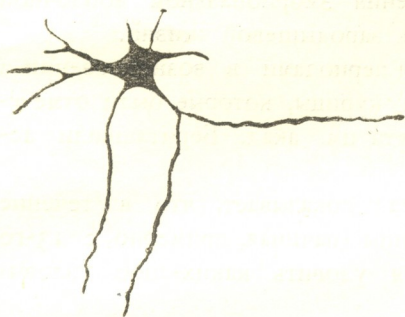


Рис. 4.

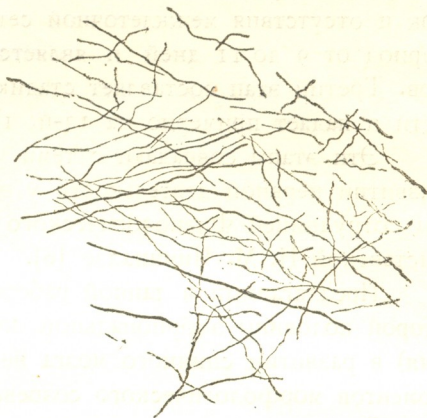


Рис. 5.

наруживают сложную и вместе с тем своеобразную динамику эмбрионального развития.

Согласно Заварзину [2], «в неразрывной связи с проблемой тканевой эволюции стоит и проблема тканевого онтогенеза, т. е. проблема развития дифференцировки, детерминации и старения тканей» (стр. 23). В этом разрезе онтогенез нервной ткани, как единого и целостного образования в первую очередь требует изучения развития составных ее элементов.

В течение зародышевой жизни спинно-мозговая нервная система курицы претерпевает три основных этапа созревания, а именно: 1) этап клеточных элементов, 2) этап клеточных и отростковых элементов и 3) этап нейронно-нейропилльной системы. Как видим, нервная ткань на различных этапах онтогенетического становления обнаруживает различную структуру; иначе говоря, на различных этапах или стадиях развития встречаемся с различными тканевыми структурами, как с формами проявления единой нервной ткани. Указанное положение полностью совпадает с теми определениями понятий о ткани и тканевой структуре, которые дает в своей работе Лежава [5]. По автору «тканевая структура есть не ткань, а лишь форма ее проявления на данном этапе развития» (стр. 17).

В предыдущей нашей работе мы высказали совершенно определенно, что положение о нейронно-нейропилльной структуре нервной ткани

подтверждается данными эмбриогенетического изучения спинного мозга курицы.

Предлагаемый материал уточняет выдвинутый нами тезис и дает представление о динамике развития нервной системы, как сложного морфологического аппарата.

Как выше было указано, в эмбриональном созревании спинного мозга птицы можно выделить три основных этапа. Первый этап тянется до семи дней зародышевой жизни и составляет стадию уни-би-полярных клеток и отсутствия межклеточной сети отростков. Второй этап охватывает период от 9 до 11 дней и является стадией мощного развития отростков. Третий этап составляет стадию появления эмбриональной войлочной сети и падает примерно на 12-й, 13-й день зародышевой жизни.

Эти этапы совпадают с теми узловыми периодами в возникновении и развитии нервной деятельности у эмбриона курицы, которые были отмечены сотрудницей Физиологического Института им. акад. Бериташвили ассистенткой Н. М. Чичинадзе [6].

Предлагаемый в данной работе материал показывает, что в течение второй половины эмбриональной жизни птицы (начиная, примерно, с 13-го дня) в развитии спинного мозга не удается уловить каких-либо узловых моментов морфологического созревания.

В течение второй половины главным образом имеет место обогащение и уплотнение сети отростков. Причем нужно помнить, что развитие системы отростков подразумевает созревание непосредственно самих клеточных элементов.

Весь длинный путь второй половины зародышевой жизни курицы посвящен созреванию и оформлению системы клеток и их отростков, как единой нервной ткани.

В ы в о д ы

1. Уплотнение войлочной системы спинного мозга происходит в результате дихотомизации дендритов и обогащения последних боковыми ответвлениями и боковыми придатками или шипиками.
2. В своем расположении боковые придатки или шипики спинного мозга курицы обнаруживают характерное своеобразие.
3. Нервная ткань должна быть рассмотрена, как сложный, но единый клеточно-войлочный аппарат, состоящий из двух морфологических своеобразных систем.

4. Нейронно-нейропиллярная система, как самое дифференцированное образование спинного мозга, проходит длинный путь становления и охватывает всю вторую половину зародышевой жизни курицы.

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

(Поступило в редакцию 13.3.1943)

ჰისტოლოგია

ბ. ზურაბაშვილი

ფრინველის ზურგის ტვინის ნერვულ უჯრედთა მორჩაბის
ემბრიონალური განვითარების შესახებ

რეზუმე

შრომა მიზნად ისახავს შესწავლას ფრინველის ზურგის ტვინის ნერვულ უჯრედთა განვითარება პრენატალურ პერიოდში.

სერიალურად შესწავლილი არის ქათმის ემბრიონთა ზურგის ტვინის ხუთი სერია, სახელდობრ: 14, 15, 16, 18 და 19 დღის ემბრიონები.

მასალა მიღებულია ხელოვნური ინკუბაციის გზით.

შესწავლილია აგრეთვე ერთი სერია პოსტნატალურ პერიოდში (ექვსი საათის ასაკისა); ამნიარად მასალას შეადგენს ექვსი სერია.

ზურგის ტვინის პარენქიმატოზულ უჯრედთა და მორჩთა შესწავლის მიზნით ხმარებულ იქნა გოლჯის კლასიკური მეთოდიკა (იმპრეგნაცია ვერცხლით და ჩაყალიბება ცელოდინში).

ფრინველის ზურგის ტვინის ემბრიონალურ განვითარებაში შეიძლება გამოყოფილი იყოს სამი ძირითადი ეტაპი.

პირველი ეტაპი გრძელდება ემბრიონალური ცხოვრების შეიქმნა და წარმოადგენს უნი და ბიპოლარულ უჯრედთა სტადიას, რომლის დროსაც ჯერ კიდევ არ არის განვითარებული უჯრედშუა ბადე.

მეორე ეტაპი შეადგენს პერიოდს ცხრიდან თერთმეტ დღემდე, რომლის დროსაც ადგილი აქვს მორჩთა მძლავრ განვითარებას.

მესამე ეტაპზე ყალიბდება და ვითარდება ემბრიონალური ბადისებრი წარმოქმნა.

მასალის დეტალური შესწავლის შედეგად გამოტანილია შემდეგი დასკვნები:

1. ზურგის ტვინის ბადისებრი სისტემის გამკვრივება შედეგია დენდრიტთა დიხოტომიზაციისა, რომლებიც თავის მხრით მდიდრდებიან გვერდითი განშტოებებით და გვერდითი დანამატებით, ე. წ. ხორკლებით.

2. ქათმის ზურგის ტვინის პროტოპლაზმატურ მორჩთა გვერდითი დანამატები ანუ ხორკლები თავის ტოპოგრაფიაში იჩენენ დამახასიათებელ თავისებურებას.

3. ცენტრალურ ნერვული სისტემის პროტოპლაზმატურ მორჩთა ხლართს აქვს ბადისებრი აღნაგობა.

4. ნერვული ქსოვილი განხილული უნდა იქნას, როგორც ბადისებრი აპარატი, რომელიც შედგება თავისებურ ორ მორფოლოგიურ სისტემისაგან.

5. ნეირონულ-ნეიროპილური სტრუქტურა სპეციფიკურია მხოლოდ ნერვული ქსოვილისათვის; ეს გარემოება საშუალებას ჰქმნის ნერვული ქსოვილის შემადგენელ ელემენტთა შორის დაამყაროს როგორც უმაღლესი დიფერენციაცია (სპეციალიზაცია), ისე უმაღლესი ინტეგრაცია.

6. ნეირონულ-ნეიროპილური სისტემა, როგორც ზურგის ტვინის ყველაზე დიფერენცირებული წარმოქმნა,—მომწიფებისათვის საჭიროებს გრძელ მანძილს, სახელდობრ, ქათმის ნაყოფის ემბრიონალური ცხოვრების მეორე ნახევარს მთლიანად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ი. ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Т. И. Гейер. Материалы к вопросу о форме и развитии протоплазматических отростков нервных клеток спинного мозга. Москва, 1904.
2. А. А. Заварзин. Курс гистологии и микроскопической анатомии. Наркомздрав СССР, Медгиз, Ленинградское отделение, 1938.
3. А. Д. Зурабашвили. О тонкой структуре спинного мозга в эмбриональном развитии (в печати).
4. А. Карпс. Die vergleichende Anatomie des Nervensystems d. Wirbeltiere und d. Menschen. Bd. 1, Haarlem, 1920.
5. А. С. Лежава. Противоречия в современном учении о тканях и их причины. Труды Тбил. Гос. Университета им. Сталина, т. XXI, 1941, стр. 1—46.
6. Н. М. Чичинадзе. О возникновении и развитии нервной деятельности у эмбриона курицы (в печати).



აკადემიკოსი ს. ჯანაშია

კავკასიელ მონარქ-მეონიმების ანტიკური სქემა¹

ქართულ-სომხურ-ალბანური ქრისტიანულ-ფეოდალური საისტორიო მწერლობა ხალხთა გენეალოგიურ სქემებს ბიბლიურ მონაცემებზე აშენებდა... ამ მხრივ ყველაზე შორს წავიდა ლეონტი მროველი, რომელმაც თარგამოსიანი ძმების შთამომავლობად დასახა კავკასიის ყველა ხალხი. ლეონტის ჰუმანისტური თეორიის ცხოველმყოფელი გავლენა და გამძლეობა დადასტურდა ჩვენთვის 1929 წელს, როცა კავკასიის უმაღლეს მთის რაიონში, ღუმუქში, უბირმა ლაკმა გავვიმეორა (შეუგნებლად, ცხადია) ეს სქემა თავის მტკიცებაში რომ ლაკები, ქართველები და სომხები სამი ძმის, ლაკუსის, ქართუსისა და მარკუსის შთამომავალი არიან...

ესლა ირკვევა, რომ წინა-ქრისტიანულ, წინა-ფეოდალურ ხანაში არსებობდა სქემა, რომელიც მიახლოებით იმავე შემეცნებითა და საზოგადოებრივ მიზნებს ისახავდა, მაგრამ სულ სხვა მასალისაგან იყო აშენებული.

მეტნაკლებად მთლიანი სახით თქმულება დაცულია პომპეი ტროგთან (I ს. დასაწყ., ახ. წ.) მის „ფილაპიკურ ისტორიებში“, რომელნიც შემოკლებით შემოუნახავს მ. იუნ. იუსტინს (მიახლოებით—III ს. ახ. წ.).

კოლხეთს პირველი მგზავრობიდან დაბრუნების შემდგომ იასონი იძულებული ხდება, თავისი მტრების ვერავობისა და ძალმომრეობის მიზეზით, დასტოვოს თესალია. იასონი კვლავ კოლხეთს მიდის მედეასა და მის ვაჟიშვილ მედთან ერთად. იასონი და მედეა ერთ დროს განშორებული იყვნენ და მედეა ცოლად ჰყავდა ათენის მეფეს ეგეის, რომელთანაც მედეას ეყოლა ვაჟი მედი. შემდეგში იასონმა შემოირიგა მედეა. იასონს თან მიჰყვება აგრეთვე მრავალრიცხოვანი გუნდი ყველა ტომის ვაჟაკებისა, რომელთაც იასონის სახელი იზიდავს. კოლხეთში იასონმა ტახტი დაუბრუნა თავის სიმამრს, მეფე აიეტს, რომელიც მტრებს დაეჩაგრათ და სამეფოდან გაეძევებინათ. შემდეგ იასონმა დიდი ომები გადაიხადა მეზობლებთან და ქვეყნები დაიპყრო. დაპყრობილი მიწაყლის ნაწილი იასონმა სიმამრის სამეფოს შეუერთა, აიეტის წინააღმდეგ ჩადენილი თავისი ძველი დანაშაულის გამოსასწორებლად, ნაწილი-კი თავის თანამგზავრებს გაუყო. „ამბობენ,—ამტკიცებს ეს წყარო,—იასონი პირველი კაცი იყო, რომელმაც დედამიწის ეს ნაწილი დაიპყრო ჰერაკლესა და ლიბერის შემდეგ. ჰერაკლე და ლიბერი, გარდმოცემით, აღმოსავლეთის მეფეები იყვნენ“. ზოგ ხალხს იასონმა წინამძღოლად მისცა ფრიგი და ამფისტრატე, კასტორისა და პოლუქსის მეეტლები. შემდეგ იასონმა კავშირი შეკრა ალბანელებთან, რომელნიც, ამბობენ, თავის დროზე ჰერაკლეს მოჰყვნენ იტალიიდან, ალბანის მთიდან. ალბანელებს ახსოვდათ თავისი იტალიური წარმოშობა ჯერ კიდევ პომპეი-მიტრიდატის ომების დროს და ამის გამო იყო, რომ ისინი „ძმურად მიეხალმნენ“ პომპეის. იასონის სიკვდილის შემდეგ მედ-

¹ ვრცელი სახით მოხსენდა სტალინის სახელობის თბ. სახ. უნივერსიტეტის სამეცნიერო სესიას 1943.IV.24.

მა, რომელიც მამინაცვალს ეჯობებოდა სიჭველეში, თავის დედის პატივსაცემად ააშენა ქალაქი მედია და დააარსა მედიის სამეფო. ასეთი სახელი ეწოდა ამ სამეფოს მედის მიხედვით. იასონის რაზმის ერთმა წინამძღოლთაგანმა, აგრეთვე თესალიელმა წარმოშობით, არმენმა კვლავ თავი მოუყარა რაზმელებს, რომელნიც ყველგან დახეტიალებდნენ მეფე იასონის დაკარგვის შემდგომ, და დააარსა არმენია. ამრიგად, თითქმის მთელმა აღმოსავლეთმა დაიწყო იასონის გადმერთება და მისთვის, როგორც თავისი „დამაარსებლისათვის“, ტაძრების შენება. მრავალი წლის შემდგომ ალექსანდრე დიდის სარდალმა პარმენიონმა ბრძანება გასცა ამ ტაძრების დანგრევის შესახებ, რათა არავის სახელს არა ჰქონოდა აღმოსავლეთში მეტი პატივი, ვიდრე ალექსანდრეს სახელს (წ. XLII, თ. 2—3).

ირაკვევია რომ თქმულება ფართოდ ყოფილა გავრცელებული ძველთაგანვე როგორც ადგილობრივ, ისე ბერძნულ-რომაულ მწერლობაში. ბერძნებს ეს თქმულება გაუტენიათ არა უგვიანეს მეხუთე საუკუნისა, ძვ. წ. უკვე ჰეროდოტე მოუთხრობს: მედიელებს „ძველად ყველანი არიელებს უწოდებდნენ; მაგრამ როცა კოლხიდელი მედეა მივიდა მათთან ათენიდან, მათაც გამოიცვალეს სახელი; ასე ამბობენ თავისთავზე თვითონ მედიელები“ (VII, 62)... შესაძლოა ამის მსგავსი რაღაც სკოდნოდა უკვე ჰეკატესაც, ფრ. 171.

შემდეგ, თქმულებას იცნობენ: ეფორი (? , IV ს.); კირსილი და მედი, — ალექსანდრე მაკედონელის თანამედროვენი, — ერატოსთენე (III ს., ძვ. წ.); იოდორ სიცილიელი და ვარონი (I ს. ძვ. წ.); სტრაბონი (I ს., ძვ. წ.—I ს. ახ. წ.); მელა, პლინი და ვალერი პრობი (I ს., ახ. წ.); ტაციტი (I—II სს., ახ. წ.); აპიანე (II ს., ახ. წ.)... ეს წყაროები მეტწილ შემთხვევაში თქმულების ვარიაციებს წარმოადგენენ და ამით მრავალგანშტოებული გარდმოცემის არსებობას ემოწმებიან. ამავე საგანზე ჩვენ გვაქვს დიოდორე სიცილიელის პირდაპირი ჩვენება: „ტრაგიკული პოეტების გამოგონებათა წყალობით, მედეას შესახებ არსებობს მთელი რიგი სხვადასხვაგვარი და ერთმანეთის საწინააღმდეგო თქმულება“ (IV, თ. 56, § 1)...

მთავარი წყარო ამ შემთხვევაშია დიდი სტრაბონია, რომელსაც შეუთვინებია ანტიკური მწერლობის არა ერთი ძეგლის ცნობა ჩვენთვის საინტერესო საგანზე: იასონისა და მისი თანამგზავრების ეს მეტად შორეული ლაშქრობა მიმართულია კავკასიონთან მდებარე ქვეყნებისაკენ (XI, თ. V, § 5); თავდაპირველ მიზანს კოლხეთი შეადგენს; აქედან „იასონმა და თესალიელმა არმენმა მიაღწიეს კასპიის ზღვას და გაიარეს იბერია, ალბანია და არმენიისა და მედიის მრავალი ნაწილი“ (XI, თ. IV, § 8); კოლხეთიდან არმენიასა და მედიის იასონი მივიდა, ერატოსთენეს ცნობით, ხმელეთის გზით (I, თ. III, § 2); ალექსანდრე მაკედონელის ომების მონაწილეთა კირსილ ფარსალიელისა და მედი ლარისაელის სიტყვით, არმენიამ თავისი სახელი მიიღო არმენისაგან, რომელმაც არმენია დალაშქრა იასონთან ერთად და რომელიც წარმოშობით იყო თესალიის ქალაქ არმენიიდან... არმენის თანამგზავრთა თუ ამხანაგთაგან ზოგმა დაასახლა აკილისენა, ზოგმა — სისპირიტიდა (XI, თ. IV, § 8 და იმავე წიგნის თ. XIV, §§ 12—13); მედეა იასონთან ერთად მბრძანებლობდა მედიაში, რომლის სახელწოდების შესახებ სტრაბონისათვის ცნობილი ყოფილა ორი ვერსია: ა) იგი მომდინარეობს მედეას სახელისაგან, ბ) იგი შერქმეულია, თავისი სახელის მიხედვით, მედის მიერ, რომელმაც ამ ქვეყანაში დაიმკვიდრა ხელისუფლებ-

ბა (XI, თ. XIII, § 10); შავი ზღვის ნაპირზე, კოლხეთის ჩრდილოეთით, ახლა დასახლებულია იასონის ფთიოტ-ახეველი რაზმელების მიერ⁽¹⁾, ხოლო ჰენიოხია — ლაკონელი რაზმელების მიერ, რომელთაც წინამძღოლობდნენ დიოსკურების მეეტლეები — „ჰენიოხები“ — კრეკა (|| ჰრეკა) და ამფისტრატი; „ამათვან მიიღეს, ალბათ, თავისი სახელი ჰენიოხებმა“ (XI, თ. II, § 12); დასასრულ, „იასონისა და ფრიქსეს ლაშქრობანი“ შეეხნენ პონტოსსაც (I, თ. II, § 39): ვგონებო იასონის თანამგზავრთავანი იყო აუტოლიკი, რომელსაც სინოპელები სთვლიდნენ ქალაქის დამაარსებლად და თავყვანს სცემდნენ როგორც ღმერთს; აქვე იყო მისი ორაკული (XII, თ. III, § 11); ამასტრეას ერთი შემადგენელ ნაწილთავანი სახელდებულია ფრიქსეს ძის კიტორის მიხედვით; ამ ცნობისთვისაა დამოწმებული ეფორი (იქვე, § 10).

რიგი წყაროები შეიცავენ თხრობის ვარიანტებს ან ავსებენ მას. დიოდორე სიცილიელით, ზოგნი, ათენელების გულის მოსაგებად, მოუთხრობენ რომ მედეა ჩავიდა კოლხეთში თავის შვილ მედ ეგეისძესთან ერთად; მედმა მოჰკლა აიეტის ძმა პერსი და დაუბრუნა აიეტს ტახტი. შემდეგ მედმა გაიარა პონტოს ზემოთ მდებარე აზიის მნიშვნელოვანი ნაწილი და დაიკავა მედია, რომელმაც მერმე სახელი მიიღო მისგან (IV, თ. 56, §§ 1—2). აქ, ყოველ შემთხვევაში, კოლხეთისა და მედიის ამბებიდან სავსებით გამორიცხულია იასონი!

პ. მელა-თი ჰენიოხების ქვეყანაში დიოსკორიადა დაარსებულია კასტორისა და პოლუქსის (ე. ი. დიოსკურების) მიერ (I, 111), გ. პლინი სეკუნდის ზოგიერთი წყაროს ცნობით კი ეს ქალაქი დაარსებულია არა დიოსკურების, არამედ მათი მეეტლეების მიერ, რომელთაგანაც წარმოშობილია ჰენიოხების ტომი (VI, §§ 15—16).

ამრიგად: 1. ციკლი გეოგრაფიულად მოიცავს კავკასიისა და მის სამხრეთით მომიჯნავე ქვეყნების თითქმის ყველა სახელმწიფოებრივ წარმონაქმს თუ თემს და ზოგს მთავარ ქალაქს; 2. იასონისა და „იასონიანთა“ ღვაწლი სამხედრო-პოლიტიკური და დიპლომატიური ხასიათისაა: ომებით იპყრობენ ქვეყნებს, აარსებენ სახელმწიფოებსა და ქალაქებს, ჰქმნიან საერთაშორისო კავშირებსა და, საგონებელია, მთელ სისტემასაც; ზოგ შემთხვევაში საუბარია ქვეყნების დასახლებისა და ცალკე ტომთა წარმოშობის შესახებ; 3. ციკლის ამბების ბაზა კოლხეთშია, სადაც იასონისა თუ მედის ღვაწლის შედეგად ხდება გარკვეული პოლიტიკური მდგომარეობის რესტავრაცია და სამეფოს ტერიტორიის ზრდა; 4. ვარდა ამისა: ა) იასონი ჰკრავს პოლიტიკურ კავშირს ალბანელებთან, რომელნიც წარმოშობით იტალიელნი (დიო კასით—მასაგეტები...) არიან, ბ) არმენი აარსებს არმენიას, იასონის სიკვდილის შემდეგ, და აძლევს მას თავის სახელს, გ) მედეა და მედი, თუ მარტო მედი, აარსებენ მედიის სახელმწიფოს და ქალაქ მედიას და აძლევენ მათ თავიანთ სახელებს, დ) ქალაქ დიოსკურიას აარსებენ ან დიოსკურები, რომელნიც აძლევენ მათ თავიანთ სახელს, ან „მეეტლეები“, ე) ჰენიოხები ღებულობენ წინამძღოლად „მეეტლეებს“ ან წარ-

⁽¹⁾ ახეველების შესახებ სტრაბონთან იხ. სხვა ვარიანტიც, IX, თ. II, § 42, რასთანაც თანხმობაში იმყოფება აპიანე, „ომები მითრიდატთან“, 67 და 102.

მოშობილიც კი არიან მათგან; სხვა ვერსიით—ჰენიოხია დასახლებულია ლაკონელი რაზმელების მიერ, ვ) ახვა დასახლებულია ფთიოტ-ახვეელების მიერ, ზ) პონტოს მთავარი ქალაქი სინოპი დაარსებულია აუტოლიკის მიერ, თ) ამასტრეას კიტორი სახელს დებულობს ფრიქსეს ძის კიტორისაგან, ი) აკილისენა და სისპირიტიდა დასახლებულია არმენის ამხანაგებით, რომელთა სახელები მოხსენებული არ არის. კითხვაზე, თუ ვინ იყვნენ აკილისენასა და სისპირიტიდას „პირველმოსახლენი“, ჩვენ ვერ ვპოულობთ თქმულებაში პირდაპირ პასუხს ისევე, როგორც კითხვაზე, თუ რა გააკეთეს იასონმა და მისმა თანამგზავებმა იბერი-აში. უფრო სწორედ, იბერიის შესახებ, ამ მხრივ, გარდმოცემა სრულიად დუმს. ეს მით უფრო საკვირველია, რომ იასონის ლაშქრობათა ბაზასთან, კოლხეთთან, ყველაზე უფრო ახლოს გეოგრაფიულად, ეთნიკურად, ისტორიულად და კულტურულად სწორედ იბერია იდგა.

ამ თვალსაზრისით ნაკლს ავსებს სახელგანთქმული ტაციტი. „ანალებში“ (VI, 33—34) ტაციტი დაწვრილებით მოგვითხრობს იბერიისა (ქართლის) და მისი სამეფო სახლის ამბებს I ს. პირველი ნახევრიდან, ახ. წ., კერძოდ—თუ როგორ დაიპყრო იბერიის მეფემ ფარსმანმა არმენია (სომხეთი) და როგორი ბრძოლები გადაიხადა მან ამის გამო პართელების წინააღმდეგ. ქართველ-პართელების ერთი ბრძოლის აღწერაში ტაციტი ამბობს რომ პართელების ძალას ცხენოსანი ჯარი შეადგენდა, მაშინ, როცა ქართველთა მეფე „ფარსმანი ძლიერი იყო ქვეითობითაც; ვინაიდან იბერები და ალბანელები (ალბანელთა ერთი რაზმი თან ჰყავდა მოკავშირედ ფარსმანს, ს. ჯ.), რომელნიც მთიან ადგილებში ცხოვრობდნენ, უფრო მიჩვეული იყვნენ (ცხოვრების) სიმკაცრესა და ამტანობას. ისინი ამბობენ რომ წარმოიშვნენ თესალიელებისაგან იმ დროს, როცა იასონი, რომელმაც მოიტაცა მედეა და შვილები იყოლია მისგან, შემდეგ დაბრუნდა აიეტის დაცარიელებულ სასახლეში უმეფოდ დარჩენილ კოლხებთან. და, მართლაც, [იქ] ბევრი რამ მოწმობს მის სახელსა და ფრიქსეს ორაკულს; არავის არ მიაქვს (იქ) მსხვერპლად ვერძი, რადგანაც სწამთ რომ მან მოიყვანა ფრიქსე“... ზერელე წაკითხვით ტაციტი თუ მისი წყარო შეიძლება ისედაც გავიგოთ რომ აქ საუბარია არა მარტო იბერების, არამედ აგრეთვე ალბანელების წარმოშობის შესახებ. იქნებ ასე მოუვიდა პლინის, რომელიც გვამცნობს: „ალბანელები, გარდმოცემით, წარმოშობილი არიან იასონისაგან“ (VI, 38)⁽¹⁾.

მაგრამ თუ ჩავუკვირდებით ტაციტს, დაერწმუნდებით, რომ ცნობა თესალიელებისაგან და, სახელდობრ, იასონისაგან (გაითვალისწინეთ პლინის გამოთქმა!) წარმოშობის შესახებ განეკუთვნება მხოლოდ იბერებს (რომელნიც აქ კოლხებთან მჭიდრო კავშირში არიან წარმოდგენილნი) და, უფრო ვიწროდ, იბერიის სამეფო სახლს: ა) თხრობის მთავარი გმირები სწორედ ესენი არიან, ბ) თქმულების სარწმუნოების საბუთები საქართველოს რეალიებია. ამისთვის მოვიგონოთ სტრაბონის ცნობები: „არსებობს ორივე ლაშქრობის ძეგლებიც:

⁽¹⁾ არ არის გამორიცხული კალმის შეცდომის შესაძლებლობაც პლინისთან: იბერების ნაცვლად ალბანელები! ამას გვაფიქრებინებს უშუალოდ მომდევნო ფრაზა, სადაც დასახლებული ხალხის სამხრეთ მიჯნად ნაჩვენებია ხაზი, „რომელიც შეადგენს არმენიისა და იბერიის საზღვარს“.

ფრიქსესი—კოლხიდისა და იბერიის მიჯნაზე, და იასონისა, რომელთაც უჩვენებენ არმენიისა, მედიისა და მათი მეზობელი ქვეყნების მრავალ ადგილას“ (I, თ. II, § 39); კოლხიდის „დასახელებული მდინარეების ზემოთ მოსხების ქვეყანაში არის ლევკოთეას ტაძარი, რომელიც ააგო ფრიქსემ, და მისი ორაკული, სადაც არ მიაქვთ მსხვერპლად ვერძი... თუ როგორ სახელგანთქმული იყო ძველად ეს ქვეყანა, გვიჩვენებს მითები, რომელნიც მოგვითხრობენ იასონის ლაშქრობაზე, მედიასაც-კი რომ მიადწია, და ფრიქსეს წინამორბედ ლაშქრობაზე... იბერიაში არის აგრეთვე პატარა ქალაქი, „ფრიქსეს ქალაქი“, ეხლანდელი იდეესა, კარგად გამაგრებული დაბა კოლხეთის საზღვარზე“ (XI, თ. II, § 17—18). განსაკუთრებით ნიშანდობლივია ცნობა რიტუალური აკრძალვის შესახებ—იგი მხოლოდ საქართველოსთანაა დაკავშირებული... ტაციტთან ყურადღებას იქცევს: იასონს ჰყავს მედეასგან შვილები და, საგონებელია, მათთან ერთად ბრუნდება კოლხეთში; აიეტის სასახლე დაცარიელებულია, ხოლო კოლხები უმეფოდ არიან,—საგონებელია რომ აიეტი მკვდარია და იასონი იჭერს მის ადგილს (ასეთივე შეხედულება თითქოს ჩანს სტრაბონთანაც, XI, თ. II, § 18); არაფერია ნათქვამი იასონის ლაშქრობაზე მეზობელ ქვეყნებში და ამავე დროს იასონიანები მიჩნეული არიან იბერების წინაპრებად. ამგვარ შეხედულებას საფუძვლად უნდა ედოს კონცეფცია იბერია-ქართლის გარკვეული ერთობის შესახებ, რაც მოგვაგონებს „ქართლის მოქცევისა“ და სხვა, მასზე დამოკიდებული, ქართული წყაროების ანალოგიურ კონცეფციას... ტაციტის ცნობებს ეთანხმება და ავსებს სტრაბონის ერთი საყურადღებო ჩვენება: ... „ფიქრობენ, რომ მედიელები და არმენიელები ენათესავენ იან თესალიელებსა და იმათ, ვინც იასონისა და მედეასგან ჩამომავლობს“ (XI, თ. XIV, § 14). იასონისა და მედეას ნაგულისხმევი ჩამომავლობისაგან მედიელებსა და სომხებს გამოორცხავს ეს ციტატა, ხოლო ალბანელებს, პონტოელებს, ჰენიოხებსა და ახვეელებს ზემოთმოტანილი ცნობები. დაგვრჩნენ კოლხეთი, იბერია, აკილისენა და სისპირიტიდა.

საკუთრივ იასონის შთამომავლობიდან არსებითად გამოსარიცხი არიან: აკილისენა,—თავისი გეოგრაფიული და ისტორიული მცირე მნიშვნელობის გამო აკილისენას არავითარ შემთხვევაში არ შეეძლო ეთნარქად იასონი დაეჩემებინა, და კოლხებიც, რომელთაც საკუთარი ეთნარქი ჰყავთ: ა) კოლხები წარმოშობით ეგვიპტელები არიან (ჰეროდოტე), ბ) კოლხებმა მიიღეს თავისი სახელი ფასიდის ძის კოლხისაგან (მნასეა, თეოკრიტეს სქოლიასტთან), გ) პონტოს ხალხებისა და ქვეყნების უუძველესი მეფე იყო აიეტი (ფლორი), დ) ხუთ მზეთაგან ერთი იყო კოლხის შვილი, რომლისგანაც დაიბადნენ კირკა, მედეა და ფაეთონი (ამპელი) და სხვა... ეხლა ის-ღა უნდა განვსაზღვროთ, თუ რა მიმართებაშია სისპირიტიდას ეთნარქი იბერიის ეთნარქთან?

სტრაბონი იასონის რაზმის შემადგენლობას ასე განსაზღვრავს: „იასონი თავის თანამგზავრებით“, „იასონი თესალიელ არმენთან ერთად“, „არმენი და მისი ამხანაგები“, „არმენი იასონთან ერთად“, „არმენის თანამგზავრები“. ცნებები „იასონის თანამგზავრები“ და „არმენის თანამგზავრები“ ერთმანეთს ჰფარავენ და გამოთქმა „იასონის თანამგზავრები“ პირველ რიგში ჰგულისხმობს არმენს, ხოლო „არმენის თანამგზავრები“—პირველ რიგში იასონს. ამრიგად,

როცა აკილისენასა და სისპირიტიდას ეთნარქებზეა საუბარი, ერთერთი მათგანისათვის მაინც მამათმთავრად იასონი უნდა ვიგულისხმოთ, რომელიც ზემოთ იბერების ეთნარქად მივიჩნევთ. რით აიხსნება ეს წინააღმდეგობანი, დადუმებული ან ბოლომდე ართქმული ამბები და გაურკვევლობა იბერიასა და სისპირიტიდას გარშემო?

სახელწოდებათა ფორმები „იბერი“ და „იბერია“ IV ს-დან არის დადასტურებული. უფრო ადრე მათ ნაცვლად ვხვდებით „სასპერ“- „სასპერ“- „ჰესპერიტ“-ს ხალხისათვის; ხოლო „სისპირიტიდა“ ამავე ხალხის ტერიტორიას აღნიშნავს ([1], გვ. 655—666). ამიტომ, თქმულების უძველეს რედაქციაში იბერი, იბერია არც შეიძლება ყოფილიყო, მათი ადგილი იქ სასპერ-სისპირიტიდას უნდა სჭეროდა. ამ ნიადაგზე ხდება შემდეგში აღრევა. ხალხმა ადგილობრივ შეინარჩუნა თქმულება, მაგრამ მასში ეთნიკური სახელწოდების ახალი ფორმა ჩასვა—გაჩნდა იასონი, იბერების მამათმთავარი. ბერძნული მწერლობა კი, რომელმაც დაპყრობა ხსოვნა სასპერ-იბერების იგივეობის შესახებ, დადგა გარდმოცემის ძველი რედაქციის ცნობის (იასონი, სასპერ-სისპირიტიდას მამათმთავარი) წინააღმდეგობის წინაშე ახალ ცნობასთან... იმავე მწერლობისათვის იყო ერთი სიძნელეც: ცნობილი რეალები იასონის, როგორც ეთნარქის მოღვაწეობის ერთს მთავარ სარბიელთაგანს მერმინდელი არმენიის ტერიტორიაზე უჩვენებდა თითქოს. ყველაზე ადრინდელი, შენახულთა შორის, ცნობები ამ საგანზე (IV ს., ძვ. წ.) დაკულია სტრაბონთან. თუ ზოგი ადგილიდან ისე გამოდის რომ იასონის სალოცავები საგულისხმებელია არა ერთს ქვეყანაში, ერთგან სტრაბონი თითქოს ხაზმოსმით აღნიშნავს იასონის სალოცავების არსებობას არმენიაში, როგორც ლაშქრობის მოწმობას (XI, თ. XIII, § 10). განსაკუთრებით საყურადღებოა თხრობა რომ ძველად არმენიის არაქს არ ჰქონდა გასავალი და ტბად იდგა ბარში, ხოლო შემდეგ იასონმა გაუჭრა მას კალაპოტი ტემპეს ხეობის (თესალიაში) მსგავსად (XI, თ. XIV, § 13), რაც საყურადღებო მითოლოგიურ ელემენტს შეიცავს... აქაც წინააღმდეგობა მოჩვენებითია: გარკვეულია, რომ არაქსის ხეობა ძველად სასპერ-იბერებს უჭირავთ... კიდევ ერთი მომენტი, შესაძლოა, აბრკოლებდა ძველებს. სქემის ეთნარქების უმრავლესობა ხალხური ეტიმოლოგიით შექმნილი ეპონიმებია: მედეა-მედი—მედიისაგან, არმენი—არმენიისაგან... იასონი ასეთ მიმართებაში არ დგას არც ხალხისა და არც ქვეყნის სახელთან. მაგრამ ჩვენთვის ეს იმის ნიშანია რომ სქემაში იასონი ყველაზე ძველია და ყველაზე, თუ შეიძლება ითქვას, „ისტორიული“...

გარდმოცემა ადგილობრივი იყო (ჰეროდოტე, ტაციტი, აპიანე), ჩვენ კი ნაჩვენები გვაქვს, რომ „ადგილობრივ“ იგი მხოლოდ ქართულმა საისტორიო მწერლობამ შეინახა თქმულებაში არიან-ქართველთა მეფისძის აზოს შესახებ [1], რომელიც მიჩნეულია მამათმთავრად ქართლის (მცხეთის) სამეფო სახლისა. ეს გარემოება ამტკიცებს ჩვენს შეხედულებას აზო-იასონის ნამდვილროლზე თქმულებაში: იგი თავდაპირველად მხოლოდ სასპერ-იბერების ეთნარქია...

აქ ჩვენ სპეციალურად გვინტერესებს ტერიტორიული შინაარსი ცნებებისა „არენია“ და „სისპირიტიდა“. ამ მხრივ თქმულება ეკუთვნის წინაელის-

ტურ ხანას, როცა სომხები სამხრეთში ბინადრობენ და არც არტაქსია-ზარი-ადრის, არც ტიგრანის ექსპანსია ჯერ განხორციელებული არ არის: აკილისენა და სისპირიტიდა არმენისაგან ცალკე დგანან, მათ საკუთარი ეთნარქები ჰყავთ, მაშინ როცა I საუკუნისათვის ისინი სომხეთის პროვინციებია. თითქოს იმისთვის რომ ეჭვი არ დარჩეს ამ ძველი პოლიტიკური გეოგრაფიის ნამდვილი ვითარების გამო, სტრაბონი ამბობს: „არმენის თანამგზავრთაგან ზოგთ დასახლეს აკილისენა, ... ხოლო სხვებმა—სისპირიტიდა კალახენასა და ადიაბენამდე, არმენიის საზღვრებს გარეთ“ (XI, თ. XIV, §§ 12—13). აქ პირდაპირ არის აღნიშნული რომ ეს ორი ქვეყანა, თქმულების დროისათვის, არმენიის საზღვრებს გარეთ მდებარეობს. თანაც ამავე ციტატაში ნაჩვენებია, და ეს განმეორებულია XI, თ. IV, § 8-ში, რომ სისპირიტიდას ემიჯნებოდნენ, იმავე ხანაში, კალახენა და ადიაბენა, რომელთა მდებარეობა გარკვეულია სტრაბონისავე მიერ (XVI, თ. I, § 1, §§ 18—19): ისინი „ასირიელთა“ ანუ ბაბილონიის ნაწილებია, საკუთრივ ადიაბენა-კი ტავრის ანუ, უფრო ნიშანდობლივ — მასის ქედს ემიჯნება სამხრეთიდან, ხოლო მდინარე ტივრს—აღმოსავლეთიდან. სპეციალურ ლიტერატურაშიაც მას არბელასა და ქურთისტანის მთებს შორის უჩვენებენ ([2], გვ. 89).

ამრიგად გარკვეულ ხანაში სისპირიტიდა სამხრეთისაკენ ვრცელდებოდა ძალიან შორს, ტავრის ქედამდე—მასის მთამდე. მისი გავრცელების არეზე ჩრდილოეთისაკენ ნაწილობრივ მიუთითებს ჰოროზის ხეობის სისპირიტიდა-სპერი, მთელის გარდმონაშთული ნაწილი! ეხლა უფრო გასაგებია ჰეროდოტეს ცნობები სასპერებზე, წინა აზიის ოთხი უდიდესი ხალხიდან ერთზე, რაც უკვე განმარტებული გვქონდა ([1], გვ. 655—660). უფრო დამაჯერებელი ხდება აგრეთვე ჩვენი ლოკალიზაცია იბერების მიერ II ს-ში დაკარგული პროვინციებისა [3]. სინათლე ეფინება სტრაბონის სხვაფრივ გაუგებარ ცნობასაც რომ სომხეთის მეფემ ტიგრანმა დააარსა ქალაქი ტიგრანოკერტა იბერიის მახლობლად, იბერიასა და ევფრატზე მდებარე ზეგმატას შორის (XI, თ. XIV, § 15), რაც იბერიის სამხრეთ საზღვარს აგრეთვე ტავრის მთიანეთში გულისხმობს...

... ეთნარქების თესალიურ იწარმოება ინტერესს იწვევს იმდენად, რამდენადაც თესალია პელაგების ბუდედ არის მიჩნეული... მაგრამ თქმულება, თავისი საერთო ხასიათის მიხედვით, უპასუხებს სახელმწიფოებრივი და კულტურული ისტორიის დასაწყისის საკითხებს უფრო მეტად ვიდრე ეთნოგენეზისას... სარწმუნოა რომ ამ იდეოლოგიურ კონსტრუქციას, „კავშირები ერთა და სახელმწიფოთა შორის“, რეალურ საფუძველს უქმნიდა ისეთი ისტორიული სიტუაციები, რომელთაგანაც ერთმა შესაძლო გახადა კავკასიურ სახელმწიფოთა კოალიცია რომის წინააღმდეგ I ს., ძვ. წ... და უკანასკნელ: რომ ქართველობას ჰქონდა ისტორიული ტრადიცია ანტიკურ ხანაში, ამის ფაქტიური საბუთია არმაზის მითრიდატისეული წარწერა, რომელიც, გ. წერეთლის გამოკვლევით, ისტორიულ თხრობას შეიცავს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ისტორიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 5.4.1943)

Академик С. Н. ДЖАНАШИА

АНТИЧНАЯ СХЕМА КАВКАЗСКИХ ЭТНАРХОВ И ЭПОНИМОВ

Резюме

Сравнительно-критическое изучение сообщений античных авторов (Геродот, Диодор, Страбон, Мела, Плиний, Трог, Тацит, Аппиан...) устанавливает существование дофеодальной, дохристианской схемы этнархов и эпонимов народов Кавказа и прилежащих с юга стран, которая построена не на библейских генеалогиях и по которой предводитель аргонавтов Иасон является этнархом иберов, тех же сасперов, Армен—эпонимом армян, Мед (или Медея с Медом)—эпонимом мидян и т. д. Сказание в основных чертах сложилось в доэллинистическую эпоху и было местного происхождения (Геродот, Тацит, Аппиан), на месте же сохранилось лишь в древне-грузинской исторической литературе: по этому национальному преданию, родоначальником древней восточно-грузинской (иберийской) царской династии является царевич Азо, сын царя ариан-картвелов. В данной статье специально обсуждаются указания предания, относящиеся к географическому содержанию понятия Сиспиритида (страна-государство сасперов, позднейших иберов). По сообщению источников, современных Александру Македонскому и цитированных у Страбона, Сиспиритида, заселенная одним из спутников Армена (Иасоном!), есть страна, простирающаяся «до Калахены и Адиабены, вне пределов Армении». Здесь отражено политическое положение доэллинистической эпохи: Сиспиритида ограничивается с юга Тавром; в эпоху же самого Страбона Сиспиритида составляла уже провинцию Армении. Данный вывод проливает новый и значительный свет на сообщение Геродота, по которому сасперы являются одним из четырех величайших народов Передней Азии [1], а также на результаты разысканий автора по вопросу о локализации утерянных иберами, в первой половине II в. до н. э., провинций [3].

Академия Наук Грузинской ССР
 Институт истории
 Тбилиси

დავითმეგობრივი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ს. ჯანაშია. უძველესი ეროვნული ცნობა ქართველთა პირველ-საცხოვრისის შესახებ მახლობელი აღმოსავლეთის ისტორიის სინათლეზე. „ენიკი“-ს მოამბე, ტ. V—VI, 1940.
2. H. Kiepert. Manuel de géographie ancienne. P. 1887.
3. ს. ჯანაშია. პარიადრი, სკიდისი, მონხური მთები, საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. III, № 6, 1942.



აკადემიკოსი ა. შანიძე

აქტივი და პასივი ერთუბრთის მიმართ მრავალ-პირიანი
ზმნის ჩვენებით

ქართველურ ენათა ზმნას, როგორც მრავალ-პირიანს (პოლიპროსოპულს) და მდიდარს ფორმებით (მათ შორის გვარის ფორმებითაც), განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს გვარის კატეგორიის დადგენისათვის საზოგადოდ და კერძოდ აქტივ-პასივის ურთიერთობის გარკვევისათვის. უკანასკნელი საკითხის გადასაწყვეტად მაგალითებს ამ წერილში მარტოოდენ ქართულიდან მოვიყვან. თავიდანვე უნდა შევჩერდე იმ მოვლენაზე, რომელსაც კონვერსიის სახელით აღვნიშნავ.

კონვერსია. ურთიერთობა მოქმედებით გვარსა და ვნებითს შორის ანუ აქტივსა და პასივს შორის ისეთია, რომ ერთი წარმოადგენს მეორის მობრუნებულ სახეს. ამიტომ ერთი გვარიდან მეორეში გადაყვანა არსებითად არის ფორმის მობრუნება ანუ კონვერსია (მოქცევა). თუ გამოსავლად მოქმედებით გვარს მივიღებთ, ვნებითი იქნება მისი მობრუნებული სახე, ხოლო თუ გამოსავლად ვნებითს მივიჩნევთ, მაშინ, პირუკუ, მოქმედებითი აღმოჩნდება ვნებითის მობრუნებული სახე.

ქართული ენა უმეტესად აქტიური ფორმების ენაა. თანაც ცოტაა ისეთი ვნებითი ზმნები, რომელთაც სათანადო მოქმედებითი არ მოეპოვება. თუ ამასთანავე მხედველობაში მივიღებთ იმ გარემოებას, რომ ზოგმა ენამ (მაგ., აფხაზურმა) ვნებითი გვარის ფორმები არც კი იცის, კონვერსიის საკითხების გარჩევისას უნდა გამოვიდეთ მოქმედებითიდან. გვექნება: ვნებითი გვარის ფორმები არის მობრუნებული სახე მოქმედებითისა, ანუ, რაც იგივეა, პასიური ფორმა აქტიურის კონვერსიული სახეა.

მობრუნებას (მოქცევას) ანუ კონვერსიას გარკვეული შედეგი მოსდევს ორი პირისათვის: სუბიექტურისა და პირდაპირ-ობიექტურისათვის.

კონვერსია და სუბიექტური პირი. პირის დაკლება. ის პირი, რომელიც სუბიექტურია მოქმედებითში, გვარის მობრუნების დროს კი არ გადაჰყვება ვნებითში, არამედ დაიკარგება სრულიად. ამიტომ პირთა რაოდენობა მუდამ ერთით ნაკლებია ვნებითში, ვიდრე სათანადო მოქმედებითში. სახელდობრ: სამ-პირიანი ზმნა ორ-პირიანად იქცევა და ორ-პირიანი—ერთ-პირიანად.

მაგალითები სამ-პირიანობაზე: კოკა გაუტეხა—კოკა გაუტყდა, სახლი აუშენა—სახლი აუშენდა, გული გაუხეთქა—გული გაუსქდა, ძმა წაჰკიდა—ძმა წაეკიდა, სიტყვას დააწერს—სიტყვა დაეწერე-

ბა. მოყვანილ მაგალითებში მოქმედებითი გვარის ფორმები ყველა სამ-პირი-ანია (გაუტება, აუშენა, გაუხეთქა, წაჰკიდა, დააწერა), სათანადო ვნებითისა კი — ორ-პირიანი (გაუტყდა, აუშენდა, გაუსქდა, წაეკიდა, დაეწერება).

მაგალითები ორ-პირიანობაზე: კოკა გატეხა—კოკა გატყდა, სახლი ააშენა—სახლი აშენდა, გული გახეთქა—გული გასქდა, სიტყვას დაწერს—სიტყვა დაიწერება. ამ მაგალითებში მოქმედებითი გვარის ფორმები ყველა ორ-პირიანია (გატეხა, ააშენა, გახეთქა, დაწერს), სათანადო ვნებითისა კი—ერთ-პირიანი (გატყდა, აშენდა, გასქდა, დაიწერება).

რომ ყველაფრად ნათელი იყოს საქმის ვითარება კონვერსიის დროს, საანალიზოდ ავიღოთ მოყვანილ მაგალითთაგან ეს წყვილი: „კოკა გატეხა“ და „კოკა გატყდა“, თანაც გავავრცოთ პირველი წინადადება ქვემდებარით: „ბიჭმა კოკა გატეხა“, ორ-პირიან „გატეხა“ ფორმას ორი სახელი ეფარდება: „ბიჭი“ და „კოკა“, რომელთაგანაც ერთია სუბიექტი ანუ ქვემდებარე („ბიჭმა“), მეორე კი—პირდაპირი ობიექტი („კოკა“). ვნებითად რომ შემოვარბუნოთ ეს ფრაზა, ამას მივიღებთ: „კოკა გატყდა“, სადაც ზმნა ერთ-პირიანია და მის შესაფერისად ფარდი სახელი ერთილია: „კოკა“. მაშასადამე, კონვერსიის ძალით დაიკარგა სუბიექტური პირი და მისი ფარდი სახელი („ბიჭმა“), მივიღეთ ერთ-პირიანი ზმნა, რომელსაც ფარდად ერთი სახელი აქვს: „კოკა“. როცა გავიგონეთ: „ბიჭმა კოკა გატეხა“-ო, მივხვდით, თუ ვინ არის მოქმედების ჩამდენი და რა არის ამ მოქმედების საგანი, ე. ი. ვინ არის გამტეხი და რა არის გატეხილი, ხოლო როცა თქვეს „კოკა გატყდა“-ო, ის გავიგეთ მხოლოდ, რომ კოკას იგივე საქმე მოუვიდა, რაც პირველ შემთხვევაში (როცა თქვეს: „ბიჭმა კოკა გატეხა“-ო), ოღონდ განსხვავება ის არის, რომ ეხლა უკვე არ ვიცით, თუ ვისგან გამომდინარეობს კოკის გატეხა.

სუბიექტური პირის დაკარგვა კონვერსიის დროს არ ნიშნავს, რომ ვნებითში სუბიექტური პირი არ იყოს. არა, ვნებითში სუბიექტური პირი არის, მაგრამ მას მოქმედებითში სხვა პირი შეესატყვისება, როგორც ამას ეხლავე ვნახათ.

კონვერსია და პირდაპირი. მოქმედებითი გვარის ფორმის ვნებითში გადაყვანის დროს ის პირი, რომელიც აქტივში პირდაპირ-ობიექტურია (ანუ, შემოკლებით, რომელიც პირდაპირია), სუბიექტური ხდება პასივში: ეს შემდეგს ნიშნავს: რაც პირდაპირს მოსდის სუბიექტური პირისაგან აქტივში, იმას სუბიექტური პირი თვითონვე განიცდის პასივში. მაგალითები ჩემულ-მისეულზე: მაშენებს—ვშენდები, მამკობს—ვიმკობი, მმალავს—ვიმალები, მათბობს—ვთბები და სხვა. „არსენი კათალიკოსმან... საყდარი მამათმთავრობისაჲ შეამკო სრულიად და შეიმკო მადლითა“ («ცხოვ. გრ. ხანძთ.», 42, 167). „შეამკო“ აქტივია და ორ-პირიანი, „შეიმკო“ კი—პასივი და ერთ-პირიანი. ისინი ერთმანეთის კონვერსიული ფორმებია: (რაც პირველ შემთხვევაში ობიექტს მოსდის სუბიექტისაგან (საყდარს არსენისაგან), იგივე მოსდის მეორე შემთხვევაში სუბიექტს (არსენის), რომელზედაც ნათქვამია „შეიმკო“-ო, მაგრამ იმის აღუნიშნავად თუ ვისგან. ასეთივე მაგალითია აქაც: „ჩვენ მივართვით, მათ გვიბოძეს, ავაავსენით, ავივსენით“ («ვეფხისტყა.», 1124). „ავავსენით“—ჩვენ ემოქმედებთ



სხვებზე; „ავივსენით“—ჩვენვე მოვგდის ის, რაც პირველ შემთხვევაში სხვებს ემართება ჩვენგან.

თუ პასიურ ფორმას აქტიურად ვაქცევთ, მაშინ, პირუკუ, სუბიექტური პირი პასივისა აქტივში პირდაპირ-ობიექტური გახდება. თავისთავად ცხადია, რომ ზმნის ფორმას ერთი პირი მოემატება. ოღონდ აქტივში სუბიექტურ პირთაგან რამდენიმეა შესაძლებელი: I-თან II და III, II-თან I და III, III-თან კი ყველა. მაგალითები: ვიმაღლები—მმაღავს, ვიტანჯები—მტანჯავს, ვთბები—მათბობს და მისთ. (ან: ვიმაღლები—მმაღავ, ვიმაღლები—მმაღავთ, ვიმაღლები—მმაღვენ). „მაგით რჩებოდა ის და არჩენდა თავის ცოლსა“ (ი. ჭავჭავაძე, «გლახ. ნაამბ.»)— „რჩებოდა“ პასივია, ერთ-პირიანი, „არჩენდა“ კი—აქტივი, ორ-პირიანი; ისინი ერთმანეთის კონვერსიული ფორმებია. სიზუსტე რომ დავიცვათ, უნდა ვთქვათ: „რჩებოდა“ არის III სუბიექტური პირის ფორმა; ამიტომ ის კონვერსიული სახეა ყველა იმ კომბინაციისა, სადაც III პირი პირდაპირი ობიექტია: ვარჩენდი, არჩენდი, ვარჩენდი, ვარჩენდი, არჩენდი, არჩენდი.

რომ პასივის სუბიექტი აქტივის პირდაპირი ობიექტია, ამას უცილობლად ის მორფოლოგიური ფაქტი ამტკიცებს, რომ სუბიექტური პირის ფორმები პრეფიქსიან ვნებითს ძველ ქართულში იმგვარადვე აქვს ნაწარმოები, როგორც პირდაპირ-ობიექტური პირის ფორმები სათანადო მოქმედებითს, რასაც თვალსაჩინოდ შემდეგი მაგალითი გვიჩვენებს⁽¹⁾:

აქტივი	პასივი
მხ. 1. აღმზარდა	მხ. 1. აღვიზარდე
2. აღგზარდა	2. აღზარდე
3. აღზარდა.	3. აღიზარდა
მრ. 1. აღმზარდ-ნ-ა (*აღმზარდ-ენ-ა)	მრ. 1. აღვიზარდ-ენ-ით
2. აღგზარდ-ნ-ა (*აღგზარდ-ენ-ა)	2. აღიზარდ-ენ-ით
3. აღზარდ-ნ-ა (*აღზარდ-ენ-ა).	3. აღიზარდ-ენ-ეს (*აღიზარდ-ენ-ეს)

მაშასადამე, პასივის ფორმები სუბიექტური პირებისათვის აქტივის იმ ფუძეს ეყრდნობა, რომელიც პირდაპირ ობიექტს სათანადო რიცხვში გულისხმობს: მხოლობითში—მხოლობითისას, მრავლობითში—მრავლობითისას. ეს დამთხვევა არ არის შემთხვევითი: ის გვიჩვენებს ამ პასივის წარმოშობის გზებს.

კონვერსია და ირიბი. აქტივის პასივად გადაკეთების დროს ირიბ-ობიექტურ პირს (შემოკლებით: ირიბს) არა მოუყარა, —ის თავის ალავას დარჩება, ოღონდ, რა თქმა უნდა, აქტიური ფორმა უთუოდ სამ-პირიანი უნდა იყოს, რომელიც პასივში ორ-პირიანი გახდება: ბავშვს კოკა გაუტყეხეს—ბავშვს კოკა გაუტყდა; სახლი ამიშენა—სახლი ამიშენდა; გუშინ რომ საქმე მო-

⁽¹⁾ არსებითად თვითეული სუბიექტური პირის ფორმა პასივში კონვერსიული სახეა არა ერთი აქტიური ფორმისა, არამედ რამდენიმესი, რომლებიც ერთნაირია ობიექტური პირის მიხედვით, მაგრამ სუბიექტურ პირთა მიხედვით განსხვავდებიან. ოღონდ აქ მხოლოდ ერთი მათგანია მოყვანილი.

მან დე—გუშინ რომ საქმე მომენდო; კარგი ამბავი გულს მოგფხანს—
 კარგი ამბისაგან გული მოგფხანება და მისთანანი. აქ აქტიური ფორმე-
 ბი ყველა სამ-პირიანია, მათი პასივი კი—ყველა ორ-პირიანი, რასაც მათ-მათი
 საგუებლები გამოაჩენს: გაუტეხეს (მათ მას იგი)—გაუტყდა (მას იგი), ამიშენა
 (მან მე იგი)—ამიშენდა (მე იგი), მომანდე (შენ მე იგი)—მომენდო (მე იგი),
 მოგფხანს (იგი შენ მას)—მოგფხანება (იგი შენ).

კონვერსია და პირთა ურთიერთობა საზოგადოდ (ზემორე თქმულის მი-
 ხედვით პირთა ურთიერთობა კონვერსიის შემთხვევაში ასე გვეხატება: როდე-
 საც აქტივის ფორმა პასივში გადაგვყავს, აქტივის სუბიექტური პირი იკარგე-
 ბა, პირდაპირი სუბიექტურად იქცევა, ირიბი კი ირიბადვე რჩება. აქედან და-
 სკვნა: კონვერსიის საკითხი არსებითად ორი პირის საკითხია: სუბიექტურისა
 და პირდაპირ-ობიექტურისა.

მაშასადამე, გვარი—ეს არის საშუალება, რომელიც მოეპოვება ენას, რომ
 პირის დამოკიდებულება მოქმედებისადმი ორგვარად ასახოს: ერთი ისე, რომ
 რომელიმე პირი (I, II, III) მოქმედების ობიექტად იქნეს გამოყვანილი, მეორე
 კი ისე, რომ იგივე პირი ამ მოქმედების მიმართ სუბიექტად იქნეს წარმოდგე-
 ნილი. ეს დებულება ნათელი იქნება სათანადო სახელთა შეწყობით ზმნის ფორ-
 მასთან: „ძაღვები მიუხსიეს მგელს“,—აქ ფორმა აქტივია, „ძაღვები“ პირ-
 დაპირ ობიექტად არის გამოყვანილი; „ძაღვები მიესივნენ მგელს“—აქ კი
 ფორმა პასივია და „ძაღვები“ სუბიექტად არის წარმოდგენილი.

კონვერსიის აუცილებელი პირობა. ქართული ზმნის პოლიპროსოპიისა და
 მრავალნაირ ფორმათა არსებობის გამო ზოგჯერ ძნელია ფორმის ერთი გვა-
 რიდან მეორეში სწორად გადაყვანა, განსაკუთრებით მაშინ, თუ ენებითი ორ-
 პირიანია. ავიღოთ ასეთი მაგალითი: „სიკვდილსაც ისე დავავიწყდი, რო-
 გორც კაცსა“ (ი. ჭავჭავაძე, „გლახ. ნაამბ.“).—აქ „დავაიწყდი“ პასივია. ეს ზმნა რომ
 აქტივში გადავიყვანოთ, წინადადებაში თითქო ასეთი სახე უნდა მიიღოს: „სიკვ-
 დილმაც ისე დამივიწყა, როგორც კაცმა“. მაგრამ, კარგად თუ დავუკვირ-
 დებით, აღმოჩნდება, რომ საქმე აგრე არ არის: „დავაიწყდი“ ორ-პირიანი
 ფორმაა (დავაიწყდი მე მას), ორ-პირიანია აგრეთვე „დამივიწყა“-ც (მან
 მე). მაგრამ, როგორც ვიცით, კონვერსიამ განსხვავება უნდა მოგვეცეს პირთა
 რაოდენობაში: ორ-პირიანი პასივი სამ-პირიანად უნდა იქცეს აქტივში, ორ-პირ-
 იანი აქტივი კი ერთ-პირიანი უნდა გახდეს პასივში. „დავაიწყდი“ და „და-
 მივიწყა“ კი ერთმანეთს შორის ასეთ ურთიერთობას ვერ გვიჩვენებენ, მაშასა-
 დამე, ისინი არ შეიძლება იყვნენ ერთურთის კონვერსიული ფორმები. მართ-
 ლაც: „დავაიწყდი“—ამისი ერთ-ერთი კონვერსიული ფორმაა აქტივში „დამა-
 ვიწყეს“ ასეთი საგუებლებით: მათ მე მას, ე. ი. ასეთი ვაგებით: ჩემი თავი და-
 ვიწყეს მას (ვთქვათ სიკვდილს, კაცს), სადაც I ობიექტური პირი პირდაპირია,
 III ობიექტური კი—ირიბი. ასეთი პირდაპირი ცვალებადია და ასეთი ირიბი—
 უცვლელი, რაც იშვიათი მოვლენაა ([1], § 194); ჩვეულებრივ კი აქტივში ცვა-
 ლებადად ირიბი გვხვდება, უცვლელად—პირდაპირი: დამავიწყეს (მათ მე იგი),
 დავავიწყეს (მათ შენ იგი), დავიწყეს (მათ მას იგი) და შემდგომი. მაშასადა-
 მე, „დამავიწყეს“ ფორმა „ომოიღია“,—ის ორნაირ ვაგებას შეიცავს:

a) დამავიწყეს—მათ მე მას; ამისი ვნებითა: დავავიწყდი (მე მას);

b) დამავიწყეს—მათ მე იგი; ამისი ვნებითა: დამავიწყდა (მე იგი).

რაც შეეხება „დამივიწყა“ ფორმას, რომელიც ორ-პირიანია და მოქმედებითი, მას არ მოეპოვება თავისი ცალი ვნებითში (მოსალოდნელი იყო: დავვიწყდი), აღწერილობით კი ასე გადმოიცემა: „დავიწყებულ ვიქმენ“.

ამიტომ კონვერსიის დროს აუცილებელი პირობაა, რომ განსხვავება იყოს პირთა რაოდენობის მხრივ. თუ ეს პირობა დარღვეულია, ცხადია, ორი ფორმა ერთისა და იმავე ფუძისა,—ერთი გარდამავალი, მეორე გარდაუვალი,—ერთურობის მიმართ კონვერსიული ვერ იქნება. თუ ორპირიანი ვნებითი გვაქვს და სათანადო სამ-პირიანი მოქმედებითი არა, ეს ნიშნავს, რომ მას ცალი აქლია.

კონვერსია და ინვერსია. როგორც დავრწმუნდით, კონვერსია გულისხმობს ფორმის იმგვარად შეცვლას, რომ პირდაპირ-ობიექტური პირი სუბიექტურად იქნეს წარმოდგენილი. რაც შეეხება ინვერსიას, ის გულისხმობს პირის ნიშნების შეცვლას ერთისა და იმავე რომლობითი პირის გამოხატავად: სუბიექტურ პირს ობიექტურ-ნიშნიანი ფორმა გამოხატავს და ობიექტურ პირს—სუბიექტურ-ნიშნიანი ([1], §§ 238—241). რადგანაც კონვერსია მიგვითითებს როლების გაცვლაზე პირდ-ობიექტურსა და სუბიექტურ პირს შორის, შეიძლებოდა დავგვესკვნა, რომ ამას სათანადო ნიშანთა გაცვლა-გამოცვლა უნდა მოჰყვესო, ე. ი. პირდაპირ-ობიექტური პირის ნიშნები ვნებითში სუბიექტურის ფუნქციით უნდა აღიჭურვოსო, მაგრამ არა! კონვერსია სხვაა და ინვერსია სხვა:

a) კონვერსიას ყველა სერიაში აქვს ადგილი, ინვერსიას კი—მხოლოდ მესამეში;

b) კონვერსია გულისხმობს როლების გაცვლას პირდაპირ-ობიექტურსა და სუბიექტურ პირს შორის, ინვერსია კი—როლების გაცვლას ირიბ-ობიექტურ ნიშნებსა და სუბიექტურებს შორის ([1], § 240, გვ. 190, უკანასკნელი აბზაცი).

ასე რომ კონვერსია და ინვერსია არა თუ არ ემთხვევიან ერთმანეთს, არამედ სულ სხვადასხვა მოვლენას აღნიშნავენ ენაში. ეს არის მიზეზი, რომ სახელიც სხვადასხვა ეწოდა მათ: ერთს კონვერსია, მეორეს ინვერსია.

ქართულის შედარება სხვა ენებთან აქტივ-პასივის ურთიერთობის საკითხში. აქტივ-პასივი რომ ერთმანეთის კონვერსიული სახეა, ეს ისეთი ენებიდანაც კარგად ჩანს, სადაც ზმნა საზოგადოდ ერთ-პირიანია. მაგალითად, არაბული ზმნა „კათალა“ აქტივია («კათალა ზადუნ რაჯულან»—ზაიდმა კაცი მოკლა), ხოლო მისი შესატყვისი პასივი იქნება: „კუთილა“ («კუთილა რაჯულან»—კაცი მოიკლა=კაცი მოკლეს). აქტიური „კათალა“ და პასიური „კუთილა“,—ერთ-პირიანი ზმნებია ორნივე, მაშასადამე, პირთა რაოდენობის მხრივ მათ შორის არავითარი განსხვავება არ არის. ასეთივე ვითარებაა ლათინურშიც (ornat „ამკობს“, ornatur „იმკობა“), რუსულშიც (строит „აშენებს“, строится „შენდება“) და სხვა ენებშიც, რომელთაც მრავალ-პირიანობისა არა

იციან რა. ასეთ ენებში მორფოლოგიური განსხვავება აქტივსა და პასივს შორის დამყარებულია მარტოოდენ იმაზე, რომ მოქმედებითი გვარის ფორმათა საპირისპიროდ სხვა ფორმები მოიპოვება, რომელთაც ენებითის შინაარსი აქვთ. ქართულში კი ამას პირთა რაოდენობის გარჩევაც ახლავს: აქტივი ყოველთვის ერთი პირით მეტია სათანადო პასივზე⁽¹⁾.

ეს ეხება I-ისა და II სერიის მწკრივთა ფორმებს. რაც შეეხება III სერიის მწკრივებს, მათ აქტივ-პასივის ფორმები სხვაგვარად აქვთ დაპირისპირებული, ვიდრე პირველ ორ მწკრივში, რაც III სერიის ფორმათა ისტორიით აიხსნება. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

თბილისი

(რედაქციაში შემოვიდა 31.3.1943)

ИЗЫКОВЕДЕНИЕ

Академик А. Г. ШАНИДЗЕ

АКТИВ И ПАССИВ В ИХ ОТНОШЕНИЯХ ДРУГ К ДРУГУ ПО ПОКАЗАНИЮ ПОЛИПРОСОПНОГО ГЛАГОЛА

Резюме

Картвельский глагол, как полипросопный и богатый формами, в том числе залоговыми, имеет исключительное значение для установления грамматической категории залога вообще, в частности для уяснения отношений между действительным и страдательным залогом.

Отношения между активом и пассивом таковы, что один представляет собой обратную сторону другого. В виду того, что основным из них, по многим признакам, является актив, надо признать, что пассив является оборотом актива или, что то же, форма страд. залога является конверсией формы действ. залога.

Перевод глагольной формы из действительного залога в страдательный влечет за собой определенные последствия для двух лиц — субъектного и прямообъектного: субъектное устраняется, а прямообъектное превращается в субъектное. Что же касается косвеннообъектного лица, то оно, если только имеется в форме (а может иметься только в случае трехличности действительного залога), остается на своем месте. Устранение субъектного ли-

(1) „ამკობს“ ზუსტად ვერ გადმოგვემს ლათ. ornat ფორმას, რადგანაც ლათ. ფორმა რთ-პირიანია, ქართული კი—რთ-პირიანი. ასეთივე ურთიერთობაა | რუს. строит-სა და ქართ. აშენებს“ შორისაც.



ца ведет к уменьшению количества лиц, поэтому в пассиве количество лиц всегда одним меньше, чем в соответствующем активе: трипросопная (трехличная) активная форма, заключающая, кроме субъектного лица, два объектных (прямое и косвенное), в страдательном залоге превращается в дипросопную (двухличную), заключающую в себе субъектное и косвеннообъектное лица, а дипросопная (двухличная) активная форма с субъектным и прямообъектным лицами дает монопросопную (одноличную) пассивную, имеющую лишь субъектное лицо.

То обстоятельство, что субъект пассива представляет собой прямой объект актива, находит свое морфологическое выражение в том, что субъектные формы префиксального пассива в древнегрузинском, опираясь на прямообъектные формы актива, выявляют аффикс *en* во множ. числе: აჴ-m-zard-a (он меня воспитал) дает აჴ-v-i-zard-e (я был воспитан), но აჴ-m-zard-n-a (из აჴ-m-zard-en-a он нас воспитал) обращается в აჴ-v-i-zard-en-it (мы были воспитаны).

Тот факт, что актив и пассив в отношениях друг к другу являются конверсионными формами, хорошо виден и из таких языков, где глагольные формы монопросопны. Так, напр., арабские формы *qatala* (он убил) и *qutila* (он был убит) в отношении количества лиц, заключающихся в них, вполне одинаковы—обе одноличны, тогда как в залоговом отношении различны. Таково же положение в латинском (*ornat--ornatur*), в русском (*строит--строится*) и в других языках, которым полипросопия чужда. В этих языках залоговые различия основываются лишь на сосуществовании оппозиционных форм, противопоставляющихся друг другу в конверсионном отношении, устанавливаемом функцией этих форм. В картвельских языках в частности в грузинском, к этому добавляется еще количественное различие лиц: активная форма всегда одним лицом больше, чем соответствующая пассивная.

Кроме того, в статье указывается, что конверсия (отношение формы страдательного залога к действительному) не находит своей параллели в инверсии, т. е. свойстве картвельского глагола образовывать в III серии скрив [2, 3] активные формы, по типу и происхождению пассивные, путем замены субъектных показателей объектными, но не прямыми, а косвенными.

დამოწმებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ა. შანძიძე. ქართული გრამატიკის საფუძვლები. ნაკვ. I, 1942.
 2. А. Шанидзе. Категория ряда в глаголе. Общие вопросы формообразований глаголов на примерах груз. языка. Изв. ИЯИМК, X, 1941, стр. 209—229
 3. А. Шанидзе. Изменение системы выражения глагольной категории вида в грузинском и его последствия. Сообщения АН Груз. ССР, т. III, 1942, № 9, стр. 953—958.
-

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

В статье «Об изгибе пластинки со свободным краем» (Сообщения АН Груз. ССР, т. III, № 7, 1943) я доказал, что задача об изгибе поперечной силой пластинки со свободным краем сводится к определенной плоской задаче статической теории упругости с заданными на контуре смещениями. Недавно я обнаружил, что этот факт был отмечен еще раньше С. Г. Лехницким в статье «О некоторых вопросах, связанных с теорией изгиба тонких плит» (Прикладная математика и механика, т. II, № 2, 1938).

Отмечу, однако, что в моей статье кроме этого результата содержится исследование вопросов эквивалентности и разрешимости указанных задач, а также выясняется степень неопределенности решения.

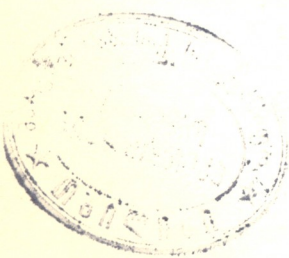
Илья Веква.

ERRATA

We regret to announce that for reasons not depending on the author the G. Shajn's paper «The K -term and the Hypothesis of Outward Motion of Matter», IV, № 2, 1943, pp. 123—129 has undergone some sad alterations. A list of the main errata is given below.

should be substituted:

p. 123	line 3: As belongs	As to
123	" 15 exactly	properly
123	" 21 atmospherical height	the height in the atmosphere
123	" 23 possessing ultimate lines	whose ultimate lines are
124	" 7 with temperatures of	at the temperature
124	" 12 quite definite	definite
124	" 35 taking the interstellar absorption	taking into account the interstellar absorption,
125	" 15 in view	in mind
125	" 18 type σ	type O
126	" 12 the supergiants $\sigma A7 - \sigma K5$.	the supergiants $\sigma B0 - \sigma B5$ and $\sigma A7 - \sigma K5$
126	" 29 ot to wo	of two
126	" 38 L_{α}	L_{α}
127	" 5 justified	probably justified
127	" 8 As belongs	As to
127	" 22 the error probability	the probable error
127	" 41 in a later work	in this work
128	" 33 remarkable	sensible
128	" 39 Abastumani	Simeis, Abastumani



Ответственный редактор акад. Н. И. Мухелишвили

Подписано к печати 6.7.43. Печатных форм 6,5. Авторских форм 9.
Колич. тип. зн. в 1 печ. листе 52.000. УЭ 6770. Заказ № 332. Тираж 600 экз

Типография Академии Наук Грузинской ССР. Тбилиси, ул. А. Церетели, 7

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

Е. А. Макаревская и К. М. Илуридзе-Молчан. Растворимая форма каталазы в черенках виноградной лозы	335
*ე. მაკარევსკაია და ქ. ილურიძე-მოლჩანი. კატალიზის ხსნადი ფორმა ვაზის კალამში	341
ქ. ილურიძე-მოლჩანი. მცნობის და საძირის გავლენა ფოთლის სტრუქტურაზე	343
*К. М. Илуридзе-Молчан. Влияние прививки и подвоя на структуру листа виноградной лозы	349

გენეტიკა—ГЕНЕТИКА—GENETICS

В. А. Менабде. К изучению процессов гибридизации между родами <i>Triticum</i> и <i>Agropyrum</i>	351
*ვლ. მენაბდე. <i>Triticum</i> და <i>Agropyrum</i> -ის გვართაშორისი ჰიბრიდიზაციის პროცესების შესწავლისათვის	358

ჰისტოლოგია—ГИСТОЛОГИЯ—HISTOLOGY

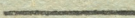
А. Д. Зурабашвили. Об эмбриональном развитии отростков нервных клеток спинного мозга птицы	359
*ა. ზურაბაშვილი. ფრინველის ზურგის ტვინის ნერვულ უჯრედთა მორჩების განვითარების შესახებ	365

ისტორია—ИСТОРИЯ—HISTORY

ს. ჯანაშია. კავკასიელ ეთნარქ-ეპონიმების ანტიკური სქემა	367
*С. Н. Джанашиа. Античная схема кавказских этнархов и эпонимов	374

ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ—LINGUISTICS

ა. შანიძე. აქტივი და პასივი ერთუბრთის მიმართ მრავალპირიანი ზმნის ჩვენებით	375
*А. Г. Шанидзе. Актив и пассив в их отношениях друг к другу по показанию полипросопного глагола	380
И. Векуа. Письмо в редакцию	383
Errata in the G. Shajni's paper «The K-term and the Hypothesis of Outward Motion of Matter»	383



ფასი 3 ლა.
ЦЕНА 3 РУБ.

7.184/9



УТВЕРЖДЕНО

Президиумом Академии Наук Грузинской ССР

8.4.1941 и 2.4.1942

ПОЛОЖЕНИЕ О «СООБЩЕНИЯХ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»

1. В «Сообщениях» помещаются статьи научных работников Академии Наук Грузинской ССР и других ученых, содержащие сжатое изложение наиболее существенных результатов их исследований.

2. «Сообщениями» руководит Редакционная коллегия, избираемая Общим Собранием Академии Наук Грузинской ССР.

3. «Сообщения» выходят ежемесячно (в конце каждого месяца), за исключением июля и августа, выпусками около 6 печ. листов каждый. Совокупность выпусков за год (всего 10 выпусков) составляет один том.

4. Статьи печатаются на одном из следующих языков: грузинском, русском, французском, английском, немецком. Все статьи, кроме статей на грузинском языке, обязательно снабжаются резюме на грузинском языке. Статьи на грузинском языке обязательно снабжаются резюме на русском языке. Статьи могут быть также снабжены резюме на любом из вышеназванных языков, по желанию автора.

5. Размер статьи, включая резюме и иллюстрации, не должен превышать половины авторского листа (20 тыс. печ. знаков). Соотношение размеров основного текста и резюме определяется самим автором. В частности, резюме может быть заменено полным переводом, при условии, чтобы общий размер статьи и перевода не превышал указанной выше нормы.

6. Разделение статей на части для напечатания в различных выпусках не допускается.

7. Статьи, предназначенные к напечатанию в «Сообщениях», направляются в Редакцию, которая для авторов, являющихся действительными членами Академии Наук, лишь устанавливает очередность публикации. Статьи же остальных авторов, как правило, передаются Редколлегией для отзыва одному из действительных членов Академии Наук или же какому-либо другому специалисту по данной области, после чего вопрос о напечатании статьи решается Редколлекцией.

8. Статьи должны представляться автором в совершенно готовом для печати виде, вместе с резюме и иллюстрациями. Формулы должны быть четко вписаны от руки. Никакие исправления и добавления после принятия статьи к печати не допускаются.

9. Данные о цитируемой литературе должны быть возможно полными: необходимо указывать название журнала, номер серии, тома, выпуска, год издания, полное заглавие статьи; если цитируется книга, то необходимо указать полное заглавие, год и место издания.

10. 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.

11. В конце статьи и резюме авторы должны указывать, на соответствующих языках, местонахождение и название учреждения, в котором проведена работа. Статья датируется днем поступления в редакцию.

12. Автору предоставляется одна корректура в сверстанном виде на строго ограниченный срок (обычно не более суток). В случае невозвращения корректуры к сроку, редакция вправе печатать статью без авторской визы.

13. Авторы получают бесплатно 50 оттисков своей статьи и выпуск «Сообщений», содержащий эту статью.

Адрес редакции: Тбилиси, ул. Дзержинского, 8.