

524
1943 / 2



524 / 2

საბჭოთა სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

მ მ ა მ ბ ე

ტომი IV № 1

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ IV № 1

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. IV № 1

თბილისი 1943 ტბილისი
TBILISSI

შინაარსი—СОДЕРЖАНИЕ—CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

Л. Г. Магнадзе. Об одной системе линейных сингулярных интегро-дифференциальных уравнений и о линейной граничной задаче Римана 3

*ლ. გ. მაგნადაძე. წრფივი სინგულარული ინტეგრო-დიფერენციალურ განტოლებათა ერთი სისტემისა და რიმანის წრფივი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ 9

ჰიდროდინამიკა—ГИДРОДИНАМИКА—HYDRODYNAMICS

Д. Е. Долидзе. О существовании решения нелинейной задачи гидродинамики 11

*დ. დოლიძე. ჰიდროდინამიკის არაწრფივი ამოცანის ამოხსნის არსებობის შესახებ 16

ტექნიკა—ТЕХНИКА—TECHNICS

А. Г. Назаров. К вычислению высших частот свободных колебаний и принадлежащих им фундаментальных функций 17

*ა. ნაზაროვი. თავისუფალი რხევების უმაღლეს სიხშირეთა და მათთან მიკუთვნებულ ფუნდამენტალური ფუნქციების გამოთვლა 22

ქიმია—ХИМИЯ—CHEMISTRY

М. Е. Шишニアшвили, В. А. Каргин и А. Д. Батанадзе. Обменная емкость на гелях Al_2O_3 25

*მ. შიშნიაშვილი, ვ. კარგინი და ა. ბატანაძე. გაცვლითი ტევადობა Al_2O_3 -ის გელებზე 31

*M. Shishniashvili, V. Karhin and A. Batsanadze. Exchange capacity in gels Al_2O_3 32

Б. С. Канделаки и Л. П. Василевская. Оптимальная тиксотропная температура и синерезис 33

*ბ. კანდელაკი და ლ. ვასილევსკაია. ოპტიმალური ტიქსოტროპული ტემპერატურა და სინერეზისი 40

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

Г. Ш. Микеладзе. К вопросу восстановимости Al_2O_3 и SiO_2 41

*გ. მიქელაძე. Al_2O_3 და SiO_2 -ის ელექტროთერმული აღდგენის საკითხისათვის 45

მინერალოგია—МИНЕРАЛОГИЯ—MINERALOGY

გ. ძოწენიძე. ჭაუხის დიაბაზების ასაკის საკითხისათვის 47

*Г. С. Дзюпенидзе. К вопросу о возрасте Чаухских диабазов 50

პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY

А. М. Ищенко. Петрографические признаки углекислотной гаммы сапропелитов 53

*ა. იშჩენკო. საპროპელიტების დანახშირების რიგის პეტროგრაფიული ნიშნები 54

*A. Ischenko. Petrographical evidence of carbonization hammm of sapropelite coals 55

*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

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

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

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ა მ ბ ე

ტომი IV

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ IV

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. IV

თბილისი 1943 ТБИЛИСИ
T B I L I S S I

3958

Ответственный редактор акад. Н. И. Мусхелишвили

Подписана к печати последняя форма 20.3.1943. Объем 6 печ. лист. Авторских лист. 7,75.
Колич. тип. зн. в 1 печ. листе 52.000. УЭ 06145. Заказ № 40. Тираж 600 экз.

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

Л. Г. МАГНАРАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ СИСТЕМЕ ЛИНЕЙНЫХ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ И О ЛИНЕЙНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ РИМАНА

1. В настоящей статье мы рассматриваем систему линейных сингулярных интегро-дифференциальных уравнений следующего вида:

$$\Phi(t_0) A(t_0) + \dot{\Phi}(t_0) B(t_0) - \frac{1}{\pi} \int_C \frac{\Phi(t) P(t_0, t) + \dot{\Phi}(t) Q(t_0, t)}{t - t_0} dt = F(t_0), \quad (1)$$

где $A(t_0)$, $B(t_0)$, $F(t_0)$, $P(t_0, t)$, $Q(t_0, t)$ — заданные матрицы порядка n , элементами которых являются в достаточной степени регулярные функции, а $\Phi(t)$ — искомая матрица; точки над буквами здесь и в дальнейшем представляют символы производных.

Под C подразумевается простой замкнутый, в достаточной степени регулярный, контур¹. Интеграл понимается в смысле главного значения по Коши.

К системе вида (1) приводит, например, решение следующей граничной задачи теории функций, т. н. задачи Римана: определить матрицу $\Phi(z)$, голоморфную вне контура C , удовлетворяющую граничному условию

$$\Phi^+(t) A_0(t) - \Phi^-(t) B_0(t) + \frac{d\Phi^+(t)}{dt} P_0(t) - \frac{d\Phi^-(t)}{dt} Q_0(t) = F_0(t) \quad (2)$$

и еще некоторым добавочным условиям.

В условии (2), $A_0(t)$, $B_0(t)$, $P_0(t)$, $Q_0(t)$, $F_0(t)$ — заданные на контуре C матрицы, а $\Phi^+(t)$ и $\Phi^-(t)$ обозначают предельные значения искомой голоморфной матрицы $\Phi(z)$ при подходе, соответственно, с одной и с другой стороны к контуру C .

В том частном случае, когда $B(t_0) \equiv 0$ и $Q(t_0, t) \equiv 0$, система (1) переходит в систему сингулярных интегральных уравнений. В литературе

¹ Все нижеизложенные результаты легко обобщаются на случай, когда C есть совокупность нескольких простых замкнутых или разомкнутых конечных дуг.

очень подробно разработана теория одного сингулярного интегрального уравнения⁽¹⁾.

Недавно, обобщив результаты, известные для одного уравнения, акад. Н. И. Мухелишвили и Н. П. Векуа построили для системы сингулярных интегральных уравнений полную теорию, аналогичную теории одного уравнения⁽²⁾.

Заметим также, что граничная задача (2) до конца исследована в том частном случае, когда в условии (2)

$$P_0(t) \equiv 0 \text{ и } Q_0(t) \equiv 0^{(3)}.$$

С другой стороны, система (1) и вышеуказанная общая линейная задача Римана имеют, помимо теоретических, еще и практические применения (например, граничные задачи теории крыла самолета)⁽⁴⁾.

Поэтому не лишено известного интереса подробно исследовать систему (1) и граничную задачу (2).

Не останавливаясь на подробных выводах, мы приведем здесь краткие формулировки некоторых результатов, полученных нами относительно системы (1) и граничной задачи (2).

2. Введем обозначения

$$F(t, t) \equiv P(t), \quad Q(t, t) \equiv Q(t)$$

и предположим, что существуют (всюду на C) матрицы⁽⁵⁾:

$$A^{-1}, B^{-1}, P^{-1}, Q^{-1}, (PQ^{-1} - AB^{-1})^{-1}, (QP^{-1} - BA^{-1})^{-1}.$$

Тогда можно показать, что система (1) приводится к следующей системе регулярных интегральных уравнений:

$$\Phi(t_0) - \frac{1}{\pi} \int_C \Phi(t) K(t_0, t) dt = F_0(t), \quad (3)$$

где

$$K(t_0, t) = \int_{t_0}^t W(t_0, \xi) R(\xi, t) d\xi, \quad (4)$$

и

$$F_0(t) = C_1 \Phi_0(t) + C_2 \Psi_0(t) + \int_0^t W(t, \xi) G_0(\xi) d\xi,$$

⁽¹⁾ См., например, [1], где даны также литературные указания.

⁽²⁾ См. [2] и [3].

⁽³⁾ См. [4], [5] и [3].

⁽⁴⁾ См., например, [6], где даны также литературные указания.

⁽⁵⁾ В некоторых случаях это ограничение можно смягчить, если вместо формулы обращения сингулярных интегралов воспользуемся формулой композиции таких интегралов.



причем

$$R(t_0, t) = \left[\frac{\partial P_1(t_0, t)}{\partial t_0} Q^{-1}(t_0) - \frac{\partial R_1(t_0, t)}{\partial t_0} B^{-1}(t_0) + R_1(t_0, t)G(t_0) - P_1(t_0, t)H(t_0) \right] [B(t_0)Q^{-1}(t_0) + Q(t_0)B^{-1}(t_0)]^{-1},$$

$$G_0(t_0) = \left[\frac{1}{\pi} \int_C \frac{\dot{F}(t) dt}{t-t_0} B^{-1}(t_0) - \frac{1}{\pi} \int_C \frac{F(t) dt}{t-t_0} G(t_0) + \dot{F}(t_0)Q^{-1}(t_0) - F(t_0)H(t_0) \right] [B(t_0)Q^{-1}(t_0) + Q(t_0)B^{-1}(t_0)]^{-1},$$

$$W(t_0, t) = W_1(t)\Phi_0(t_0) + W_2(t)\Psi_0(t_0)$$

и

$$P_1(t_0, t) = \frac{P(t_0, t) - P(t_0, t_0)}{t-t_0} - \frac{\partial}{\partial t} \frac{Q(t_0, t) - Q(t_0, t_0)}{t-t_0},$$

$$Q_1(t_0, t) = \frac{P(t_0, t) - P(t, t_0)}{t-t_0} - \frac{\partial}{\partial t} \frac{Q(t_0, t) - Q(t, t_0)}{t-t_0},$$

$$R_1(t_0, t) = \frac{A(t) - A(t_0)}{t-t_0} - \frac{\partial}{\partial t_0} \frac{B(t) - B(t_0)}{t-t_0} - \frac{1}{\pi} \int_C \frac{Q_1(\tau, t)}{\tau-t_0} d\tau, \quad (5)$$

$$H(t) = \left\{ P^{-1}(QP^{-1} - BA^{-1})^{-1} - \frac{d}{dt} [Q^{-1}(PQ^{-1} - AB^{-1})^{-1}] \right\} [PQ^{-1} - AB^{-1}],$$

$$G(t) = \left\{ A^{-1}(QP^{-1} - BA^{-1})^{-1} - \frac{d}{dt} [B^{-1}(PQ^{-1} - AB^{-1})^{-1}] \right\} [PQ^{-1} - AB^{-1}],$$

а $C_1\Phi_0(t) + C_2\Psi_0(t)$ есть общее решение следующей однородной системы:

$$\ddot{\Phi}(t) + \dot{\Phi}(t)A_1(t) + \Phi(t)A_2(t) = 0,$$

где

$$A_1(t) = [(A + \dot{B})Q^{-1} + (P + \dot{Q})B^{-1} - BH - QG][BQ^{-1} + QB^{-1}]^{-1},$$

$$A_2(t) = [(\dot{A} + \dot{P})Q^{-1} - AH - PG][BQ^{-1} + QB^{-1}]^{-1},$$

$$W_1(t) = \left[\left(\frac{d\Psi_0}{dt} \right)^{-1} \frac{d\Phi_0}{dt} - \Psi_0^{-1}\Phi_0 \right]^{-1} \left(\frac{d\Psi_0}{dt} \right)^{-1}$$

и

$$W_2(t) = \left[\left(\frac{d\Phi_0}{dt} \right)^{-1} \frac{d\Psi_0}{dt} - \Phi_0^{-1}\Psi_0 \right]^{-1} \left(\frac{d\Phi_0}{dt} \right)^{-1}.$$

В некоторых частных случаях система (3) допускает эффективные решения. Если, например, матрицы: $P_1(t_0, t)$, $Q_1(t_0, t)$, $R_1(t_0, t)$ — рациональны, то из (5) следует, что

$$K(t_0, t) = \sum_{j=1}^N P_j(t_0) Q_j(t),$$

а из (3), что

$$\Phi(t) = \sum_{j=1}^N P_j(t) \Phi_j + F_0(t),$$

причем неизвестные матрицы Φ_j удовлетворяют системе

$$\Phi_i - \sum_{j=1}^N \Gamma_{ij} \Phi_j = M_i, \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

где

$$\Gamma_{ij} = \frac{1}{\pi} \int_C Q_i(t) P_j(t) dt \quad \text{и} \quad M_i = \frac{1}{\pi} \int_C Q_i(t) F_0(t) dt.$$

В том частном случае, когда все $\Gamma_{ij} = 0$, $i, j = 1, 2, \dots, N$, легко показать, что система

$$\Phi(t_0) - \frac{1}{\pi} \int_C \Phi(t) K(t_0, t) dt = F_0(t_0)$$

допускает эффективное решение

$$\Phi(t_0) = F_0(t_0) + \frac{1}{\pi} \int_C F_0(t) K(t_0, t) dt.$$

Для исследования общего случая остается совершить предельный переход $N \rightarrow \infty$.

Отсюда при помощи аппроксимации и предельного перехода можно в некоторых и более общих случаях также получить эффективные решения.

3. Легко видеть, что полученная выше система регулярных интегральных уравнений (3), в общем случае, не эквивалентна исходной системе (1). Но системой (3), как мы видели выше, можно воспользоваться при нахождении эффективных решений в некоторых важных частных случаях.

Перейдем теперь к другому методу регуляризации системы (1), приводящему ее к эквивалентной системе квази-регулярных или сингулярных интегральных уравнений.

Допустим сперва, что существует (всюду на C) матрица $B^{-1}(t)$. Тогда систему (1) можно привести к следующей эквивалентной системе сингулярных интегральных уравнений:



$$\Phi(t_0) - \frac{1}{\pi} \int_C \Phi(t) \left[\frac{Q(t_0) B^{-1}(t_0)}{t-t_0} + K(t_0, t) \right] dt = C\Phi_0(t_0) + F_0(t_0),$$

где

$$F_0(t) = \int_C^t F(\xi) B^{-1}(\xi) \Phi_0^{-1}(\xi) \Phi_0(t) d\xi,$$

$$K(t_0, t) = \int_C^{t_0} \left[\frac{P(\xi, t) - P(\xi, \xi)}{t-\xi} - \frac{\partial}{\partial t} \frac{Q(\xi, t) - Q(\xi, \xi)}{t-\xi} \right] B^{-1}(\xi) \Phi_0^{-1}(\xi) \Phi_0(t) d\xi$$

$$+ \int_C^t \left[P(\xi) B^{-1}(\xi) \Phi_0^{-1}(\xi) - \frac{d}{d\xi} (Q(\xi) B^{-1}(\xi) \Phi_0^{-1}(\xi)) \right] \frac{\Phi_0(t)}{t-\xi} d\xi,$$

$$R(t_0, t) = \frac{1}{\pi} \int_C^{t_0} \frac{Q(\xi, t)}{t-\xi} B^{-1}(\xi) \Phi_0^{-1}(\xi) \Phi_0(t_0) d\xi,$$

а $C\Phi_0(t)$ является общим решением следующей однородной системы дифференциальных уравнений:

$$\dot{\Phi}_0(t) + \Phi_0(t) A(t) B^{-1}(t) = 0.$$

Если $B(t) \equiv 0$, но существует матрица $Q^{-1}(t)$, система (1) приводится к следующей системе квазирегулярных уравнений:

$$\begin{aligned} \Phi(t_0) - \frac{1}{\pi} \int_C \Phi(t) K(t_0, t) dt &= \frac{1}{\pi} \int_C F(t) R(t_0, t) dt + C_1 \Psi_0(t_0) \\ &+ C_2 \int_C^{t_0} Q^{-1}(\xi) \Psi_0^{-1}(\xi) \Psi_0(t_0) d\xi, \end{aligned}$$

где

$$K(t_0, t) = \frac{1}{\pi} \int_C \left[\frac{P(\tau, t) - P(t, t)}{t-\tau} - \frac{\partial}{\partial t} \frac{Q(\tau, t) - Q(t, t)}{t-\tau} \right] R(t_0, \tau) d\tau$$

$$- A(t) R(t_0, t),$$

$$R(t_0, t) = \int_C^{t_0} \frac{Q^{-1}(\xi) \Psi_0^{-1}(\xi) \Psi_0(t_0)}{t-\xi} d\xi,$$

а $C_1 \Psi_0(t)$ есть общее решение однородной системы:

$$\dot{\Psi}_0(t) + \Psi_0(t) P(t) Q^{-1}(t) = 0.$$

4. Совершенно аналогично нетрудно установить, что всякое интегро-дифференциальное уравнение вида

$$\sum_{j=0}^m a_j(t_0) \varphi^{(j)}(t_0) - \sum_{j=0}^n \frac{1}{\pi} \int_C \frac{K_j(t_0, t) \varphi^{(j)}(t)}{t-t_0} dt = f(t_0) \quad (1_a)$$

можно привести к эквивалентному квази-регулярному или сингулярному интегральному уравнению.

Уравнение (1_a) можно также привести к определенному регулярному уравнению Фредгольма. Это последнее, в общем случае, не эквивалентно уравнению (1_a), но им можно воспользоваться для построений эффективных решений уравнения (1_a) в некоторых важных частных случаях.

5. Рассмотрим теперь граничную задачу (2). Пользуясь известными формулами для предельных значений интегралов типа Коши:

$$\Phi^+(t_0) = \frac{1}{2} F(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int_C \frac{F(t)}{t-t_0} dt,$$

$$\Phi^-(t_0) = -\frac{1}{2} F(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int_C \frac{F(t)}{t-t_0} dt,$$

где

$$\Phi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_C \frac{F(t) dt}{t-\zeta}, \quad \zeta \text{ не на } C,$$

решение граничной задачи (2) легко привести к решению системы интегро-дифференциальных уравнений, являющейся частным видом системы (1).

Таким образом, мы видим, что решение системы сингулярных интегро-дифференциальных уравнений (1) и граничной задачи (2) сводится к решению системы квази-регулярных или сингулярных интегральных уравнений.

Совершенно аналогичные результаты можно получить для следующей граничной задачи:

$$\sum_{j=0}^m a_j(t) \frac{d^j \varphi^+(t)}{dt^j} - \sum_{j=0}^n b_j(t) \frac{d^j \varphi^-(t)}{dt^j} = f(t).$$

В следующих статьях мы дадим подробные выводы указанных результатов и также остановимся на вопросах существования решений полученных выше интегральных уравнений.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Математический Институт

(Поступило в редакцию 20.12.1942)



ლიმ მაღნარაძე

წარვიხ სინგულარულ ინტეგრირ-დიფერენციალურ განტოლებათა ერთი სისტემისა და რიმანის წარვიხი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ

რეზუმე

შრომაში განხილულია ინტეგრირ-დიფერენციალურ განტოლებათა ერთი სისტემა და ნაჩვენებია მარტივი წესი ასეთი სისტემის მიყვანისა კვაზი-რეგულარულ განტოლებათა ან სინგულარულ განტოლებათა ეკვივალენტურ სისტემამდე.

შრომაში დასმულია რიმანის ზოგადი სახის წრფივი სასაზღვრო ამოცანა და ნაჩვენებია წესი ამ ამოცანის მიყვანისა სინგულარულ ინტეგრირ-დიფერენციალურ განტოლებათა ეკვივალენტურ სისტემამდე.

ზოგიერთ კერძო შემთხვევებისათვის აგებულია ეფექტური ამოხსნები, როგორც ინტეგრირ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის, ისე რიმანის სასაზღვრო ამოცანისათვისაც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. И. Н. Векуа. Интегральные уравнения с особым ядром типа Коши. Труды Тбилисского Математического Института, т. X, 1941.
2. Н. И. Мухелишвили. Системы сингулярных интегральных уравнений с ядрами типа Коши. Сообщения Академии Наук Груз. ССР, т. III, № 10, 1942.
3. Н. И. Мухелишвили и Н. П. Векуа. Краевая задача Римана для нескольких неизвестных функций и ее приложения к системам сингулярных интегральных уравнений. Труды Тбилисского Мат. Инст. т. XII (печатається).
4. Ф. Д. Гахов. Линейные краевые задачи теории функций комплексного переменного. Известия Казанского физ.-мат. общества, т. X, сер. 3, 1938.
5. J. Plemelj. Randwerte analytischer Funktionen. Monatshefte für Mathematik und Physik. Bd. XIX, 1908.
6. Л. Г. Магнарадзе. Об одном новом интегральном уравнении теории крыла самолета. Сообщения Академии Наук Груз. ССР, т. III, № 6, 1942.



Д. Е. ДОЛИДZE

О СУЩЕСТВОВАНИИ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ
 ГИДРОДИНАМИКИ

1. В статьях [1, 2] мною было дано решение основной нелинейной краевой задачи неустановившегося движения вязкой несжимаемой жидкости при некотором ограничительном условии, связывающем форму и размер области, граничную скорость и коэффициент вязкости. Указанное условие не зависит от времени и соблюдено при малых значениях числа Рейнольдса. В настоящей заметке мы даем условие существования решения независимо от значения числа Рейнольдса; как и следовало ожидать, последнее условие будет выполняться при малых значениях времени t . При этом соответствующие оценки легко обобщаются на случай произвольного конечного t при решении т. н. частично-линеаризированной задачи.

Как было показано в статье [2], решение уравнений Навье-Стокса, с соблюдением уравнения неразрывности, при заданных значениях скорости на границе ($t > 0$) и в начальный момент внутри области движения сводится к решению следующей системы функциональных уравнений:

$$v_i(P, t) = \rho \int_0^t d\tau \int_D \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 v_k \frac{\partial v_j}{\partial y_k} H_{ij}(P, Q, t-\tau) dD_Q + v_i^0(P, t),$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial x_e} = \rho \int_0^t dt \int_D \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 v_k \frac{\partial v_j}{\partial y_k} \frac{\partial H_{ij}(P, Q, t-\tau)}{\partial x_e} dD_Q + \frac{\partial v_i^0}{\partial x_e},$$

(1)

где $i, e = 1, 2, 3$; v_i —компоненты искомой скорости, v_i^0 —решение линейной задачи, удовлетворяющее заданным граничным и начальным условиям; ρ —плотность, D —область движения, причем область считается односвязной, постоянной и ограниченной замкнутой регулярной поверхностью F ; $P(x_1, x_2, x_3)$ и $Q(y_1, y_2, y_3)$ —точки внутри области D , $H_{ij}(P, Q, t)$ —компоненты т. н. тензора Грина, определяемые формулами:

$$H_{ij} = -\frac{\lambda}{8\rho V(\pi\nu t)^3} e^{-\frac{r_{PQ}^2}{4\nu t}} - \frac{1}{4\pi} \frac{\partial}{\partial x_j} \int_D \frac{\partial}{\partial \zeta_i} \left[\frac{1}{8\rho V(\pi\nu t)^3} e^{-\frac{r_{BQ}^2}{4\nu t}} \right] \frac{dD_B}{r_{PB}} + W_{ij}(P, Q, t),$$

где $\lambda=1$ при $i=j$, $\lambda=0$ при $i \neq j$; ν —кинематический коэффициент вязкости; r_{PQ} —расстояние между точками P и Q , $B(\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3)$ —точка области D , W_{ij} —решения линейной задачи с нулевым начальным условием, принимающие, когда точка P стремится к поверхности F , такие значения, что H_{ij} стремятся к нулю для всех внутренних точек Q .

Определенные таким образом функции H_{ij} регулярны во всей области вплоть до поверхности при $t>0$, на поверхности обращаются в нуль, а внутри области удовлетворяют уравнению

$$\sum_{j=1}^3 \frac{\partial H_{ij}}{\partial x_j} = 0;$$

при $t=0$, H_{ij} обращаются в нуль для всех значений $r_{PQ} \neq 0$, а при $r=0$, $t=0$ имеют особенность вида

$$H_{ij} = O \left[\left(\frac{1}{V t^3} + \frac{r_{PQ}^2}{V t^5} \right) e^{-\frac{r_{PQ}^2}{4\nu t}} \right]. \quad (2)$$

2. Для исследования существования решения системы (1), которая представляет систему нелинейных интегральных уравнений относительно неизвестных v_i , $\frac{\partial v_i}{\partial x_k}$, будем считать заданным решение v_i^0 линейной задачи.

Введем обозначения

$$\frac{\partial v_i^0}{\partial x_k} = v_{ik}^0, \quad \frac{\partial v_i}{\partial x_k} = v_{ik}$$

и представим искомые функции в виде рядов

$$v_i = \sum_{n=0}^{\infty} \rho^n v_{i,n}, \quad v_{ik} = \sum_{n=0}^{\infty} \rho^n v_{ik,n}. \quad (3)$$

Подставляя эти ряды в (1), получим для определения членов ряда рекуррентные формулы

$$v_{i,0} = v_i^0, \quad v_{ik,0} = v_{ik}^0;$$

$$v_{i,n+1} = \int_0^t d\tau \int_D \sum_j \sum_k \sum_{m=0}^n v_{k,m} v_{jk,n-m} H_{ij}(P, Q, t-\tau) dD_Q \quad (4)$$

$$v_{ie,n+1} = \int_0^t d\tau \int_D \sum_j \sum_k \sum_{m=0}^n v_{k,m} v_{jk,n-m} \frac{\partial H_{ij}(P, Q, t-\tau)}{\partial x_e} dD_Q.$$

Для исследования сходимости рядов (3) заметим, что на основании оценки (2) легко вывести следующие неравенства:

$$\left| \int_0^t d\tau \int_D H_{ij} dD \right| < C \int_0^t \frac{d\tau}{V \sqrt{t-\tau}} = 2C V \sqrt{t},$$

$$\left| \int_0^t d\tau \int_D \frac{\partial H_{ij}}{\partial x_e} dD \right| < C_1 \int_0^t \frac{d\tau}{V \sqrt{t-\tau}} = 2C_1 V \sqrt{t},$$

где C и C_1 — положительные постоянные.

Введем теперь постоянные A и α , такие, что

$$|v_{i,0}| < A, \quad |v_{ie,0}| < A;$$

$$\left| \int_D V \sqrt{t} H_{ij} dD \right| < \alpha, \quad \left| \int_D V \sqrt{t} \frac{\partial H_{ij}}{\partial x_e} dD \right| < \alpha.$$

Формулы (4) дают

$$|v_{i,1}| = \left| \int_0^t \frac{d\tau}{V \sqrt{t-\tau}} \int_D \sum_j \sum_k v_{k,0} v_{jk,0} V \sqrt{t-\tau} H_{ij} dD \right| < 9A^2 \alpha \int_0^t \frac{d\tau}{V \sqrt{t-\tau}}$$

$$= 2 \cdot 9A^2 \alpha V \sqrt{t} = 18A^2 \alpha V \sqrt{t} \frac{\Gamma(1/2)}{\Gamma(3/2)},$$

$$|v_{ie,1}| < 18A^2 \alpha V \sqrt{t} \frac{\Gamma(1/2)}{\Gamma(3/2)},$$

где Γ — символ эйлеровой функции.

Продолжая этот процесс оценки, легко получим следующую общую оценку:

$$|v_{i, n}| < n! 9^n A^{n+1} \alpha^n t^{n/2} \frac{\Gamma^n(1/2)}{\Gamma\left(\frac{n}{2} + 1\right)},$$

$$|v_{i, n}| < n! 9^n A^{n+1} \alpha^n t^{n/2} \frac{\Gamma^n(1/2)}{\Gamma\left(\frac{n}{2} + 1\right)}.$$

Таким образом, отношения двух последовательных членов рядов (3) не будут по модулю превосходить

$$9\rho A \alpha V^{-1} t \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \frac{(n+1)\Gamma\left(\frac{n}{2} + 1\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2} + \frac{3}{2}\right)}.$$

Принимая во внимание, что

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = V^{-1} \pi, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n+1)\Gamma\left(\frac{n}{2} + 1\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2} + \frac{3}{2}\right)} = 1,$$

будем иметь следующее достаточное условие абсолютной и равномерной сходимости (в области D) рядов (3):

$$\rho < \frac{1}{9A\alpha V^{-1} \pi t}. \quad (5)$$

Пользуясь приведенными оценками, нетрудно также показать единственность решения системы (1) при соблюдении условия (5).

Условие (5) связывает между собой время, плотность жидкости, граничную скорость и рассматриваемую область. Оно удобно при сравнительно малых значениях t и может быть соблюдено при произвольном значении числа Рейнольдса.

Решение задачи для случая двух измерений можно получить из приведенного решения пространственной задачи, если в предыдущих формулах придавать индексам i, j, k лишь значения 1, 2, а первый член в правой части выражения H_{ij} взять в виде

$$-\frac{\lambda}{4\nu\pi\rho t} e^{-\frac{r^2\rho Q}{4\nu t}},$$

причем вместо объемных интегралов брать интегралы по площади.

3. Приведенные оценки весьма удобны также в том смысле, что с их помощью можно доказать существование решения, для любого конечного значения t , при частичной линеаризации основных уравнений по идее Озеена, которая, как известно, дает существенную поправку решения линейной задачи.

Пусть u_i — компоненты скорости т. н. главного движения, которые будем считать известными. В результате частичной линеаризации, вместо системы (1) получим систему

$$v_i = \rho \int_0^t d\tau \int_D \sum_j \sum_k \left(u_k \frac{\partial v_j}{\partial y_k} + v_k \frac{\partial u_j}{\partial y_k} \right) H_{ij} dQ_Q + v_i^0, \quad (6)$$

$$v_{ie} = \rho \int_0^t d\tau \int_D \sum_j \sum_k \left(u_k \frac{\partial v_j}{\partial y_k} + v_k \frac{\partial u_j}{\partial y_k} \right) \frac{\partial H_{ij}}{\partial x_e} dD_Q + v_{ie}^0.$$

Уравнения (6) соответствуют задаче, которую назовем обобщенной задачей Озеена, ибо в нашем случае скорость главного движения зависит от положения точки и от времени.

Формулы (4) соответственно примут вид

$$v_{i, n+1} = \int_0^t d\tau \int_D \sum_j \sum_k (u_k v_{jk, n} + u_{jk} v_{k, n}) H_{ij} dD, \quad (7)$$

$$v_{ie, n+1} = \int_0^t d\tau \int_D \sum_j \sum_k (u_k v_{jk, n} + u_{jk} v_{k, n}) \frac{\partial H_{ij}}{\partial x_e} dD,$$

где

$$u_{jk} = \frac{\partial u_j}{\partial x_k}.$$

Вводя постоянную B , такую, что

$$|u_k| < B, \quad |u_{jk}| < B,$$

и проводя оценки совершенно аналогично предыдущему, получим

$$|v_{i, n}| < c^n t^{n/2} \frac{\Gamma^n(1/2)}{\Gamma\left(\frac{n}{2} + 1\right)}, \quad |v_{i, n}| < c^n t^{n/2} \frac{\Gamma^n(1/2)}{\Gamma\left(\frac{n}{2} + 1\right)},$$

где $c = 18A\alpha$.

Следовательно, отношение двух последовательных членов будет порядка

$$\frac{\sqrt{t}}{n}.$$

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Математический Институт

(Поступило в редакцию 2.1.1943)

ჰიდროდინამიკა

დ. დოლიძე

ჰიდროდინამიკის არაწრფივი ამოცანის ამოხსნის
 არსებობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ბლანტი უკუმში სითხის არასტაციონარული მოძრაობის სასაზღვრო ამოცანის იმ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის არსებობის საკითხი, რომელიც მოცემულია ავტორის [1] და [2] ნაშრომებში. გამოსყვანილია ამოხსნის არსებობის საკმარისი პირობა, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე

$$\rho < \frac{1}{9A\alpha V \pi t},$$

ადაც A და α სათანადოდ სასაზღვრო სიჩქარეზე და მოძრაობის არეზე და-
 მოკიდებული დადებითი მუდმივებია, t დროა, ხოლო ρ —სიმკვრივე.

დამტკიცებულია აგრეთვე ოზენის წესით გაწრფივებული ამოცანის ამოხსნის არსებობა დროის ნებისმიერ სასრულ მნიშვნელობისთვის, როცა ე. წ. მთავარი მოძრაობის სიჩქარე შეიძლება იყოს წერტილის მდებარეობისა და დროის ფუნქცია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Д. Е. Долидзе. Об одной нелинейной задаче гидродинамики. Сообщения Акад. Наук Грузинской ССР, т. I, № 9, 1940.
2. Д. Е. Долидзе. О нелинейной задаче гидродинамики в пространстве трех измерений. Сообщения Акад. Наук Грузинской ССР, т. II, № 6, 1941.



А. Г. НАЗАРОВ

К ВЫЧИСЛЕНИЮ ВЫСШИХ ЧАСТОТ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ И ПРИНАДЛЕЖАЩИХ ИМ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Метод последовательных приближений для определения основных свободных колебаний в приемлемой для инженера форме развит, главным образом, работами В. И. Новоторцева и акад. К. С. Завриева [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Метод этот в неявном виде совпадает с методом последовательного приближения, применяемого в теории интегральных уравнений для определения первого характеристического числа с принадлежащей ей фундаментальной функцией [9]. На возможность применения этого же приема для вычисления высших частот имеются указания в литературе [2], но, насколько нам известно, не делалось попыток к практическому его применению. Ниже мы приводим вывод необходимых соотношений, основываясь на соображениях чисто физического порядка, не прибегая к помощи теории интегральных уравнений, и даем на примере алгоритм вычисления высших частот, взяв за основу таковой, предложенный акад. К. С. Завриевым для определения первой частоты. Предлагаемый прием вычисления высокочастотных колебаний полезен в тех случаях, когда требуется одновременное определение соответствующих упругих линий (фундаментальных функций). В целях уменьшения количества выкладок рекомендуется сплошную нагрузку разбить на сосредоточенные, расположенные тем чаще, чем выше определяемая частота. В противном случае погрешности вычисления могут недопустимо возрасти.

Пусть $K(x, s)$ —инфлюэнтная линия (функция Грина), где x —точка, в которой определяется прогиб упругой системы, а s —точка приложения единичного груза.

Фундаментальные функции, изображающие упругие линии, соответствующие частотам колебаний k_i , обозначим через $\varphi_i(x)$. Так как

$$\psi_i(x) = c_i \varphi_i(x) \quad (1)$$

также являются фундаментальными функциями, то для определенности ординаты каждой из них зафиксируем таким образом, чтобы максимальная кинетическая энергия T_i , отвечающая колебаниям

$$y_i = \psi_i(x) \cos k_i t,$$

была равна $\frac{k_i^2}{2}$ (максимальная скорость $|y_i'| = k_i \psi_i(x)$). Такое задание $\psi_i(x)$ наиболее удобно для дальнейшего. Пусть $\mu(x)$ — интенсивность массы системы в точке x . Тогда⁽¹⁾

$$T_i = \frac{1}{2} \int |y'|^2 \mu(x) dx = \frac{k_i^2}{2} \int c_i^2 \varphi_i(x) \mu(x) dx = \frac{k_i^2}{2},$$

откуда

$$c_i = \frac{1}{V \int \varphi_i^2(x) \mu(x) dx}. \quad (2)$$

Этим путем при любом заданном $\varphi_i(x)$ определяется поправочный коэффициент c_i для вычисления $\psi_i(x)$. Из (1) и (2) следует, что

$$\int \psi_i^2(x) \mu(x) dx = 1, \quad (3)$$

т. е. фундаментальные функции нормированы по весу $\mu(x)$.

Пусть система нагружена силой, равной 1, приложенной к точке s . По условию прогиб ее равен $K(x, s)$. При мгновенном удалении силы система придет в колебание по закону

$$y = \sum a_i \psi_i(x) \cos k_i t,$$

так как начальная скорость равна нулю.

В начальный момент, при $t=0$, имеет место

$$\sum a_i \psi_i(x) = K(x, s).$$

Согласно предложению о взаимности перемещений:

$$K(x, s) = K(s, x),$$

имеем

$$\sum a_i(s) \psi_i(x) = \sum a_i(x) \psi_i(s).$$

Это условие осуществимо лишь при

$$a_i(s) = b_i \psi_i(s),$$

где b_i — некоторые постоянные величины.

Итак,

$$K(x, s) = \sum b_i \psi_i(x) \psi_i(s).$$

⁽¹⁾ Если имеют место сосредоточенные массы, то интеграл следует понимать в смысле Стильтьеса и вместо $\mu(x) dx$ надо писать $dM(x)$, где $M(x)$ — функция распределения массы.

Величины b_i могут быть установлены из энергетических соображений. Приращение потенциальной энергии системы при ее крайнем отклоненном положении равно

$$\frac{1 \cdot K(x, s)}{2} = \frac{\sum b_i \psi_i^2(s)}{2}. \quad (*)$$

Максимальная кинетическая энергия системы достигается в ее среднем положении и равна

$$\int \sum [b_i k_i \psi_i(x) \psi_i(s)]^2 \mu(x) dx.$$

Принимая во внимание, что $\psi_i(x)$ и $\psi_k(x)$ ортогональны [10] ⁽¹⁾

$$\int_{i \neq k} \psi_i(x) \psi_k(x) dx = 0,$$

получим, на основании (3),

$$\frac{1}{2} \sum k_i^2 b_i^2 \psi_i^2(s) \int \psi_i^2(x) \mu(x) dx = \frac{1}{2} \sum k_i^2 b_i^2 \psi_i^2(s). \quad (**)$$

Знак \sum можно вынести из под знака интеграла, так как в результате интегрирования получается сходящийся ряд. В противном случае кинетическая энергия была бы неограниченно велика. Приравнявая (*) и (**), найдем

$$b_i = \frac{1}{k_i^2},$$

откуда

$$K(x, s) = \sum \frac{\psi_i(x) \psi_i(s)}{k_i^2}. \quad (4)$$

Известно, что каково бы то ни было предварительно заданное приближенное уравнение упругой линии системы, метод последовательных приближений всегда приводит к фундаментальной функции $\varphi_1(x)$, принадлежащей основной частоте k_1 .

Наложим на систему такие упругие связи, чтобы все высшие частоты k_2, k_3 и т. д. сохранились неизменными, а основная частота k_1 отсутствовала вовсе. Это легко осуществить с помощью (4), для чего достаточно принять новую инфлюэнтную линию

$$K^{(1)}(x, s) = K(x, s) - \frac{\psi_1(x) \psi_1(s)}{k_1^2}. \quad (5)$$

⁽¹⁾ Условие ортогональности фундаментальных функций также может быть выведено из закона сохранения энергии. См., напр., [9].

Таким образом, вычисляя при последовательных приближениях прогибы с помощью $K^{(1)}(x, s)$, мы сможем точно таким же образом, как и для основной частоты, вычислить k_2 . Для определения k_3 аналогично следует принять

$$K^{(2)}(x, s) = K(x, s) - \frac{\psi_1(x)\psi_1(s)}{k_1^2} - \frac{\psi_2(x)\psi_2(s)}{k_2^2} \quad (6)$$

и т. д.

Ход вычислений устанавливается следующий. По методу последовательных приближений отыскиваются k_1^2 и $\varphi_1(x)$. На основании (2) и (1) определяется $\psi_1(x)$. Из (5) вычисляется $K(x, s)$, после чего по тому же методу определяются k_2^2 и $\varphi_2(x)$ и т. д.

Рассмотрим для примера балку на двух опорах со схемой нагрузок, показанной на фиг. 1.



Фиг. 1.

В данном случае ординаты инфлюентной линии под грузами равны:

$$K_{11} = K_{22} = \frac{8}{486} \frac{l^3}{EJ} = 8\alpha,$$

$$K_{12} = K_{21} = \frac{7}{486} \frac{l^3}{EJ} = 7\alpha.$$

Здесь первый индекс означает точку x , где определяется прогиб, а второй индекс — точку s приложения груза. Далее для сокращения записи будем опускать при последовательных приближениях коэффициент α и величину массы $\frac{Q}{g}$, т. е. условно принимаем $\alpha = 1$ и $\frac{Q}{g} = 1$. Тогда отношение прогибов двух соседних приближений окажется преуменьшенным в β раз, где

$$\beta = \frac{g}{\alpha Q} = 486 \frac{EJg}{Ql^3}.$$

Первое приближение изогнутой оси определяется как для статической нагрузки. Вычисления расположены в таблице 1.

Таблица 1.

№№ точек	Ордин. линий влияния		$P_i^{(1)}$	$\varphi_i^{(1)}$	$P_i^{(2)}$	$\varphi_i^{(2)}$	$P_i^{(3)}$	$\varphi_i^{(3)}$	$P_i^{(4)}$	$\varphi_i^{(4)}$
	1	2								
1	8	7	1	22	22	498	498	11292	11292	256068
2	7	8	2	23	46	522	1044	11838	23676	268452



Здесь под $P_i^{(m)}$ и $\varphi_i^{(m)}$ подразумеваются силы и прогибы m -го приближения.

Основная частота свободных колебаний третьего приближения

$$k_1^2 = \frac{\varphi_i^{(3)}}{\varphi_i^{(4)}} \beta = \frac{11292}{256068} \times 486 \frac{EJg}{Ql^3} \sim 21,4312 \frac{EJg}{Ql^3}.$$

Мы останавливаемся на этом приближении, так как второе приближение отличается от него на незначительную величину. По формуле (2) находим поправочный коэффициент c , при ординатах $\varphi_i^{(4)}$, уменьшенных в 10000 раз

$$c^2 = \frac{1}{2,56098^2 \frac{Q}{g} + 2,68452^2 \frac{2Q}{g}} = \frac{1}{20,9703} \frac{g}{Q};$$

$$c = \frac{1}{4,57935} \sqrt{\frac{g}{Q}}.$$

Отсюда, согласно (1),

$$\psi_1 = \frac{2,56068}{4,57935} \sqrt{\frac{g}{Q}} = 0,55918 \sqrt{\frac{g}{Q}},$$

$$\psi_2 = \frac{2,68452}{4,57935} \sqrt{\frac{g}{Q}} = 0,586223 \sqrt{\frac{g}{Q}}.$$

Из (5) найдем:

$$K_{11}^{(4)} = 1,8709\alpha,$$

$$K_{22}^{(4)} = 0,4256\alpha,$$

$$K_{12}^{(4)} = -0,8924\alpha,$$

где

$$\alpha = \frac{1}{1000} \frac{l^3}{EJ}$$

и, следовательно,

$$\beta = \frac{g}{\alpha Q} = 1000 \frac{EJ}{l^3} \frac{g}{Q}.$$

Вычисления для определения второй частоты расположены в таблице 2.

Таблица 2.

№№ точек	Орд. линий влияния		$P_i^{(4)}$	$\varphi_i^{(4)}$	$P_i^{(2)}$	$\varphi_i^{(2)}$	$P_i^{(3)}$	$\varphi_i^{(3)}$
	1	2						
1	1,8709	-0,8924	1	0,0861	0,0861	0,23461	0,23461	0,63865
2	-0,8924	0,4256	2	-0,0412	-0,0824	-0,11190	-0,22380	0,30462

В данном случае второе приближение k_2^2 мало отличается от первого приближения, поэтому останавливаемся на третьем приближении прогибов.

$$k_2^2 = \frac{\varphi_i^{(2)}}{\varphi_i^{(3)}} \beta = \frac{0,23461}{0,63865} \beta \sim \frac{0,1119}{0,30462} \beta = 0,36735\beta \sim 0,36734\beta.$$

Окончательно получено:

$$k_1^2 = 21,4312 \frac{EJg}{Ql^3},$$

$$k_2^2 = 367,35 \frac{EJg}{Ql^3}.$$

Непосредственное решение векового уравнения для данного случая дало

$$k_1^2 = 21,4309 \frac{EJg}{Ql^3},$$

$$k_2^2 = 367,37 \frac{EJg}{Ql^3}.$$

Академия Наук Грузинской ССР
 Бюро антисейсмического строительства
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 1.12.1942)

ტექნიკა

ა. ნაზაროვი

თავისუფალი რხევების უმაღლეს სიხშირეთა და მათთან მიკუთვნნილ
 ფუნდამენტალური ფუნქციების გამოთვლა

რეზუმე

შრომში მოყვანილია თავისუფალი რხევის უმაღლეს სიხშირეთა გამოთვ-
 ლის წესი, თანმიმდევრობითი მიახლოებების მეთოდით.

მოცემულია $K(x, s)$ ინფლიენტური წირის გაშლა (გრინის ფუნქცია) ბი-
 წრფიულ მწკრივად ფუნდამენტალური ფუნქციების საშუალებით (ფორმა 4),
 ფიზიკურ მოსაზრებაზე დამყარებული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ანტისეისმური მშენებლობის რესპუბლიკური ბიურო
 თბილისი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. В. И. Новоторцев. Метод последовательных приближений в применении к исследованию свободных колебаний инженерных конструкций. Труды Сейсмол. Инст. АН СССР, № 23. Ленинград, 1933.
2. В. И. Новоторцев. Метод последовательных приближений в применении к исследованию вынужденных колебаний инженерных конструкций. Труды СИ, № 26.
3. В. И. Новоторцев. Метод последовательных приближений в применении к исследованию колебаний инженерных конструкций. Вторая частота свободных колебаний призматических брусьев. Труды СИ, № 68.
4. К. С. Завриев. Обобщенный метод последовательных приближений для исследования свободных колебаний упругих систем (в печати).
5. К. С. Завриев. Свободные колебания балок на упругом основании. Сообщения АН Груз. ССР, т. III, № 6, 1942.
6. К. С. Завриев. Определение динамического коэффициента вынужденных колебаний обобщенным методом последовательных приближений (в печати).
7. К. С. Завриев. Динамический коэффициент вынужденных колебаний упругих систем (в печати).
8. ა. კაკუშაძე. ფილების და კოჭების სიხშირის გამოსათვლელი მიახლოებითი ფორმულა (სადისერტაციო შრომა). თბილისი, 1942.
9. Г. Виарда. Интегральные уравнения. ГТТИ, 1933.
10. С. П. Тимошенко. Теория колебаний в инженерном деле. ГНТИ. Москва—Ленинград, 1932.



ХИМИЯ

М. Е. ШИШНИАШВИЛИ, В. А. КАРГИН и А. Д. БАЦАНАДЗЕ

ОБМЕННАЯ ЕМКОСТЬ НА ГЕЛЯХ Al_2O_3

Известно, что, по мнению многих современных исследователей, обменно-адсорбционная способность почвы обуславливается как органической, так и минеральной—ферриалюмокремневой частью почвы.

Несомненно, органическая часть почвы, главным образом, вследствие наличия в ней высокомолекулярных органических веществ, играет очень существенную, а часто и преобладающую, роль в явлениях катионного обмена. Однако, это не является достаточным для таких почв (как, напр., красноземы), которые содержат незначительные количества органических веществ и, тем не менее, характеризуются высокими обменными емкостями.

Существующие объяснения, что обменная адсорбция происходит в результате взаимодействия электролитов с ферриалюмокремневой частью почвы, и что эта способность почвы обусловлена кислыми свойствами кремнекислоты, не подтверждаются опытом. Кислые свойства, приписываемые кремнекислоте или ее соединениям с полуторными окислами, наиболее ясно сформулированы Маттсоном [1]. Позднейшими исследованиями было показано, что коллоидная кремнекислота является очень слабой кислотой (с константой эл. диссоциации 10^{-9}), по данным ХЭГГ [2], и поэтому не адсорбирует ощутимых количеств катионов в нейтральной и кислой области рН [3, 4, 5].

Кремнекислота в том интервале рН, который нас интересует [4—6], является практически нейтральной и, естественно, не сможет обуславливать кислые свойства почв. Естественно, что и полуторные окислы, обладающие чрезвычайно слабыми кислыми свойствами, проявляющиеся лишь в сильно щелочных средах, не могут обменно адсорбировать катионы с вытеснением Н-ионов в раствор. Для этих адсорбентов характерной является адсорбция кислот и обменные процессы, сводящиеся к замене одних анионов другими [6].

Исследования тщательно очищенных высоковольтным электродиализом смешанных гелей показали, что эти гели являются практически нейтральными и при взаимодействии с нейтральными солями не обладают свойствами обменной адсорбции [7, 8]. Таким образом, причины возникновения высоких обменных емкостей на минеральной части почвы не могут быть



объяснены «кислыми» свойствами кремнекислоты или ее соединениями с плутониевыми окислами.

В одной из работ нашей лаборатории [8] нами было обнаружено, что при потенциометрическом титровании тщательно очищенных высоковольтным электродиализом алюмокремневых гелей раствором K_2SO_4 или KH_2PO_4 , рН раствора значительно возрастает, что свидетельствует о гидролитической адсорбции кислоты. В этом случае подщелачивание является результатом гидролитической адсорбции, а не обмена ОН-ионов на анионы соли, так как исходные объекты были беззарядными, т. е. частицы геля не содержали ощутимых количеств ионов на своей поверхности.

Очевидно, при действии нейтральных солей на эти гели, одновременно с молекулярной адсорбцией соли, образующих на поверхности частиц новые адсорбционные слои, происходит также гидролитическая адсорбция кислоты, результатом которой и является возрастание рН раствора, причем при установившемся равновесии количество адсорбированной кислоты невелико. Однако, гидролитическая адсорбция кислоты может стать значительной, если рН суспензии геля поддерживать постоянным (путем многократного промывания геля раствором электролита). Поэтому, смешанные гели, несмотря на то, что сами являются нейтральными, могут гидролитически адсорбировать при действии нейтральных солей значительные количества кислот и, естественно, тем самым приобретать кислые свойства.

На основании проведенных нами предварительных опытов [7, 10] было показано, что гели окиси алюминия после многократной обработки раствором фосфорнокислого натрия (при рН=7,2) адсорбируют (в результате гидролитической адсорбции фосфорной кислоты) в значительных количествах PO_4 -ионы. После этого гель промывался водой до полного исчезновения PO_4 -ионов в промывной воде. Изучение такого осадка показало, что осадок обладает значительной адсорбционной емкостью. Прибавление к осадку раствора $BaCl_2$ показало адсорбцию ионов бария, в то время как исходный гель гидроокиси алюминия (не обработанный раствором Na_2HPO_4) не адсорбировал барий в пределах ошибки опыта. При адсорбции ионов бария в растворе появлялись соединения алюминия, вероятно в результате обменной адсорбции ионов бария на катионы основной соли — алюминия, образующегося вследствие гидролитической адсорбции кислоты, сопровождающейся химической реакцией с поверхностью окиси алюминия.

По всей вероятности, подобные явления должны служить причиной возникновения высоких обменных емкостей как на гелях окиси алюминия, так и на минеральной части таких почв, которые практически не содержат высокомолекулярных органических веществ.

В настоящей работе мы пытались экспериментально показать условия возникновения обменных емкостей на гелях окиси алюминия, при действии буференными растворами в области рН от 3 до 9.

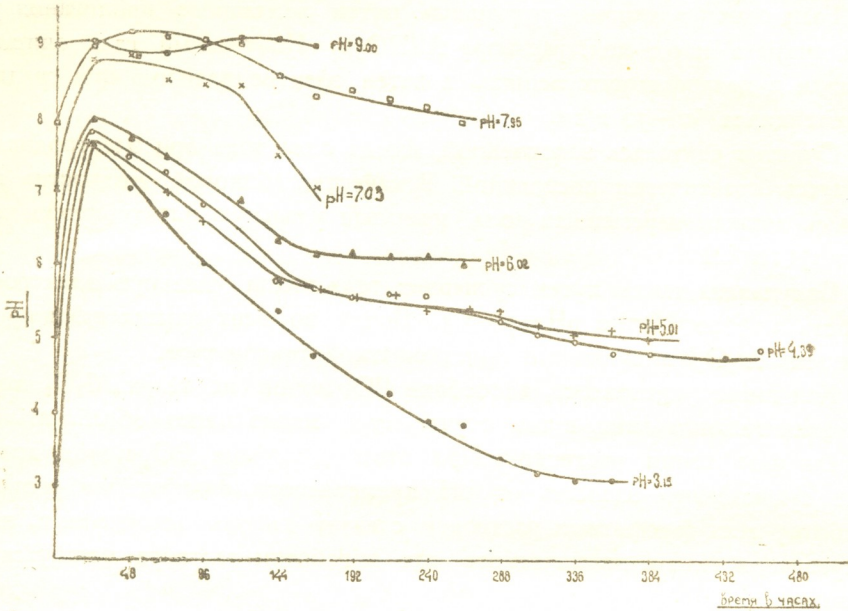


Рис. 1.

Мы видим, что чем ниже рН фосфатного раствора, применяемого для обработки геля, тем больше изменение рН суспензии. При рН=9 фосфатного раствора, рН суспензии геля практически не изменяется.

Обращает на себя внимание опыт по обработке геля фосфатным раствором при рН=4,00. Как это видно из табл. 1 и рис. 1, рН суспензии геля вначале возрастает до 7,84, а затем постепенно понижается и, спустя 312 часов (т. е. после 13-кратной смены фосфатного раствора), рН суспензии геля принимает значение 5,08 и последующие обновления раствора (6-кратное) практически не вызывают дальнейших изменений рН суспензии.

Во всех этих опытах для обработки геля в течение первых пяти суток мы применяли 0,01N фосфатные растворы, а в последующих опытах, с целью более быстрого окончания обработки геля, применяли 0,1N растворы.

Обработанные таким образом гели Al_2O_3 промывались дважды перегнанной водой до исчезновения в промывных водах следов PO_4 -ионов. Полученные осадки высушивались при комнатной температуре и применялись для дальнейших опытов.

Для определения адсорбции PO_4 -ионов в зависимости от рН фосфатного раствора, примененного для обработки геля, брали навеску сухого осадка в количестве по 0,5 г, в которых и определяли объемно-аналитическим методом содержание фосфора. В табл. 2 и на рис. 2 приведенные опытные данные показывают, что адсорбция PO_4 -ионов наибольшая при рН=3,01, а затем с возрастанием рН суспензии адсорбция фосфора суще-

Таблица 2

рН фосфатного раствора, применен- ного для обработки геля	Адсорбировано PO_4 -ионов (навеска геля Al_2O_3 —0,5 г)	
	мг	грамм-экв. 10^4
8,01	34,53	10,9
4,00	31,27	9,8
5,03	28,13	8,8
6,07	20,06	6,3
7,05	8,48	2,6
7,95	5,49	1,7
8,99	3,28	1,0

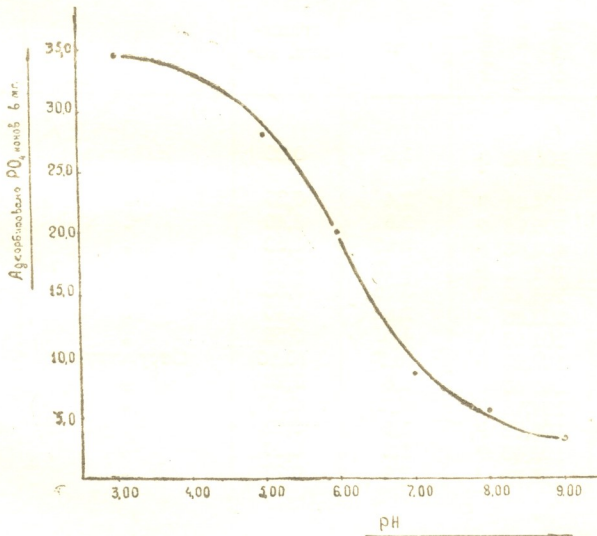


Рис. 2.

ственно убывает. Так, например, при $pH=3,01$ адсорбция PO_4 -ионов составляет 34,5 мг, а при $pH=8,99$ составляет 3,28 мг, т.е. адсорбция фосфора убывает почти в 11 раз.

Для выяснения условий возникновения обменных емкостей на гелях Al_2O_3 , готовились по 50 мл суспензии, содержащие по 0,5 г осадка (гели Al_2O_3 , обработанные фосфатными растворами при различных рН) и 0,02N раствор $BaCl_2$. Приготовленные таким образом суспензии взбалтывались в течение 2 и 24 часов, а затем в фильтрах определяли адсорбцию Ba и Cl-ионов и вытеснение алюминия.



Барий определяли аналитическим методом—осаждением в виде $BaSO_4$, а Cl -ионы определяли методом потенциометрического титрования $0,1N$ раствором $AgNO_3$ с применением Ag -электрода, а вытеснение алюминия определяли лишь качественно с применением ализаринрот S -индикатора (реакция Этека).

Полученные экспериментальные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3

рН суспензии при окончании обработки геля фосфатными растворами	Продолжительность опыта (в часах)	Содержание $BaSO_4$ в 50 мл фильтрата после адсорбции (в мг)	Адсорбция Ba (навеска осадка 0,5 г)		Вытеснение алюминия	Адсорбция Cl -ионов
			мг	грамм- экв. 10^4		
3,15	2	106,08 (1)	1,4	0,20	Найдено качественно	Отсутствует
	24	104,48 (1)	2,4	0,35	"	"
4,89	2	106,08 (2)	2,8	0,40	"	"
	24	104,68 (2)	3,65	0,52	"	"
5,01	2	104,48 (2)	3,76	0,55	"	"
	24	104,48 (2)	3,76	0,55	"	"
6,02	2	103,68 (1)	2,8	0,40	"	"
	24	101,68 (1)	4,0	0,58	"	"
7,03	2	107,28 (1)	(0,7)	(0,10)	Отсутствует	"
	24	105,68 (1)	1,6	0,23	"	"
7,95	2	104,88 (1)	(2,1)	(0,30)	"	"
	24	105,88 (1)	1,5	0,22	"	"
9,00	2	106,48 (1)	1,2	0,17	"	"
	24	105,28 (1)	1,9	0,27	"	"

Примечание. В контрольном опыте содержание $BaSO_4$ составляло (1) 108,48 и (2) 110,88 мг (в 50 мл водном растворе $BaCl_2$).

Мы видим, что ионы Ba адсорбируются в значительных количествах теми осадками гелей, которые при окончании их обработки фосфатными растворами имели рН суспензии 4,89, 5,01 и 6,02.

Обработанные гели при более высоких (рН=7,03, 7,95 и 9,00) и низких значениях рН (рН=3,15) адсорбируют приблизительно в два раза меньше количества ионов Ba .

Вытеснение ионов алюминия из осадка геля, найденное нами лишь качественно, имеет место в области рН=3,13—6,02. Указанное вытеснение алюминия, связанное с значительным понижением рН суспензии, должно являться результатом обменной адсорбции ионов бария на алюминий.

В дальнейшем нами разрабатывается способ для одновременного количественного определения не только ионов алюминия, но и катионов основной соли алюминия⁽¹⁾.

В этих опытах адсорбции Cl^- -ионов совершенно не обнаружено, в то время как чистый гель Al_2O_3 , не обработанный фосфатными растворами, характеризуется адсорбцией анионов, а адсорбцию катионов в пределах ошибки опыта не удается обнаружить. Очевидно, что в результате подобной обработки этих гелей они теряют характеризующие их в чистом виде свои свойства.

Таким образом, возникновение обменных емкостей на гелях Al_2O_3 , а также приобретение кислых свойств является результатом условий взаимодействия геля с растворами электролитов. На основании наших опытов, наиболее благоприятными условиями для создания высоких обменных емкостей на гелях Al_2O_3 следует считать обработку геля фосфатными растворами в области pH от 4 до 6.

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Химический Институт
 Лаборатория почвенных коллоидов

(Поступило в редакцию 26.12.1942)

ქიმიკა

მ. შიშნიაშვილი, მ. კახიანი და ბ. ბაცანაძე

ბაცვლითი ტევადობა Al_2O_3 -ის გელებზე

რეზუმე

ელექტროდიალიზით გაწმენდილ Al_2O_3 -ის გელებში გაცვლითი ტევადობების წარმოშობა და აგრეთვე მკავე თვისებების შექმნა ელექტროლიტების ხსნარების გელთან ურთიერთმოქმედების პირობებიდან დამოკიდებულების მიხედვით წარმოებს. შრომაში ნაჩვენებია, რომ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში დაბუფებული ფოსფატური ხსნარებით დამუშავებული Al_2O_3 -ის გელები ალუმინის ფუძე მარილის კატიონებზე $[(Al_2O_3)H^+]$ Ba -ის იონების გაცვლითი ადსორბირების ($BaCl_2$ -ის ხსნარიდან) თვისებებს იძენენ. ამ პროცესის დროს სუსპენზიის pH-ის მნიშვნელოვანი შემცირება ხდება. უთუოდ, ალუმინის ფუძე მარილის კატიონები წარმოიქმნებიან PO_4 -ის იონების ადსორბირების შედეგად, რომელსაც თანდაყოლილი აქვს ქიმიური რეაქცია ალუმინის ჟანგის ხედაპირთან.

მაღალ გაცვლითი ტევადობების შესაქმნელად აუცილებელია გელის დამუშავება ფოსფატური ხსნარებით pH-ების ფარგლებში 4—6.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი

⁽¹⁾ Осаждение катионов основной соли алюминия $(Al_2O_3)H^+$ раствором аммиака в присутствии ионов Ba не дает воспроизводимых результатов.

EXCHANGE CAPACITY IN GELS Al_2O_3

By M. SHISHNIASHVILI, V. KARGIN and B. BATSANADZE

Summary

The appearance of exchange capacities in the gels Al_2O_3 , purified by electro-dialysis, as well as the gaining of acidity depend on the conditions under which the reciprocal action of gels with the solutions of electrolytes takes place. Our researches show that gels Al_2O_3 , after having been worked for a long time by means of phosphate buffer solutions, acquire the ability to adsorb Ba-ions (from the solution of $BaCl_2$), exchanging them for the cations of the basic aluminium salt $[(Al_2O_3H)^+]$. Besides, the pH of the suspension is considerably reduced. The cations of the basic aluminium salt are probably formed in result of a PO_4 -ions adsorption. This process is accompanied by chemical reaction on the surface of the aluminium oxide.

In order to obtain high exchange capacities it is indispensable to work the gels by means of phosphate solutions within the range of pH 4-6.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
Chemical Institute
Tbilissi

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. S. Mattson and S. Hester. Soil Sci, 34, 459, 1932.
2. G. Hägg. Zeit. f. anorg. Chem., 155, 21, 1926.
3. З. Берестнева и В. Каргин. Журн. Физич. Химии, 8, 35, 1936.
4. V. Kargin and A. Rabinowitsch. Trans. Farad. Soc., 31, 284, 1935.
5. В. Брунс, Р. Бурштейн, Н. Федотов и М. Лившиц. Журн. Физич. Химии, 13, 1837, 1939.
6. В. Каргин. Успехи химии, 8, 998, 998, 1939.
7. В. Каргин, П. Васильев и О. Дмитриенко. Журн. Физич. Химии, 13, 1837, 1939; 14, 1629, 1940.
8. М. Шишнихшвили. Адсорбция электролитов на смешанные гели кремнекислоты и полторных окислов (рукопись).
9. М. Шишнихшвили и В. Каргин. Жур. Физич. Химии, 15, 1121, 1941.
10. М. Шишнихшвили и В. Каргин. Сообщения Акад. Наук Груз. ССР, том II, № 2, стр. 507, 1941.



Б. С. КАНДЕЛАКИ и Л. П. ВАСИЛЕВСКАЯ

ОПТИМАЛЬНАЯ ТИКСОТРОПНАЯ ТЕМПЕРАТУРА И СИНЕРЕЗИС

(Предварительное сообщение)

В работе сделана попытка установить связь между выявленными нами [1] оптимальными тиксотропными температурами и синерезисом. Прежде чем перейти к изложению нашего взгляда на этот вопрос, сделаем маленький критический обзор литературы по влиянию температуры на синерезис.

У Авербаха [2] видим, что максимум выделения воды у студней желатины снижается с увеличением температуры и смещается в сторону меньшего времени. Следовательно, момент, отвечающий предельному объему выделенной воды, наступает скорее при более высокой температуре. Почему с повышением температуры максимум снижается? С повышением температуры степень сольватации уменьшается, так что организованное сцепление частиц с этой точки зрения должно протекать лучше. Для желатины в 3%-ом и более концентрированном растворах оптимальная тиксотропная температура лежит выше 20° [1], когда дисперсионная среда — вода. Для раствора эфира в воде она изменится в сторону понижения оптимальной тиксотропной температуры. Вероятно, одновременно действует и другой фактор — увеличение теплового движения частиц (в основном колебательного), что и препятствует дальнейшему сжатию студня.

Если принять во внимание, что Авербах сперва остужал студни до $16-18^{\circ}$, а затем ставил опыты при более высокой температуре, нагревая уже охлажденную пробу, то приходится полагать, что тиксотропная оптимальная температурная зона у него бывала пройдена при охлаждении. При повторном нагревании у Авербаха будет иметь место гистерезис. Кроме того, желатина набухает, т. е. протекает процесс диаметрально противоположный студнеобразованию, т. е. образованию сетки и сжатию этой сетки, т. е. синерезису. Этот процесс набухания с увеличением температуры переходит в разрыхление скелета студня. Последний процесс, вероятно, пересиливает процесс скелетообразования. В результате этого с повышением температуры будет меньше синеретической жидкости. Приблизительно такого же мнения Кун [3] относительно синерезиса желатины. Кун соглашается с Арисцом [1] в трактовке кривой набухания желатины. С повышением температуры с 10

до 20° набухание ускоряется по Арисцу, но вначале при 20° происходит отжатие (Entquellung) и это отжатие отождествляется с синерезисом, который перекрывается увеличившимся набуханием.

Возникает еще вопрос в связи с работой Авербаха. Почему максимумы достигаются скорее при высокой температуре (рис. 2 в работе Авербаха)? По нашему мнению, они достигаются скорее потому, что эти максимумы соответствуют меньшим количествам жидкости, чем максимумы при низких температурах. Максимум при более высокой температуре лежит левее на кривой у Авербаха, и отдельные точки для 18° лежат без исключения ниже соответствующих им по времени точек на кривых для 15 и 12° .

Методика постановки опытов у Авербаха требует коррективов. Сперва охлаждать до комнатной температуры, затем нагревать или охлаждать до температуры опыта очень усложняет наблюдение. При нагревании приходится иметь дело с процессом, идущим не по тому пути, по которому шло охлаждение. В результате имеем данные по синерезису, полученные в разных условиях опыта.

По Куну [3], систематических данных о влиянии температуры на синерезис нет и дать общий вывод относительно этой зависимости не так легко, так как гидратация не одинаково изменяется с температурой и здесь действуют и такие факторы, как предварительная термическая история объекта.

Липатов [5] у 1%-го студня геранина нашел уменьшение скорости синерезиса с падением температуры. Липатов говорит, что в его старой работе синерезис у геля геранина при 6° закончился за 24 дня, а при 25° — за 4 дня. О количестве синеретической жидкости ничего не сказано. Речь идет только о скорости процесса. Подробные данные не приводятся, работа не указана, поэтому трудно судить о том, дошел ли синерезис действительно до максимума. Липатов объясняет уменьшение скорости синерезиса с падением температуры различной подвижностью частиц при разных температурах и различным развитием гидратации. Объяснение неубедительное. Нужно согласиться с тем, что при падении температуры до 6°C коллоидные частицы в 1% растворе геранина уменьшают свою подвижность. По Липатову же трудно согласиться с тем, чтобы ослабление подвижности, как следствие снижения температуры до 6° , отразилось на эластических силах, действующие во время сжатия студня, в том смысле, что при 6° они выжмут меньше воды, чем при 25° . Вернее, нужно было ожидать обратного явления в этом интервале температур при условии, что опыт продолжался достаточное время и нет еще каких-либо факторов, сильно влияющих на синерезис. Об одном из них — о сольватации, Липатов говорит, но весьма туманно: «Естественно, что при более высокой температуре поведение гидратации может быть совсем иным, чем при более низкой».

У Липатова же [6] сказано: «В более разбавленном геле расстояние между гидратированными частицами больше, чем в более концентрирован-

ном. Для их сближения и соединения нужно больше времени». Теперь подумаем о том, что при повышении температуры с 6 до 25° у 1%-го раствора геранина расстояние между гидратированными частицами также увеличивается, так как степень гидратации снижается, а параллельно с этим уменьшается объемная концентрация благодаря уменьшению сольватного слоя, но при обеих температурах должно быть всей несвязанной воды больше, чем синеретической. Значит, по Липатову, в одном месте его работы при повышении температуры синерезис должен замедлиться, а у него же в другом месте эксперимент показывает противоположное. Поэтому и неубедительно объяснение Липатова. Другой фактор — оптимальная тиксотропная температура, о ней скажем ниже.

Усиление синерезиса с повышением температуры наблюдал также Шаде с Na-уратом, Гарди с ацетинином и Ле-Блан и Крегер с каучуком [7].

У геранина, ацетина и Na-урата усиление синерезиса с повышением температуры Кун объясняет тем, что эти вещества хорошо кристаллизуются, быстро растворяются и дают коллоидное состояние только при больших концентрациях. При высокой температуре, благодаря хорошей растворимости, прежде всего вследствие скорости растворения, синерезис сильнее. Выходит, что у геранина, ацетина и Na-урата имеет место не синерезис, а растворение некоторой части геля; уменьшение объема происходит не за счет сжатия, а за счет растворения твердой фазы. Объяснение Куна неубедительное. Растворение может иметь значение, но весьма незначительное, а в основном идет сжатие студня, что видно и по форме студня и по составу синеретической жидкости, например, у Липатова [8] с геранином.

После краткого обзора работ о влиянии температуры на синерезис, необходимо остановиться на понятии оптимальной тиксотропной температуры застудневания. Это такая температура, при которой студень имеет некоторое минимальное сопротивление сдвигу для данной концентрации (назовем: «тиксотропное сопротивление»), после преодоления которого система ожижается, чтобы затем в покое опять застуднеть при той же температуре. С увеличением концентрации, т. е. содержания твердой фазы в системе при постоянной температуре, сопротивление сдвигу увеличивается и достигает такой величины, что тиксотропное превращение тормозится, затрудняется и, наконец, становится практически неосуществимым. С повышением концентрации оптимальная тиксотропная температура также повышается [1]. Это значит, что разрушение скелета приложением определенной возможно минимальной силы уже осуществляется при более высокой температуре, так как высокая температура повышает тепловое движение, снижает сольватацию и этим компенсирует влияние увеличившейся концентрации, действующей в сторону скорого образования скелета.

Для характеристики прочности скелета, сетки студней различной концентрации лиофильных, сильно сольватирующихся коллоидов весьма удобные

оптимальные тиксотропные температурные точки при тиксотропном сопротивлении сдвигу, так как сольватация при этих температурах наименее мешает организованному сцеплению частиц твердой фазы, т. е. образованию такой структурной сетки, когда минимум твердой фазы иммобилизует максимум дисперсионной среды. У лиофильных коллоидов сольватация при комнатной температуре, которая большей частью ниже оптимальной температуры, тормозит такое сближение частиц твердой фазы.

Для характеристики студней коллоидов, показывающих тиксотропный эффект при комнатной температуре, т. е. полулиофильных и лиофобных, удобны силы сопротивления сдвигу, которые различны при разных концентрациях студня. При комнатной температуре у этих коллоидов сольватный слой не тормозит сближения частиц твердой фазы; во всяком случае гораздо меньше тормозит, чем у лиофилов. Поэтому сопротивление сдвигу будет действительным мерилем прочности скелета студня, мерилем силы связи между частицами твердой фазы. Для лиофилов же сопротивление сдвигу не характерно при комнатной температуре, так как при этой температуре силы связи между частицами твердой фазы не проявляются соответствующим образом из-за влияния сольватных слоев. Вследствие этого для лиофилов более характерными будут те температуры, при которых происходит схватывание частиц, образование студня, т. е. оптимальные тиксотропные температуры. При этих температурах, различных для разных концентраций, сопротивление сдвигу должно быть одинаковым при прочих равных условиях.

У лиофилов при комнатной температуре, большей частью сильно развитые сольватные слои, тормозящие сближение частиц твердой фазы, у лиофилов при комнатной температуре не проявляется обратимое золь-гель превращение—тиксотропия. У полулиофилов и лиофобов при комнатной температуре слабо развитые сольватные слои, мало тормозящие организованное сцепление частиц и укрепление связи между ними, т. е. образование студня; у полулиофилов и лиофобов при комнатной температуре часто и ярко проявляется тиксотропия.

Мы не задаемся целью в данной статье разработать существующие по сей день взгляды на теорию синерезиса. Они вкратце приедены в цитируемой статье Куна.

Заметим лишь, что в наших рассуждениях под синеретической жидкостью мы подразумеваем ту, которая появляется в системе в результате сжатия и оседания твердой фазы, т. е. скелета студня.

Если предположить, что синерезис сильнее проявляется в результате сжатия, сближения неорганизованных (в указанном выше смысле) частиц твердой фазы в студне, а организованности мешает сольватный слой, развитый больше определенного критического значения, то напрашивается вывод, что у коллоидов вроде агара, у которых оптимальные тиксотропные температуры

лежат выше комнатной температуры, наилучшие условия для создания экономно выстроенного скелета, т. е. студня, характеризующегося минимальным синерезисом, будут как раз в области тиксотропной температуры. Под экономно выстроенным скелетом подразумевается такой, когда наличное количество твердых частиц заняло возможно максимальный объем, связав наибольшее количество дисперсионной среды, причем прочность студня от этого не страдает, не увеличивается способность к синерезису; ячейки так строятся, что имеют максимальное сопротивление сдвигу при данном количестве твердой фазы.

В наших рассуждениях мы для удобства говорим о комнатной температуре и выше нее. Вообще же нужно иметь в виду относительно низкие температуры и относительно высокие.

Со временем хорошо организованный скелет будет меньше сжиматься как под влиянием аттракционных сил между твердыми частицами, так и под влиянием силы тяжести, так как кладка его частиц лучше сопротивляется сдвигу. Выдерживая при оптимальной тиксотропной температуре систему, мы этим способствуем лучшей организации студня в высказанном выше смысле.

Если твердой фазы недостаточно, чтобы организованный скелет занял весь объем, то сразу же над студнем появляется жидкость. Например, это наблюдается у разбавленных студней гидроокиси железа [9] в спирто-водной среде.

В случае очень быстрого охлаждения раствора лиофального коллоида до комнатной температуры, например с помощью почти ледяной воды, скелет будет менее организован, чем в случае самопроизвольного охлаждения при комнатной температуре [Г] и синерезис здесь будет сильнее. В случае же быстрого охлаждения при постоянном помешивании системы, структура скелета будет еще менее организована и синерезис будет еще сильнее.

Конечно, во всех случаях обязательным условием является то, что силы притяжения пересиливают все силы, тормозящие сближение твердых частиц, в том числе и сольватационные, т. е. в итоге образуется какой-либо студень.

Когда сольватация зашла так далеко, что истинного студня уже не образуется (например, быстрое охлаждение раствора агара при постоянном помешивании), то имеем дело с массой более или менее текучей, в зависимости от концентрации. Если раствор будет достаточно разбавленный, мы увидим оседание твердой фазы. Здесь к выжиманию дисперсионной среды благодаря аттракционным силам добавляется еще в ярко проявленном виде влияние силы тяжести.

При предоставлении лиофилу возможности лучше сольватироваться за счет разрушения скелета студня помешиванием при быстром охлаждении, мы способствуем связыванию большого количества растворителя, т. е. увеличению концентрации дисперсионной части за счет уменьшения свободной дис-

персионной среды. При высоких концентрациях это может вызвать уменьшение синергетической жидкости.

Вышеприведенные рассуждения позволяют сделать некоторые выводы и обсудить их.

1. Синерезис будет иметь минимум при оптимальной тиксотропной температуре, благодаря хорошо построенному скелету студня. Можно сказать еще так: синерезис будет меньший у лиофильных систем, прошедших при охлаждении через область оптимальной тиксотропной температуры. На этом же основании, по нашему мнению, у Lloyd [7] изоэлектрическая желатина и у Schade [7] Na-урат дают максимум синерезиса.

2. Чем выше концентрация студня, тем требуется менее развитый гидратный слой для торможения организованного сцепления коллоидных частиц, т. е. торможения образования такого скелета, который будет очень мало сжиматься и выдавливать синергетическую жидкость; иными словами, требуется тем более высокая температура, чем выше концентрация лиофила. Зависимость между концентрацией и температурой минимального синерезиса такая же, как зависимость между концентрацией и оптимальной тиксотропной температурой. С повышением концентрации минимум синерезиса у типичных лиофильных коллоидов при прочих равных условиях должен проявляться при более высокой температуре.

3. Какое же будет влияние изменения концентрации на синергетическую температуру у нетипичных лиофилов? У последних сольватация играет второстепенную роль; повышение температуры минимального синерезиса с увеличением концентрации поэтому не будет иметь места, во всяком случае, по сравнению в лиофилами будет проявлено слабее. Это действительно для относительно низких концентраций, и вообще во всем рассуждении подразумевается, что при изменениях концентрации и температуры в системах не имеют места химические превращения. При высоких же концентрациях и относительно низких температурах, например, при комнатной, упорядоченному сцеплению будет мешать обилие твердой фазы нелиофила, и здесь повышение температуры будет способствовать большей подвижности частиц, меньшей вероятности беспорядочного сцепления после каждого столкновения, т. е. у системы будет больше возможностей для создания более организованного, экономнее построенного скелета студня. Это значит, что у высококонцентрированных систем полулиофилов и лиофобов наблюдаем ту же зависимость между концентрацией и температурой минимального синерезиса, что мы видели у типичных лиофилов.

4. С увеличением концентрации, при постоянной, например, комнатной температуре синерезис должен увеличиться у таких систем, у которых тиксотропный температурный оптимум для относительно малых концентраций лежит при комнатной температуре, т. е. для большинства полулиофилов и лиофобов. Под малой концентрацией подразумевается такое количество

твердой фазы, которое при экономной кладке стенок скелета студня сможет механически иммобилизовать весь растворитель. Под высокой концентрацией подразумевается такая, когда несольватированный, свободный растворитель еще имеется в системе. Почему у таких систем с увеличением концентрации синерезис должен быть больше? Это потому, что при концентрации выше оптимальной, частицы хорошо ориентироваться не смогут, не смогут создать хорошо организованной структуры, так как обилие частиц твердой фазы будет мешать их свободному движению для ориентированного сцепления. Студнеобразование же в таких системах происходит не при охлаждении с высокой температуры, а все время при комнатной. Поэтому, здесь не будет и усиленного теплового движения, компенсирующего увеличение концентрации, как это имеет место с лиофилами, застудневающими при охлаждении.

5. Как же обстоит дело с системами, застудневшими при охлаждении, т. е. такими, которые в большинстве случаев тиксотропный температурный оптимум, даже для малых концентраций, имеют выше комнатной температуры, т. е. с типичными лиофильными системами? Какая будет у них зависимость между концентрацией и количеством выжатой воды? У них в нормальных условиях образования студня, т. е. при самопроизвольном охлаждении без вмешательства со стороны, с повышением концентрации количество выжатой воды будет уменьшаться, потому что при застудневании во время охлаждения любая концентрация пройдет через свой тиксотропный температурный оптимум, когда она и создает свой скелет, имеющий способность иммобилизовать какое-то количество дисперсионной среды (механическая иммобилизация). При этом чем выше концентрация, тем мелькоячеистее будет скелет, тем сильнее он будет сопротивляться сжатию, вызванному аттракционными силами частиц твердой фазы, и оседанию из-за тяжести системы. При дальнейшем же охлаждении, т. е. ниже тиксотропной температуры, будет протекать сольватация твердой фазы. Ясно, чем выше концентрация, тем больше будет сольватно связано дисперсионной среды, меньше останется свободной жидкости для выдавливания, вся система будет прочнее благодаря мелкой ячеистой структуре скелета и заполняющей промежутки сольватированной дисперсионной среде. Можно ли представить такую концентрацию лиофильной коллоидной системы, когда при возможно высокой температуре частицы благодаря своему обилию не смогут создать скелет, успешно сопротивляющийся сжатию и оседанию? Если концентрация будет настолько велика, что будет иметь место вышеописанное явление, тогда и растворителя уже будет так мало, что при комнатной температуре он сольватно весь будет прочно связан.

6. При высоких температурах, при которых роль сольватного слоя теряется в процессе студнеобразования, лиофильная система будет себя вести уже как лиофобная. Например, при такой температуре с увеличением концентрации студня синерезис будет увеличиваться.

Понятие же лиофильности и лиофобности правильнее рассматривать в увязке с температурой, при которой изучается система.

7. Подтверждение наших предположений на опытах с разными студнями дает возможность регуляции синерезиса соответственно нашему желанию.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Химический Институт
и Кафедра физической и коллоидной химии
Грузинского Индустриального Института

(Поступило в редакцию 29.10.1942)

ქიმიკი

ბ. კანდელაკი და ლ. ვასილევსკაია

ოპტიმალური ტიქსოტროპული ტემპერატურა და სინერეზისი

რეზუმე

შრომაში განსჯილია სხვადასხვა ტიპის კოლოიდებში ტიქსოტროპული ტემპერატურისა და სინერეზისის ურთიერთდამოკიდებულობა და კონცენტრაციის და ტემპერატურის ცვალების გავლენა სინერეზული სითხის რაოდენობაზე. შრომაში მოყვანილ მოსაზრებათა ექსპერიმენტული დადასტურება იძლევა სინერეზისის რეგულაციის შესაძლებლობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი
და საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტის
ფიზიკური და კოლოიდური ქიმიის კათედრა

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Б. С. Канделаки, Г. Г. Кикодзе и Н. Р. Долидзе. Ж. Ф. Х., 1937.
2. Б. С. Канделаки и Л. П. Василевская. Сообщения Акад. Наук Груз. ССР, т. II, № 1, 1941.
3. Авербах. Ж. Ф. Х., т. XIII, стр. 275—278.
4. Kuhn. Kolloid-Z., 46, 299, 1928.
5. Arisz. Kolloid-chem. Beihefte, 7, 71, 1915.
6. S. Liepatoff. Kolloid-Z., 43, 396, 1927.
7. S. Liepatoff. Kolloid-Z., 43, 397, 1927.
8. Kuhn. Kolloid-Z., 46, 303, 1928.
9. Le Blanc und Kröger. Z. f. Electrochemie, 27, 535, 1921.
10. S. Liepatoff. Kolloid-Z., 41, 205, 1927.
11. Б. С. Канделаки. Строение и свойства тиксотропного геля. Труды Тбилисского Химического Института, т. I, 1935.



Г. Ш. МИКЕЛАДЗЕ

К ВОПРОСУ ВОССТАНОВИМОСТИ Al_2O_3 И SiO_2

(Опыты с углистыми сланцам)

Окислы алюминия и кремния относятся к трудно восстанавливаемым соединениям. Реакция восстановления этих окислов протекает за счет твердого углерода при высокой температуре, развиваемой в электропечи.

М. С. Максименко [1] считает, что применение высокорекционноспособных углей не облегчает течения реакции восстановления, так как при высокой температуре, при которой восстанавливаются Al_2O_3 и SiO_2 , различные угли, по данным Блекслей и Кобба, практически не отличаются друг от друга по реакционной способности.

В. Елютин и Р. Григораш [2], при восстановлении окислов алюминия и кремния из золы Челябинской государственной районной электростанции в лабораторной печи, испробовали в качестве восстановителя челябинский уголь, кокс и древесный уголь. Наилучшие результаты были достигнуты при составлении шихты на древесном угле.

Объясняется это, повидимому, не относительно высокой реакционной способностью древесного угля, а его малым объемным весом. На единицу веса восстанавливаемой шихты приходится значительный объем восстановителя, что способствует увеличению контактной поверхности между реагирующими телами и более успешному течению реакции.

Известно, что при восстановлении трудно восстанавливаемых окислов чрезвычайно большое значение имеет осуществление хорошего контакта между восстанавливаемыми частицами и частицами углерода.

Обычно в таких случаях прибегают к применению брикетированной шихты, приготовленной из тонких помолов составных компонентов. Это мероприятие значительно облегчает условия восстановления и во многих случаях является основным моментом, обеспечивающим успешность процесса.

С этой точки зрения большой интерес представляют Ткибульские углистые сланцы, зола которых состоит в основном из окислов кремния и алюминия и содержит малые количества железа и других примесей.

Зольность Ткибульских сланцев колеблется в пределах от 35 до 60 и более процентов, а содержание глинозема в ряде случаев достигает до 42% [3]. Помимо летучих органических веществ в углистых сланцах содержится значительный процент твердого углерода, колеблющийся в широких



пределах и всегда может быть подобран такой состав шихты, который не потребовал бы дополнительного введения углеродистого материала для проведения полного восстановления окислов.

Особо заманчивым является то обстоятельство, что в сланцах мельчайшие частицы золы практически идеально перемешаны с частицами углерода, а это безусловно должно облегчить течение реакции восстановления окислов кремния и алюминия.

При применении углистых сланцев отпадает необходимость брикетирования шихты.

Лабораторные плавки проводились на Гкибульских углистых сланцах нижеследующего химического состава:

Таблица 1.

Анализ пробы углистых сланцев:		Состав золы:	
Влага	4,34 ⁰ / ₀	Al_2O_3	37,84 ⁰ / ₀
Летучие	16,35 ⁰ / ₀	SiO_2	52,35 ⁰ / ₀
С по разности	16,89 ⁰ / ₀	Fe_2O_3	3,29 ⁰ / ₀
Зола	62,42 ⁰ / ₀	CaO	2,04 ⁰ / ₀
		MgO	0,42 ⁰ / ₀
		SO_3	3,16 ⁰ / ₀

Предвидя затруднения, связанные с электроплавкой сланцев с большим содержанием летучих, сланцы были предварительно подвергнуты полукоксованию (кальцинировке).

Для этой цели был использован обычный переносный кузнечный горн, на котором была выложена шахта размером 40×40×80 см из шамотного кирпича. На колосниковую решетку устанавливалась железная реторта емкостью до 5 кг сланцев. Пространство между ретортой и кладкой шахты заполнялось топливом—каменным углем. Дутье воздуха осуществлялось под колосники с помощью вентилятора.

Полукоксование вели при температуре 1000°.

При проведении 12 обжигов было получено около 50 кг сланцевого полукокса.

В таблице 2 приведен химический состав средней пробы полукокса.

Таблица 2

Анализ сланцевого полукокса:		Состав золы:	
Влага	2,37 ⁰ / ₀	Al_2O_3	32,32 ⁰ / ₀
Летучие	1,92 ⁰ / ₀	SiO_2	47,28 ⁰ / ₀
С	16,75 ⁰ / ₀	Fe_2O_3	8,91 ⁰ / ₀
Зола	78,96 ⁰ / ₀	CaO	5,91 ⁰ / ₀
		S	2,52 ⁰ / ₀

По данным химического анализа был произведен расчет на необходимое количество восстановителя и установлено, что в нашей пробе нехватает собственного углерода для проведения полного восстановления.

С этой точки зрения сланцы, которыми мы располагали в опытах, оказались не совсем удачными. Поэтому, для восполнения недостатка угле-

рода в шихту добавлялся металлургический кокс. Химический состав кокса приведен в таблице 3.

Таблица 3

Анализ металлургического кокса:		Состав золы:		
Влага	0,70 ⁰ / ₁₀₀	Al ₂ O ₃	24,27 ⁰ / ₁₀₀ CaO	6,40 ⁰ / ₁₀₀
Летучие	0,89 ⁰ / ₁₀₀	SiO ₂	37,34 ⁰ / ₁₀₀ MgO	1,70 ⁰ / ₁₀₀
С	85,57 ⁰ / ₁₀₀	Fe ₂ O ₃	20,51 ⁰ / ₁₀₀ SO ₃	11,78 ⁰ / ₁₀₀
Зола	12,84 ⁰ / ₁₀₀			

При составлении шихты для плавки, углерод брался в избытке против расчетного в 5, 10 и 15⁰/₁₀₀. Грануляция шихтовых материалов как кокса, так и сланцев была принята +2—5 мм.

Плавка проводилась в однофазной лабораторной дуговой электропечи мощностью 10 квт.

Под и боковые стенки печи были набиты из электродной массы. Сечение угольного электрода было равно 20 см². Напряжение на печи держалось в 30 в. при силе тока порядка 300 ам.

Перед началом шихтовки печь прогревалась в течение 30 минут. Навеска шихты бралась из расчета проплавления 1,5 кг сланцев.

Все плавки велись на «блок», так как малая мощность печи, высокая температура плавления восстановленного металла и его малый вес не давали возможности производить слив.

В таблице 4 приведены результаты химических анализов продуктов наиболее характерных плавки (в проц.).

Таблица 4

№№ плавки	Si	Al	Fe	Ca	P	S	C
4	45,10	29,62	12,75	2,93	0,06	0,22	—
5	45,87	32,25	10,86	—	—	—	3,50
6	47,63	28,87	11,25	2,63	0,07	0,15	5,10
10	50,85	26,83	12,95	1,83	0,07	0,24	3,70
11	43,35	29,58	17,00	2,51	—	—	3,05

В плавках № 4 и № 5 избыток углерода в шихте был взят в количестве 10⁰/₁₀₀, в плавке № 6—15⁰/₁₀₀, в плавке № 10—5⁰/₁₀₀ и, наконец, в плавке № 11 тоже 10⁰/₁₀₀, только грануляция кокса была более мелкой (+1—3 мм).

Сопоставляя результаты плавки № 5 и № 6, видим, что с увеличением избытка углерода в шихте растет содержание его в металле. Результаты плавки № 10, где избыток углерода составляет 5⁰/₁₀₀, находятся в некотором противоречии с данными предыдущих двух плавки.

Однако следует учесть, что при добавлении избыточного углерода в виде малого количества кокса, трудно получить вполне однородно-переме-

панную шихту. В некоторых местах появляется избыток С, что, вероятно, ведет к карбидообразованию.

Это соображение хорошо подтверждается результатом плавки № 11, где избыток углерода составлял 10⁰/₀ и, несмотря на это, содержание С в металле меньше, чем во всех других плавках, так как кокс был взят меньшей грануляции и, следовательно, было достигнуто лучшее перемешивание шихты.

Естественно, при проведении плавки исключительно на сланцах с достаточным содержанием углерода для полного восстановления окислов, процент С в металле будет значительно снижен.

По данным плавки № 10 был составлен ориентировочный баланс Al и Si (см. таблицу 5)⁽¹⁾.

Таблица 5

	Взято (в г)	Получено (в г)	Потери (в г)	
Al	204,8	146,2	22	30 ⁰ / ₀
Si	266,1	244,1	22,0	8 ⁰ / ₀

Столь большие потери алюминия вызваны его улетом и характерны для работы малой лабораторной печи, так как в этом случае слой шихты неглубок и пары алюминия вырываются из очага печи, не успевая конденсироваться.

Повышенное содержание железа в сплаве отчасти объясняется переходом его из золы кокса, а частью улетучиванием основных компонентов сплава из печи.

Проведенные лабораторные плавки подтвердили полную возможность восстановления Al₂O₃ и SiO₂ из Ткибульских углистых сланцев. Причем реакция восстановления протекает достаточно легко при применении небрикетированной шихты вследствие весьма тонкого смешения частиц углерода с окислами металлов.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Химический Институт
Металлургическая лаборатория

(Поступило в редакцию 28.12.1942)

⁽¹⁾ В расчете было допущено, что непрореагировавшая шихта не меняется по сравнению с первоначальным составом.

шанную шихту. В некоторых местах появляется избыток С, что, вероятно, ведет к карбидообразованию.

Это соображение хорошо подтверждается результатом плавки № 11, где избыток углерода составлял 10⁰/₀ и, несмотря на это, содержание С в металле меньше, чем во всех других плавках, так как кокс был взят меньшей грануляции и, следовательно, было достигнуто лучшее перемешивание шихты.

Естественно, при проведении плавки исключительно на сланцах с достаточным содержанием углерода для полного восстановления окислов, процент С в металле будет значительно снижен.

По данным плавки № 10 был составлен ориентировочный баланс Al и Si (см. таблицу 5)⁽¹⁾.

Таблица 5

	Взято (в г)	Получено (в г)	Потери (в г)	
			г	%
Al	204,8	146,2	22	30%
Si	266,1	244,1	22,0	8%

Столь большие потери алюминия вызваны его улетом и характерны для работы малой лабораторной печи, так как в этом случае слой шихты неглубок и пары алюминия вырываются из очага печи, не успевая конденсироваться.

Повышенное содержание железа в сплаве отчасти объясняется переходом его из золы кокса, а частью улетучиванием основных компонентов сплава из печи.

Проведенные лабораторные плавки подтвердили полную возможность восстановления Al₂O₃ и SiO₂ из Ткибульских углистых сланцев. Причем реакция восстановления протекает достаточно легко при применении небрикетирующей шихты вследствие весьма тонкого смешения частиц углерода с окислами металлов.

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Химический Институт
 Металлургическая лаборатория

(Поступило в редакцию 28.12.1942)

⁽¹⁾ В расчете было допущено, что непрореагировавшая шихта не меняется по сравнению с первоначальным составом.

ბ. მიქელაძე

Al_2O_3 და SiO_2 -ის ელექტროთერმული აღდგენის საკითხისათვის

(ცდები ნახშირიან ფიქალებზე)

რეზუმე

ცნობილია, რომ Al_2O_3 და SiO_2 ძნელად აღსადგენელ ჟანგეულებს ეკუთვნის. მათი აღდგენა მიმდინარეობს მყარი ნახშირბადის მეშვეობით მაღალი ტემპერატურის დროს.

პროცესის წარმატებით წარსამართავად აუცილებელია კაზმის შემადგენელი კომპონენტების წვრილად ნაფეკავიდან მომზადებული ბრიკეტების ხმარება.

ამით მიიღწევა მორეაგირე სხეულთა შორის კონტაქტის ზედაპირის გადიდება, რაც უზრუნველყოფს აღდგენის რეაქციის მიმდინარეობას.

როგორც ნედლი მასალა Al_2O_3 და SiO_2 -ის აღსადგენად დიდ ინტერესს წარმოადგენენ ტყიბულის ნახშირიანი ფიქალები.

ორგანულ ქროლად ნივთიერებათა გარდა, ფიქალებში იმყოფება ნახშირბადის მნიშვნელოვანი რაოდენობა და ყოველთვის შესაძლებელია შერჩეული იქნეს ფიქალების ისეთი ნარევი, რომელშიაც ნახშირბადის რაოდენობა საკმარისი იქნება ნაცრის შემადგენლობაში შემავალი ჟანგეულების საფასვრით აღსადგენად.

განსაკუთრებითი ყურადღების ღირსია ის გარემოება, რომ ნაცრის უწყრილესი წილაკები ფიქალებში პრაქტიკულად იდეალურად არიან შერეული ნახშირბადის წილაკებთან, რაც ხელს უწყობს აღდგენის მსვლელობის გაადვილებას.

აღნიშნული მუშაობა მიზნად ისახავდა დაემტკიცებინა ტყიბულის ნახშირიანი ფიქალებში არსებულ Al_2O_3 და SiO_2 აღდგენის შესაძლებლობა ბრიკეტების ხმარების გარეშე.

აღდგენა წარმოებდა 10 KVA სიმძლავრის ლაბორატორიულ ერთფაზიან ელექტროღუმელში 30 V-ის ძაბვის დროს.

ქროლად ნივთიერებათა მოსაცილებლად ფიქალი წინასწარ იყო გამოხდილი ნახევარდაკოქსის წესით.

ჩვენს განკარგულებაში მყოფ ფიქალებში ნახშირბადის შეცულობა საკმარისად ცოტათი ნაკლები იყო, რის გამოც ჟანგეულების მთლიანად აღსადგენად მეტალურგიული კოქსის ზოგი რაოდენობის დამატება გვიხდებოდა.

აღებულ კაზმის გრანულაცია იყო +2—5 მმ.

აღმდგენელი დნობების შედეგად მიღებულია შენადნები, რომლებიც შეიცავენ Si-ს 45—50%, Al-ს 27—32%-ს და 12-ოდე % Fe.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი
მეტალურგიის ლაბორატორია

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. М. С. Максименко. Metallurg, № 4—5. 1940.
 2. В. Елютин и Р. Григораш. Труды Московского института стали им. Сталина. Сборник XII, 1932.
 3. Минеральные ресурсы Грузии, 1933.
-



ზ. ძოწენიძე

ჭაუხის დიაბაზების ასაკის საკითხისათვის

კავკასიონის ქედის ფიქლების წყებებში გავრცელებული დიაბაზების გამოსავალთა შორის ჭაუხის დიაბაზებს როგორც გამოსავლის ზომით, ისე ძარღვების სიმრავლით, ყველაზე მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავთ. ამ ქანის პეტროგრაფიული აღწერა პირველად ფ. ლეგინსონ-ლესინგმა მოგვცა [1], შემდეგ მათი შედარებით დეტალური პეტროგრაფიული შესწავლა დ. ბელიანკინმა ჩაატარა [2, 3]. მან მუავე პლაგიოკლაზის შემცველი ჭაუხისა და როშკის დიაბაზები მდ. ასის ლაბრადორიან დიაბაზებს დაუპირისპირა. ასეთ დაყოფას ლ. ვარდანიანი უმართებულოდ სთვლის [4]. ჩვენი აზრით კი მუავე პლაგიოკლაზი ჭაუხის დიაბაზებში პირველადი (გვიან მაგმური) ხასიათისაა და, მამასადამე, ამ ნიშნით ისინი მკაფიოდ განირჩევიან ლაბრადორიანი დიაბაზებისაგან.

ლ. ვარდანიანი სავსებით მართებულად დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს მთავარი ქედის დიაბაზური ქანების შესწავლის საქმეს და ამ მიმართულებით მან გარკვეული მუშაობაც შეასრულა. უკანასკნელ წლებში მან ჩაატარა როგორც საკუთარი, ისე სხვების მიერ შეკრებილი მასალის დამუშავება და კავკასიონის დიაბაზური ქანების მრავალი სახესხვაობის გარკვეულ სისტემაში მოყვანის ცდა მოგვცა. ამასთან ერთად მათ შორის გენეტიკური ურთიერთობის საკითხებიც საკმაოდ ნათლად გააშუქა [4, 5]. დიაბაზური ქანების მრავალი სახესხვაობა მან ორ ძირითად ჯგუფში, დიაბაზურ-ვარიოლიტურში და მიკრო-გაბროულში, მოაქცია. ამათგან დიაბაზურ-ვარიოლიტური რიგი 5 სტრუქტურულ სახესხვაობას შეიცავს [4]. ლ. ვარდანიანის აზრით მის მიერ მთიანი ოსეთიდან აღწერილი დიაბაზურ-ვარიოლიტური რიგის ქანები სავსებით შეესაბამებიან ჭაუხისა და როშკის დიაბაზებს და იმის გამო, რომ ყველა ეს ქანი ლიასურ ნალექებთან არიან დაკავშირებული, ისინიც ლიასური ასაკისად უნდა ჩაითვალოს [4].

ამ ქანების ასაკის შესახებ ქვემოთ გვექნება ლაპარაკი და ამ წერილის ძირითადი მიზანიც სწორედ ეს არის. აქ უნდა შევნიშნოთ, რომ ვარდანიანი დიაბაზურ-ვარიოლიტური ჯგუფის ქანებში აღნიშნავს ხან ალბიტის, ხან ლაბრადორის, ხან კი ორივეს ერთად არსებობას. ჭაუხის დიაბაზებში ასეთ მოვლენას ადგილი არა აქვს. იქ პლაგიოკლაზი მხოლოდ ალბიტით ან ოლიგოკლაზ-ალბიტით არის წარმოდგენილი. ამ დიაბაზების დეტალური პეტროგრაფიული აღწერა ჩვენ მიერ იქნა მოცემული [6], ხოლო ალბიტის საკითხს ცალკე წერილი აქვს მიძღვნილი [7]. ამიტომ აქ ამ საკითხებზე აღარ შევჩერდებით.

რენგარტენი, რომელიც გეოლოგიურ კვლევას აწარმოებდა ჭაუხის დასავლეთით, საქართველოს სამხედრო გზის გასწვრივ, ჭაუხის დიაბაზებსა და მათ შემცველ ფიქლებს შუა ლიასური წიკლაურის წყების ანალოგად სთვლიდა და უშვებდა წიკლაურის წყების შემოცოცებულ მდებარეობას ლუდუშაურის ფიქალ-ქვიშა-ქვების წყებაზე [8]. უფრო გვიან, 1938 წელს დაწერილ ნარკვევში ვ. რენგარტენი შესაძლოდ სთვლის, რომ ჭაუხის მასივის „წიკლაურის წყება“ ნაწილობრივ ბიოტიტ-პლაგიოკლაზიანი (ე. წ. კერსანტიტი, რომელიც ვარდანიანც-მა აღწერა, ვ. რენგარტენის კოლექციიდან ჭაუხის დასავლეთ გამოსავლებიდან) ქანების ინტრუზიას წარმოადგენს ზედა ლიასურ ლუდუშაურის წყებაში [9].

ჭაუხის დიაბაზები რომ ინტრუზიულ სხეულებს წარმოადგენენ ლუდუშაურის წყებაში, ეს ჩვენ მიერ დადასტურებულ იქნა მთელი რიგი შრე-ძარღვების დეტალური შესწავლის შედეგად, ასე რომ, ეჭვს გარეშეა, ჭაუხის დიაბაზური მასივი შემცველ ქანებზე, ე. ი. ზედა ლიასზე ახალგაზრდა ასაკისა უნდა იყოს. მაგრამ საკითხი ასაკის ზედა საზღვრის შესახებ დღემდე გამოურკვეველი არის.

ყურადღებას იპყრობს ის გარემოება, რომ ჭაუხის მასივის მახლობლად და მის მოშორებითაც გავრცელებული დიაბაზური ქანების მრავალრიცხოვანი დაიკები არსად არ გვხვდებიან შუა იურულ ე. წ. ბურსაჭირის წყებაში. ჭაუხის დიაბაზების ასაკის ზედა საზღვრის საკითხის გარკვევაში ჩვენ დაგვეხმარება პარალელის გატარება ზოგ ვულკანურ ქანებთან, რომლებიც არსებითად ისეთივე მაგმის წარმომადგენლები არიან, როგორც ჭაუხის დიაბაზების მომცემი მაგმა. ამის გამო უნდა მოვიგონოთ ჩვენს წერილში [7] გაშუქებული საკითხი, რომელიც სპილიტებში ალბიტის პირველად ბუნებას შეეხებოდა. ყველგან, სადაც კი სპილიტური ქანებია გავრცელებული, ალბიტის პირველადი ბუნება საკმაოდ დამაჯერებლად დადასტურებულად უნდა ჩაითვალოს. მაშასადამე, ჭაუხის დიაბაზებიც, რომლებიც პირველად ალბიტს შეიცავენ, სპილიტური მაგმის წარმომადგენლები არიან, რადგან ეს ნიშანი, არსებითად, ძირითადი დამახასიათებელია სპილიტური ლავებისათვის.

ამიტომ დავახასიათოთ მოკლედ სპილიტური ქანების გავრცელების ზოგი ადგილი ჩვენში და მათი სტრატეგრაფიული მდებარეობა. შუა იურული პორფირიტული წყების შესწავლამ საქართველოს მთელ რიგ რაიონებში გვიჩვენა, რომ მისი ქვედა ჰორიზონტები, სადაც კი ისინი ჩანან, უეჭველად სპილიტური ლავებით ან მათი ტუფებით არიან წარმოდგენილი. ასეთი ადგილებია: 1) მდ. ჯეჯორის აუზი, სადაც ლიასური ფიქლების წყებას თავზე ადევს სპილიტური ლავის მძლავრი განფენი [10]; 2) მდ. საკაურის ხეობა შესართავის ზემოთ, სადაც მცირე სიმძლავრის სპილიტური ლავებისა და მათი ტუფების წყება თავზე ადევს ლიასურ ფიქლებს; 3) მდ. კარტნაულის ხეობა, სოფ. ჩონთოს მიდამოებში, ძირულის მასივის ჩრდილო პერიფერიაზე, სადაც ლიასური კვარციანი ქვიშაქვებისა და ყავისფერი თიხების წყებას თავზე ადევს მცირე სიმძლავრის სპილიტური ლავებისა და მათი ტუფების მორიგეობით წარმოდგენილი წყება [11].

კიდევ უფრო საინტერესოა ჭუთხაროს დიაბაზების სტრატეგრაფიული მდებარეობა. აკად. ალ. ჯანელიძის დაკვირვებით ჭუთხაროს დიაბაზებისა და პორფირიტების წყება, რომელიც ლიასურ ფიქალ-ქვიშაქვების წყებას თავზე

ადევს, ქვედა ნაწილში წარმოდგენილია სპილიტური შედგენილობისავე ტუფებისა და ტუფარეჭიების მორიგეობით ფიქლებთან. ეს მოვლენა კარგად ჩანს ჭუთხაროს ქედის სამხრეთ კალთაზე, ხოლო ჩრდილოეთით, სადაც მე თვით მქონდა საშუალება შემესწავლა ეს მასივი, ქვედა ნაწილში კარგად ჩანს მძლავრი დიაბაზური სხეულების მორიგეობა ფიქლებთან, ხოლო ზედა ნაწილში დიაბაზი ჰქმნის მძლავრ მასიურ სხეულს, რომელიც სულ ზევით პორფირიტული სახესხვაობის სიჭარბით ხასიათდება [12]. ჭუთხაროს მასივი პეტროგენეტურად სავსებით ანალოგიურია ჭაუხისა. ორივე შემთხვევაში საქმე გვაქვს პირველად ალბიტის შემცველ დიაბაზებთან (სპილიტებთან), რომლებიც ხშირად განკვეთილი არიან ეპიტოდ-ცოიზიტისა და კვარც-ეპიდოტის, ან მარტო ეპიდოტის წვრილი ძარღვებით.

ჩვენ მიერ აღწერილ ყველა შემთხვევაში სპილიტური ქანები თავზე ადევს ზედა ლიასურ ფიქალ-ქვიშაქვების წყებებს და, მაშასადამე, შუა იურის ქვედა ჰორიზონტებს, ე. ი. ბაიოსის ქვედა ჰორიზონტებს უნდა მიეკუთვნონ, რადგან ჩონთოს რაიონში სპილიტური წყების ზევით მდებარე ტუფოვენ ქანებში ი. კახიძის მიერ აღწერილია Emileia Sauzei-ს ზონის დამახასიათებელი ფაუნა [12].

ჭაუხის დიაბაზებიც, რომლებიც აგრეთვე სპილიტური ქანებით არიან წარმოდგენილი, ბუნებრივი იქნება ვულკანიზმის იმავე ფაზისს მიეკუთვნოთ, რომელმაც ჭუთხაროს დიაბაზები და ჯეჯორის ხეობის სპილიტები მოგვცა, ე. ი. შუა იურული ვულკანიზმის დასაწყის ფაზისს და, მაშასადამე, ქვედა ბაიოსურ დროს. ამის სასარგებლოდ ლაპარაკობს: 1) ჭუთხაროსა და ჭაუხის დიაბაზური მასივების სრული პეტროგენეტური მსგავსება; 2) სპილიტური ვულკანიზმის გამოვლინება ამიერ-კავკასიაში მხოლოდ ქვედა ბაიოსურ დროში; 3) ჭაუხის დიაბაზების ინტრუზიული ხასიათი ზედა ლიასურ ლუღუშაურის წყებაში. ეს უკანასკნელი ფაქტი ზოგს, შესაძლოა, ეჩვენება არა ჩვენი აზრის სასარგებლოდ, არამედ საწინააღმდეგოდ. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ჭაუხის დიაბაზების მხოლოდ ქვედა ნაწილი—ფესვებია იმ ვულკანოგენი წყებისა, რომელიც, ალბათ, თავზე ედო ლუღუშაურის წყებას და რომლის მნიშვნელოვანი ნაწილი ამჟამად მორეცხილია. ასე რომ, ჭაუხის მასივის ზედა ნაწილი, სადაც დიაბაზების პორფირიტული ფაციესი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს, თამამად შეგვიძლია ჭუთხაროს და ჯეჯორის სპილიტების სინქრონულ წარმონაქმნებად ჩავთვალოთ. რაც შეეხება იმ განსხვავებას, რომელიც არსებობს ერთი მხრით მსხვილი კრისტალური დიაბაზებით მდიდარი ჭაუხის და ჭუთხაროს მასივებსა, ხოლო მეორე მხრით ჯეჯორის ტიპურ პორფირიტებს შორის, უნდა შევნიშნოთ, რომ ეს განსხვავება გეოლოგიური პირობებით არის გამოწვეული. ჯეჯორის ლავების ამონთხვევა ხდებოდა თხელი ზღვის პირობებში, ე. ი. თითქმის ზედაპირის პირობებში, ხოლო ჭუთხაროს ქვედა ნაწილი კი ღრმა ზღვის ქვეშ ამონთხვევის შედეგია, სადაც ლავის გაცივების პირობები მცირე სიღრმის ინტრუზიების გაცივების პირობებს უახლოვდება, ე. ი. საქმე გვაქვს ბაქნის ფაციესისა და გეოსინკლინური ფაციესის დაპირისპირების შემთხვევასთან; ამიტომ ხსენებული განსხვავება ადვილი ასახსნელი არის. ჭუთხაროს მასივის ზედა ნაწილში გავრცე-

ლებული პორფირიტული ჰაბიტუსის ქანები, რომლებიც ვულკანიზმის ბოლო სტადიის წარმოდგენენ, ამოინთხნენ მაშინ, როდესაც მძლავრმა დიაბაზურმა განფენებმა მნიშვნელოვნად შეამცირეს ზღვის სიღრმე, ე. ი. როდესაც ზღვის პირობები დაახლოებით ისეთივე იყო, როგორც ჯეჯორის სპილიტებისათვისაც და, ამის გამო, მათ შორის სტრუქტურული განსხვავებაც ისპობა. ასეთსავე მოვლენას აქვს ადგილი ჭაუხში, სადაც მასივის ზედა ნაწილში წვრილმარცვლოვანი დიაბაზები და დიაბაზ-პორფირიტები ჭარბობენ.

ბუნებრივია დავუშვათ, რომ ბაიოსურ ვულკანიზმს, რომელმაც საქართველოს ბაქნის ნალექებში მძლავრი ვულკანოგენური წყება მოგვცა და რომელიც სპილიტური ლავების ამონთხევით იწყება, კავკასიონის გეოსინკლინშიც სათანადო კვალი დაეტოვებია. ეს კვალი, ჩვენი აზრით, წარმოდგენილია ჭუთხაროს და ჭაუხის დიაბაზური მასივებით და, ალბათ, ანალოგიური დიაბაზური ქანებით კავკასიონის ქედის სხვა ადგილებშიც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 27.11.1942)

МИНЕРАЛОГИЯ

Г. С. ДЗОЦЕНИДЗЕ

К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ ЧАУХСКИХ ДИАБАЗОВ

Резюме

Выход диабазов на Чаухском хребте является самым мощным из всех известных на Главном Кавказском хребте диабазовых выходов.

Впервые Д. С. Белянкин отметил наличие в Чаухских диабазах исключительно кислого плагиоклаза из ряда альбита и олигоклаз-альбита и противопоставил их лабрадоровым диабазам р. Ассы [2, 3]. Варданянц [4] считает такое разграничение неправильным. Наши наблюдения показали [7], что альбит в Чаухских диабазах является первичным (позднемагматическим), и по этому признаку последние относятся к спилитам.

Спилитовые лавы в Грузии описаны: 1) на г. Чутхаро в Верхней Раче; 2) в ущелье р. Джеджора; 3) в ущелье р. Сакаура; 4) в ущелье р. Картнаула, на северной периферии Дзирульского массива. Во всех перечисленных случаях спилитовые образования залегают на лейасских свитах и их среднеюрский возраст не вызывает сомнений.

Чаухские диабазы представляют ряд диабазовых пластовых жил в верхне-лейассовой гудушаурской свите; сверху эти диабазы образуют массивное тело, сложенное мелкозернистыми диабазами и диабаз-порфиритами.

Таким образом, Чаухские диабазы также являются не лейасовыми, а после-лейасовыми образованиями.

Ввиду того, что изливание спилитовых лав всюду приурочено к низам байоса, вполне логично отнести изливание чаухской спилитовой формации также к низам байоса, а интрузивные пластовые жилы, залегающие в лейасовых сланцах, считать корнями эффузии, которые залежали над гудушаурской свитой и значительная часть которых в настоящее время размыта.

Спилиты Чаухи и Чутхаро представлены, главным образом, диабазами и лишь в верхней части приближаются к порфирирам, а спилиты р. Джебджоры и р. Картнаулы, образующие нижние горизонты байосской вулканогенной, т. н. порфиритовой толщи, представлены лишь порфиритами. Это различие объясняется разными условиями их остывания. Спилитовая магма Чаухи и Чутхаро изливалась в сравнительно глубоководном бассейне Кавказской геосинклинали и поэтому дала диабазы. Спилитовая же магма порфиритовой серии изливалась в мелком эпиконтинентальном море, покрывавшем Грузинскую глыбу и, естественно, давала породы типично эффузивного облика.

Таким образом, интенсивный вулканизм среднеюрского времени, давший мощную вулканогенную толщу среди осадков Грузинской глыбы, в пределах Кавказской геосинклинали проявился в виде изливания диабазов Чутхаро и Чаухи и, возможно, других, еще не изученных диабазов среди сланцевых свит Главного Кавказского хребта.

Ахклемия Наук Грузинской ССР
Институт геологии и минералогии
Тбилиси

სიტყვების ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Вулканическая область Центрального Кавказа между перевалами Рокским и Архотским. В сборнике «Геол. исслед. в области перевальной жел. дор. через Главный Кавказский хребет». Петербург, 1914.
2. Д. С. Белянкин. Геологическая карта по линии Архотского тоннеля. Там же.
3. Д. С. Белянкин. К петрографии Архотского тоннеля. Там же.
4. Л. В. Варданянц. Материалы по диабазам и неинтрузивам Горной Осетии. Машинописный отчет в Фондах Груз. Геол. Управления. 1937.
5. Л. В. Варданянц. Материалы по интрузивам Дарьяла и его окрестностей (Центральный Кавказ). Машиноп. отчет в Фонд Груз. Геол. Управления. 1938.
6. Г. С. Дзоценидзе и В. Н. Крестников. Геолого-петрогр. очерк южного склона Главного Кавк. хребта в пределах Хевсуретии. Труды Груз. Геол. Управления, вып. V. Тбилиси, 1941.
7. Г. С. Дзоценидзе. О некоторых вопросах образования альбитовых диабазов. Сообщения Акад. Наук Груз. ССР, т. III, № 4. Тбилиси, 1942.

8. В. П. Ренгартен. Геологический очерк Военно-Грузинской дороги. Труды ВГРО, вып. 148. Ленинград, 1932.
 9. В. П. Ренгартен. Об интрузиях района Военно-Грузинской дороги. Машинописн. отчет в Фондах Груз. Геол. Управления. 1938.
 10. გ. ძოწენიძე. მასალები პორფირიტული წყების პეტროგრაფიისათვის (ზემო-რაჭა და სამხრეთ-ოსეთი). საქ. გეოლ. ინ-ტის მოამბე, ტ. III, ნაკვ. 3. თბილისი, 1938.
 11. Г. С. Дзопенидзе. Сравнительное изучение вулканогенных образований юры. Машиноп. отчет в Фондах Груз. Геол. Управления. 1941.
 12. ი. კახაძე. საქართველოს შუა იურული ფაუნა. საქ. მეცნ. აკადემიის გეოლ. და მინერ. ინ-ტის შრომები, ტ. I (VI), ნაკვ. 3, გეოლ. სერია. თბილისი, 1942.
-



ПЕТРОГРАФИЯ

А. М. ИЩЕНКО

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ УГЛЕФИКАЦИОННОЙ ГАММЫ
САПРОПЕЛИТОВ

Изучение генезиса гумусовых углей, разработка их классификации и промышленного назначения в последние годы, в значительной степени, проводятся углепетрографическими методами. Установлен ряд признаков и закономерностей, позволяющих при помощи макро- и микроскопических наблюдений определять промышленные марки углей, от длиннопламенных до антрацитовых включительно, с помощью так называемой шкалы метаморфизма.

Вопрос же углефикации сапропелитовых углей и другие с ним связанные вопросы, несмотря на большой теоретический интерес и практическое их значение, совершенно не разработаны и в литературе не освещались. До сих пор ничего не было известно о находках сапропелитов в среде углей паровичных жирных, коксовых, паровичных спекающихся, тощих и антрацитов, если не считать находки Бодэ [1] угля, очень напоминающего сапропелитовый, среди полуантрацитовых углей Рурского бассейна.

Тем интереснее кажутся многие образцы сапропелитовых углей, собранные автором настоящей статьи в Донецком бассейне, в течение 1939—41 гг., для освещения вышеуказанного вопроса. Они дают возможность, по петрографическим признакам, установить для сапропелитов, по степени углефикации каменных, гамму всех промышленных марок.

Петрографические признаки углей зависят, главным образом, от следующих трех факторов: 1) от состава органики (грубо выделим две: сапропелевую и гумусовую); 2) зольности и 3) степени углефикации.

Первый фактор—состав органики—во всех взятых образцах сапропелевый, что установлено, главным образом, по присущему им раковистому излому, большой вязкости, массивному сложению, отсутствию различных ингредиентов, шелковистому жирному блеску, зависящему, главным образом, от высокой отсортированности материала, и химическому составу.

Второй фактор—зольность—в отобранных образцах всех марок колеблется в пределах, которые не могут оказать существенного влияния на определение общей изменчивости сапропелитов в процессе углефикации.

Третий фактор—влияние степени углестификации на макро- и микропризнаки сапропелитов, а также на выделение спор смесью Шульце—рассмотрен в таблице, помещенной в конце статьи.

Если сопоставить данные таблицы по сапропелитам с данными З. В. Ергольской [2] по гумусовым углям, то увидим, что сапропелитовые угли изменяются, в основном, в таком же направлении и в пределах таких же марок, как гумусовые, сохраняя однако, в направлении к более углестифицированным маркам, в значительной степени свойственные им признаки: желтоватый оттенок и частичную прозрачность основной массы, более резкие контуры и окраску форменных элементов и др.

Что касается внешнего вида, то сапропелиты сохраняют свой особый облик вплоть до марки тощих, резко отличаясь во всех марках от гумусовых углей: цвет изменяется от серочерного до стальносерого графитовидного, черта на фарфоровой пластинке изменяется от бурой до черной, блеск у всех рассматриваемых образцов, ввиду тонкозернистой структуры, матовый, шелковисто-жирный.

Рассмотренные образцы сапропелитов, находившихся в среде и в окружении гумусовых углей, всегда отличаются повышенным, по отношению к последним, содержанием летучих. Особенно резкое отличие наблюдалось мною в сапропелите, находившемся в окружении гумусовых углей марки «Т». Гумусовые угли этой марки дают выход летучих 10—18%, а сапропелитовые из среды тощих—40—42%.

Академия Наук Грузинской ССР
 Институт геологии и минералогии
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 20.10.1942)

კატარგრაფია

ა. იშენკო

საპროპელიტების დანახშირების რიგის კატარგრაფიული ნიშნები

რეზუმე

1939—41 წლების განმავლობაში ავტორმა შეაგროვა საპროპელიტური ნახშირების საინტერესო ნიმუშები, რომლებმაც მას შესაძლებლობა მისცეს დაედგინა ქვანახშირისებური საპროპელიტების რიგი გრძელაღიანი მარკის სახესხვაობიდან მჭლე სახესხვაობამდე ჩათვლით (იხ. ცხრილი).

თუ ავტორის მიერ მიღებულ შედეგებს შევადარებთ ზ. ვ. ერგოლსკაიას მონაცემებს ჰუმუსური ნახშირების შესახებ, დავინახავთ, რომ საპროპელიტური

ნახშირების ცვალებად ძირითადად იმავე მიმართულებით და თითქმის იგივე მარკების ფარგლებში ხდება, როგორც ჰუმუსური ნახშირებისა, თუმცა საპროპელიტური ნახშირები თავის დამახასიათებელ ნიშნებს არ ჰკარგავენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

PETROGRAPHY

PETROGRAPHICAL EVIDENCE OF CARBONIZATION HAMM
OF SAPROPELITE COALS

By A. ISCHENKO

Summary

Interesting specimens of sapropelite coals were collected in the Donetz basin during 1939 and 1941 by the author.

They could be classified according to the degree of carbonization beginning with open-burning and extending up to dry-burning coals (s. the table).

Comparison of the results on sapropelites to Z. V. Ergolskaya's data on humus coals shows that sapropelites change chiefly in the same direction as humus coals, and almost within the same marks. Sapropelites, however, keep their peculiar aspect.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
Geological and Mineralogical Institute
Tbilissi

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა—REFERENCES

1. H. Bode. Boghead-Cannel- und Pseudo-Cannelkohlen aus dem Westfälischen Karbon. Arbeiten aus dem Institut für Paläobotanik und Petrographie der Brennsteine, Band 2, Heft 2. Berlin, 1932.
2. З. В. Ергольская. Изменение ископаемых углей в процессе углефикации. ГОНТИ, 1939.

Таблица петрографических признаков углефикационной гаммы сапропелитовых углей

Марка гумусового угля стратиграфически рядом лежащих пластов	Внешний вид сапропелита	Микроскопическая характеристика	Выделение спор смесью Шульце
Д	Уголь темносерого цвета, матовый со слабым шелковистым блеском, плотный, вязкий, с плоско-раковистым изломом, массивного строения.	Основная масса флюидально-комковатая, неоднородная (сапропелевая, с примесью гумусовой), желтовато-коричневая. Споры и водоросли бледно-желтые, причем водоросли светлее спор.	Споры выделяются хорошо, в большом количестве, хорошо сохранны, сгущенно-желтого цвета.
Г	Уголь темносерого цвета, с шелковистым, сильнее выраженным блеском, чем в вышеописанной марке, очень плотный, вязкий, дает неправильный волнистый либо раковистый излом.	Основная масса флюидально-комковатая, красного с желтоватым оттенком цвета. Водоросли и споры желтые со слабым красноватым оттенком.	Споры выделяются хорошо, хорошей сохранности, сгущенно-желтого цвета, в небольшом количестве. Последнее обусловлено сравнительно малым содержанием спор в данных образцах.
ПЖ	Уголь темносерый, почти черный, с более сильным блеском, чем вышеописанный уголь марки «Г», но с меньшей вязкостью; имеет плоско-раковистый излом.	Основная масса флюидальная, темнооранжевая до темнокрасной, с отдельными непрозрачными полями. Споры и водоросли (?) по цвету приближаются к основной массе или почти целиком с ней сливаются.	Споры выделяются очень трудно, в небольшом количестве, бледножелтого цвета, много худшей сохранности, чем споры с рассмотренных образцов марок Д, Г.
К	Образцы угля стальносерого цвета, с жирным блеском, массивные, с неправильным шероховатым изломом.	Основная масса состоит с оппаконидов различных размеров и форм с прозрачной и полупрозрачной бурокрасной массы, в отдельных местах с желтоватым оттенком. Отношение массы прозрачной к непрозрачной как 1,5 : 1. Споры, водоросли и др. форменные элементы наблюдаются очень редко и с большим трудом.	Споры выделяются одиночные, очень плохой сохранности.
ПС	Уголь серого графитовидного цвета с тусклым жирным блеском, массивный, плотный, менее вязкий, чем сапропелит марок Д, Г, ПЖ, но значительно вязче, чем уголь гумусового типа всех известных марок.	Основная масса почти непрозрачная, но в наитоньше местах плифа отдельными пятнами просвечивает коричневым цветом. Споры, водоросли и др. форменные элементы не наблюдаются.	Споры не выделяются.
Т	Внешний вид такой же, как и у образцов угля вышеописанной марки ПС.	Микроскопические признаки такие же, как и в углях марки ПС, описанных выше.	Споры не выделяются.



М. Н. ЧРЕЛАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ГЕТЕРОАУКСИНА НА КАЛЛЮСООБРАЗОВАНИЕ И КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ У РАЗЛИЧНО СОХРАНЯВШИХСЯ ЧЕРЕНКОВ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Для усиления эффекта предпрививочных воздействий (хранение и мочка) на процессы прививочного сращения, испытано применение 0,05% раствора гетероауксина. Объектом исследования служила виноградная лоза, сорт Ркацители, так как известно, что этот сорт в сравнении с подвойными характеризуется слабым каллюсообразованием [1]. Именно в этом направлении интересно было проверить влияние гормона, корнеобразование же у Ркацители проходит легко.

Материал хранился при 8° и -3° С, при двух влажностях песка. Методика проведения опыта дана в предыдущей статье [7].

После прохождения материалом тепличного периода, учитывался процент окоренившихся и образовавших каллюс черенков, а также давалась характеристика корней и каллюса на глаз (плохие, средние, хорошие). Результаты приводятся в таблице 1.

Из таблицы видно, что воздействие гетероауксином дало хорошие результаты как в отношении каллюса, так и в отношении корнеобразования. Гетероауксин особенно улучшает каллюсообразование в материале, хранившемся при 8° ; в материале из -3° каллюсообразование даже отчасти понижается по сравнению с контролем, несмотря на то, что каллюса в гормонизированном материале больше. При действии на материал из 8° гетероауксин способствует и каллюсообразованию и корнеобразованию, при действии на материал из -3° преимущественно влияет на корнеобразование.

Опытами Макаревской установлено, что температура хранения ниже официально принятой ($8-5^{\circ}$) и в особенности температура ниже нуля стимулирует корнеобразование [1]. Из наших опытов видно, что воздействие гетероауксином еще больше усиливает направленность к корнеобразованию, которая уже имела в материале в результате хранения его при температуре ниже нуля. Таким образом, влияние предпрививочного хранения проявляется и в дальнейшем. Кроме процентного преимущества по окоренившимся черенкам в материале хранения ниже нуля, корни этого материала толще и многочисленнее. Что касается каллюса, то нашими

Влияние гетероауксина на каллюсообразование
 и корнеобразование⁽¹⁾

Таблица 1

Хранение		Предпрививочные воздействия		Опытные черенки		Контрольные черенки				
Влажность песка в %	Температура в °С	Мочка в часах	Место воздействия гормона	Каллюс	Корни					
				хорошие		средние	плохие	плохие		
5—3	8	3	низ	89	94	}	0	43	15	
			место прививки	93	90		0			
		12	„	100	89	}	0	52	16	
			„	100	97		0	77	16	
			низ	100	99		0			
10—7	8	24	„	72	88	}	0	30	17	
			место прививки	100	87		0	38	14	
		48	низ	88	79	}	0	34	12	
			„	60	100		}	79	0	63
			место прививки	100	80					
5—3	—3	3	низ	98	100	}	95	0	43	
			место прививки	100	80					
		48	„	85	100	}	96	0	28	
			низ	80	100					
			место прививки	80	96					80
10—7	—3	48	низ	72	89	}	76	0	38	
			место прививки	80	96					80

опытами устанавливается, что в контрольных черенках каллюс в материале 8° значительно хуже, чем в материале —3°, и после воздействия гетероауксином в этом случае видно значительное усиление каллюсообразования в материале 8°. Исходя из этого, можно предполагать, что при хранении ниже нуля происходят такие изменения, которые в дальнейшем способствуют лучшему корнеобразованию и каллюсообразованию и без прибавки гормона, а прибавка в некоторых случаях даже снижает эффект; при подвальном

(1) В этой таблице показано число черенков (в процентах), развивших корни на нижнем конце, или каллюс у места прививки.

же хранении подобные изменения не имеют места и после воздействия гормоном получается определенно положительный результат.

Что касается результатов по сухому и влажному вариантам хранения, то как контрольные, так и опытные черенки лучше каллюсообразуют и корнеобразуют из сухого варианта, что подтверждают данные Макаревской о влиянии подсушивания при хранении [1]. В этом случае наблюдается такая же неизменяемая гетероауксином известная направленность в материале, какая видна в нем в результате хранения при температуре ниже нуля. То же наблюдается и в отношении 48-часовой мочки материала перед прививкой, она дает в общем лучшие результаты по всему материалу в сухом варианте.

Надо отметить, что у гормонизированных черенков образование корней и каллюса около надреза очень усилилось, но почки у этих черенков совершенно не развились и большей частью погнили. Как из под почки, так и из места надреза выросли корни, а вокруг надреза появился каллюс в виде опухоли, то же самое наблюдалось и на нижних концах черенков. Большинство исследователей проводили опыты с гормонизацией черенков на их укоренение, и существует очень мало указаний по вопросу гормонизации почек и других частей растительного организма, содержащих меристематическую ткань. Первую попытку исследовать влияние гормона в этом направлении находим в работе Лайбаха и Мая [6]. Авторы покрывали ланолиновой пастой с гетероауксином (0,25—0,5%) боковые пазушные почки помидора (*Solanum lycopersicum*) и колеуса (*Coleus thyrsoides*), а затем срезали верхушки растения, чтобы стимулировать развитие этих боковых почек. Обмазывание пастой каждой почки повторялось несколько раз. Наблюдения указанных авторов показали, что побеги, развивающиеся из гормонизированных почек, отличались от нормальных. Листья имели упрощенную форму, и наблюдалось сращение нескольких листьев в один, а также укорочение и утолщение стебля гормонизированного побега. Указание на действие гормона в отношении почек находим у Хичкока и Циммермана [4], которые отмечают, что водные растворы и паста, стимулируя корнеобразование, замедляют рост почек, и что тормозящее действие может еще быть усилено комбинированным действием водного раствора на основание черенка и соответствующей пасты на верхнюю поверхность среза черенка. Они же указывают и на возможность обратного стимулирующего действия ростовых веществ на рост почек и побегов при условии применения более низких концентраций.

Отсутствие развития почек в наших опытах, возможно, вызвано высокой (для почек) (5,3) дозой гормона. Такое предположение подтверждается еще и тем, что, когда брали черенок не с одним междоузлем, а с двумя, и воздействие гормона производилось с нижнего конца, то почки частично развивались.

В следующем году опыты были повторены на том же сорте Ркацители с целью установления такой концентрации гетероауксина, которая способствовала бы образованию каллюса и корней, не задерживая вместе с тем развития почек, а также для проверки возникшего у нас предположения на счет образования веществ типа биоса или гормона под влиянием холодного хранения. Ркацители было взято как из Мукузанского совхоза, так и из Гяур-Архского. Хранение проходило при 8 и -5°C . В прививку черенки шли совершенно без мочки. Исходя из предположения, что вещества, способствующие корнеобразованию, образуются в почках [3, 6], мы взяли почки у материала из холодильника, растерли их в кашицу; в эту кашицу, так же как при воздействии гетероауксином, черенки погружались базальной частью на 1—2 см; эта же кашица была положена и на место прививки. Концентрация гетероауксина в этом опыте была 0,01 и 0,02%. Продолжительность действия 16—17 часов. Результаты опыта приведены в таблице 2.

Влияние ростовых веществ на каллюсообразование и корнеобразование⁽¹⁾

Таблица 2

Материал	Температура хранения в $^{\circ}\text{C}$	Место воздействия почками	Место воздействия гормоном	Концентрация гормона в процентах	Опытные черенки					Контрольн. черенки			
					Почки		Каллюс		Корни	Каллюс		Корни	
					разви-лось	трону-лось	хорошие	средние		средние	плохие	средние	плохие
Гяур-архский	-5	низ место прививки	низ место прививки	0,02	60	40	87	0	100	60	0	68	0
				0,02	80	20	93	0	100				
	+8	низ место прививки	низ место прививки	0,02	73	27	95	0	94	53	0	53	0
				0,01	100	0	90	0	100				
Мукузанский	-5	низ место прививки	низ место прививки	0,01	100	0	46	40	70	20	50	0	70
				0,02	40	60	90	0	85				
				0,01	78	22	28	20	50				
	+8	низ место прививки	низ место прививки	0,01	80	20	0	65	60	15	40	0	50
				0,02	100	0	0	21	7				
				0,01	66	34	0	40	15				
+8	низ место прививки	низ место прививки	низ место прививки	0,01	90	10	0	18	0	35	10	0	58
				0,02	100	0	0	43	0				

⁽¹⁾ Число черенков, развивших корни, каллюс и почки, показано в процентах.

Из таблицы видно, что взятая концентрация гетероауксина 0,01 и 0,02% ни в одном случае не вызвала гниения почек, наблюдалась лишь задержка в развитии почек у тех черенков, на которые воздействие было около надреза; стимулирующее же действие 0,02% на корнеобразование и каллюсообразование было вполне достаточным.

При сравнении результатов опыта с материалом из Мукузанского и Гяур-Архского совхозов видно, что как каллюсообразование, так и корнеобразование лучше у гяур-архского материала. Из этой же таблицы видно, что хранение при -3° дает лучшие результаты. Действие гетероауксина проявляется так же, как и в предыдущем опыте, т. е. тем относительно больший эффект дает прибавка гормона, чем худший результат получен в контроле, именно улучшение особенно заметно на материале, хранившемся при 8° и на материале Мукузанского совхоза.

Воздействие кашицей из почек, как видно из той же таблицы, дает отрицательные результаты как в отношении каллюсообразования, так и особенно в отношении корнеобразования. На морфологически нижнем конце ни в одном случае не было корнеобразования после воздействия почечной кашицей; развитие почек у этих черенков проходило вполне нормально. Полученные данные дают основание предположить, что кашлица из почек влияет тормозяще на каллюсообразование и корнеобразование, не оказывая никакого влияния на почки. Таким образом, полученные результаты не подтвердили наше предположение об образовании веществ типа биоса или гормона в нетронутых почках (именно такими мы воздействовали) под влиянием низкой температуры хранения. Что касается влияния 0,01% раствора гетероауксина, из той же таблицы видно, что такая концентрация не вызывает существенных изменений ни в каллюсообразовании, ни в корнеобразовании. Хорошие результаты получены при воздействии на черенки 0,02% раствором гетероауксина.

Выводы

1. Влияние гетероауксина намного повышает каллюсообразование и корнеобразование черенков лозы Ркацители. Эффект ярче выявляется вблизи места воздействия гормона. Из испытанных концентраций 0,05% раствор гетероауксина задерживает развитие почек и способствует их гниению, образование каллюса и корней проходит очень хорошо; 0,01% концентрация гормона недостаточна для стимуляции каллюса и корнеобразования. Хорошие результаты во всех отношениях дает 0,02% раствор гетероауксина.

2. Место произрастания лоз и предпрививочное хранение вызывают в черенках лозы такие глубокие изменения, которые не сглаживаются последующим воздействием другого фактора, гетероауксин только усиливает эффект в том же направлении.

3. Кашица из почек (покоящихся) тормозит каллюсообразование и корнеобразование у опытных черенков по сравнению с контрольными.

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Ботанический Институт
 Отдел анатомии и физиологии растений

(Поступило в редакцию 11.3.1942)

ბოტანიკა

მ. ჰრელაშვილი

ჰეტეროაუქსინისა და შენახვის პირობების გავლენა დაფესვიანებაზე
 და კალუსის შექმნაზე ვაზის რქაში

რეზუმე

გამოკვლევის ობიექტი იყო ვაზის სანამყენე ჯიში რქაწითელი ვიაურ-არხის და მუკუზნის საბჭოთა მეურნეობიდან, რომელმაც მყნობის წინა პერიოდი (დაახლოებით 3 თვე) გაიარა (8 და -3°C) და (3—5% და 7—10% ტენიაობის პირობებში).

გამოყენებული იყო ჰეტეროაუქსინის 0,01, 0,02 0,05%-იანი ხსნარები და გაულვიძებელი კვირტებიდან (-3°) დამზადებული ფაფა. მიღებულია შემდეგი დასკვნები:

1) რქაწითელის დაფესვიანებაც და კალუსის წარმოშობაც ჰეტეროაუქსინის გავლენით მეტად ინტენსიურია. ეფექტი უფრო მკვეთრია ჰორმონის მოქმედების ადგილთან. ჰეტეროაუქსინის 0,05%-იანი ხსნარი აჩერებს კვირტების განვითარებას, ხელს უწყობს მათ ლპობას, ხოლო კალუსის წარმოშობა და დაფესვიანება ძლიერ კარგად მიმდინარეობს. 0,01%-იანი ხსნარი აღნიშნული პროცესებისათვის საკმარისი არ არის. უფრო უკეთეს შედეგებს იძლევა ჰეტეროაუქსინის 0,02%-იანი ხსნარი.

2) ზრდის ადგილმდებარეობა და მყნობის წინა შენახვა ვაზის რქაში იწვევენ ღრმა გარდაქმნებს, რომელთა საგრძნობი ცვლილება სხვა ფაქტორების გავლენით (ჰეტეროაუქსინით) აღარ ხდება. ჰეტეროაუქსინი ამ ფაქტორებით გამოწვეულ ეფექტს მხოლოდ აძლიერებს.

3) გაულვიძებელი (-3°) კვირტების ფაფა აჩერებს საცდელ კალმებში კალუსისა და ფესვთა წარმოშობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილება

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Е. А. Макаре́вская. Предпрививочное хранение виноградных побегов. Виноделие и виноградарство СССР, 5, 1939.
2. Н. А. Макси́мов и М. М. Гочолашви́ли. Опыты по укоренению черенков субтропических древесных пород при помощи индол-уксусной кислоты. Известия Батумского Субтропического Ботанического Сада, № 3, 1937.
3. Л. Ф. Пращи́н. Вегетативное размножение растений. 1938.
4. А. Серге́йский. На пути к практическому использованию «ростовых веществ» как регуляторов морфогенеза. Успехи современной биологии, т. V, вып. 6, 1939.
5. Н. Г. Холо́дный. Фитогормоны. 1939.
6. Н. Г. Холо́дный. Гормонизация растений. Природа, № 2, 1937.
7. М. Н. Чрела́швили. Влияние гетероауксина и условий предпрививочного хранения на биохимические процессы в виноградном побеге. Сообщения Акад. Наук Грвз. ССР, т. III, № 6, 1942.



Г. Н. МАТВЕЕВ

К ИЗУЧЕНИЮ СТАДИЙНОГО РАЗВИТИЯ ГРУЗИНСКИХ ФОРМ *PHASEOLUS VULGARIS* (L.) SAVI

Стадийный анализ культурных растений имеет большое практическое, а также и теоретическое значение.

В этом отношении многие сельскохозяйственные культуры Грузии или совершенно не изучены или же изучены очень мало.

В отношении изучения стадийного развития вида *Phaseolus vulgaris* (L.) Savi в настоящее время мы имеем следующую картину.

По Васильеву [3], исследованные им немногие сорта этого вида совершенно не реагировали на температурное воздействие, т. е. не имели стадии яровизации.

Опыты Ковалевой⁽¹⁾ показали специфичность экотипов и форм к условиям прохождения стадии яровизации, а именно: северные формы лучше проходят стадию яровизации при температуре $+8^{\circ}\text{C}$, а южные при $+25^{\circ}\text{C}$.

Дитмер [6] на основе данных целого ряда авторов (Гарнер и Аллард, Малиновский, Рудорф, Васильев и Старков) указывает, что для прохождения световой стадии фасоль требует темноты и повышенной температуры, причем все формовое разнообразие фасоли она распределяет в три группы:

- 1) формы короткого дня, у которых цветение наступает на 10—40 дней быстрее при коротком дне;
- 2) формы нейтральные или слабо реагирующие на укороченный день, у которых цветение наступает на 0—9 дней быстрее при коротком дне;
- 3) формы длинного дня, запаздывающие с цветением на 2—7 дней при коротком дне. К этой группе принадлежат лишь два сорта *Phaseolus vulgaris* (L.) Savi.

Закавказские формы Дитмер относит лишь к первой группе — форм короткого дня.

Как видим, данных о стадийном развитии грузинских форм *Phaseolus vulgaris* почти не имеется.

⁽¹⁾ Приводим по Дитмер [6].



В процессе изучения сортового состава фасоли [*Phaseolus vulgaris* (L.) Savij] Грузии нами обнаружена широкая амплитуда по длине вегетационного периода как среди кустовых, так и вьющихся сортов.

В целях изучения наличия и продолжительности стадии яровизации и световой стадии в первый год нашего исследования (1941 г.), нами были испытаны следующие два сорта фасоли, сильно отличающиеся друг от друга по длине вегетационного периода и продолжительности первой фазы от всходов до цветения:

1. Белозерный, мелкозерный (*ellipticus albus*) сорт, происхождением из Гагринского района. Сорт кустовой и очень позднеспелый. Длина вегетационного периода⁽¹⁾: а) от всходов до цветения 90—105 дней; б) от всходов до зеленых бобов 110—130 дней; в) от всходов до начала созревания зерен 130—150 дней; г) от всходов до уборки 150—180 дней.

2. Темнокраснопестрый, крупнозерный (*sphaer. X compr. cremeus atropurpureo-variegatus*) сорт, происхождением из Сигнахского района. Сорт кустовой и скороспелый. Длина вегетационного периода: а) от всходов до цветения 28—32 дня; б) от всходов до зеленых бобов 40—46 дней; в) от всходов до начала созревания зерен 62—68 дней; г) от всходов до уборки 78—85 дней.

В 1942 году исследование было продолжено, причем было повторено испытание первого вышеприведенного сорта (*ellipticus albus*) а, кроме того, в опыт были включены два следующих, еще не испытанных сорта:

1. Белозерный сорт с черным пятном около рубчика (*oblongus albus nigro-maculatus*), происхождением из Тбилисского района. Сорт кустовой и скороспелый. Длина вегетационного периода: а) от всходов до цветения 28—32 дня; б) от всходов до зеленых бобов 40—44 дня; в) от всходов до начала созревания зерна 60—64 дня; г) от всходов до уборки 68—80 дней.

2. «Читис-кверцха» (*sphaer. X ellipt. gilvus vinoso-punctatus*), происхождением из Ленингорского района. Сорт средневьющийся. Длина вегетационного периода: а) от всходов до цветения 36—42 дня; б) от всходов до зеленых бобов 50—55 дней; в) от всходов до начала созревания зерна 75—80 дней.

Вегетация при благоприятных условиях продолжается и осенью.

В первый год исследования (1941 г.) оба вышеуказанные сорта изучались с точки зрения их реакции: 1) на укороченный 9-часовой день; 2) на предпосевное вымачивание семян и 3) на яровизацию.

⁽¹⁾ По данным, полученным из указанного района, этот сорт высевается обычно вместе с кукурузой, т. е. с 15-го апреля и позже, причем раньше конца августа—начала сентября не зацветает. Уборка на зерно—в октябре.



В 1942 году исследовалась лишь реакция сортов на укороченный $8\frac{1}{2}$ -часовой день. Намачивание производилось путем погружения семян в воду за $1\frac{1}{2}$ суток до высева. При яровизации семена погружались в воду для набухания. Через сутки после набухания семена в ванночке между двумя увлажненными листами фильтровальной бумаги были помещены в темный термостат при постоянной температуре $+25^{\circ}\text{C}$. По мере подсыхания фильтровальная бумага увлажнялась. В термостате семена были продержаны 15 дней, после чего был произведен посев одновременно с сухими и намоченными семенами.

Укороченный день стали давать на другой же день после появления всходов. Через 7—10 дней после зацветания всех опытных растений укорачивание дня на всех растениях было прекращено.

В таблице 1 приводим данные фенологических наблюдений за 1941 год, а в таблице 2—за 1942 год.

На основании данных, приведенных в таблицах, можно сделать следующие выводы:

1. Яровизация определенно сказывается на получении более ранних и дружных всходов, что уже отмечено целым рядом авторов и что и следовало ожидать. Намачивание семян, в условиях нашего опыта, дало несколько меньший эффект в смысле получения более ранних и дружных всходов, чем яровизация, что вполне понятно.

2. Яровизация, в условиях нашего опыта, не дает эффекта как в случае скороспелого, так и в случае позднеспелого сорта в смысле ускорения развития.

3. Скороспелые сорта (*sphaer.* \times *compr. cremeus atropurpureo-variegatus* и *oblongus albus nigro-maculatus*) не реагируют на укорачивание дня (нейтральная фото-периодическая реакция).

4. Позднеспелый вьющийся сорт—«Читис-кверцха»—также не реагирует на укорочение дня. Интересно отметить, что у данного сорта при коротком дне сохранился вьющийся характер роста, однако, склонность к завиванию несколько, повидимому, уменьшилась.

5. Позднеспелый кустовой сорт (*ellipticus albus*) как в 1941, так и в 1942 г. показал сильную реакцию на укорочение дня. В 1941 г. мы наблюдаем сокращение периода от всходов до начала цветения на 62 дня и в 1942 г. на 59 дней по сравнению с контролем.

В литературе имеется указание, что у *Phaseolus vulgaris*, при укорачивании дня, наблюдалось сокращение периода всходов до зацветания на 51 день [7].

6. Удлинение или задержка по сравнению с контролем на 1—2 дня не имеет по существу значения и объясняется тем обстоятельством, что взятые нами для опыта сорта представляют собою популяцию, и наблюдаемое нами колебание находится в пределах ошибки опыта.

Таблица 1

Сорт	Наименование ва- риантов опыта	Всходы	Цветение		Начало уборки зеленых бобов	Созревание		От всходов		От всходов до начала цветения	От всходов до уборки (зерна)	Всходы до начала цве- тения в дн. по сравне- нию с контролем	Уборка в бобке зеленых бобов в днях	Уборка периода от всходов до уборки (зерна)
			Начало	Массовое		Начало	Конец (уборка)	до начала цветения	до уборки					
Скороспелый (<i>sphaer. X compr. crematus atro-ovirru- geo-variegatus</i>)	Контроль	21—23/V	17/VI	18/VI	2/VII	21/VII	21/VII	10/VIII	27	81	—	—	—	—
	Укороченный 9-часовой день	21/V	16/VI	16/VI	1/VII	21/VII	21/VII	10/VIII	26	81	1	1	1	нет
	Намоченные семена	20—22/V	15/VI	16/VI	2/VII	21/VII	21/VII	10/VIII	25	81	2	2	2	нет
	Яровизированные семена	21/V	17/VI	18/VI	2/VII	21/VII	21/VII	10/VIII	27	81	нет	нет	нет	нет
Позднеспелый (<i>ellipticus abius</i>)	Контроль	21—23/V	20/VIII	22/VIII	10/IX	10/IX	погиб от засухи	90	90	—	—	—	—	—
	Укороченный 9-часовой день	21/V	18/VI	19/VI	5/VII	21/VII	1/VIII	20/IX	28	121	62	67	67	—
	Намоченные семена	20—22/V	20/VIII	22/VIII	10/IX	10/IX	погиб от засухи	91	91	—	Задерж- ка на 1 день	—	—	—
	Яровизированные семена	19—20/V	20/VIII	22/VIII	10/IX	10/IX	погиб от засухи	92	92	—	Задерж- ка на 2 дня	—	—	—



Таблица 2

Сорт	Наименование вариантов опыта	Всходы	Цветение		Начало уборки зеленых бобов	Созревание		Вегетационный период в днях		Ускорение периода от всходов до уборки	Ускорение периода от всходов до уборки в днях
			Начало	Массовое		Начало	Конец (уборка)	От начала цветения	От всходов до уборки (зерна)		
Позднеспелый (<i>ellipticus abtus</i>)	Контроль	31/V	5/IX	8/IX	22/IX	16/X	20/XI	97	173	—	—
	Укороченный 8 1/2-часовой день	31/V	8/VII	9/VII	26/VII	15/VIII	30/X	38	151	—	58
Скороспелый (<i>oblongus albus nigro-maculatus</i>)	Контроль	2/VI	2/VII	2/VII	14/VII	5/VIII	20/VIII	30	79	—	—
	Укороченный 8 1/2-часовой день	2/VI	2/VII	2/VII	14/VII	5/VIII	20/VIII	30	79	нет	нет
Позднеспелый «Чигис-кверика» (<i>sphaer. × ellipt. gilvus vitoso-ruicatus</i>)	Контроль	2/VI	12/VII	13/VII	26/VII	17/VIII	5/X	42	125	—	—
	Укороченный 8 1/2-часовой день	2/VI	11/VII	11/VII	25/VII	15/VIII	5/X	41	125	нет	1

Таким образом, по данным нашего исследования, среди грузинских форм *Ph. vulgaris* можно наметить лишь одну группу форм, не дающих реакции на яровизацию, т. е. формы с невыраженной стадией яровизации. С другой стороны, резко намечаются две группы по реакции их на продолжительность дня, а именно:

- 1) формы резко выраженного короткого дня, т. е. с длинной световой стадией и
- 2) формы нейтральные, не реагирующие на продолжительность дня, т. е. формы с невыраженной световой стадией.

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Ботанический Институт

(Поступило в редакцию 14.1.1942)

ბოტანიკა

ბ. მათემატიკა

PHASEOLUS VULGARIS (L.) SAVI ქართული ფორმების სტადიური
 განვითარების შესწავლისათვის

რეზუმე

Phaseolus vulgaris (L.) Savi ქართული ფორმების სტადიური განვითარების შესწავლის მიზნით ავტორის მიერ შერჩეულია ლობიოს შემდეგი 4 ჯიში:

1. საადრეო კუტი ჯიში (*sphaer. X compr. cremeus atro-purpureo-variegatus*), რომლის სავეგეტაციო პერიოდი 75—85 დღით ხასიათდება, ხოლო პირველი ფაზის (აღმოცენებიდან აყვავებამდის) ხანგრძლივობა 28—32 დღით.

2. საადრეო კუტი ჯიში (*oblongus albus nigro-maculatus*), რომლის სავეგეტაციო პერიოდი 68—80 დღით ხასიათდება, ხოლო პირველი ფაზის ხანგრძლივობა 28—32 დღით.

3. საგვიანო კუტი ჯიში (*ellipticus albus*), რომლის სავეგეტაციო პერიოდი 150—180 დღეს უდრის და პირველი ფაზის ხანგრძლივობა 90—105 დღეს.

4. საგვიანო ხვევალი ჯიში (*sphaer. X ellipt. gilvus vinoso-punctatus*), რომლის სავეგეტაციო პერიოდის პირველი ფაზის ხანგრძლივობა 36—42 დღეს უდრის.

დაკვირვებათა შედეგად ავტორი შემდეგ დასკვნამდე მივიდა.

1. იაროვიზაცია აშკარა გავლენას ახდენს უფრო ადრეულისა და ერთდროული აღმოცენების მიღებაზე. თესლის წინასწარი დასველება შედეგების მხრივ ნაკლებ ეფექტს იძლევა.

2. იაროვიზაცია, როგორც აგროტექნიკური ხერხი, ხმარებული განვითარების დაჩქარების მიზნით, ეფექტს არ იძლევა არც საადრეო და არც საგვიანო ჯიშის შემთხვევაში.

3. საადრეო ჯიშებზე და აგრეთვე საგვიანო ჯიშზე (*sphaer. X ellipt. gilvus vinoso-punctatus*) დღის შემოკლება არ მოქმედობს, ხოლო საგვიანო ჯიშზე (*ellipticus albus*) შემოკლებული დღე აშკარა გავლენას ახდენს.



ამრიგად, თანახმად ჩვენი გამოკვლევისა *Ph. vulgaris* ქართული ფორმების შორის შესაძლებელია აღინიშნოს მარტო ერთი ჯგუფი, რომელიც რეაქციას არ იძლევა იაროვიზაციის მიმართ, ე. ი. ფორმები, რომლებსაც არა აქვს გამოსახული იაროვიზაციის სტადია.

მეორეს მხრით აშკარად განირჩევა ლობიოს ფორმების ორი ჯგუფი, რომლებიც იჩენენ რეაქციას დღის ხანგრძლივობაზე, სახელდობრ:

1. აშკარა გამოსახული მოკლე დღის ფორმები, ე. ი. ფორმები გრძელი სინათლის სტადიით, და

2. ნეიტრალური ფორმები, რომლებიც არ იჩენენ რეაქციას დღის ხანგრძლივობაზე, ე. ი. ფორმები, რომლებსაც სინათლის სტადია არა აქვს გამო-სახული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

BOTANY

STUDY ON STAGE DEVELOPMENT IN GEORGIAN FORMS OF PHASEOLUS VULGARIS (L.) SAVI

By G. MATVEEFF

Summary

In order to study stage development in Georgian forms belonging to the species *Phaseolus vulgaris* (L.) Savi, the author chose four varieties of beans, differing from each other both in length of vegetation period and duration of the first phase (from germination to blooming).

Data obtained entitle to the following conclusions:

1. Vernalization produce an earlier and more simultaneous germination. Previous soaking of seeds is not so effective as vernalization.

2. Vernalization as an agricultural method proved to be ineffective with regard to acceleraton of development. This holds both for the early and the late varieties.

3. Shortening of the day exerts no effect on the early varieties and on one late form (*sphaer. × ellipt. gilvus vinoso-punctatus*), whereas another late variety (*ellipticus albus*) shows a reduction of the period between germination and blooming (62 days less that the check).

Academy of Sciences of the Georgian SSR

Botanical Institute

1 bilissi

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. И. М. Васильев. Яровизация зернобобовых культур. Журнал «Социалистическая реконструкция сельского хозяйства», № 12, 1936.
2. И. М. Васильев. Яровизация люпина, вики и чечевицы. Изд. Института зернового хозяйства нечерноземной полосы. Москва, 1939.
3. И. М. Васильев. Отзывчивость различных сельскохозяйственных культур на яровизацию. «Советская агрономия», № 6, 1939.
4. И. М. Васильев. О стадии яровизации. Доклады АН СССР, т. 28, № 2, 1940.
5. Ф. Дворянкин. Упражнения д-ра И. М. Васильева в области теории стадийного развития. «Советская агрономия», № 6, 1939.
6. Э. Э. Дитмер, Н. Р. Иванов и Г. М. Попова. Фасоль (*Phaseolus L.*). Культурная флора СССР, т. IV. ВИР. Ленинград, 1937.
7. А. В. Дорошенко и В. И. Разумов. Фотопериодизм некоторых культурных форм в связи с их географическим происхождением. Труды по прикладной ботанике и селекции. Том XXII, в. 1, 1929.
8. Т. Д. Лысенко. Теоретические основы яровизации 1936 г. 2-ое изд. Москва, 1936.
9. Т. Д. Лысенко и И. И. Презент. Селекция и теория стадийного развития растения. 1935.
10. Н. А. Максимов. Краткий курс физиологии растений. Москва, 1941.
11. А. А. Сапегин. Значение яровизации для фитоселекции. Теоретические основы селекции растений, т. I. Ленинград, 1935.
12. И. А. Филиппенко. Торможение процессов развития у растений из яровизированных семян, испытавших частичный анаэробизм. Доклады АН СССР, т. 28, № 2, 1940.



В. З. ГУЛИСАШВИЛИ

ИЗМЕНЕНИЕ АССИМИЛЯЦИИ У ЛИМОНА (*CITRUS LIMONIA* OSB.) ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЕТРА

Ветер сильно снижает урожайность цитрусовых. Beed и Bartholomew [1] отмечают, что от ветра «страдают не только плоды и листья, но и ветки» цитрусовых. Надо полагать, что ветер имеет влияние и на ассимиляцию цитрусовых и этим самым на накопление пластических веществ и урожайность их.

К сожалению, вопрос о влиянии ветра на ассимиляцию растений изучен весьма мало. Vernbeck [2] отмечает, что ветер изменяет условия ассимиляции у растений в основном тем, что создает ненормальное расположение листьев к свету. Кроме того, ветер, усиливая транспирацию растений, способствует увяданию листьев. Увядавшие же листья сильно снижают ассимиляцию. Vernbeck доказал своими опытами, что листья виноградной лозы и кукурузы под влиянием ветра снижают ассимиляцию. Согласно данным Vernbeck'a, наибольшее снижение ассимиляции наблюдается у тонких теневых листьев. Световые же плотные листья снижают ассимилятивную деятельность значительно в меньшей степени. Нами проводились опыты по изучению влияния различной скорости ветра на ассимиляцию лимона (*Citrus limonia* Osb.).

Опытные растения 6-летнего возраста выращивались в вегетационных сосудах с почвой влажностью 60% от влагоемкости.

Исследование проводилось методом половинок листьев (Сакс [3]), так как при учете ассимиляции в условиях ветра применение какого-либо другого метода или вовсе невозможно или же весьма затруднительно. Отток ассимилятов учитывался в темных матерчатых камерах с ветром с целью внесения поправки для лимонов, ассимилирующих при ветре, и без ветра, для контроля лимонов, ассимилирующих в условиях спокойного воздуха. Ветер создавался специальными установками, дававшими ветер различной скорости. Исследования производились на открытом воздухе. Во время опытов учитывались температура, относительная влажность воздуха и освещенность.

Опыты были проведены летом 1941 г. (август) и в сентябре 1942 г. Опыты продолжительностью 6 часов длились с 10 час. 30 мин. утра до 4 час. 30 мин. вечера.

Условия опыта в августе 1941 г. были следующие:

Время измерения	11 ч.	1 ч.	3 ч.	4 ч.
Температура воздуха в °С	27	29,1	30,8	29,7
Относительная влажность воздуха в %	64	41	31	32
Освещенность в люксах	33500	45000	35000	30000

Ассимиляция лимона на 100 кв. см изменялась в зависимости от скорости ветра следующим образом:

Скорость ветра в м/сек.	0,0; 2; 5
Ассимиляция в мг на 100 кв. см за 1 ч.	0,018; 0,016; 0,012

Таким образом, листья лимона ассимилируют в следующем соотношении в зависимости от скорости ветра:

Скорость ветра	0 м/сек. : 2 м/сек. : 5 м/сек.
Ассимиляция	10 : 8,8 : 6,6

Следовательно, ассимиляция листьев снижается при усилении ветра.

Второй опыт, поставленный 12.9.1942 г. протекал при следующих условиях:

Время измерения	11 ч.	1 ч.	3 ч.	4 ч.
Температура воздуха в °С	24,4	26,6	29	26,8
Относительная влажность воздуха в %	81	74	85	86
Освещенность в люксах	35000	42500	32200	29300

Ассимиляция же лимона изменялась в зависимости от скорости ветра следующим образом:

Скорость ветра в м/сек.	0,0; 1,5; 3,5
Ассимиляция в миллиграммах на 100 кв. см за 1 час.	0,014; 0,012; 0,011

Таким образом, листья лимона ассимилируют в следующем соотношении в зависимости от скорости ветра:

Скорость ветра	0 м/сек. : 1,5 м/сек. : 3,5 м/сек.
Ассимиляция листьев	10 : 8,6 : 7,8

И в этом случае имеет место снижение ассимиляции лимона по мере усиления скорости ветра.

Мы приходим к следующим выводам:

1) Лимон в спокойной атмосфере ассимилирует интенсивнее, чем при условии ветра.

2) С увеличением скорости ветра интенсивность ассимиляции падает.

Учитывая вредное действие ветра на ассимиляционную деятельность лимона, для защиты насаждений лимона следует конструировать ветрозащитные полосы не «продуваемые», как это рекомендуется для злаковых культур, а возможно больше парализующие скорость ветра.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Ботанический Институт

(Поступило в редакцию 26.10.1942)



3. ბულისაწვილი

ლიმონის (*CITRUS LIMONIA* OSB.) ასიმილაცია ქარის ზეგავლენის პირობებში

რეზუმე

ქარი ამცირებს ციტრუსოვანი კულტურების და კერძოდ ლიმონის მოსავლიანობას. ქარის მევენე გავლენა გამოიხატება იმაში, რომ მისი ზეგავლენით ლიმონს სცივია ყვავილი, ნაყოფი. მაგრამ ფეიქრობთ, რომ არანაკლები ზიანი შეუძლია მიაყენოს ქარმა ლიმონს ასიმილაციის შემცირებით. ქარის გავლენა მცენარის ასიმილაციაზე ნაკლებად არის გამოკვლეული. Bernbeck-ის ერთადერთ შრომაში, რომელიც მიძღვნილია ამ საკითხისადმი, აღნიშნულია, რომ ქარის უარყოფითი გავლენა მცენარის ასიმილაციაზე გამოიხატება იმაში, რომ იგი ხელს უწყობს ტრანსპირაციის გადიდებას და ამით ფოთლებში წყლის რაოდენობის შემცირებას და ჭკნობას. დამჭკნარი ფოთლები კი ხასიათდებიან შემცირებული ასიმილაციით. გარდა ამისა, ასიმილაცია ქარის ზეგავლენით მცირდება იმის გამო, რომ ფოთლების განლაგება სინათლის მიმართ იცვლება უარყოფითი მიმართულებით. Bernbeck-ი აღნიშნავს, რომ ასიმილაციის შემცირება ქარის ზეგავლენით უფრო მეტად ემჩნევა ჩრდილის ფოთლებს, რომელნიც ხასიათდებიან ნაკლები სისქით, მეტი სინაზით. პირიქით, უფრო სქელი და მაგარი სინათლის ფოთლები ქარის ზეგავლენით ნაკლებად ამცირებს ასიმილაციას.

ჩვენ მიერ გამოკვლეული იყო ლიმონის ასიმილაცია ქარის ზეგავლენით 1941 და 1942 წელს. მცენარეები მოთავსებული იყო სავეგეტაციო ჭურჭლებში, რომლის ნიადაგის სინესტე უდრიდა 60% წყალტვეადობიდან. ასიმილაცია შესწავლილი იყო ღია ადგილას ბუნებრივ პირობებში საქსის მეთოდით. გადანაცვლებული ასიმილატების რაოდენობის დასადგენად, რათა შეტანილი ყოფილიყო სათანადო შესწორება ასიმილაციის რაოდენობის განსაზღვრაში, მცენარეები მოქცეული იყო ბნელ კამერებში ქარის და უქარო პირობებში. სხვადასხვა სისწრაფის ქარი იქმნებოდა სპეციალური დანადგარების საშუალებით.

1941 წელს ცდები ჩატარებული იყო შემდეგი ხასიათის ამინდის პირობებში:

დაკვირვების დრო	11 ს.	1 ს.	3 ს.	4 ს.
ჭაერის ტემპერატურა C-ით	27	29,1	30,8	29,7
ჭაერის შედარებითი სინესტე %-ში	64	41	31	32
განათება ლუქებში	33500	45000	35000	30000

ასიმილაცია ქარის სისწრაფესთან დაკავშირებით შემდეგით ხასიათდება:

ქარის სისწრაფე	0,0	2	5
ასიმილაცია მილიგრამებში 100 კვ. სმ ფოთლის ზედაპირზე 1 საათში	0,018	0,016	0,012

ამრიგად, ლიმონის ფოთლები ახდენენ ასიმილაციას შემდეგი შეფარდებით ქარის სისწრაფესთან დაკავშირებით:

ქარის სისწრაფე . . 0 მ/წამ. : 2 მ/წამ. : 6 მ/წამ.
ასიმილაცია . . . 10 : 8,8 : 6,6

ამრიგად, ქარის სისწრაფესთან ერთად ლიმონის ფოთლის ასიმილაცია კლებულობს.

მეორე ცდა დაყენებული იყო 1942 წ. 12/IX შემდეგი ხასიათის ამინდის პირობებში:

გაზომვის დრო	11 ს.	1 ს.	3 ს.	4 ს.
ჭაერის ტემპერატურა C-ით	24,4	26,6	29	26,8
ჭაერის შეფარდებითი სინესტე %/სმ.	81	74	85	86
განათება ლუქსებში	35000	42500	32200	29300

ასიმილაცია ფოთლების ქარის სისწრაფესთან დაკავშირებით შემდეგია:

ქარის სისწრაფე მ/წამ.	0,0	1,5	3,5
ასიმილაცია მილიგრ. 100 კვ. სმ ფოთლის ზედაპ. 1 საათში	0,014	0,012	0,011

ამრიგად, ლიმონის ფოთლები ახდენენ ასიმილაციას შემდეგი შეფარდებით, ქარის სისწრაფესთან დაკავშირებით:

ქარის სისწრაფე 0 მ/წამ. : 1,5 მ/წამ. : 3,5 მ/წამ.
ასიმილაცია ფოთლების 10 : 8,6 : 7,8

აქაც ლიმონის ასიმილაცია იკლებს ქარის სისწრაფესთან დაკავშირებით.

ამრიგად: 1) ლიმონის ასიმილაცია უქარო პირობებში უფრო ძლიერია, ვიდრე ქარის პირობებში, 2) რაც უფრო ძლიერია ქარი, მით მცირეა ასიმილაცია. ამის გამო ქარისაგან ლიმონის ნარგავების დასაცავად უნდა იქნეს გაშენებული არა „ქარგამტარი“ ქარსაფარები, როგორც ბოლო ხანს მიღებულია პურეული კულტურებისათვის, არამედ ქარსაფარები ისეთი კონსტრუქციისა, რომელიც რაც შეიძლება მეტად შეანელებს ქარის სისწრაფეს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. H. S. Reed and Bartholomew. The effects of desiccating winds on citrus trees. Agricultural experiment station. Berkeley. California B-n 484. 1930.
2. O. Bernbeck. Wind und Pflanze. Ttarandter forstl. Ib. 1920.
3. С. П. Костычев. Физиология растений, ч. I, 1933.



Д. И. ЛОЗОВОЙ и А. А. ЯЦЕНКО-ХМЕЛЕВСКИЙ

НАСЕКОМЫЕ—ВРЕДИТЕЛИ ДРЕВЕСИНЫ В ПОСТРОЙКАХ И ИЗДЕЛИЯХ В УСЛОВИЯХ ТБИЛИСИ

Значительный ущерб, причиняемый некоторыми насекомыми деревянным конструкциям зданий и сооружений, мебели и другим изделиям из древесины, стимулирует необходимость их детального изучения. В то же время сведения, имеющиеся в литературе о насекомых, повреждающих древесину в условиях Закавказья, крайне незначительны и ни в коей мере не удовлетворяют потребностей практических работников, имеющих дело с постройкой, эксплуатацией или ремонтом деревянных конструкций. Настоящая работа— в известной степени предварительная, является частью комплекса научно-исследовательских работ, проводимых Республиканской конторой по борьбе с разрушителями древесины при Народном Комиссариате Коммунального Хозяйства Грузинской ССР и ставит себе целью дать краткий экологический очерк о насекомых, повреждающих древесину в условиях Тбилиси.

Публикуемые ниже данные получены в результате наблюдений, проведенных в течение 1942 г. и в большей своей части являются оригинальными. В процессе проведения наблюдений и постановки специальных опытов мы неоднократно пользовались советами и указаниями акад. Ф. А. Зайцева; в частности, им были определены отдельные виды собранных насекомых.

Основным фактором, определяющим особенности развития и размножения насекомых в определенном географическом районе, является климат этого района, в особенности режим температуры и увлажнения.

При изучении вредителей древесины построек необходимо учитывать, что гигротермический режим внутри зданий и сооружений в значительной степени отличается от режима наружной среды и имеет свои особенности в различных частях здания. Это относится, главным образом, к гигротермическому режиму чердачных помещений, специально изученному по заданию Республиканской конторы проф. А. Г. Балабуевым в течение лета 1942 г. [1].

Климатические особенности Закавказья являются одним из наиболее существенных факторов из числа определяющих возможности массового размножения насекомых. Этими же факторами в значительной мере обуславливается и характер размножения насекомых—вредителей деревянных конструкций в постройках, причем это особенно наглядно проявляется в условиях чердачных перекрытий.

По данным А. Г. Балабуева, в чердачных помещениях г. Тбилиси температура воздуха в дневные часы может превышать наружную температуру на 10—20° и показывать величины порядка 40—50°, достигая в особо жаркие дни 55°, а в некоторых предельных случаях и 60°.

Температура деревянных частей под крышами может подниматься в соответствующие моменты до 45° и выше для черепичных кровель и 55° и выше—для железных. В тех частях деревянных элементов крыши, которые непосредственно прилегают к кровельному покрытию, в особо жаркие дни эти температуры могут быть и выше. Нижележащие части деревянных элементов чердачного перекрытия нагреваются меньше; наименее—балки; однако, и их температура может повышаться до 35—50°, в зависимости от расстояния балок от крыши и других обстоятельств.

Влажность воздуха в чердачных помещениях в летние месяцы в периоды суток с наибольшим нагревом (30°) всегда ниже наружного воздуха на значительную величину и может падать до 15—20% при наружной влажности 25—40%. Приведенные цифры могут считаться типичными. Влажность древесины чердачных конструкций в летние месяцы отличается весьма низкими величинами и, например, в последних числах июля (1942 г.) как под железной, так и под черепичной кровлей (стропильные ноги), не превышала 7%.

Периоды подъема температур наружного воздуха до уровня 30° и выше соответствуют периодам нагрева воздуха и деревянных частей чердачных помещений до 40—45° и выше, т. е. уровней, представляющих важное значение для состояния деревянных частей и жизнедеятельности разрушающих их организмов.

Число видов вредных насекомых, разрушающих деревянные части в постройках гор. Тбилиси, размножение которых при известных обстоятельствах может представить более или менее серьезную угрозу для здания, невелико. Важнейшим с хозяйственной точки зрения видом, размножение которого нередко принимает массовый характер, является мебельный точильщик (*Anobium striatum* Oliv.), причем в громадном большинстве случаев, если не исключительно, местами развития этого вида являются подвалы и реже подбалконные пространства первых этажей. Точильщик характеризуется в указанных местообитаниях годовой генерацией; тем не менее в результате последовательного развития многих поколений на протяжении ряда лет зараженная древесина полностью теряет механическую прочность, превращаясь в пылеобразную массу. Сравнительно редкие случаи сильного разрушения хотя бы отдельных деревянных деталей рыжим домовым усачем (*Stromatium unicolor* Ol.) и черным домовым усачем (*Hylotrupes bajulus* L.) опять-таки преимущественно связаны с подвальными помещениями. В то же время в условиях средней и северной полосы Советского Союза мебельный точильщик широко известен в качестве серьезного вредителя ме-

бели и деревянных конструкций независимо от их местонахождения в постройках. Рыжий усач, являясь одним из серьезнейших технических вредителей в условиях Западной Грузии и, в особенности, Черноморского побережья, имеет весьма ограниченное значение в Тбилиси, что, несомненно, связано с местными климатическими особенностями, а именно, с низкой (по сравнению с Черноморским побережьем) влажностью воздуха и соответственно большой сухостью древесины в постройках и изделиях, вследствие этого малоприемлемой для нормальной жизнедеятельности личинки рыжего усача, продолжительность развития которой в местных условиях может значительно превышать нормальный период развития ее в Западной Грузии.

Только что сказанное в значительной мере справедливо и в отношении черного домового усача, который опять-таки сравнительно редко, но все же чаще рыжего усача, отмечается в качестве вредителя древесины в постройках. Случаи значительных повреждений этого вида связаны с подвальными помещениями, деревянные части которых, бесспорно, отличаются значительно более высокой влажностью, нежели древесина чердачных и даже междуэтажных перекрытий. Черный усач в сильной степени разрушает столбы телефонные и электропередачи, причем в качестве характерной особенности нельзя не отметить приуроченности его поселений, главным образом, к нижним «комлевым» частям столбов, опять-таки, как нам кажется, в связи с большей увлажненностью именно этих частей. Несравненно больший вред черным усачом наносится древесине в строениях на территории Боржомского района, где нередки случаи более или менее полного разрушения им отдельных деталей чердачных перекрытий.

Заметно отличается в экологическом отношении от мебельного точильщика (*Anobium striatum* Oliv.) красноногий точильщик (*Anobium rufipes* F.), так же как и первый очень часто встречающийся в местных условиях. Поселения красноногого точильщика можно встретить в подвалах относительно редко и лишь в тех случаях, когда последние отличаются достаточной сухостью, что, естественно, связано с их удовлетворительной вентиляцией. Деревянные части междуэтажных перекрытий в достаточно сильной степени подвержены нападениям со стороны красноногого точильщика, который в данном случае (для условий Тбилиси) находит здесь для своего развития наиболее благоприятную обстановку. Повреждения этого же вида на чердаках очень обычны; однако, как правило, они носят характер поверхностных разрушений, при этом несколько более ощутительных под черепичной кровлей, нежели под железной. Красноногий точильщик, таким образом, является типичным вредителем деревянных частей балконов, междуэтажных перекрытий, иногда лестниц и проч. и в значительно меньшей степени чердачных перекрытий. Полы полуподвальных, а иногда и верхних этажей жилых помещений Тбилиси, нередко бы-

вают источены почти до полной потери механической прочности. Случай сильного повреждения междуэтажного перекрытия был отмечен нами в 1942 г. в Боржоми в одном из капитальных каменных зданий.

Красноногий точильщик (по наблюдениям 1942 г.) характеризуется годовой генерацией, массовый лет жуков происходит во второй половине июня. Свои крупные ходы личинки прокладывают преимущественно вдоль волокон в непосредственной близости от поверхности, поколения последующих лет постепенно углубляются в толщу древесины зараженной детали. Личинки окукляются в конце мая, в начале июня—в плотных, продолговатых светлокоричневого цвета коконах из экскрементов.

Сильный и систематический прогрев деревянных конструкций чердачных перекрытий, в особенности на протяжении июля и августа, до 45° и выше под черепичной кровлей и до 55° и выше под железной, способствуя иссушению древесины, обуславливает в то же время, если можно так выразиться, естественную термическую дезинсекцию деревянных частей чердачных перекрытий.

В специфических гигротермических условиях чердачных перекрытий в Тбилиси, очевидно, принимает своеобразный характер и развитие насекомых. Полагаем, что обычно поверхностный и локализованный тип повреждений древесины насекомыми объясняется, главным образом, тем, что в большинстве случаев имеет место неполный цикл развития того или иного вредителя, в связи со сменой относительно приемлемого для развития насекомых в гигротермическом отношении периода—в течение весны и начала лета—типичной для местных условий жаркой погодой (со второй половины июля, а иногда и ранее). При подобных обстоятельствах совершенно естественно, что более или менее нормальное развитие личинок в начальный период жизни—с наступлением повышенного термического режима и связанного с последним прогревом деревянных частей до 55° и выше—заканчивается их гибелью.

В дополнение к сказанному отметим, что в процессе проводившегося нами обследования отдельных зданий в нескольких случаях был установлен факт использования в период стройки чердачных перекрытий зараженного насекомыми (в частности, рыжим усачем) лесоматериала. При этом нам неоднократно приходилось убеждаться в гибели личинок, очевидно, под влиянием прогрева; характерными признаками в таких случаях являются, с одной стороны, отсутствие личинок в толще древесины ранее зараженной конструкции, с другой—отсутствие летных отверстий. Не лишена некоторого значения и такая деталь, как наличие в отдельных случаях повреждений в просветах слуховых окон при одновременном отсутствии их в пределах остальной части чердака; последнее обстоятельство в известной мере можно объяснить более благоприятными термическими условиями в упомянутых просветах под влиянием вентиляции.

Естественная дезинсекция чердачных перекрытий, надо полагать, бывает особенно эффективной в годы жаркие и засушливые (как, например, 1938 г.) и, наоборот, размножение насекомых в тех же условиях может, вероятно, отличаться несколько повышенной активностью в годы с дождливым и прохладным весенне-летним периодом; характерным в этом отношении является 1939 год.

В связи с особенностями гигротермического режима чердаков, представляет особый интерес характер развития и размножения одного из наиболее типичных вредителей древесины в чердачных перекрытиях—ксилокопы (*Xylocopa violacea* L.). Ксилокопа — крупная, шмелеобразная пчела, селится и воспитывает свое потомство в сухой древесине, выгрызая для этой цели гнездо в виде цилиндрического хода, ведущего к трем или четырем параллельным галлереям. Галлереи ксилокопы в чердачных конструкциях Тбилиси представляют самое обычное явление и прокладываются преимущественно в древесине, отличающейся рыхлостью и хрупкостью.

Упомянутые качества, особенно характерные для кровельного настила, вероятно, приобретаются древесиной в результате окислительных процессов под влиянием специфических гигротермических условий. Доски кровельного настила в отдельных случаях делаются настолько хрупкими, что буквально рассыпаются на части при ударе молотком. Какие-либо признаки разрушения такой древесины грибами обычно отсутствуют. Описанные качественные изменения древесины бывают менее, но в отдельных случаях достаточно заметно выраженными в таких конструкциях, как стропильные ноги, ригели или подкосы.

Метеорологические факторы, таким образом, оказывают в данном случае положительное, хотя и косвенное, влияние на развитие и размножение ксилокопы в деревянных частях чердачных перекрытий. Однако, под влиянием тех же причин, но действующих уже непосредственно на насекомых, видимо, исключается возможность развития второго поколения этого вида (по наблюдениям 1942 г. в древесине чердачных перекрытий развивается лишь одно поколение ксилокопы, вылетающее до наступления летней жары).

По мнению некоторых авторов, палеарктические виды рода *Xylocopa* не имеют серьезного отрицательного хозяйственного значения. Вероятно, это обстоятельство является одной из причин того, что данному виду, как вредителю, уделяется крайне малое внимание, и в связи с этим очень скудны и литературные данные, касающиеся *Xylocopa violacea*, бесспорно, являющегося серьезным вредителем древесины в постройках г. Тбилиси.

Среди прочих вредителей древесины в постройках видное место занимает кавказский древогрыз (*Lyctus suturalis* Fald.), отмеченный ранее для Закавказья Г. Г. Якобсоном. На протяжении последних лет этот вид неоднократно наблюдался в качестве вредителя дубового паркета в новостройках Тбилиси и Еревана. Весьма важно при этом отметить, что во

всех наблюдавшихся случаях развитие личинок происходило лишь за счет заболонной древесины дуба, в то время как ядро оставалось совершенно нетронутым даже и тогда, когда заболонная часть той или иной паркетной планки была полностью изъедена.

Возможность развития личинки кавказского древогрыза лишь за счет заболонной части дубовой древесины является характерной биоэкологической особенностью, имеющей практическое значение в том смысле, что высококачественный дубовый паркет, при изготовлении которого заболонь полностью отбрасывается, вполне устойчив в отношении вредителя. В условиях жилых зданий Тбилиси кавказский древогрыз имеет годовую генерацию, причем в заболонной части отдельных паркетов в течение ряда лет может происходить последовательное развитие соответственного числа поколений при ежегодном перезаражении. Продолжительность деятельности кавказского древогрыза в пределах данного здания или его части при всех прочих благоприятных условиях определяется запасом дубовой заболони, по использованию которой прекращается и деятельность вредителя.

Для более полного представления о комплексе вредителей древесины в постройках в зданиях в условиях Грузии следует упомянуть о следующих, изредка встречающихся и, видимо, не имеющих сколько-нибудь серьезного отрицательного хозяйственного значения видах: *Leucotermes lucifugus* Rossi.¹, *Bostrychus capucinus* Mueli, *Lyctus linearis* Goeze, *L. brunneus* Stoph., *L. (Trogoxylon) impressum* Com., *Anobium pertinax* L., *Ptilinus pectinicornis* L., *P. aspericollis* Men., *Ernobius mollis* L., *Phymatodes testaceus* L.

Истребительные мероприятия против насекомых, вредящих деревянным конструкциям зданий, недостаточно разработаны и обычно мало эффективны. Описание результатов экспериментальных и производственных данных относительно изученных нами инсектицидов, давших вполне положительные результаты, явится темой особого сообщения.

Академия Наук Грузинской ССР
 Зоологический Институт
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 26.12.1942)

ზოგადი

დ. ლოგოვი და იაცენკო-ხმელავსკი

ნაგებობათა და ავეჯის მერქნის მასზე მწერები თბილისის პირობებში
 რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილი მასალის ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ ამიერ-კავკასიის კლიმატური თავისებურება ერთ-ერთი არსებითი ფაქტორთაგანია მწერების (კერძოდ, რომლებიც ვითარდებიან მერქნის ხარჯზე) მასობრი-

¹ Европейский термит был отмечен в 1896 г. для Западной Грузии Е. Г. Кенигом. В Тбилиси этот же вид был обнаружен акад. Ф. А. Зайцевым в 1926 г. в стенах и балках подвального помещения одного из старых домов.

ვად განვითარების შესაძლებლობის განმსაზღვრელ ფაქტორთა შორის. მეტეოროლოგიურ ფაქტორთა გავლენა განსაკუთრებით ნათელია სხვენების კონსტრუქციების პირობებში. ამ კონსტრუქციების გახურებამ ზაფხულის თვეებში შეიძლება მიაღწიოს 50°-მდე და ზევით; მერქნის სინესტე კი აღნიშნული ტემპერატურის დროს ეცემა 7—10%-მდე. ამგვარ პირობებში ხდება მერქნის ეგრეთ წოდებული ბუნებრივი დეზინფექცია და დეზინსექცია, რის გამოც ხშირად საჭირო აღარ არის სპეციალური საბრძოლო ღონისძიებათა ჩატარება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

ZOOLOGY

INSECT PESTS OF WOOD IN THE BUILDINGS OF TBILISSI

By D. LOZOVY and A. YATSENKO-KHMELEVSKY

Summary

The climate of Transcaucasia with its peculiarities is one of the chief factors limiting mass propagation of insects in general, and of those developing in wood constructions in particular. Meteorological influences are obviously effective in garret constructions, which are in summer heated up to 50°C, the moisture-content of the wood then amounting to 7—10 per cent. The so-called natural desinsection and disinfection of the wood thus being brought about, application of special control measures becomes in many instances superfluous.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
Zoological Institute
Tbilissi

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. А. Г. Балабуев. Отчет о работах, произведенных летом 1942 г. по изучению метеорологических условий чердачных помещений гор. Тбилиси в теплый период года (рукопись).



ЭМБРИОЛОГИЯ

П. С. ЧАНТУРИШВИЛИ и Т. А. СИХАРУЛИДЗЕ

СРАВНИТЕЛЬНО-ЭМБРИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕРСТНОГО ПОКРОВА НА СТУПНЕ ДОМАШНЕГО КРОЛИКА

И. Введение

В эмбриогенезе животных наблюдаются сдвиги как при закладке, так и в темпах развития различных органов.

В 1891 г. Орре'ем [1] этому вопросу было уделено должное внимание. Keibel [2], занимавшийся тем же вопросом, что и Оппель в 1898 г., опубликовал труд, в котором попытался показать, что в некоторых случаях может быть найдена филогенетическая последовательность в закладке органов у позвоночных. Однако, оба вышеупомянутых исследователя пришли к заключению, что сдвиги в закладке и развитии органов у позвоночных так велики, что часто мешают обнаружить искомую Кейбелем последовательность, ступшевывают филогенез.

В этой работе мы не затрагиваем вопроса анцестрального онтогенеза. Используя сравнительно-эмбриологический метод (как понимает его Филатов [3] в механике развития организмов), мы попытались показать, что в развитии волоса у кролика на ступне имеется некоторая «диапауза».

II. Постановка вопроса

У кроликов, в отличие от большинства роющих грызунов, ступни конечностей имеют густой волосяной покров.

У новорожденных кроликов ступни конечностей совершенно голые, а на туловище имеется слабо развитый пушок.

Спустя несколько дней после родов, на ступнях волосы начинают расти бурно и совсем скоро тут также образуется густой волосяной покров; позже—волосяной покров на ступнях оказывается развитым гораздо сильнее, чем на туловище.

В предлагаемом ниже исследовании намечено показать, какова судьба закладок волос у кроликов на ступне в период, предшествующий их бурному росту. Сравнение проводится не только с зачатками волос ступни, но и с зачатками волос спины тех же кроликов.

III. Исследование на срезах шерстного покрова ступни и спины у кроликов

На срезах была исследована кожа спины (взятая на уровне 4—5 грудного позвонка) и ступни (как передней, так и задней конечности) эмбриона (78 мм длины) и новорожденного кролика (спустя несколько часов после рождения).

Объекты фиксировались смесью Петрункевича [4], заливались в парафин, резались толщиной в 7 μ , окрашивались гемалюном и эозином.

Исследования показали, что в коже спины эмбриона на уровне 4—5 грудного позвонка имеются зачатки волос (рис. 1). Эти зачатки представлены в виде плотных эпителиальных цилиндров, вдающихся в мезенхиму. Самого волоса у эмбрионов на этой стадии пока не образуется.

В коже на ступнях у того же эмбриона хорошо видно наружное корневое влагалище волоса, его внутреннее корневое влагалище, кутикула влагалища, волосяное ложе (рис. 2).

Исследование кожи спины новорожденного кролика показало, в подтверждение внешним наблюдениям, что мы имеем дело с волосом, у которого полностью развито его корковое вещество, кутикула и мозговое вещество (рис. 3).

В коже на ступнях у того же кролика волосяные зачатки мало чем отличаются от зачатков волос, имеющих в коже ступни эмбриона (рис. 4). В данном случае может быть отмечено лишь только незначительное увеличение кутикулы волоса.

IV. Обсуждение полученных данных

Сравнивая между собой степень развития волосяных зачатков ступни и спины у эмбриона, с одной стороны, и степень развития волосяных зачатков ступни и спины у новорожденного кролика, с другой, а также сопоставляя степень развития волосяных зачатков спины и ступни эмбриона и новорожденного кролика, мы видим: волосяные зачатки ступни исследованного эмбриона развиты значительно сильнее, чем волосяные зачатки спины того же эмбриона; у новорожденного кролика волосяные зачатки на ступне развиты почти в той же степени, что у эмбриона, но на спине имеется уже вполне развившийся волос.

У исследованного эмбриона, равно как у новорожденного кролика, не удалось обнаружить следов сменившегося *lanugo*. Не подлежит сомнению, что у них, так же как у всех млекопитающих, он имелся.

Из данного исследования мы не спешим делать окончательных выводов.

Дальнейшее исследование поставленного в этой статье вопроса пойдет по линии увеличения исследуемых стадий как в сторону более раннего



Рис. 1.



Рис 2.

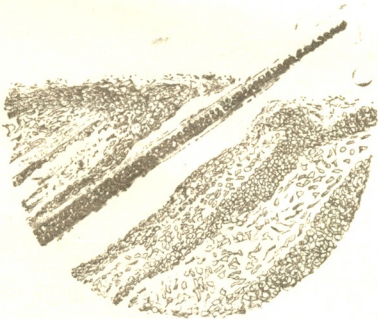


Рис. 3.

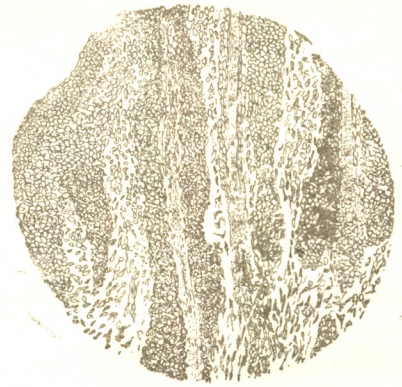


Рис 4

периода эмбрионального развития, так и в сторону более позднего пост-эмбрионального онтогенеза. Также будут исследованы другие представители роющих грызунов, имеющих и не имеющих волосистой покров на ступнях конечностей.

Академия Наук Грузинской ССР
Зоологический Институт
Тбилиси

(Поступило в редакцию 24.9.1942)

ემბრიოლოგია

პ. ჭანტურიშვილი და თ. სიხარულიძე

შინაური კურდღლის ფეხისგულის ბეწვის შედარებითი
ემბრიოლოგიური გამოკვლევა

რეზუმე

ცნობილია, რომ შინაური კურდღელი მღრღნელი ცხოველების მიწის მთხრელთა ჯგუფს ეკუთვნის. ამ ჯგუფის სხვა მრავალ წარმომადგენლებსაგან განსხვავებით მისი კიდურების ფეხისგულს ბეწვის ხშირი საფარველი აქვს. ახლადდაბადებულ ბაჭიებს ეს საფარველი ფეხისგულზე სრულებით არ აქვთ, მათი სხეული კი ბუსუსით არის შემოსილი.

ემბრიონებისა და ახლადდაბადებული ბაჭიების ბეწვის ჩანასახების გამოკვლევამ ანათლებზე დაგვანახა, რომ 78 მმ სიგრძის ემბრიონებს ზურგზე თმის ჩანასახები ეპითელური ცილინდრების სახით აქვთ წარმოდგენილი (სურ. 1). იმავე ემბრიონების ფეხისგულის ანათლებზე ვნახულობთ ბეწვის ჩანასახებს, რომლებიც ზურგის ბეწვის ჩანასახებზე გაცილებით უფრო მეტადაა განვითარებული: უკვე დაწყებულია თმის ზრდა და იგი ეპიდერმის უახლოვდება (სურ. 2).

როდესაც ზემოთ აღწერილ სურათს ვადარებთ იმას, რასაც ვნახულობთ ზურგისა და ფეხისგულის ანათლებზე ახლადდაბადებულ ბაჭიებში, ვრწმუნდებით, რომ ზურგის ბეწვი ემბრიონის დაბადების დროისთვის ძლიერ განვითარებას განიცდის (სურ. 3). იგი ამ დროისთვის ცხოველის თითქმის ნამდვილ საფარველს წარმოადგენს. ფეხისგულის ბეწვის ჩანასახები კი ემბრიონის განვითარების ბოლო პერიოდში შეანელებენ ხოლმე ზრდას და ბევრით ალარუსწრებენ წინ იმას, რაც აღწერილია ზემოთ შინაური კურდღლის ემბრიონებისათვის (სურ. 4).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

COMPARATIVE EMBRYOLOGICAL INVESTIGATION OF THE WOOL-COVERING ON THE SOLES OF THE DOMESTIC RABBIT

By P. CHANTURISHVILI and T. SICHARULIDZE

Summary

It is known that adult domestic rabbits have greatly developed hair on the soles of the fore- and hind-legs, thus differing from the majority of other digging rodents. As to new-born animals, their soles are quite hairless, the back and other parts of the body being slightly covered with down.

We have been investigating the germs of hair on the back and soles of embryos and new-born rabbits. It appeared that embryos 78 mm long possess on their back germs of hair in shape of thick epithelial cylinders issuing from the mesenchyme (Fig. 1), whereas on their soles the growth of hair itself to the surface of epidermis had already begun (Fig. 2).

Rabbits examined 24 hours after birth had a fully developed hair-covering on the back and body (this agrees with the histological picture of skin in sections, cf. Fig. 3), while the hair germs on the soles showed an obvious delay in development, very little differing therein from the embryos mentioned above (Fig. 4).

During the early embryonic stage the germs of hair develop thus evidently on the soles sooner than on the back; on the other hand, in the subsequent period the germs delay their growth, while the wool-covering on the back develops quickly.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
Zoological Institute
Tbilissi

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა—REFERENCES

1. A. O p p e l. Vergleichung des Entwicklungsgrades der Organe zu verschiedenen Entwicklungszeiten bei Wirbeltieren, G Fischer, Jena, 1891.
2. F. K e i b e l. Das biogenetische Grundgesetz und die Coenogenese, Erg. d. Anatom. und Entwicklungsgeschichte, Bd. 8. 1898.
3. Д. Ф и л а т о в. Сравнительно-морфологическое направление в механике развития, его объект, цели и пути. Изд. АН СССР, 1939.
4. A. P e t r u n k e v i t s c h. New fixing fluids for general purposes. Science, vol. 77, No 1987, 1933.



აკადემიკოსი არნ. ჩიქობავა

პერმანენის („ხოლმეობითის“) ისტორიული ადგილისათვის
 ქართული ზმნის უღვლილუბის სისტემაში⁽¹⁾

(ერგატიული კონსტრუქციის პრობლემასთან დაკავშირებით)

ქართულს ენაში გარდამავალი ზმნა ქმნის სამგვარ სინტაქსურ კონსტრუქციას: ნომინატიურს, ერგატიულსა და დატიურს.

- I. მხატვარი ხატავს სურათს: RS⁽²⁾—სახელ., RO⁽²⁾—მიცემ.; ნომინატიური (სახელობითიანი) კონსტრუქცია.
- II. მხატვარმა დახატა სურათი: RS—მოთხრობ. (ერგატივში), RO—სახელობ.: ერგატიული (მოთხრობითიანი) კონსტრუქცია.
- III. მხატვარს დაუხატავს სურათი: RS—მიცემითში, RO—სახელობით.: დატიური (მიცემითიანი) კონსტრუქცია.

კონსტრუქციათა აღმნიშვნელი ტერმინები, როგორც ვხედავთ, რეალური სუბიექტის ბრუნვაზე მიუთითებენ; ტერმინები: ნომინატიური და ერგატიული კონსტრუქცია წინადადების ბოლოდროინდელ საენათმეცნიერო ლიტერატურაში გავრცელებულია [1], „დატიური კონსტრუქცია“ მათი ანალოგიითაა ნაწარმოები.

ინდოევროპულსა და სემიტურს ენებში გარდამავალ ზმნასთან (ისევე, როგორც გარდაუვალთან) გვაქვს ნომინატიური კონსტრუქცია⁽³⁾; მთის კავკასიურ ენებში (როგორცაა: ხუნძური, დარგული, ლეზგიური, ჩაჩურ-ინგუშური, ბაბური...)⁽⁴⁾ გარდამავალ ზმნას შეეფერება ერგატიული კონსტრუქცია. ქართულში (და სვანურში) ერგატიული კონსტრუქცია გვაქვს მხოლოდ აორისტსა და მის ჯგუფში. აწმყოში (და აწმყოს ჯგუფში) კონსტრუქცია ნომინატიურია; თურმეობითის ჯგუფში—დატიური.

თავის დროზე ჩვენ შემთხვევა გვქონდა გვეჩვენებინა [2, 3, 4], რომ და-

(1) წაკითხული იყო მოხსენებად საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საზოგადოებრივ მეცნიერებათა განყოფილების IX სესიაზე 28 დეკემბერს 1942 წ.; აქ იბეჭდება ძირითადი დებულებები მცირედენი საილუსტრაციო მასლით.

(2) RS—რეალური სუბიექტი, RO—რეალური ობიექტი.

(3) ერგატიული კონსტრუქციის ჩანასახს ბოლო ხანებში ადასტურებენ ინდოევროპულ ენებშიც.

(4) ერგატიული კონსტრუქცია ნიშანდობლივია ბასკური ენისთვისაც.

ტიური კონსტრუქცია მეორეულია: თურმეობითი I გენეტურად აწმყოს უკავშირდება, თურმეობითი II—აორისტსა და კავშირებითი III—კავშირებით II-ს. მასთან თურმეობითი ჯგუფის ყველა ეს ფორმა (გარდამავალ ზმნაზე) ვნებითი გვარისაა.

ამგვარად: თურმეობითი ჯგუფის ნაკვთები უფრო ახალია, ვინემ ის ერთეულები (აწმყო, აორისტი, კავშირებ. II), რომლებიდანაც ისინი არიან ნაწარმოები: დატიური კონსტრუქცია (**გარდამავალ ზმნასთან**) სხვა ორთან შედარებით **უფრო ახალია**.

დავევჩინო ორი კონსტრუქცია: **ნომინატიური** და **ერგატიული**. რომელია მათგან უფრო ძველი? საპროგრამო წერილში ერგატიული კონსტრუქციის შესახებ გამოთქმული გვაქვს მოსაზრება, რომ **ერგატიული კონსტრუქციაა უფრო ძველი, ნომინატიური კონსტრუქცია კი—უფრო ახალი** [5].

ასეთი მტკიცება პარადოქსალური ჩანს: ერგატიული კონსტრუქცია ამჟამად ნამყო დროის კონსტრუქციაა, ნომინატიური კონსტრუქცია კი — აწმყო დროისა.

როგორ შეიძლება ნამყო უსწრებდეს აწმყოს? იხმარებოდეს ნამყო დრო და არ იხმარებოდეს აწმყო? თანამედროვე აღამიანის თვალსაზრისით ეს, რა თქმა უნდა, ასეა. მაგრამ ერგატიული კონსტრუქციის წარმოქმნა ეკუთვნის ისეთ ხანას, როდესაც ზმნის უღვლილება **დროებს** კი არ განასხვავებდა, არამედ **ასპექტებს**; იმაზე კი არ მიუთითებდა, **როდის** წარმოებდა მოქმედება (პროცესი), არამედ—**რა სახისა** იყო იგი: **განგრძობით** (დიურატიულად, ხაზობრივად) მიმდინარეობდა, თუ **მომენტობრივ** (წერტილებრივ)... ერთგზისი იყო თუ მრავალგზისი (გახშირებითი) და სხვ. **დროის კატეგორია** შექმნილია **გაცილებით უფრო გვიან ასპექტის** (სახეობის) კატეგორიის ნიადაგზე¹. ასე უყურებენ ინდოევროპულსა და სემიტურს ენებში დროის კატეგორიის ზმნაში წარმოქმნას თანამედროვე ენათმეცნიერებაში [6, 7]. ინდოევროპული და სემიტური ენების ისტორია კი შედარებით უკეთ შესწავლილია.

ირკვევა, რომ ქართულშიც ანალოგიურ ვითარებას ჰქონია ადგილი; აქაც გაირჩეოდა ასპექტები; უღვლილება ასპექტების (და არა დროების!) ცვლაში მდგომარეობდა. ასპექტი იყო ორი: **განგრძობითი** (დიურატიული) და **მომენტობრივი** (წერტილებრივი): ერთგვარ წარმოდგენას ამაზე იძლევა ახ. ქართულის: სწავლობს—ისწავლა, ლაპარაკობს—თქვა...

განგრძობით ასპექტს გადმოგვცემს **პერმანენი** („ხოლმეობითი“): მან აკეთის, შენ აკეთი, მე ვაკეთი... **მომენტობრივ** ასპექტს—**აორისტი** (ნამყო ძირითადი): მან აკეთა (—6 სუფიქსით: მან აკეთენ... შდრ. აღიდენ მან იგი), შენ აკეთე, მე ვაკეთე...

აორისტის დიფერენციაციით მივიღეთ კავშირებითი მეორე: ისიც მომენტობრივი ასპექტისა. შემდგომი ევოლუციის პროცესში მომენტობრივი ასპექტის გადმომცემი აორისტი **ნამყო დროთა** შორის ძირითადი ხდება.

¹ სახეობის ანუ ასპექტის კატეგორია დროის კატეგორიის ჩამოყალიბების შემდეგაც რჩება და ხშირად მნიშვნელოვან როლსაც ასრულებს ზმნის უღვლილებაში. ასეა, მაგ., რუსულში (нес, носил, напивал...).



პერმანსივს ფუნქციის მიხედვით ეთვისება აწმყო და ამ უკანასკნელისაგან ნაწარმოები ნამყო უსრული (აკეთ-ებ-ს—აკეთ-ებ-დ-ი...): ორივეს—მნიშვნელობისათვის ნიშანდობლივია განგრძობითობის, დიურატიულობის ელემენტი.

გარდამავალ ზმნათა აწმყო ჩამოყალიბდა შედარებით გვიან აორისტ-პერმანსივის ფუძის გარდაქმნის გზით:—ახალი ფუძის საწარმოებელი სუფიქსების დართვით: აორ., პერმან. აკეთ—აწმ. აკეთ-ებ-...

მაგრამ (აწმყოს არსებობის პირობებშიც) კარგა ხნის განმავლობაში აწმყოს ფუნქციას პერმანსივი ასრულებდა, აწმყოს ადგილი ზმნის უღვლილებების სისტემაში პერმანსივს ეკავა.

ძველ ქართულში შემორჩენილია ხელშესახები მასალა, რომელიც ამას ცხადყოფს. მიეუთითებთ აქ უმთავრესზე.

1. ახალ ქართულში აორისტში გვაქვს: **თქვა** მან—აწმყოში: **ამბობს** ის; ძვ. ქართულში შესაბამისად გვქონდა: **თქუა** მან—**იტყვს** იგი: **იტყვს**-ზმნა ძვ. ქართულისთვის იმავე ღირებულებისაა, როგორც ახ. ქართულში აქვს **ამბობს**-ზმნას, ასეა ეს ძველ ქართულში, როგორც წესი.

მაგრამ არა ერთგან ძვ. ქართულ ძეგლებში პერმანსივი **თქვს** გამოდის **იტყვს**-ზმნის ადგილას, ე. ი. პერმანსივი **თქვს მან იგი=იტყვს იგი მას**.

... ეტყოდა ერსაცა მას: რქს იხილით ღრუბელი აღმომავალი მეცხეულად **სთქუთ** ვდ წვზად მოაქუს და არნ ეგრეთ და რქს სამხრით ქრინ **სთქვთ** ვდ ხრრშაკი იყოს და არნ ეგრე... პირი ცისა და ქყნისადა იცით გამოცდად... ჰადიშის (შატბერდის) ოთხთავი, ტაბ. 132b 1 (ლკ. 12⁸⁴).

ორივეგან **სთქვთ** უნდა იყოს (სთქუთ — სთქუთი).

ახ. ქართულით ამ ნაწყვეტის შინაარსი ასე ითქმოდა:

... ეუბნებოდა ხალხს: როცა ხედავთ ამომავალ ღრუბელს, მაშინვე **ამბობთ (იტყვთ)**—წვიმა მოაქვსო, და არის ხოლმე ასე; და როცა სამხრეთიდან ქრის ხოლმე, **ამბობთ**—სიცხე იქნებაო, და არის ხოლმე ასე. ... ცისა და დედამიწის. სახის დანახვა (გამოცნობა) იცით...

სთქვთ აქ „ნამყო“ კი არაა, აწმყოა: **ამბობთ** (ძვ. ქართ. **იტყვთ**). ძვ. სომხურში ამ **სთქვთ**-ს შეესაბამება *ստէք*, ბერძნულში *λέγετε*, ლათინურში *dicitis*, ძვ. სლავურში *глаголете* (=говорите). ამრიგად, ექვს გარეშეა, რომ ოთხთავის მთარგმნელი **სთქვთ**-ფორმას რომ ხმარობდა, მას მხედველობაში ჰქონდა აწმყოს შინაარსის გადმოცემა: **სთქვთ=ამბობთ** (ძვ. ქართ. **იტყვთ**).

აწმყოს მაგივრობას ეწევა **თქვს** (პერმანსივი) სხვაგანაც **ჰადიშის** ოთხთავის შემდეგ ადგილებში:

მათე 16²⁻³, ტაბ. 34b² (**სთქვთ... სთქუთ...**);

მარკ. 9¹¹, ტაბ. 83a²: **თქვან**; ოპიზა-ტბეთ. (ბენეშეგ.)—**იტყვან**; ასევეა ნაბეკლში; აწმყოა—ძვ. სომხ., ბერძნ., ლათინ., ძვ. სლავურში.

მათე 23³⁰, ტაბ. 50b¹⁻²: **სთქუთ** (— სთქვთ)... ნაბეკლში—**იტყვთ**; აწმყოა—ძვ. სომხ., ბერძნ., ლათინ., ძვ. სლავურში.

იოანე 4³⁵, ტაბ. 163a²: **სთქუთ** (← სთქვთ)... ნაბეჭდში—**იტყვთ**; აწმყოა—**ძვ.**
სომხ., ბერძნ., ლათინ., ძვ. სლავურში.

იოანე 18³⁷, ტაბ. 192a²: **სთქუ** (← სთქვ)... ნაბეჭდში—**იტყვ**; აწმყოა—**ძველ**
სომხ., ბერძნ., ლათინ., ძვ. სლავურში... და სხვა.

2. მთელი რიგი ადგილების შედარება ზემოხსენებული ენების სათანადო ტექსტთან მოწმობს, რომ **სხვა ზმნებთანაც** პერმანსივს შეეძლო გადმოეცა აწმყოს შინაარსი: ...არავენ სანთელი **ადანთის** და **დაფარის** ჭურჭლითა. გინა ქვეშე ცხედარსა **შედგან** ად სასანთლესა ზა **დადგან**—**ლკ** 8¹⁶, ტაბ. 119b².

3. ამიტომ სრულიად ბუნებრივია, თუ პერმანსივი და ე. წ. აწმყო ხოლმეობითი (ჩვეულებრივი აწმყოც!) ერთი მეორის გვერდით იხმარებოდა (ერთნაირი დანიშნულებით):

... რადსათჳს მოწაფენი შენნი **გარდავლენ**: სწავლასა მას... რ არა **დაიბანნიან** ჳელნი რჳს პურსა **ჭამედ**... **მთ** 15², ტაბ. 32b¹.

აწმყოსა და პერმანსივს, როგორც ზევითაც ითქვა, აერთიანებს ასპექტი და ამიტომაც შესაძლებელი მათი ერთად ხმარება (ამავე ნიადაგზე აიხსნება ის შემთხვევები, როცა პერმანსივი ნამყო უსრულს ეტოლება მნიშვნელობით). ამრიგად, არ მართლდება დეეტერსის მოსაზრება, თითქოს პერმანსივი ისევე, როგორც აორისტი, პერფექტული ასპექტისა იყოს მაშინ, როდესაც აწმყო იმპერფექტული ასპექტისაა ([8], §§ 94, 197).

4. გარდაუვალი ზმნის პერმანსივიც ისევე, როგორც გარდამავალისა, კისრულობს აწმყოს გადმოცემას.

5. ზემოთქმულთან დაკავშირებით ცხადი ხდება, რომ პერმანსივები: მან **უწყის** იგი, მან **იცის** იგი, მას **ჭრქვან** [მათ] იგი, რომლებიც აწმყოს მნიშვნელობისაა ძველ ქართულშიაცა და ახალ ქართულშიც, ნამყოს კი არ წარმოადგენდენ და აწმყოს მნიშვნელობა მე რე კი არ შეუძენიათ, არამედ იმთავითვე შესწევდათ ამის უნარი, როგორც, საერთოდ, პერმანსივის ფორმის მქონეთ [შდრ. 9, გვ. 6, შენიშვნა 2].

პერმანსივის ფუძე **აწმყოს ფუძის მაგივრობას ეწვევა** და ნამყო უსრულის საწარმოებლადაა გამოყენებული:

1. ზმნაში **ვიდ-ო-დ-ა**:

პერმანს. (=აწმყო): **ვიდ-ი-ს**—ნამყ. უსრ.: **ვიდ-ო-დ-ი-ს**—კავშირ. I: **ვიდ-ო-დ-ე-ს**.
ძველი ქართულისთვის ეს წარმოებაა ნორმა. ?

2. სპორადულად სხვა ზმნებშიც შემოგვრჩა ანალოგიური ფაქტები:

პერმანს. (=აწმყო): მისც-ი-ან—ნამყ. უსრ. **მისც-ო-დ-ი-ან**...

- ჰადიშ. 46b¹ (მთ. 21⁴¹)
- „ „ გარეწარმც-ი შენ მე ის—ნამყ. უსრ. **გარეწარმც-ო-დ-ე**
ჰადიშ. 96b¹⁻² (მკ. 14³⁶)



პერმანს. (=აწმყო): წარავლინ-ნ-ი-ის იგინი—ნამყ. უსრ. წარავლინ-ნ-ო-დ-ი-ს...
ჰადიშ. 69ხ1 (მკ. 313)

„ „ აღირღვ-ს იგი—ნამყ. უსრ. აღირღ-ო-დ-ა...
ჰადიშ. 167ა2 (ინ. 618)

მსგავსი ფაქტები საკმაო რაოდენობითაა დაცული სხვა ძეგლებშიც.

3. თუშურ-ხევსურული და ფშაური პერმანსივი (მე დავწერ-ი-დ-ი... მე დავწერ-ო-დ-ი...) წინა აბზაცში მოხსენებულ ფაქტთა ნიადაგზე იხსნება.

4. ძვ. ქართ. ჰკითხვ-ი-დ-ა... განასხ-მ-ი-დ-ა ტიპის წარმოებაში პერმანსივის ფუძისეული -ი- უნდა იყოს წარმოდგენილი: ჰკითხ-(ა)ვ-ი-ნ... განასხ-(ა)მ-ი-ნ წარმოებაა ამოსავალი.

5. განრყუ-ნ-ი-ს, ჰმკ-ი-ს, ჰკსნ-ი-ს ტიპის ზმნების აწმყო წარმოშობით პერმანსივი უნდა იყოს.

6. პერმანსივი სვანურში არა ჩანს, საფიქრებელია იმიტომ, რომ ამ ენაში ჰმკ-ი-ს ტიპის ზმნები ქმნიდნ ძირითად მასივს: სვან. აწმყოს -ი- [10] პერმანსივისეულია გენეტურად.

ადგილი, რომელიც ეკირა პერმანსივს ზმნის უღვლილების სისტემაში, ზემოხსენებული ფაქტების მიხედვით, გარკვეულია: პერმანსივი როდი იყო აორისტის ჯგუფის ერთ-ერთი ნაკვეთი, როგორც ეს ძვ. ქართული უღვლილების პარადიგმებიდან ჩანს; პერმანსივი ერთი უძველესი ზმნური ნაკვეთაგანია, როგორც ეს გაკვრით, მაგრამ სამართლიანად აქვს აღნიშნული ა. შანიძეს ([9], გვ. 6, შენიშვნა 2); პერმანსივი ერთ-ერთია იმ ორ ნაკვეთაგან, რომლებიც ქართული ზმნის უღვლილების ისტორიულ საძირკველს ქმნიან.

ამგვარად, ქართული უღვლილების განვითარების ძველის-ძველ ეტაპზე გვექონდა ორი ასპექტი: განგრძობითი და მომენტობრივი; შესაბამისად—ორი ნაკვეთი: პერმანსივი და აორისტი.

I. პერმანსივი: ვაკეთ-ი მე იგი—ნაწარმოები: ნამყო უსრული: ვ-აკეთ-ი-დ-ი
|| კავშირ. I. ვაკეთ-ი-დ-ე... მე იგი!
აკეთ-ი შენ იგი
აკეთ-ი-ნ მან იგი.

II. აორისტი: ვაკეთ-ე მე იგი—ნაწარმოები (დიფერენცირებული): კავშირ. II:
ვაკეთო მე იგი
აკეთ-ე შენ იგი
აკეთ-ე-ნ მან იგი.

პერმანსივსა და აორისტს საერთო (აკეთ-) ფუძე ჰქონდა; ბუნებრივია, თუ კონსტრუქციასაც ერთნაირს ქმნიდნ: ეს იყო ერგატიული კონსტრუქცია: მან იგი.

ერგატიული კონსტრუქცია ასპექტების ხანის კონსტრუქციაა, იგი გარდამავალი ზმნის უძველესი კონსტრუქციაა. ეს კონსტრუქცია მაშინაც კი იხმა-

რებოდა, როცა პერმანსივი აწმყოს მნიშვნელობით იყო გამოყენებული (მან იცის იგი).

ნომინატიური კონსტრუქცია **გარდამავალ ზმნასთან** უფრო ახალია. აქედან ვერ გაკეთდება დასკვნა, თითქოს გლოტოგონიური თვალსაზრისით ნომინატიური კონსტრუქცია საერთოდ უფრო ახალი სტადიის გამოსახულება იყოს და ერგატიული კონსტრუქციის მქონე ენები ნომინატიური კონსტრუქციის მქონეთა განვითარების წინა საფეხურს წარმოადგენდენ [შდრ. 1]. ტიპოლოგიური ანალიზის საფუძველზე განზოგადება მხოლოდ იმ შემთხვევაში იძლევა საიმედო დებულებას, თუ ყოველი ცალკეული ენობრივი ერთეულის ისტორია გამოწვლილვითაა დადგენილი. ამაზე—ცალკე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აკად. ნ. მარის სახელობის ენის ინსტიტუტი
 თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 28.12.1942)

ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ

Академик АРН. ЧИКОБАВА

ПЕРМАНСИВ И МЕСТО, ЗАНИМАЕМОЕ ИМ В ИСТОРИИ СПРЯЖЕНИЯ ГРУЗИНСКОГО ГЛАГОЛА

(К истории эргативной конструкции в груз. яз.)

Резюме

В древнегрузинском литературном языке так же, как и в новогрузинском, переходными глаголами обуславливаются три синтаксических конструкции: *номинативная*—в образованиях группы настоящего времени, *эргативная*—в образованиях группы аориста и *дативная*—в образованиях группы результативной («заглазной»).

Из этих конструкций дативная образовалась позднее всех⁽¹⁾: соответствующие образования суть инверсивные формы, восходящие к наст. времени (результатив. I), к аористу (результатив. II), к сослагател. II (сослагат. III); все эти инверсивные образования страдательного залога.

Какая же из двух остальных конструкций должна быть признана более древней: номинативная или же эргативная?

Основываясь на сравнительном анализе глагольных форм одного из датированных памятников древнегрузинского литературного языка, отличающегося архаическими пережитками (Адышский четвероглав, переписанный в

⁽¹⁾ Это отнюдь не касается дативной конструкции *непереходных* глаголов: здесь дативная конструкция исключительной древности.



897 г. в Шатберди), автор приходит к выводу, что древнейшей конструкцией при переходных глаголах груз. яз. является эргативная конструкция. Она характерна для того периода, когда в спряжении различались не времена, а аспекты. Начальных аспектов было два: *дюративный* и *моментный*. Первый находил свое выражение в *пермансиве*, второй—в *аористе*: მბ აკეთ-ო-ს ოგო მაჲ აკეთ-ი-ს იგი «он, бывало, делал (делает) то»—მბ აკეთა ოგო მაჲ აკეთა იგი—«он делал¹ то». Оба аспекта дают эргативную конструкцию. Настоящего времени вовсе не было. Оно образовалось впоследствии путем перестройки пермансивно-аористной основы с наращением основообразующих суффиксов; эта перестройка обусловила создание номинативной конструкции (по сути активной—в отличие от эргативной конструкции, являвшейся вначале нейтральной, и никогда не бывшей пассивной).

И по образованию основы настоящего времени пермансив в древнегрузинском языке нередко выступает рядом с этим образованием в его функции: функциональное сродство настоящего времени и пермансива питается *общностью аспекта*: и наст. вр., и пермансив (и прошед. несоверш.) дюративны и, следовательно, *имperfективны* (по аспекту). В этом факте находит свое объяснение ряд кажущихся на первый взгляд странными фактов древнегрузинск. яз.: наприм., მბ იცის (უწყის) ოგო მაჲ იცის (უცჳის) იგი «он знает то»—пермансив и по образованию, и по синтаксической конструкции, поныне выступает в роли настоящего времени.

Эргативная конструкция переходных глаголов—это синтаксическая конструкция периода аспектов в истории спряжения грузинских глаголов. Номинативная конструкция могла выработаться лишь после формирования настоящего времени (значительно позднее).

При всем том, не представляется возможным эргативную конструкцию рассматривать, как стадияльно предшествующую ступень развития номинативной конструкции (и не только в языках разных систем, но и в пределах развития языков одной и той же системы, о чем—особо).

Академия Наук Грузинской ССР
Институт языка имени акад. Н. Я. Марра
Тбилиси

¹ Перевод приблизительный.

ციტირებული ლიტერატურა— ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Мещанинов. Общее языкознание. Ленинград, 1940.
2. ა რ ნ. ჩ ი ქ ო ბ ა ვ ა. გარდამავალ ზმნათა ვნებთობის საკითხი კავკასიურს ენებში ერთი ტიპის ზმნათა მაგალითზე (ხელნაწერი). მოხსენება წაკითხული იყო კავკას. ენათა კათედრის სხდომაზე (უნივერსიტ.) 3.VI.1933.
3. ა რ ნ. ჩ ი ქ ო ბ ა ვ ა. სადაო საკითხები დროთა მესამე ჯგუფის წარმოებისას—სერიაში: „ქართ. სალიტერ. ენის ნორმათა დადგენისათვის“, ნაკვ. IV, ტფილ. 1933, სახელგამი.
4. ა რ ნ. ჩ ი ქ ო ბ ა ვ ა. სუბიექტისა და ობიექტის საკითხი ქართულში ინვერსიულ ზმნებთან (ხელნაწერი). მოხსენება წაკითხული იყო ქართ. ენის კათედრის სხდომაზე (უნივერსიტ.) 1937 წ. 27 აპრილს.
5. ა რ ნ. ჩ ი ქ ო ბ ა ვ ა. ერგატიული კონსტრუქციის პრობლემისათვის კავკასიურ ენებში: ამ კონსტრუქციის სტაბილური და ლაბილური ვარიანტები. ენიკი-ს მოამბე, XII, 1942.
6. A. Meillet. Sur les caractères du verbe,—«Linguistique historique et Linguistique générale». Paris, 1921.
7. Ж. Вандриес. Язык. Лингвистическое введение в историю. Москва, 1937, стр. 99—102.
8. G. Deeters. Das kharthwelische Verbum. Lpz., 1930.
9. ა. შ ა ნ ი ძ ე. სუბიექტური პრეფიქსი მეორე პირისა და ობიექტური პრეფიქსი მესამე პირისა ქართულ ზმნებში. ტფილისი, 1920.
10. ვ. თ ო ფ უ რ ი ა. სვანური ენა. I. ზმნა. ტფილისი. 1931.

