

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XXXII, № 2

1961

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս,
Վ. Մ. ԹԱՌԻԱՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ,
Վ. Հ. ՀԱՄԻԱՐՋՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադե-
միկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ (պատ. խմբագրի
առական), Ս. Ս. ՄԿՐՏՑՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ
ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՌ ԳԱ
ակադեմիկոս, Մ. Մ. ՋՐՐԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՌ
ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր):

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик АН
АрмССР, Г. С. ДАВТЯН, академик АН
АрмССР, М. М. ДЖРБАШЯН, академик
АН АрмССР (отв. редактор), В. О.
КАЗАРЯН (зам. отв. редактора), С. С.
МКРТЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г.
НАЗАРОВ, академик АН АрмССР, В. М.
ТАРАЯН, чл.-корресп. АН АрмССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

Ե Ր Ե Վ Ա Ն

Е Р Е В А Н

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Մեխանիկա

Ա. Գ. Բագդուկ—Հարվածող ալիքների ասիմպտոտիկ օրենքների մասին 68

Առաձգականության ռեսուրսություն

Կ. Ս. Զոբանյան—Բաղադրյալ մարմինների առաձգականության ռեսուրսության հարթ խնդրի լարումների ֆունկցիայի մասին 69

Սողի ռեսուրսություն

Մ. Մ. Մանուկյան—Ուղղանկյուն հատույթով սլրիգմատիկ ձողի ոլորումը ոչ հաստատված սողի պայմաններում 70

Օրգանական բիմիա

Ա. Թ. Բաբայան և Գ. Թ. Մարտիրոսյան—Չհաղեցված ռադիկալ պարունակող ամոնիակային աղերի ճեղքումը 81

Բիոբիմիա

Գ. Ո. Քամալյան և Հ. Ա. Հակոբյան--Մի քանի ամինների ազդեցությունն արյան մակարդման վրա 93

Ազոբիմիա

Ա. Շ. Գալստյան—Հողի կարբոհիդրատների ալտիվության մասին 101

Պալեոնոլոգիա

Ս. Մ. Դրիզորյան—Նումուլիտների նոր ենթատեսակներ Հայաստանի վերին էոցենի հատվածներից 103

Միկրոբիոլոգիա

Է. Գ. Աֆրիկյան, Վ. Գ. Թումանյան, Լ. Բ. Սարուխանյան, Խ. Հ. Բոբիկյան և Զ. Գ. Ավագյան—Անտիբիոտիկ նյութերի ազդեցությունը թթենու շերամի բակտերիայի հիվանդությունների հարուցիչների հանդեպ 113

Բույսերի ֆիզիոլոգիա

Վ. Հ. Ղազարյան—Բույսերի մեջ ասիմիլյատների շարժման վրա ջերմության ազդեցության մասին 117

Թիզիոլոգիա

Վ. Վ. Ֆանարջյան—Ուղեղիկի առհասական (աֆերենտային) համակարգության փոխգործունեության մասին 123

СОДЕРЖАНИЕ

Механика

- А. Г. Багдоев*—Об асимптотических законах для ударного давления . . . 65

Теория упругости

- К. С. Чобанян*—О функции напряжений для плоской задачи теории упругости составных тел 69

Теория ползучести

- М. М. Манукян*—Кручение призматического стержня прямоугольного сечения в условиях неустановившейся ползучести 79

Органическая химия

- А. Т. Бабаян*, чл.-корресп. АН Армянской ССР, и *Г. Т. Мартиросян*—Расщепление аммониевых солей, содержащих непредельные радикалы . . . 87

Биохимия

- Г. В. Камалян* и *А. А. Акопян*—Действие некоторых аминов на процесс свертывания крови 95

Агрохимия

- А. Ш. Галстян*—Об активности карбогидраз в почве 101

Палеонтология

- С. М. Григорян*—Новые подвиды нуммулитов из верхнеэоценовых отложений Армении 105

Микробиология

- Э. К. Африкян, В. Г. Туманян, Л. Б. Саруханян, Р. А. Бобикян* и *З. Г. Авакян*—Действие антибиотиков на возбудителей бактериозов тутового шелкопряда 113

Физиология растений

- В. О. Казарян*—О влиянии температуры на передвижение ассимилятов в стебельках растений 117

Физиология

- В. В. Фанарджян*—О взаимодействии эфферентных систем мозжечка 123

А. Г. Багдоев

Об асимптотических законах для ударного давления

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 31/1 1961)

Рассмотрим плоскую задачу проникания давления в полупространство, занятое сжимаемой жидкостью. Уравнение состояния для жидкости

$$P = B \left[\left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^n - 1 \right], \quad (1)$$

где P —давление, ρ —плотность жидкости, B, n, ρ_0 —const. Для давлений порядка 1000 атмосфер $\frac{P}{Bn}$ мало и движение можно рассматривать с точностью до малых второго порядка. Выберем ось Ox по поверхности жидкости, ось Oy направим внутрь. На границе жидкости имеем условие

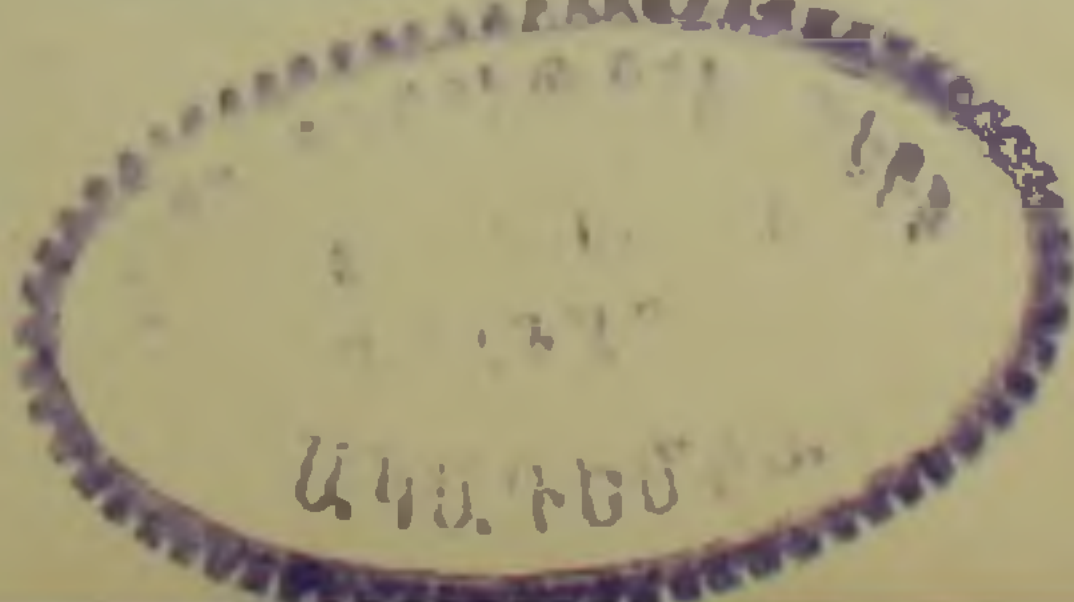
$$P(x, 0, t) = \begin{cases} \bar{P}_1(t) f \left[\frac{|x|}{R(t)} \right] & x < R(t) \\ 0 & x > R(t) \end{cases} \quad (2)$$

где $x = R(t)$ —координата давления на поверхности $f(0) = 0, f(1) = 1$. В линейном приближении имеем для характеристических поверхностей, проходящих через точку $x = \chi R(t')$, $t = t', t' = t_0 + t'_0, \chi < 1, t'_0 > 0$

$$y_1 = a_0(t - t_0) \cos \alpha_1(t_0) - \chi' R(t_0) \times \\ \times \frac{a_0(t - t_0) \sin \alpha_1(t_0) \frac{\partial \alpha_1(t_0)}{\partial t_0} + a_0 \cos \alpha_1(t_0)}{R'(t_0) + a_0(t - t_0) \cos \alpha_1(t_0) \frac{\partial \alpha_1(t_0)}{\partial t_0} + a_0 \sin \alpha_1(t_0)}, \quad (3)$$

где $\chi' = 1 - \chi$, t_0 —момент прохождения фронта через точку границы $x = R(t_0)$, t'_0 —мало.

Давление на характеристике в линейном приближении запишется:



$$P_1 = \tilde{P}_1(t_0 + t'_0) f \left[\frac{\chi R(t_0 + t'_0)}{R(t_0 + t'_0)} \right] \frac{\sqrt{\frac{r(t_0 + t'_0)}{a_0}}}{\sqrt{t - t_0 + \frac{r(t_0 + t'_0)}{a_0}}} . \quad (4)$$

В случае учета второго порядка имеем уравнение характеристик

$$y = y_1 + \frac{1}{Bn} y_2, \quad (5)$$

причем

$$y_2 = a_0 \frac{n+1}{2} \frac{\tilde{P}_1(t_0) f(\chi)}{\cos \alpha_1(t_0)} \cdot 2 \sqrt{\frac{r(t_0)}{a_0}} \times \\ \times \left[\sqrt{t - t_0 + \frac{r(t_0)}{a_0}} - \sqrt{\frac{r(t_0)}{a_0}} \right]. \quad (6)$$

Для $t \rightarrow \infty$ в силу наличия нелинейного затухания $\chi \rightarrow 0$. Пусть давление вблизи $\chi = 0$ аналитично. Уравнение для ударного фронта имеет вид (2)

$$\frac{\frac{\partial y}{\partial t}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2}} = a_0 \left(1 + \frac{n+1}{4} \frac{P_1}{Bn} \right). \quad (7)$$

Подставляя (5) в (7) с учетом (3) и (6), полагая $f(\chi) = A \cdot \chi$, имеем

$$- \frac{\partial \chi'}{\partial t} a_0 \operatorname{tg} \alpha_1(t_0) \frac{\partial \alpha_1(t_0)}{\partial t_0} \Big|_{t=0} + \frac{\partial \chi}{\partial t} a_0 \frac{n+1}{2} A \frac{\sqrt{\frac{r(t_0)}{a_0}}}{\cos \alpha_1(t_0)} \sqrt{t - t_0 + \frac{r(t_0)}{a_0}} \times \\ \times 2 \frac{1}{Bn} = - \chi a_0 \frac{n+1}{4} \frac{1}{Bn} \frac{\sqrt{\frac{r(t_0)}{a_0}}}{\cos \alpha_1(t_0)} A \frac{1}{\sqrt{t - t_0 + \frac{r(t_0)}{a_0}}} .$$

Для конечных t вторым слагаемым в левой части полученного уравнения можно пренебречь. Для больших t можно пренебречь первым слагаемым и получить

$$\chi = \frac{B}{\sqrt[4]{t - t_0 + \frac{r(t_0)}{a_0}}}, \quad (8)$$

где B найдется из граничных условий в точке $t = t_0$.

Подставляя полученное значение χ в (3), найдем для больших t

$$P_1 = \tilde{P}_1(t_0) AB \frac{\sqrt{\frac{r(t_0)}{a_0}}}{\frac{3}{t^{\frac{3}{4}}}} .$$

Полученный закон по форме совпадает с результатом ⁽¹⁾. Из (7) можно найти уравнение движения фронта ударной волны. Для осесимметричного случая аналогично найдем $P_1 \sim \frac{1}{t\sqrt{\ln t}}$.

В случае, если $f(\chi) = A\chi^a$, можно получить закон затухания с измененным показателем.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ա. Գ. ԲԱԳԴՅԱՆ

Հարվածող ալիքների ասիմպտոտիկ օրենքների մասին

Հուծված է իդեալական հեղուկում ճնշման տարածման խնդիրը, երբ ձայնի արագությունը կախված է ճնշումից:

Փամանակի մեծ ինտերվալների համար՝ t հաշվված է ճնշումը հարվածող ալիքի վրա և ստացված է ճնշման օրենքը $\frac{1}{t^3}$ տեսքով: Ստացված օրենքը ճիշտ է հարթ խնդրի

դեպքում, իսկ անանցքասիժետրիկ խնդրի դեպքում ճնշման օրենքը ստացված է $\frac{1}{t\sqrt{\ln t}}$ տեսքով:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Л. Д. Ландау, ПММ, т. IX, в. 4, 1945. ² Л. И. Седов, Методы подобия и размерности в механике, Гостехиздат, М., 1957. ³ А. Г. Багдоев, ДАН АрмССР, т. XXVIII, № 2 (1959).

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

К. С. Чобанян

О функции напряжений для плоской задачи теории упругости составных тел

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 16/I 1961)

Плоская задача теории упругости составных тел в общей постановке сведена к системе интегральных уравнений Фредгольма — С. Г. Михлиным ⁽¹⁾ и Д. И. Шерманом ^(2,3).

В настоящей работе рассматриваются условия, определяющие функцию напряжений Эри Φ для плоской задачи теории упругости составных тел. Получены приближенные контурные условия функции Φ для плоской задачи теории упругости тел с тонким усиливающим покрытием.

1. Пусть тело состоит из нескольких спаянных между собой по боковым поверхностям цилиндрических тел с различными характеристиками упругости. Рассмотрим плоское деформированное состояние составного цилиндра.

Области в плоскости деформации, соответствующие различным материалам цилиндра, обозначим через $D_1, D_2, \dots, D_k$, линию раздела смежных областей D_i и D_j — через L_{ij} , а контур всей области — через L_0 .

В случае отсутствия массовых сил напряжения выражаются через функцию напряжений Φ следующим образом ⁽⁴⁾:

$$\sigma_x^i = \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial y^2}, \quad \sigma_y^i = \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial x^2}, \quad \tau_{xy}^i = -\frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial x \partial y} \quad (i=1, 2, \dots, k). \quad (1.1)$$

Здесь $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_k$ обозначают функцию Φ в областях $D_1, D_2, \dots, D_k$ соответственно.

В каждой из областей D_i функция Φ удовлетворяет бигармоническому уравнению

$$\Delta^2 \Phi_i = \frac{\partial^4 \Phi_i}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \Phi_i}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \Phi_i}{\partial y^4} = 0. \quad (1.2)$$

В случае, когда на поверхности тела заданы напряжения, имеем

$$\sigma_x \cos(n, x) + \tau_{xy} \cos(n, y) = R_x = -p(s), \quad (1.3)$$

$$\sigma_y \cos(n, y) + \tau_{xy} \cos(n, x) = R_y = q(s),$$

где n — направление нормали к L_0 .

Нормали n к L_0 и L_{ij} направляем так, чтобы направления касательной в сторону возрастания длины s и n составили с системой координат x, y одноименную систему. Тогда будем иметь

$$\cos(n, x) = -\cos(s, y) = -\frac{dy}{ds}, \quad (1.4)$$

$$\cos(n, y) = \cos(s, x) = \frac{dx}{ds}.$$

Внося (1.1) и (1.4) в (1.3), получаем

$$\frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y} \right) = p(s), \quad \frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) = q(s) \text{ на } L_0. \quad (1.5)$$

На линиях раздела L_{ij} областей D_i и D_j должны выполняться условия равенства взаимодействий

$$\frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{\partial \Phi_i}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{\partial \Phi_j}{\partial y} \right) \text{ и } \frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{\partial \Phi_i}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{\partial \Phi_j}{\partial x} \right) \quad (1.6)$$

и условия непрерывности перемещений

$$u_i(x, y) = u_j(x, y), \quad v_i(x, y) = v_j(x, y) \text{ на } L_{ij}. \quad (1.7)$$

Интегрируя (1.6), находим

$$\frac{\partial \Phi_i}{\partial y} = \frac{\partial \Phi_j}{\partial y} + A_{ij}, \quad \frac{\partial \Phi_i}{\partial x} = \frac{\partial \Phi_j}{\partial x} + B_{ij}, \quad (1.8)$$

где A_{ij} и B_{ij} — постоянные интегрирования.

Уравнение линии раздела L_{ij} возьмем в параметрической форме

$$x = x_0(s), \quad y = y_0(s), \quad (1.9)$$

где s — длина дуги L_{ij} , отсчитываемая от произвольно выбранной на ней точки.

В окрестности линии раздела L_{ij} введем местную систему координат (s, n) , связанную с декартовыми координатами соотношениями

$$x = x_0 - ny'_0, \quad y = y_0 + nx'_0, \quad (1.10)$$

где n — расстояние данной точки до линии раздела по ее нормали.

Для краткости изложения начало координатной системы возьмем в некоторой произвольной точке на линии раздела, направляя оси x и y соответственно по касательной и по нормали в этой же точке.

Отметим, что задача отыскания функции Φ по своей постановке инвариантна в отношении параллельного переноса и вращения координатной системы (x, y) .

В рассматриваемой точке имеем:

$$x_0 = 0, \quad y_0 = 0, \quad x'_0 = 1, \quad y'_0 = 0,$$

(1.11)

$$x''_0 = 0, \quad y''_0 = \frac{1}{\rho}, \quad x'''_0 = -\frac{1}{\rho^2}, \quad y'''_0 = \left(\frac{1}{\rho}\right)',$$

где штрихи обозначают производные по s , а ρ —радиус кривизны L_i в точке $x_0 = 0, y_0 = 0$.

Выражая деформации через производные перемещений, а напряжения через функцию Φ , из закона Гука, согласно (1.1), получим:

$$\frac{\partial u_i}{\partial x} = \frac{1}{E_i} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial y^2} - \frac{\nu_i}{E_i} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial x^2},$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial y} = \frac{1}{E_i} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial x^2} - \frac{\nu_i}{E_i} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial y^2}, \quad (1.12)$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial y} + \frac{\partial v_i}{\partial x} = -\frac{2(1 + \nu_i)}{E_i} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial x \partial y}.$$

Используя (1.11), производные Φ по x и y выражаем через производные по s и n в точке $x_0 = 0, y_0 = 0$.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{\partial \Phi}{\partial s}, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial y} = \frac{\partial \Phi}{\partial n}, \quad \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial n^2}, \quad \frac{\partial^3 \Phi}{\partial y^3} = \frac{\partial^3 \Phi}{\partial n^3},$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial s^2} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \Phi}{\partial n}, \quad \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial s \partial n} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \Phi}{\partial n}, \quad (1.13)$$

$$\frac{\partial^3 \Phi}{\partial x^2 \partial y} = \frac{\partial^3 \Phi}{\partial n \partial s^2} + \frac{2}{\rho} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial s^2} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial n^2} + \left(\frac{1}{\rho}\right)' \frac{\partial \Phi}{\partial s} - \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial \Phi}{\partial n}.$$

Теперь определим $\frac{\partial u_i}{\partial s}$ и $\frac{\partial^2 v_i}{\partial s^2}$, которые на линии раздела должны быть непрерывными:

$$\frac{\partial u_i}{\partial s} = \frac{\partial u_i}{\partial x} = \frac{1}{E_i} \left(\frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial n^2} - \nu_i \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial s^2} + \frac{\nu_i}{\rho} \frac{\partial \Phi_i}{\partial n} \right), \quad (1.14)$$

$$\frac{\partial^2 v_i}{\partial s^2} = \frac{\partial^2 v_i}{\partial x^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial v_i}{\partial y}. \quad (1.15)$$

Дифференцируя первое соотношение (1.12) по y , а последнее по x и исключая $\frac{\partial^2 u_i}{\partial x \partial y}$, получаем

$$\frac{\partial^2 v_i}{\partial x^2} = -\frac{2 + \nu_i}{E_i} \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x^2 \partial y} - \frac{1}{E_i} \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial y^3}. \quad (1.16)$$

Используя (1.12), (1.16) и (1.13) из (1.15), получаем:

$$E_i \frac{\partial^2 v_i}{\partial s^2} = \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial n^3} + (2 + \nu_i) \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial s^2 \partial n} - \frac{2}{\rho} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial n^2} - \frac{1 + \nu_i}{\rho^2} \frac{\partial \Phi_i}{\partial n} +$$

$$+ \frac{3 + 2\nu_i}{\rho} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial s^2} + (2 + \nu_i) \left(\frac{1}{\rho} \right)' \frac{\partial \Phi_i}{\partial s}. \quad (1.17)$$

Используя (1.14) и (1.17), из условий непрерывности $\frac{\partial u_i}{\partial s}$ и $\frac{\partial^2 v_i}{\partial s^2}$ на L_{ij} находим:

$$\frac{1}{E_i} \left(\frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial n^2} - \nu_i \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial s^2} + \frac{\nu_i}{\rho} \frac{\partial \Phi_i}{\partial n} \right) =$$

$$= \frac{1}{E_j} \left(\frac{\partial^2 \Phi_j}{\partial n^2} - \nu_j \frac{\partial^2 \Phi_j}{\partial s^2} + \frac{\nu_j}{\rho} \frac{\partial \Phi_j}{\partial n} \right), \quad (1.18)$$

$$\frac{1}{E_i} \left[\frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial n^3} + (2 + \nu_i) \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial n \partial s^2} - \frac{1 - \nu_i}{\rho^2} \frac{\partial \Phi_i}{\partial n} + \right.$$

$$+ \frac{3}{\rho} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial s^2} + (2 + \nu_i) \left(\frac{1}{\rho} \right)' \frac{\partial \Phi_i}{\partial s} \left. \right] = \frac{1}{E_j} \left[\frac{\partial^3 \Phi_j}{\partial n^3} + (2 + \nu_j) \frac{\partial^3 \Phi_j}{\partial n \partial s^2} - \right.$$

$$\left. - \frac{1 - \nu_j}{\rho^2} \frac{\partial \Phi_j}{\partial n} + \frac{3}{\rho} \frac{\partial^2 \Phi_j}{\partial s^2} + (2 + \nu_j) \left(\frac{1}{\rho} \right)' \frac{\partial \Phi_j}{\partial s} \right]. \quad (1.19)$$

На основании (1.8) и (1.10) получаем

$$\Phi_i = \Phi_j + A_{ij} y + B_{ij} x + C_{ij} \text{ на } L_{ij}, \quad (1.20)$$

$$\frac{\partial \Phi_i}{\partial n} = \frac{\partial \Phi_j}{\partial n} + \frac{\partial}{\partial n} (A_{ij} y + B_{ij} x + C_{ij}) \text{ на } L_{ij}, \quad (1.21)$$

где C_{ij} — новая постоянная интегрирования.

Интегрируя условия (1.5) по контуру L_0 , находим

$$\Phi = l(s) + A_0 y + B_0 x + C_0 \text{ на } L_0, \quad (1.22)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n} = m(s) + \frac{\partial}{\partial n} (A_0 y + B_0 x + C_0) \text{ на } L_0, \quad (1.23)$$

где

$$l(s) = \int_0^s [x'_0 \int_0^s q(s) ds + y'_0 \int_0^s p(s) ds] ds,$$

$$m(s) = x'_0 \int_0^s p(s) ds - y'_0 \int_0^s q(s) ds,$$

A_0, B_0, C_0 — постоянные интегрирования.

Таким образом, функция напряжений Φ удовлетворяет в каждой из областей D_i бигармоническому уравнению (1.2), условиям

(1.18)–(1.21) на линиях раздела и контурным условиям (1.22) и (1.23), когда на поверхности составного тела заданы напряжения.

Когда на границе области известны перемещения, контурные условия для функции напряжений Φ получаем таким же путем, каким были получены условия (1.18) и (1.19), не фиксируя точки на границе:

$$\frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial n^2} - \nu_i \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial s^2} + \frac{\nu_i}{\rho} \frac{\partial \Phi_i}{\partial n} = E_i \left(\frac{\partial u_0}{\partial s} x'_0 + \frac{\partial v_0}{\partial s} y'_0 \right), \quad (1.24)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial n^3} - \frac{3}{\rho} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial n^2} - \frac{1 + 2\nu_i}{\rho^2} \frac{\partial \Phi_i}{\partial n} + (2 + \nu_i) \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial n \partial s^2} + \frac{3(1 + \nu_i)}{\rho} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial s^2} + \\ + (2 + \nu_i) \left(\frac{1}{\rho} \right)' \frac{\partial \Phi_i}{\partial s} = E_i \left(\frac{\partial^2 u_0}{\partial s^2} y'_0 - \right. \\ \left. - \frac{\partial^2 v_0}{\partial s^2} x'_0 - \frac{\partial u_0}{\partial s} y'_0 + \frac{\partial v_0}{\partial s} x'_0 \right) \text{ на } L_0. \end{aligned} \quad (1.25)$$

2. Условия (1.20)–(1.23) содержат постоянные интегрирования, некоторые из которых являются произвольными.

Покажем, что если область D_0 односвязная, то постоянные A_0 , B_0 и C_0 произвольны и могут быть приняты равными нулю.

Если функцию напряжений Φ в области D_0 изменить на

$$\Phi_0 = A_0 x + B_0 y + C_0, \quad (2.1)$$

то функция $\Phi + \Phi_0$ будет удовлетворять всем уравнениям, определяющим функцию напряжений, так как Φ_0 удовлетворяет уравнению (1.2) и условиям (1.18)–(1.23), в чем можно убедиться непосредственной проверкой. С другой стороны, согласно (1.1) и (2.1), Φ_0 не влияет на напряженное состояние составного тела. Поэтому можно принять

$$A_0 = B_0 = C_0 = 0. \quad (2.2)$$

На основании (2.2) вместо контурных условий (1.22) и (1.23) будем иметь

$$\Phi = l(s), \quad \frac{\partial \Phi}{\partial n} = m(s) \text{ на } L_0. \quad (2.3)$$

В случае многосвязности D_0 условие (2.2) можно принять очевидно только на одном произвольном контуре. На остальных же контурах постоянные A_0 , B_0 и C_0 будут принимать определенные значения, обеспечивающие однозначность упругих перемещений.

Теперь рассмотрим постоянные A_{ij} , B_{ij} и C_{ij} в случае, когда линия раздела L_{ij} либо пересекается с контуром L_0 под углом, отличным от нуля, либо целиком находится внутри области D_0 и является замкнутой кривой.

Если в точках контура, где кончаются линии раздела, сосредоточенные силы отсутствуют, то согласно (1.22) и (1.23) $\Phi(s)$ и $\frac{\partial \Phi}{\partial n}$, следовательно первые производные Φ по всем направлениям, в

окрестностях этих точек должны быть непрерывными. Поэтому постоянные интегрирования в условиях (1.20) и (1.21) должны быть равны нулю

$$A_{ij} = B_{ij} = C_{ij} = 0. \quad (2.4)$$

Используя (2.4), вместо (1.20) и (1.21) будем иметь

$$\Phi_i = \Phi_j, \quad \frac{\partial \Phi_i}{\partial n} = \frac{\partial \Phi_j}{\partial n} \quad \text{на } L_{ij}. \quad (2.5)$$

В случае, когда линия раздела L_{ij} замкнута и целиком находится внутри области D_0 , т. е. является контуром одной из внутренних областей, постоянные A_{ij} , B_{ij} и C_{ij} произвольны и могут быть приняты равными нулю. На таких линиях раздела будут справедливы условия (2.5). Доказательство этого утверждения можно проводить таким же путем, как это сделано выше для A_0 , B_0 и C_0 .

Все эти результаты, относящиеся к постоянным задачи, будут верны и в том случае, когда на контуре заданы перемещения при условии, что они не вызывают сосредоточенных сил, приложенных к точкам границы, где кончаются линии раздела.

Условие однозначности перемещения возьмем в виде

$$\oint du = \oint \left(\frac{\partial u}{\partial x} dx + \frac{\partial u}{\partial y} dy \right) = 0. \quad (2.6)$$

Здесь интегрирование производится по любому замкнутому контуру в области D_0 .

Производные перемещений в условии (2.6) выразим через производные Φ .

Имеем

$$d \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right) = \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial x} dx + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} dy. \quad (2.7)$$

Используя (1.12), из (2.7) получаем

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial y} = & \int_0^s \frac{1}{E_i} \left\{ \left(\frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial y^3} - \nu_i \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x^2 \partial y} \right) x' - \right. \\ & \left. - \left[(2 + \nu_i) \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x \partial y^2} + \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x^3} \right] y' \right\} ds + C, \end{aligned} \quad (2.8)$$

где интегрирование производится по контуру L , x' и y' — производные координат точки кривой L по длине ее дуги, а C — постоянная интегрирования.

Подставляя значения $\frac{\partial u}{\partial x}$ и $\frac{\partial u}{\partial y}$ из (1.12) и (2.8) в (2.6), получаем

$$\oint \frac{1}{E_i} \left(\frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial y^2} - \nu_i \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial x^2} \right) dx + \left[\int_0^s \frac{1}{E_i} \left(\frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial y^3} - \nu_i \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x^2 \partial y} \right) x' ds - \right. \\ \left. - \left(\frac{2 + \nu_i}{E_i} \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x \partial y^2} + \frac{1}{E_i} \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x^3} \right) y' ds \right] dy = 0. \quad (2.9)$$

Таким же путем получаем условие однозначности перемещения v

$$\oint \frac{1}{E_i} \left(\frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial x^2} - \nu_i \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial y^2} \right) dy + \left[\int_0^s \frac{1}{E_i} \left(\frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x^3} - \nu_i \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x \partial y^2} \right) y' ds - \right. \\ \left. - \left(\frac{2 + \nu_i}{E_i} \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial x^2 \partial y} + \frac{1}{E_i} \frac{\partial^3 \Phi_i}{\partial y^3} \right) x' ds \right] dx. \quad (2.10)$$

Условия (2.9) и (2.10) выполняются тождественно, если часть области D_0 , заключенная внутри L , односвязна. В противном случае эти условия выполняются при определенных значениях постоянных A_0 , B_0 и C_0 , входящих в условия (1.22) и (1.23) для контура, лежащего внутри L .

Таким образом, в случае, когда линии раздела в области между собой не пересекаются, не касаются с ее контуром и в точках контуров, где кончаются линии раздела, отсутствуют сосредоточенные силы, функция напряжений Φ должна в области D_0 удовлетворять уравнению (1.2), условиям (2.5) на линиях раздела, условиям (2.3) на внешнем контуре и условиям (1.22), (1.23), (2.9) и (2.10) на внутренних контурах области D_0 .

3. Рассмотрим плоское деформированное состояние упругого тела с тонким усиливающим покрытием.

Пусть D_0 состоит из двух областей D и D_1 , соответствующих основному материалу и усиливающему покрытию рассматриваемого тела. Для упрощения задачи определения функции напряжений Φ воспользуемся тонкостью усиливающего покрытия, т. е. малостью толщины покрытия по сравнению с размерами области D и радиусом кривизны линии раздела L .

В области D_1 , которая будет иметь форму криволинейной полосы, функцию Φ представим в виде полинома третьей степени по координате n

$$\Phi_1(s, n) = D(s) n^3 + F(s) n^2 + G(s) n + H(s). \quad (3.1)$$

Из условий (2.3) и (2.5) получаем

$$Dh^3 + Fh^2 + Gh + H = l(s), \\ 3Dh^2 + 2Fh + G = m(s), \quad (3.2)$$

$$H = \Phi, \quad G = \frac{\partial \Phi}{\partial n}.$$

Здесь Φ и $\frac{\partial \Phi}{\partial n}$ — значения функции напряжений Φ и ее нормальной производной на L .

Внося (3.1) в условия (1.8) и (1.9), получаем

$$\begin{aligned} 2F + \frac{\nu_1}{\rho} G - \nu_1 H'' &= \frac{E_1}{E_2} \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial n^2} - \nu \frac{\partial^2 \Phi}{\partial s^2} + \frac{\nu}{\rho} \frac{\partial \Phi}{\partial n} \right], \\ 6D + (2 + \nu_1)G'' - (1 - \nu_1) \frac{G}{\rho} + \frac{3}{\rho} H'' + (2 + \nu_1) \left(\frac{1}{\rho} \right)' H' &= \\ &= \frac{E_1}{E} \left[\frac{\partial^3 \Phi}{\partial n^3} + (2 + \nu) \frac{\partial^3 \Phi}{\partial n \partial s^2} - \frac{1 - \nu}{\rho^2} \frac{\partial \Phi}{\partial n} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{3}{\rho} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial s^2} + (2 + \nu) \left(\frac{1}{\rho} \right)' \frac{\partial \Phi}{\partial s} \right]. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Здесь штрих обозначает производную по длине дуги контура L .

Используя (3.2), из (3.3) получаем приближенные контурные условия, которым должна удовлетворять Φ , когда на контуре известны напряжения

$$\begin{aligned} 6\Phi + h \left[4 - \frac{h}{\rho} (\nu_1 - \varepsilon \nu) \right] \frac{\partial \Phi}{\partial n} + \varepsilon h^2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial n^2} + \\ + h^2 (\nu_1 - \varepsilon \nu) \frac{\partial^2 \Phi}{\partial s^2} = 6l(s) - 2hm(s), \end{aligned} \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} 12\Phi + h \left[6 - \frac{h^2}{\rho^2} (1 - \varepsilon - \nu_1 + \varepsilon \nu) \right] \frac{\partial \Phi}{\partial n} + h^3 (2 + \nu_1 - 2\varepsilon - \varepsilon \nu) \frac{\partial^3 \Phi}{\partial n \partial s^2} + \\ + \frac{3h^3}{\rho} (1 - \varepsilon) \frac{\partial^2 \Phi}{\partial s^2} + h^3 \left(\frac{1}{\rho} \right)' (2 + \nu_1 - 2\varepsilon - \varepsilon \nu) \frac{\partial \Phi}{\partial s} = \\ = 12l(s) - 6hm(s). \end{aligned} \quad (3.5)$$

Здесь $\varepsilon = \frac{F_1}{E}$.

Когда на контуре области D_0 заданы перемещения, контурные условия для функции напряжений Φ получаются таким же путем, каким были получены (3.4) и (3.5), если вместо (2.3) будут использованы условия (1.24) и (1.25).

Таким образом, задача плоской деформации упругого тела с тонким усиливающим покрытием в ее приближенной постановке приводится к той же задаче для однородного упругого тела с контурными условиями (3.4) и (3.5).

Заметим, что приближенное решение, определяемое при помощи условий (3.4) и (3.5), будет близко к точному, если распределение внешней нагрузки на каждом участке контура, длиной порядка толщины контура, близко к равномерному. В случае, когда на контуре приложены сосредоточенные силы, напряженное состояние, опреде-

ляемое при помощи (3.4) и (3.5), будет сильно отличаться от действительного в окрестностях точек приложения сосредоточенных сил.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Կ. Ս. ՉՈՐԱՆՅԱՆ

Հաղադրյալ մարմինների առաձգականության հետևության հարթ խնդրի լարումների ֆունկցիայի մասին

Աշխատանքում ղիտարվում են կողմնային մակերևութներով իրար հետ միացված տարրեր առաձգականության մոդուլներ ունեցող վաններից բաղկացած մարմնի առաձգականության տեսության հարթ դեֆորմացիայի խնդրի լարումների ֆունկցիայի որոշման համար անհրաժեշտ այն պայմանները, որոնք պետք է բավարարվեն տարբեր նյութերին համապատասխանող տիրույթների բաժանման դժերի վրա և տիրույթի եզրում, երբ տված են մարմնի վրա ազդող արտաքին ուժերը կամ եզրի կետերի տեղափոխությունները: Բաղմակապ տիրույթներն դեպքում լարումների ֆունկցիան պետք է բավարարի նաև առաձգական տեղափոխությունների միարժեքության պայմաններին:

Ապացուցված է, որ լարումների ֆունկցիան որոշող պայմաններում մասնակցող ինտեգրման հաստատունների մի մասը կամայական են, իսկ մյուս մասը պետք է հավասար լինեն զերոյի, եթե տիրույթի եզրադժի այն կետերում, որտեղ վերջանում են բաժանման դժերը, կենտրոնացված ուժեր չեն կիրառված:

Երբ բաժանման դժերը տիրույթի ներսում չեն հատվում և եզրագծին չեն չոչափում, լարումների (1) ֆունկցիան պետք է բավարարի (1,2) դիֆերենցիալ հավասարմանը դեֆորմացիայի հարթությանն համապատասխանող տիրույթում, բաժանման դժերի վրա՝ (2,6), արտաքին եզրի վրա՝ (2,3) և ներքին եզրերի վրա՝ (1,22), (1,23), (2,9) և (2,10) պայմաններին:

Բարակասլառ ծածկույթով մարմնի առաձգականության տեսության հարթ խնդրի լարումների ֆունկցիայի համար, երբ եզրում հայտնի են արտաքին ուժերը, ստացված են (3,4) և (3,5) մոտավոր եզրային պայմանները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

- ¹ С. Г. Михлин, Труды Сейсмологического института АН СССР, № 66, 1935.
² Д. И. Шерман, Труды Сейсмологического института АН СССР, № 86, 1938. ³ Д. И. Шерман, П.ММ, т. VII, 1943. ⁴ С. П. Тимошенко, Теория упругости, ОНТИ, 1934.

ТЕОРИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ

М. М. Манукян

Кручение призматического стержня прямоугольного сечения в условиях неустановившейся ползучести

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 15/1 1961)

В настоящей работе дается решение задачи кручения призматического стержня прямоугольного сечения в условиях неустановившейся ползучести и изменения модуля мгновенной деформации материала.

При решении этой задачи будем исходить из нелинейных интегральных уравнений теории ползучести, развитой в работе ⁽¹⁾.

Решение рассматриваемой задачи сводится к решению нелинейного интегро-дифференциального уравнения, решение которого при степенном законе нелинейности дается в ⁽²⁾.

§ 1. *Постановка задачи и основные уравнения.* Рассмотрим задачу о кручении призматического стержня, материал которого обладает свойством ползучести. Пусть боковая поверхность стержня свободна от внешних усилий, а к торцам его приложены силы, которые приводятся к крутящему моменту M с вектором, параллельным оси стержня.

Поместим начало прямоугольной системы координат x, y, z в некоторой точке концевого сечения стержня, направив ось z параллельно оси его образующим.

Положим, как и в случае кручения упругих стержней, что

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \tau_{xy} = 0, \quad (1.1)$$

$$\epsilon_x = \epsilon_y = \epsilon_z = \gamma_{xy} = 0.$$

Тогда уравнение равновесия будет тождественно удовлетворено, если, как обычно, положить

$$\tau_{xz} = \frac{\partial U}{\partial y}, \quad \tau_{yz} = -\frac{\partial U}{\partial x}. \quad (1.2)$$

Здесь функция напряжений U зависит только от x, y, t и удовлетворяет на контуре Γ , ограничивающем односвязную область поперечного сечения стержня, условию

$$U = 0 \quad \text{на } \Gamma. \quad (1.3)$$

При этом крутящий момент

$$M = 2 \iint_{\Omega} U dx dy, \quad (1.4)$$

где Ω — площадь области, ограниченной контуром Γ .

Условия неразрывности деформаций примут вид

$$\frac{\partial \gamma_{xz}}{\partial y} - \frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x} = -2\theta(t), \quad (1.5)$$

где $\theta(t)$ — заданный угол закручивания на единицу длины стержня.

Как известно, в общем случае пространственного напряженного состояния, уравнения, связывающие интенсивность деформаций $\varepsilon_i(t)$ и интенсивность напряжений $\sigma_i(t)$ с учетом нелинейной ползучести материала и изменения его модуля мгновенной деформации, имеют следующий вид ⁽¹⁾:

$$\begin{aligned} \varepsilon_i(t) = & \frac{\sigma_i(t)}{3G(t)} - \int_{\tau_1}^t \sigma_i(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{1}{3G(\tau)} \right] d\tau - \\ & - \int_{\tau_1}^t F[\sigma_i(\tau)] \sigma_i(\tau) \frac{\partial C(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau. \end{aligned} \quad (1.6)$$

Здесь $C(t, \tau)$ — мера ползучести материала при одноосном напряженном состоянии, $F(\sigma_i)$ — некоторая функция, характеризующая нелинейную зависимость между напряжениями и деформациями ползучести для данного материала, определяемая из опыта в результате испытания на простую ползучесть и нормированная условием $F(1) = 1$, $G(t)$ — модуль мгновенной деформации сдвига, τ_1 — возраст материала в момент приложения нагрузки, t — время. При этом принято

$$\varepsilon_i(t) = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_z)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_x)^2 + \frac{3}{2}(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{xz}^2 + \gamma_{yz}^2)} \quad (1.7)$$

$$\sigma_i(t) = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} \quad (1.8)$$

В рассмотренном случае соотношения, связывающие компоненты деформаций с соответствующими компонентами напряжений с учетом ползучести материала, будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \gamma_{xz}(t) = & \frac{\tau_{xz}(t)}{G(t)} - \int_{\tau_1}^t \tau_{xz}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{1}{G(\tau)} \right] d\tau - \\ & - 3 \int_{\tau_1}^t F[\sigma_i(\tau)] \tau_{xz}(\tau) \frac{\partial C(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau \end{aligned} \quad (1.9)$$

$$\gamma_{yz}(t) = \frac{\tau_{yz}(t)}{G(t)} - \int_{\tau_1}^t \tau_{yz}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{1}{G(\tau)} \right] d\tau -$$

$$- 3 \int_{\tau_1}^t F[\sigma_i(\tau)] \tau_{yz}(\tau) \frac{\partial C(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau,$$

где

$$\sigma_i(t) = V \sqrt{\tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2}. \quad (1.10)$$

Положим, что $F(\sigma_i)$ имеет вид

$$F(\sigma_i) = \alpha + \beta \sigma_i^{m-1}, \quad (1.11)$$

где α, β, m — постоянные параметры, определяемые из опыта.

Как показывают экспериментальные исследования, степенным законом вида (1.4) достаточно хорошо описываются опытные кривые ползучести в широком диапазоне изменения напряжений ($0 \leq \sigma_i \leq R$) для ряда материалов ⁽²⁾. Одновременно опыты показывают, что величина β является достаточно малым ($\beta < 1$).

Подставляя выражение $F(\sigma_i)$ из (1.11) в (1.9) и учитывая (1.2), найдем

$$\gamma_{xz}(t) = \frac{1}{G(t)} \frac{\partial U}{\partial y} - \int_{\tau_1}^t \frac{\partial U(\tau)}{\partial y} \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{1}{G(\tau)} \right] d\tau -$$

$$- 3 \int_{\tau_1}^t \left\{ \alpha \frac{\partial U(\tau)}{\partial y} + \beta \frac{\partial U(\tau)}{\partial y} [\sigma_i(\tau)]^{m-1} \right\} \frac{\partial C(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau, \quad (1.12)$$

$$\gamma_{yz}(t) = - \frac{1}{G(t)} \frac{\partial U}{\partial x} + \int_{\tau_1}^t \frac{\partial U(\tau)}{\partial x} \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{1}{G(\tau)} \right] d\tau +$$

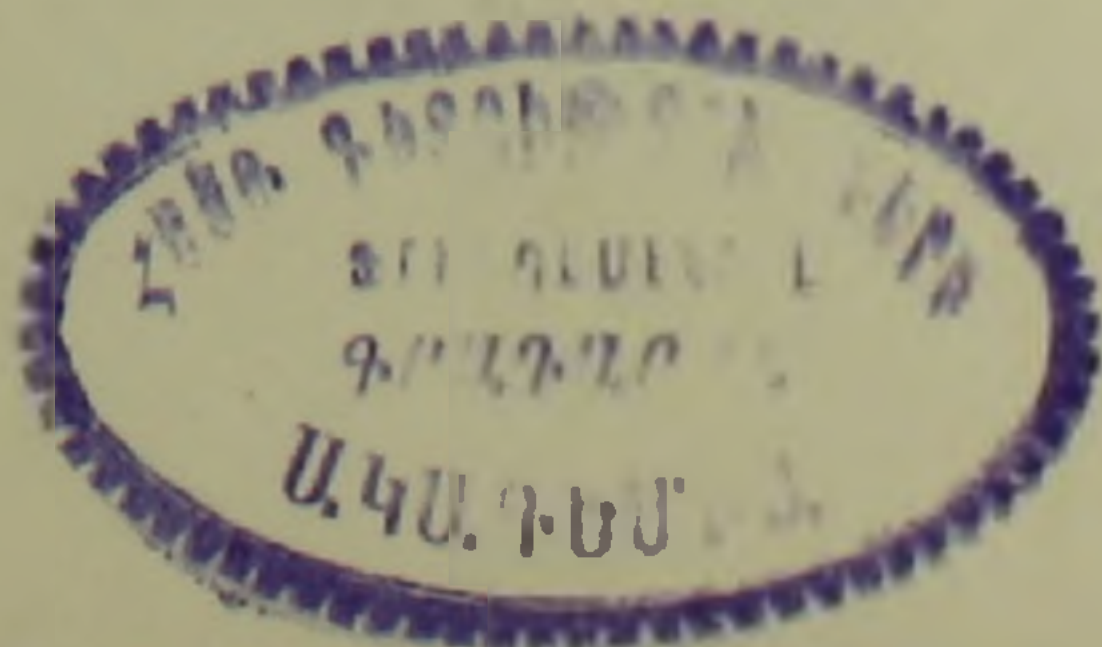
$$+ 3 \int_{\tau_1}^t \left\{ \alpha \frac{\partial U(\tau)}{\partial x} + \beta \frac{\partial U(\tau)}{\partial x} [\sigma_i(\tau)]^{m-1} \right\} \frac{\partial C(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau,$$

где

$$\sigma_i = V \sqrt{\left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y} \right)^2}. \quad (1.13)$$

Внося эти выражения для компонентов деформаций в уравнение неразрывности (1.5), получим

$$\Delta U - G(t) \int_{\tau_1}^t \left\{ \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{1}{G(\tau)} \right] + 3\alpha \frac{\partial C(t, \tau)}{\partial \tau} \right\} \Delta U(\tau) d\tau -$$



$$- 3\beta G(t) \int_{\tau_1}^t L(U) \frac{\partial C(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau = - 2G(t) \theta(t), \quad (1.14)$$

где Δ — оператор Лапласа по переменным x и y , а L — квазилинейный дифференциальный оператор вида

$$L(U) = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{m-1}{2}} \frac{\partial U}{\partial x} \right\} + \\ + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{m-1}{2}} \frac{\partial U}{\partial y} \right\}, \quad (1.15)$$

который представляет собой эллиптический оператор типа Монжа-Ампера.

Таким образом, решение задачи о кручении призматического стержня в условиях нелинейной ползучести свелось к определению функции напряжения $U(x, y, t)$ из нелинейного интегро-дифференциального уравнения (1.14), содержащего параметр β при граничном условии $U = 0$ на Γ .

Только для упрощения дальнейших выкладок будем полагать, что

$$G(t) = G = \text{const}. \quad (1.16)$$

Тогда уравнение (1.14) примет следующий вид

$$\Delta U - \alpha \int_{\tau_1}^t \Delta U(\tau) K(t, \tau) d\tau = \\ = \beta \int_{\tau_1}^t L(U) K(t, \tau) d\tau = - 2G\theta(t), \quad (1.17)$$

где

$$K(t, \tau) = 3G \frac{\partial C(t, \tau)}{\partial \tau}. \quad (1.18)$$

§ 2. Решение основного интегро-дифференциального уравнения (1.17). Пользуясь методом, развитым в работе (2), будем искать решение уравнения (1.17) в виде ряда

$$U(x, y, t) = \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k U_k(x, y, t). \quad (2.1)$$

Подставляя это выражение в уравнение (1.14) и приравняв коэффициенты при одинаковых степенях, получим

$$\Delta U_0 - \alpha \int_{\tau_1}^t \Delta U_0(\tau) K(t, \tau) d\tau = - 2G\theta(t), \quad (2.2)$$

$$\Delta U_1 - \alpha \int_{\tau_1}^t \Delta U_1(\tau) K(t, \tau) d\tau = \int_{\tau_1}^t L(U_0) K(t, \tau) d\tau, \quad (2.3)$$

$$\Delta U_2 - \alpha \int_{\tau_1}^t \Delta U_2(\tau) K(t, \tau) d\tau = m \int_{\tau_1}^t L(U_0, U_1) K(t, \tau) d\tau, \quad (2.4)$$

где

$$\begin{aligned} L(U_0, U_1) = & \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \left[\left(\frac{\partial U_0}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial U_0}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{m-1}{2}} \frac{\partial U_1}{\partial x} + \right. \\ & + (m-1) \left[\left(\frac{\partial U_0}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial U_0}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{m-1}{2}-1} \left(\frac{\partial U_0}{\partial x} \frac{\partial U_1}{\partial x} + \right. \\ & + \left. \frac{\partial U_0}{\partial y} \frac{\partial U_1}{\partial y} \right) \frac{\partial U_0}{\partial x} \left. \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \left[\left(\frac{\partial U_0}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial U_0}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{m-1}{2}} \frac{\partial U_1}{\partial y} + \right. \\ & + (m-1) \left[\left(\frac{\partial U_0}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial U_0}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{m-1}{2}-1} \left(\frac{\partial U_0}{\partial x} \frac{\partial U_1}{\partial x} + \right. \\ & + \left. \frac{\partial U_0}{\partial y} \frac{\partial U_1}{\partial y} \right) \frac{\partial U_0}{\partial y} \left. \right\}. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Таким образом, решение нелинейного интегро-дифференциального уравнения (1.17) сводится к решению некоторой совокупности линейных рекуррентных интегро-дифференциальных уравнений (2.2), (2.3), (2.4)... с условием (1.4), причем крутящий момент M определяется формулой (1.5).

Теперь рассмотрим задачу о кручении призматического стержня прямоугольного поперечного сечения.

§ 3. *Кручение призматического стержня прямоугольного поперечного сечения.* Рассмотрим задачу о кручении прямоугольного поперечного сечения, стороны которого равны $2a$ и $2b$, а начало координат находится в центре прямоугольника.

Для определения функции $U_0(x, y, t)$ нужно решить уравнение (2.2) с условиями

$$U_0(x, y, t) = 0 \quad \text{при} \quad x = \pm a \quad (3.1)$$

$$U_0(x, y, t) = 0 \quad \text{при} \quad y = \pm b.$$

Решение можно взять в следующем виде (3)

$$U_0(x, y, t) = \frac{5G\theta(t)}{4} \frac{(x^2 - a^2)(y^2 - b^2)}{a^2 + b^2}. \quad (3.2)$$

Теперь перейдем к нахождению второго приближения. Подставляя выражение $U_0(x, y, t)$ из (3.2) в (2.3), получим

$$\frac{\partial^2 U_1(x, y, t)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_1(x, y, t)}{\partial y^2} = -4\pi\rho(x, y, t), \quad (3.3)$$

где

$$\begin{aligned} \rho(x, y, t) = \frac{G}{4\pi} \left[\frac{5G^0(t)}{2(a^2 + b^2)} \right]^m & \left\{ [(x^2 - a^2) + (y^2 - b^2)] [x^2(y^2 - b^2)^2 + \right. \\ & + y^2(x^2 - a^2)]^{\frac{m-1}{2}} + (m-1) [x^2(y^2 - b^2)^2 + y^2(x^2 - a^2)^2]^{\frac{m-1}{2}-1} \times \\ & \times [x^2(y^2 - b^2)^3 + y^2(x^2 - a^2)^3 + 4x^2y^2(x^2 - a^2)(y^2 - b^2)] \Big\}. \end{aligned} \quad (3.4)$$

Для решения уравнения (3.3) при граничных условиях

$$U_1(\pm a, y, t) = 0, \quad (3.5)$$

$$U_1(x, \pm b, t) = 0, \quad (3.6)$$

умножим его на функцию $\frac{1}{b} \cos \lambda_k y$ (обращающуюся в нуль при $y = \pm b$) и проинтегрируем по частям получившееся выражение от $y = -b$ до $y = b$. Получим линейное неоднородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами:

$$\frac{\partial^2 U_{1,k}(x, t)}{\partial x^2} - \lambda_k^2 U_{1,k}(x, t) = -4\pi\rho_k(x, t), \quad (3.7)$$

где

$$U_{1,k}(x, t) = \frac{1}{b} \int_{-b}^b U_1(x, y, t) \cos \lambda_k y dy, \quad (3.8)$$

$$\rho_k(x, t) = \frac{1}{b} \int_{-b}^b \rho(x, y, t) \cos \lambda_k y dy, \quad (3.9)$$

$$\lambda_k = \frac{(2k-1)\pi}{2b}. \quad (3.10)$$

Общее решение уравнения (3.6) можно записать в следующем виде

$$\begin{aligned} U_{1,k}(x, t) = A_k(t) \operatorname{sh} \lambda_k x + B_k(t) \operatorname{ch} \lambda_k x - \\ - \frac{8b}{2k-1} \int_{-a}^x \rho_k(z, t) \operatorname{sh} \lambda_k (x-z) dz, \end{aligned} \quad (3.11)$$

где $A_k(t)$ и $B_k(t)$ — произвольные постоянные.

Пользуясь граничными условиями (3.5) и соотношением (3.8) получим значения $A_k(t)$ и $B_k(t)$ в виде

$$A_k(t) = \frac{4b}{2k-1} \int_{-a}^a \rho_k(z, t) \frac{\operatorname{sh} \lambda_k (a-z)}{\operatorname{sh} \lambda_k a} dz,$$

$$B_k(t) = \frac{4b}{2k-1} \int_{-a}^a \rho_k(z, t) \frac{\operatorname{sh} \lambda_k (a-z)}{\operatorname{ch} \lambda_k a} dz. \quad (3.12)$$

Подставляя значения $A_k(t)$ и $B_k(t)$ из (3.12) в (3.10), получим выражение $U_{1,k}(x, t)$ в следующем виде:

$$U_{1,k}(x, t) = \frac{4b}{2k-1} \left\{ (\operatorname{sh} \lambda_k x + \operatorname{th} \lambda_k a \operatorname{ch} \lambda_k x) \int_{-a}^a \rho_k(z, t) \operatorname{ch} \lambda_k z dz - \right. \\ \left. - (\operatorname{cth} \lambda_k a \operatorname{sh} \lambda_k x + \operatorname{ch} \lambda_k x) \int_{-a}^a \rho_k(z, t) \operatorname{sh} \lambda_k z dz - \right. \\ \left. - 2 \operatorname{sh} \lambda_k x \int_{-a}^x \rho_k(z, t) \operatorname{ch} \lambda_k z dz + 2 \operatorname{ch} \lambda_k x \int_{-a}^x \rho_k(z, t) \operatorname{sh} \lambda_k z dz \right\}. \quad (3.13)$$

После этого из (3.8) найдем функцию $U_1(x, y, t)$ по формуле

$$U_1(x, y, t) = \sum_{k=1}^{\infty} U_{1,k}(x, t) \cos \lambda_k y. \quad (3.14)$$

Если ограничиваться первыми двумя приближениями, то решение дифференциального уравнения (1.17) можно представить в следующем виде:

$$U(x, y, t) = \frac{5G\theta(t)}{4} \frac{(x^2 - a^2)(y^2 - b^2)}{a^2 + b^2} + \\ + \beta \sum_{k=1}^{\infty} U_{1,k}(x, t) \cos \lambda_k y + O(\beta^2). \quad (3.15)$$

Из (1.3) и (3.15) следует, что выражения касательных напряжений будут

$$\tau_{xz}(t) = \frac{5G\theta(t)}{2} \frac{(x^2 - a^2)y}{a^2 + b^2} - \beta \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k U_{1,k}(x, t) \sin \lambda_k y + O(\beta^2),$$

$$\tau_{yz}(t) = -\frac{5G\theta(t)}{2} \frac{x(y^2 - b^2)}{a^2 + b^2} - \beta \sum_{k=1}^{\infty} \frac{dU_{1,k}(x, t)}{dx} \cos \lambda_k y + O(\beta^2). \quad (3.16)$$

Подставляя выражение $U(x, y, t)$ из (3.15) в (1.5), получим выражение крутящего момента.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР
Ереванский государственный университет

Ուղղանկյուն հասույթով պրիզմատիկ ձողի ոլորումը ոչ հաստատված սողի սլաքամաններում

Ներկա աշխատության մեջ քննարկվում է ուղղանկյուն հասույթով պրիզմատիկ ձողի ոլորման խնդիրը՝ նյութի ոչ հաստատված սողի և ակնթարթային դեֆորմացիայի մոդուլի փոփոխման հաշվառումով:

Սողի ոչ գծային տեսության հիման վրա, որը դարգացված է ⁽¹⁾ աշխատության մեջ, քննարկվող խնդրի լուծումը, աստիճանային ոչ գծայնության որոնքի դեպքում, բերվում է ոչ գծային ինտեգրո-դիֆերենցիալ հավասարմանը, որի լուծման համար ոլորումը դրժվում է ⁽²⁾ հոդվածում շարադրված մեթոդը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Н. Х. Арутюнян, Некоторые вопросы теории ползучести, Гостехиздат, 1952.
- ² Н. Х. Арутюнян и М. М. Манукян, Известия АН СССР, ОТН, № 6 (1959), 82—90.
- ³ Л. В. Канторович и В. И. Крылов, Приближенные методы высшего анализа, Гостехиздат, М.—Л., 1950.

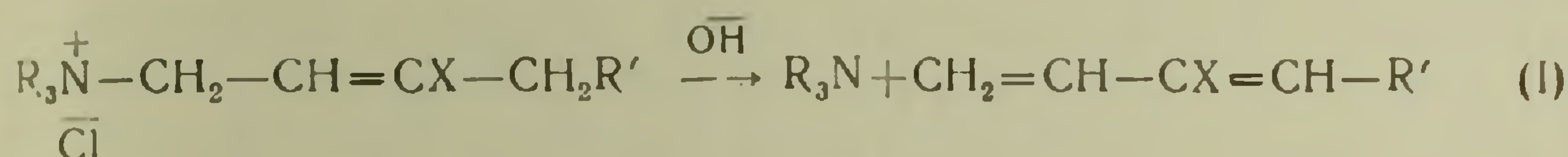
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Т. Бабаян, чл.-корресп. АН Армянской ССР, и Г. Т. Мартиросян

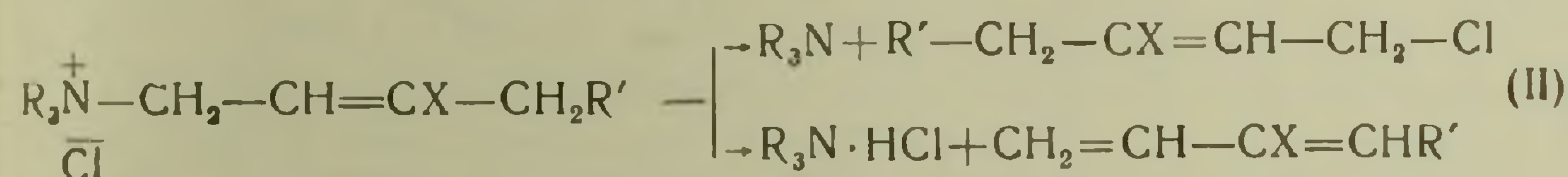
Расщепление аммониевых солей, содержащих неопредельные радикалы

(Представлено 5/І 1961)

Четвертичные соли аммония, содержащие водородный атом в β , γ -неопредельного радикала, при взаимодействии с водной щелочью легко расщепляются с образованием третичного амина и продукта отщепления неопредельного радикала в виде соединения с сопряженными кратными связями (¹):



Термическое расщепление таких солей протекает обычно неоднозначно (²), в результате чего в качестве нейтральных продуктов реакции получают диен и хлорид:



Молярное соотношение диена и хлорида находится в зависимости как от природы отщепляющегося неопредельного радикала, так и от природы остальных радикалов, входящих в состав аммониевого комплекса.

С целью изучения сравнительной легкости отщепления различных β , γ -неопредельных радикалов был синтезирован и подвергнут как щелочному, так и термическому расщеплению ряд четвертичных аммониевых солей, содержащих в молекуле одновременно два различных, способных к отщеплению радикала. Полученные результаты приведены в табл. 1 и 2.

В предыдущем сообщении (²) было показано, что аммониевые соли, содержащие 3-метилбутен-2-ильный радикал, подвергаются термическому расщеплению при более низкой температуре и с большей скоростью, чем соответствующие им соли с 3-хлорбутен-2-ильным радикалом. В соответствии с этим реакция термического расщепления

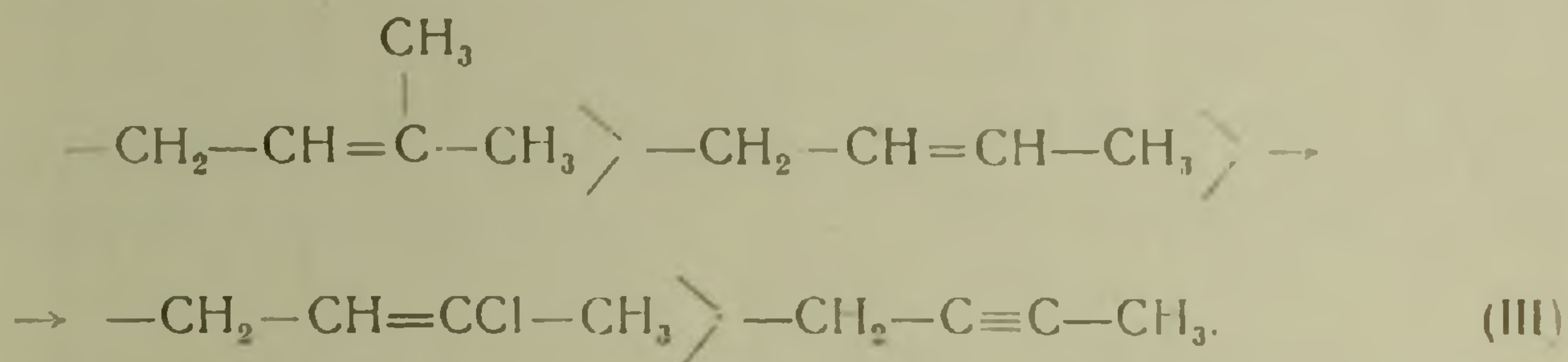
Таблица 1

Результаты расщепления аммониевых солей водной щелочью при 90—95°

Исходная соль аммония	П р о д у к т ы р а с щ е п л е н и я		К-во обр ионного хлора в 2-атомах на 1 г-мол взятой соли
	А м и н (°/о)	Углеводород (°/о)	
I $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{Cl} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3 \end{matrix}$	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ (5)	Винилацетилен	0,8
II $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ (12) $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3$ (77) CH_3	Бутадиен (85) Изопрен (12,5)	—
III $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \end{matrix}$	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ (77)	Винилацетилен	—
IV $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3$ (80) CH_3	Винилацетилен	0,74
V $\text{CH}_3\text{N}^+\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{Cl} (\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3)_2 \end{matrix}$	$\text{CH}_3\text{N}-\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \end{matrix}$ (84) CH_3	Винилацетилен	1,62
VI $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}=\text{CH}_2 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3$ (85) CH_3	Хлоропрен (70)	—
VII $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3$ (85) CH_3	Винилацетилен	—

аммониевой соли IV, содержащей одновременно оба названных радикала, приводит, как это видно из таблицы 2, к образованию исключительно продуктов отщепления 3-метилбутен-2-ильного радикала—изопрена и 1-диметиламино-3-хлорбутена-2. Картина не изменяется и при увеличении количества 3-хлорбутен-2-ильного радикала в аммониевом комплексе. Так, в результате термического расщепления соли V в качестве нейтральных продуктов реакции образуются опять-таки лишь продукты отщепления 3-метилбутен-2-ильного радикала—изопрен и в небольшом количестве 1 хлор-3-метилбутен-2.

Согласно результатам термического расщепления (табл. 2), изучаемые нами β, γ -непредельные радикалы по легкости своего отщепления располагаются в следующей последовательности:

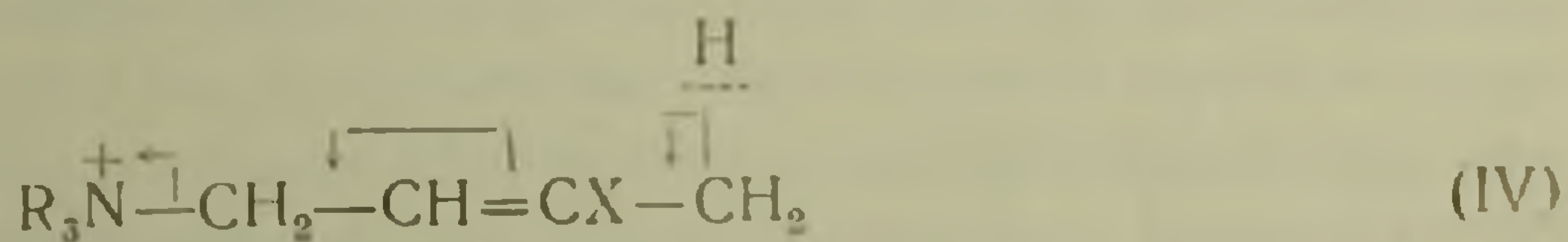


В аммониевом комплексе прочнее всех оказалась связь азота с бутин-2-ильным радикалом: среди продуктов реакции термического расщепления изучаемых нами аммониевых солей, содержащих бутин-2-ильный радикал, нам не удалось обнаружить и следов продуктов отщепления этого радикала—винилацетилен или 1-хлорбутин-2.

Диаметрально противоположная последовательность для радикалов получается по результатам воднощелочного расщепления тех же самых четвертичных солей аммония (табл. 1). Легче всего отщепляется бутин-2-ильный и труднее всего 3-метилбутен-2-ильный радикал.

Эти результаты свидетельствуют о том, что реакция термического расщепления изучаемых нами четвертичных солей аммония и реакция их воднощелочного расщепления протекают по разным механизмам.

Надо полагать, что в реакциях щелочного расщепления изучаемых нами аммониевых солей решающим является сравнительная легкость протонизации δ водородного атома β, γ -непредельного радикала:



Такая точка зрения приводит к выводу, что легкость отщепления этих радикалов, при прочих равных условиях, должна быть пропорциональна отрицательному индукционному эффекту заместителя X (Cl, H, CH₃). Что касается протонизации δ водородного атома в бутин-2-ильном и бутен-2-ильном радикалах, то в первом она должна протекать легче, так как по своему отрицательному индукционному эффекту ацетиленовая связь превосходит этиленовую.

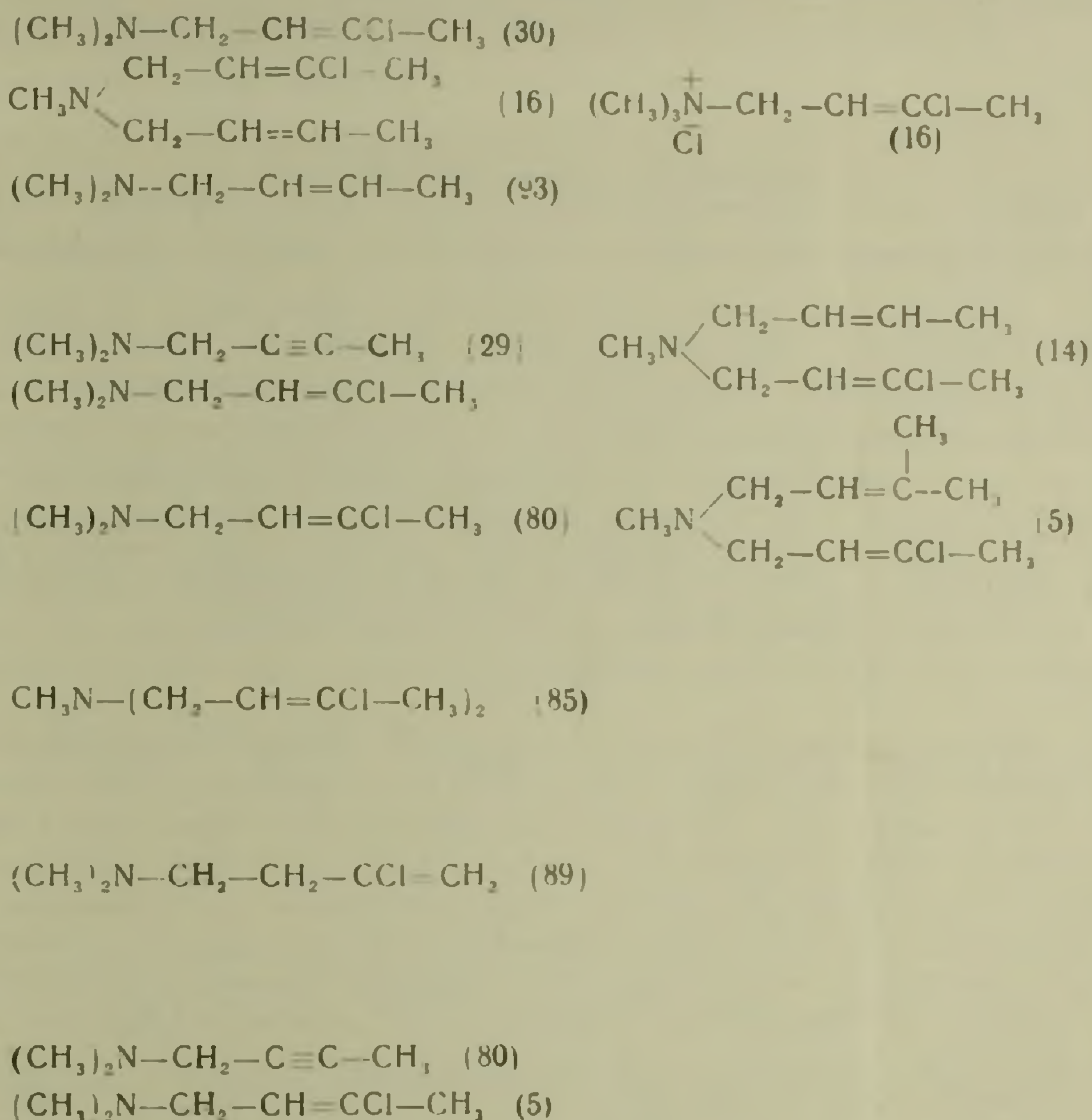
Исходная соль аммония	Темпера- тура расщеп- ления	Продолжит. реакции в ми- нутах	Безазотистые продукты расщепления		
			Общий выход в %	Соотношение в молярных %	
				Диен	Хлорид
I $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\text{Cl} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3 \end{cases}$	200—205°	40	55	Бутадиен 71	1-хлорбу- тен-2 29
II $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\text{Cl} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{cases}$	160—165	30	90	Изопрен 100	—
III $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\text{Cl} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \end{cases}$	200—205	40	41	Бутадиен 75	1-хлорбу- тен-2 25
IV $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\text{Cl} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3 \end{cases}$	156—163	40	85	Изопрен 100	—
V $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\text{Cl} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \\ (\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3)_2 \end{cases}$	150—160	30	87	Изопрен 98,5	1-хлор-3- метилбу- тен-2 1,5
VI $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\text{Cl} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}=\text{CH}_2 \end{cases}$	155—160	20	93	Изопрен 100	—
VII $(\text{CH}_3)_2\text{N}^+\text{Cl} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \end{cases}$	120—140	40	85	Изопрен 100	—

В реакциях термического расщепления изучаемых нами солей аммония решающим фактором, по-видимому, является сравнительная легкость отщепления радикала в виде карбоний иона. Отсюда следует, что при термическом расщеплении должна наблюдаться обратная картина взаимосвязи между индукционным эффектом заместителя X в радикале и способностью этого радикала отщепляться, чем это имеет место при реакции воднощелочного расщепления.

Полученные нами экспериментальные данные, как это видно из табл. 1 и 2, вполне соответствуют этому.

Ранее было установлено, что при взаимодействии четвертичных аммониевых солей, содержащих 3-хлорбутен-2-ильный радикал, с водной щелочью наряду с обычной реакцией расщепления имеет место также и параллельно протекающая реакция дегидрохлорирования—

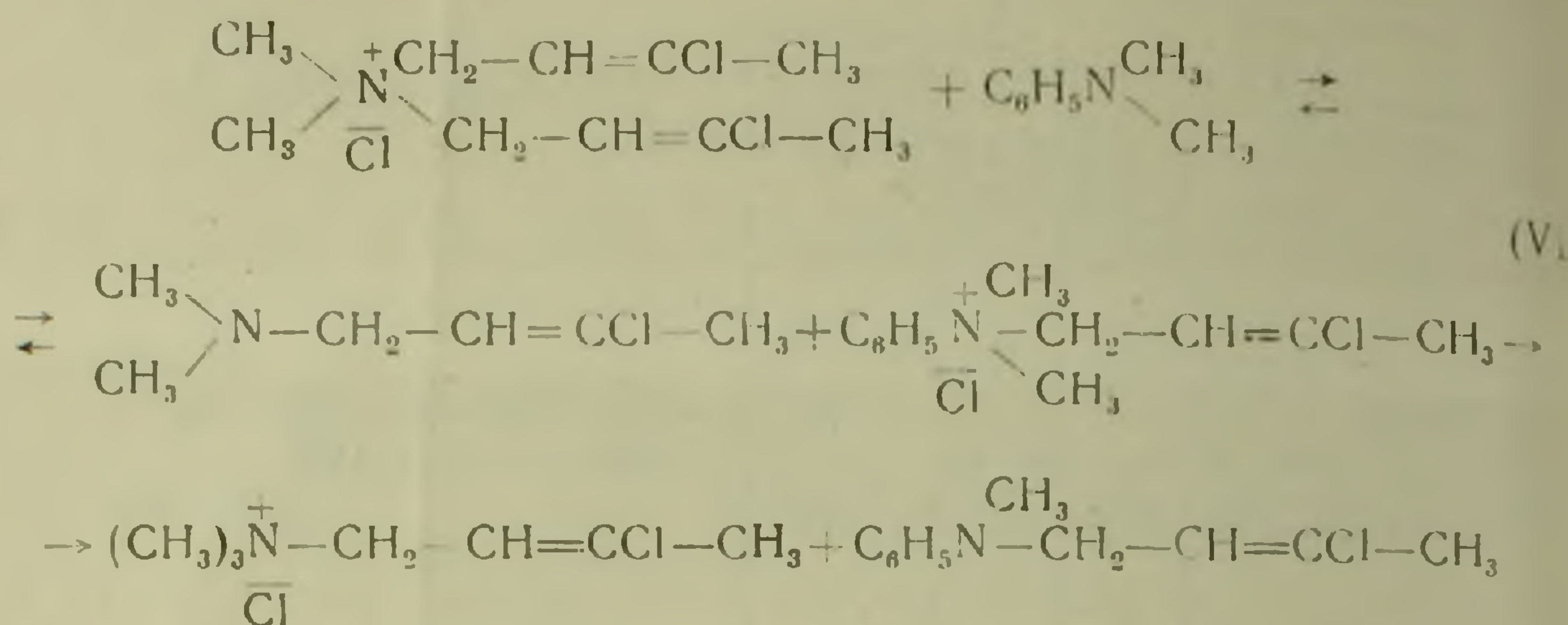
Азотсодержащие продукты реакции
(Выход в %)



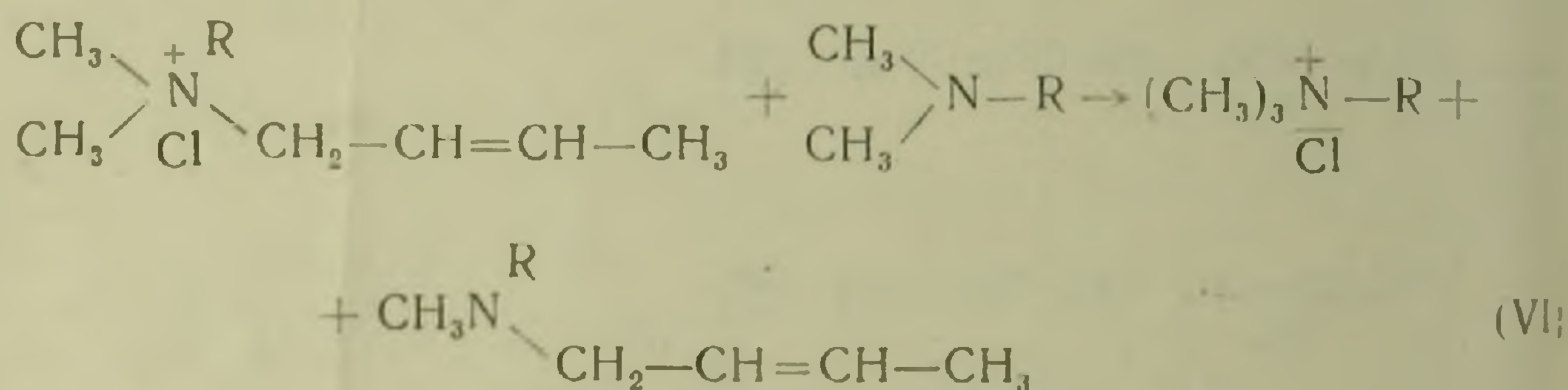
расщепления, в результате чего в качестве нейтральных продуктов реакции образуются хлоропрен и винилацетилен (¹). В реакциях щелочного расщепления, описываемых в настоящей статье аммониевых солей, содержащих 3-хлорбутен-2-ильный радикал (табл. 1, соли I, IV, V), около 80% соли подвергается дегидрохлорированию, о чем ясно свидетельствуют как количество образовавшегося ионного хлора в 2-атомах на 1 г-мол взятой в реакцию соли, так и получение винил-ацетилена.

Известно, что при нагревании смеси четвертичной соли аммония и свободного третичного амина имеет место реакция переалкилирования. Так, например, в результате нагревания смеси хлористого диметил-ди-(3-хлорбутен-2-ил)-аммония и диметиланилина образуются хлористый триметил-(3-хлорбутен-2-ил)-аммоний и метил-(3-хлорбу-

тен-2-ил)-анилин (³). Реакция представляется протекающей согласно схеме:



В соответствии с этим, как это видно из табл. 2, при реакции термического расщепления солей I и III, приводящей к образованию в реакционной смеси некоторого количества также и свободного третичного амина, наряду с первичными продуктами реакции расщепления этих солей получают также и значительные количества продуктов вторичной реакции, а именно реакции между исходной четвертичной солью аммония и образовавшимся третичным амином:



(R = —CH₂—CH=CCl—CH₃; —CH₂—C≡C—CH₃).

Среди азотсодержащих продуктов реакции термического расщепления солей III и IV установлены также и продукты реакции гидрохлорирования: метил-(бутен-2-ил)-(3-хлорбутен-2-ил)-амин в первом случае и диметил-(3-хлорбутен-2-ил)-амин в первом и во втором случае. Эта побочная реакция приводит к образованию соответствующего количества свободного амина, а следовательно в свою очередь создает условия для реакции переалкилирования.

Выводы. Получены ряды относительной легкости отщепления некоторых β,γ-непредельных радикалов при термическом и при воднощелочном расщеплении четвертичных аммониевых солей, содержащих эти радикалы. Установлено, что в полученных рядах радикалы располагаются в диаметрально противоположной последовательности. Установлено, что, при воднощелочном расщеплении аммониевой соли, легкость отщепления β,γ-непредельного радикала растет с увеличением отрицательного индукционного эффекта заместителя X в γ-положении названного радикала. Это находится в согласии с представлением, что

в данной реакции решающим фактором является способность δ водородного атома к протонизации. Показано, что при термическом расщеплении изученных аммониевых солей наблюдается обратная картина взаимосвязи между индукционным эффектом заместителя X в радикале и способностью этого радикала отщепляться, чем это имеет место при воднощелочном расщеплении. Это говорит в пользу механизма термического расщепления через отщепления радикала в виде карбоний-иона.

Институт органической химии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ ԵՎ Գ. Թ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ

Ջհադեցած ռադիկալ պարունակող ամոնիակային աղերի ճեղքումը

Ջհադեցած ռադիկալների պոկման համեմատական դյուրինության շարքի ի հայտ բերման նպատակով սինթեզված է եղել մի շարք չորրորդային ամոնիակային աղեր, որոնց մոլեկուլում միաժամանակ առկա են եղել պոկման ընդունակ երկու տարրեր Ջհադեցած ռադիկալներ և ենթարկված են եղել այդ աղերը ինչպես ջրահիմնային, այնպես էլ թերմիկ ճեղքման: Ստացված արդյունքները բերված են 1 և 2 աղյուսակներում:

Համաձայն թերմիկ ճեղքման ռեակցիայի արդյունքների (աղյուսակ 2), ուսումնասիրված Ջհադեցած ռադիկալները ըստ պոկման դյուրինության դասավորվում են [1] սխեմայում բերած հաջորդականությամբ: Տրամադորեն հակառակ հաջորդականությամբ է ստացվում ըստ ջրահիմնային ճեղքման արդյունքների: Այս փաստը վկայում է այն մասին, որ թերմիկ և ջրահիմնային ճեղքման ռեակցիաները ընթանում են տարբեր մեխանիզմներով:

Ջրահիմնային ճեղքման ռեակցիայում, ամենայն հավանականությամբ, որոշողը հանդիսանում է β , γ -Ջհադեցած ռադիկալի δ -դիրքում գտնվող ջրածնական ատոմի պրոտոնացման համեմատական դյուրինությունը (սխեմա IV): Այստեղից, այլ պայմանների հավասարության դեպքում ռադիկալի պոկման դյուրինությունը պետք է համեմատական լինի α -տեղակալիչի րացասական ինդուկցիոն էֆեկտին: Ինչ վերաբերում է բութին-2-ի և բութեն-2-ի ռադիկալների δ -H պրոտոնիզացիային, ապա շնորհիվ ացետիլենային լծի առկայության ատոմի րացասական ինդուկցիոն էֆեկտի վերակշռման բութին-2-ի ռադիկալում պետք է δ -H ազելի հեշտ ենթարկվի պրոտոնացման, քան բութեն-2-ի ռադիկալում:

Մեր ուսումնասիրած աղերի թերմիկ ճեղքման ժամանակ, ըստ ամենայնի, որոշողը հանդիսանում է ռադիկալի որպես կարբոնիում իոնի պոկման համեմատական դյուրինությունը: Այստեղից հետևում է, որ այդ ռեակցիայի ժամանակ պետք է տեղի ունենա հակառակ փոխադարձ կապ տեղակալիչ X-ի էֆեկտի ու ռադիկալի պոկման ընդունակության միջև քան այդ տեղի ունի ջրահիմնային ճեղքման ռեակցիայի ժամանակ:

Այսպիսով ուսումնասիրվող ռադիկալները ըստ իրենց որպես կարբոնիում իոնի պոկվելու ընդունակության պետք է ունենան վերեի բերված հաջորդականությունը (11), իսկ ըստ δ -H պրոտոնացման ընդունակության պետք է ունենան հակառակ հաջորդականությունը:

Ինչպես երևում է 1 և 2 աղյուսակներից, ստացած փորձական տվյալները միանգամայն համապատասխանում են այդ պահանջներին:

Նախկինում ցույց էր տրվել, որ ջրային հիմքի ազդեցության տակ 3-բրորբութեն-2-ի ռադիկալ պարունակող ամոնիակային աղերը ենթարկվում են դեհիդրոքլորացման—ճեղքման ռեակցիայի (1): Ինչպես երևում է 1 աղյուսակում բերած տվյալներից, ջրահիմնային ճեղքման ռեակցիայի պայմաններում I, IV և V աղերի մոտ 80% ենթարկվել է նշված տիպի ռեակցիայի:

Ինչպես հայտնի է չորրորդային ամոնիակային աղերի և երրորդային ամինների խառնուրդը տաքացնելիս տեղի է ունենում վերափոխիլացման ռեակցիա (3): Այդպես որինակ՝ դիմեթիլ-դի-(3-բրորբութեն-2-իլ)-ամոնիումի քլորիդի և դիմեթիլանիլինի խառնուրդը

130—140¹ տարադնելիս առաջանում են մեթիլ-(3-քլորրութեն-2-իլ)-անիլին և տրիմեթիլ-(3-քլորրութեն-2-իլ)-ամոնիում քլորիդ համաձայն V սխեմայի: Դրան համապատասխան, ինչպես այդ երևում է 2 աղյուսակից 1 և 111 աղերի թերմիկ ճեղքման ունակչիայի սլայմաններում, որի ընթացքում առաջանում է նաև ազատ էրոզդային ամին, գոյանում են հիմնական ունակչիայի պրոդուկտների հետ մեկտեղ, նաև երկրորդական ունակչիայի պրոդուկտներ համաձայն VI սխեմայի:

Թերմիկ ճեղքման ունակչիայի սլայմաններում քուլթին-2-իլ ազդիկալ սլարունակող աղերը ենթարկվում են ևս մեկ կոդմնակի ունակչիայի՝ այն է քուլթին-2-իլ ազդիկալի հիդրոքլորացման: Այդ կոդմնակի ունակչիան բնականաբար բերում է նոր քանակի ազա-ամինի առաջացման և հետևաբար իր հերթին սլայմաններ է ստեղծում վերաալկիլացման ունակչիայի համար:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Т. Бабаян, Н. Г. Вартанян, И. Я. Зурабов, ЖОХ, 25, 1610 (1955); А. Т. Бабаян, А. А. Григорян, Г. Т. Мартиросян, ЖОХ, 29, 386 (1959). ² А. Т. Бабаян, Г. Т. Мартиросян, ДАН АрмССР, т. XXX, № 5 (1960). ³ А. Т. Бабаян, Н. П. Гамбарян, Нина Гамбарян, ДАН АрмССР, т. XVII, № 2, 39 (1953).

Биохимия

Г. В. Камалин и А. А. Аюбян

Действие некоторых аминов на процесс свертывания крови

Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятыном 10 VII 1960

Многочисленными данными нашей лаборатории показано активное участие коламина и его ряда производных в биохимических и физиологических процессах организма. Доказана также эффективность коламина при лечении функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных (^{1,2}).

С другой стороны, известно участие кефалина в свертывании крови, составной частью которого является коламин (³).

Исходя из вышесказанного, мы задались целью изучить влияние коламина и его некоторых производных на процесс свертывания крови. С этой целью брались коламин, диэтаноламин, триэтаноламин и холин.

Для сравнения в опытах был включен викасол (замещающее витамин „K“).

Исследования проводили на пяти собаках. Подопытные собаки содержались на смешанном пищевом режиме.

Наблюдения проводились через день, всегда в одно и то же время дня.

Показателями свертывания крови являлись: скорость свертывания крови, число эритроцитов, тромбоцитов, протромбиновый коэффициент и количество кальция в крови в мг/100-ах.

Кровь для исследования брали из яремной вены до и после введения препарата через 15, 30 и 60 минут. Амины вводились подкожно в виде их гидрохлоридов. Испытывали коламин в количествах 10, 30, 50, 100, 150 мг на общий вес собаки, а остальные амины в эквимолекулярных количествах с дозами 100 и 150 мг коламина. Холин, будучи биологически сильно действующим веществом, брался в количестве 5 мг.

Вначале опыты проводились с коламином на трех собаках, а в дальнейшем на двух собаках с коламином и остальными аминами. Скорость свертывания крови определялась по Массе-Магро, количество эритроцитов и тромбоцитов по методике, разработанной Н. С. Джа-

метода (1) — определение протромбинового коэффициента крови — даны по методу Кавал Демона, а определение кальция в крови — Де Вальфа.

Результаты исследований по коламину (100 мг на 1 кг веса) проведение на собаке Чадик, изображены в табл. 1.

Показатели	Известные колламина	Под действием коламина (100 мг на 1 кг веса)		
		15'	30'	60'
Свертывание крови	2'13"	1'19"	1'21"	1'25"
Количество эритроцитов	650000	710000	730000	740000
Количество тромбоцитов	77000	98000	77000	79000
Протромбиновый коэффициент	96	125	137	137
Кальций в крови в мг/100 мл	12.5	13.2	13.2	13.2

Результаты этих опытов показали, что коламин закономерно ускоряет процесс свертывания крови у собак. Особый интерес представляет тот факт, что дозы коламина, рекомендованные в ветеринарной практике, при лечении функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта (1,2) являются весьма активными и для ускорения процесса свертывания крови (0,5—5,1 мг на 1 кг живого веса). Подобная закономерность получена и при остальных дозах.

Аналогичные данные получены и на собаке Бобик и Серая.

Все испытанные дозы коламина в количествах 10—150 мг на собаку ускоряют свертывание крови, увеличивают количество эритроцитов, тромбоцитов и кальция в крови, повышается протромбиновый коэффициент.

Убедившись в стимулирующем влиянии коламина на процесс свертывания крови, мы нашли интересным сравнительное изучение действия коламина и его некоторых производных — триэтанолamina, триэтанолamina и холина на свертывание крови. Все эти амины вводились подкожно.

Опыты второй серии ставились на собаках Фокс и Дружок. Как видно из данных, приведенных в таблицах (2, 3), под действием коламина от 10—150 мг у собак сокращается время свертывания крови, увеличивается количество эритроцитов, тромбоцитов и кальция крови, повышается также протромбиновый коэффициент. Почти аналогичное действие оказывают остальные амины, за исключением триэтанолamina, который несколько уменьшает количество эритроцитов.

Установлено также, что викасол по своему характеру в своем действии в общем аналогичен изученным нами аминам. Единственная разница заключается в том, что под действием викасола количество эритроцитов несколько уменьшается. Установлено также, что при совместном введении коламина и викасола количество эритроцитов сначала увеличивается, а затем (через 30, 60 минут) падает.

Изменение некоторых показателей крови под действием различных аминов и викасола (средние значения)
Собака Дружок

Исследуемые вещества		Свертывание крови				количество эритроцитов в млн.				количество тромбоцитов в млн.				протромбиновый коэффициент				количество лейкоцитов в мм ³ крови			
		до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"	до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"	до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"	до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"	до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"
Коламин	100 мг	2'41"	2'5"	1'36"	1'13"	5,82	6,08	6,11	6,33	36	46	53	55	92	119	163	150	11,3	12,2	12,2	12,3
	150 мг	2'40"	1'46"	1'13"	1'21"	5,48	6,54	6,53	6,61	28	48	50	31	92	157	176	176	11,2	12,0	12,2	12,4
Диметиламин	86 мг	2'31"	1'23"	1'33"	2'13"	6,91	6,00	6,00	6,12	32	37	37	34	92	168	168	176	10,8	12,6	12,3	11,2
	172 мг	4'39"	1'55"	1'33"	1'47"	6,05	6,21	6,29	6,48	35	39	48	57	92	149	149	150	11,2	11,8	11,7	11,8
Триэтиламин	125 мг	2'42"	1'51"	1'21"	1'14"	6,69	5,58	5,83	5,41	32	56	62	51	92	142	142	142	10,9	11,4	11,1	12,6
	250 мг	2'38"	1'42"	1'16"	1'25"	5,93	5,71	5,84	5,71	27	49	57	53	92	148	148	150	11,8	11,7	11,7	12,4
Холинхлорид	5 мг	2'16"	2'9"	1'41"	1'17"	5,76	6,13	6,33	6,26	27	46	61	41	92	126	134	134	11,4	12,2	12,2	11,8
Викасол 0,3%	5 мл	2'34"	1'41"	1'30"	1'21"	6,15	5,46	5,41	5,26	32	45	39	52	91	121	121	121	11,0	11,8	12,2	11,6
Викасол 0,3% + коламин	5 мл 100 мг	2'47"	1'49"	1'31"	1'40"	5,92	6,26	5,57	5,61	33	78	73	63	102	111	152	163	10,1	12,8	12,4	12,4

Изменение некоторых показателей крови под действием различных аминов и викасола (средние данные)

Собака Фокс

Исследуемые вещества		Свертывание крови				количество эритроцитов в млн.				количество тромбоцитов в млн.				протромбиновый коэффициент				количество азота в мм ³ , %			
		до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"	до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"	до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"	до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"	до	чер. 15"	чер. 30"	чер. 60"
Коламин	100 мг	2'45"	1'48"	1'25"	48"	5,81	6,36	6,39	6,55	33	66	65	84	100	130	153	176	11,2	11,6	12,2	12,4
	150 мг	2'32"	1'49"	1'38"	1'31"	5,84	6,22	6,37	6,48	29	57	52	61	100	130	153	154	11,2	12,3	12,4	12,4
Дизитаноламин	86 мг	2'42"	1'53"	1'18"	1'41"	6,38	6,51	6,41	6,05	36	33	37	41	100	161	188	158	11,2	12,1	12,1	12,2
	172 мг	2'46"	1'41"	1'25"	1'24"	5,98	6,06	6,61	6,17	32	46	47	52	100	110	161	188	11,2	12,2	12,4	12,2
Триэтанолламин	125 мг	2'31"	1'22"	1'21"	1'26"	6,23	6,14	6,17	6,16	33	41	46	48	100	126	149	155	11,2	11,7	12,2	12,2
	250 мг	2'47"	2'3"	1'26"	2'9"	6,30	5,81	5,27	5,22	33	38	62	47	100	170	170	160	11,2	11,7	12,3	12,3
Ходиндоргид	5 мг	2'41"	1'28"	1'17"	2'11"	6,01	5,87	5,86	5,69	24	43	47	48	100	130	142	142	11,2	11,4	12,0	12,0
Викасол 0,3%	5 мл	3'32"	1'54"	1'46"	1'12"	5,36	5,03	5,18	4,72	5	35	45	38	100	123	123	123	11,2	12,2	12,4	12,4
Викасол 0,3% + + коламин	5 мл 100 мг	2'29"	1'28"	1'1"	1'16"	5,64	6,52	5,32	5,28	31	73	68	66	100	153	161	196	11,4	11,4	12,1	12,2

В третьей серии опытов нас интересовал вопрос, принимают ли участие импульсы, идущие от коры головного мозга, в процессе действия аминов на свертывание крови? Это было интересно потому, что, как известно из работ нашей лаборатории, во влиянии коламина на ряд биохимических и физиологических процессов определенную роль играют импульсы коры головного мозга.

Для изучения участия центральной нервной системы в действии коламина были поставлены опыты с выработкой условных рефлексов при безусловном раздражителе коламина. В качестве тестов были взяты — время свертывания крови и протромбиновый коэффициент.

Результаты исследований показали, что коламин заметно ускоряет процесс свертывания и повышает протромбиновый коэффициент. Физиологический раствор, введенный собакам как безусловный раздражитель, после 5-7-кратной дачи оказывает в первые 3 дня действие аналогично коламину. У одной собаки действие физиологического раствора замедлилось и прекратилось на 5-й день, а у другой собаки на 7-й день. Это свидетельствует о внутреннем торможении.

Таким образом установлено участие импульсов, идущих от коры головного мозга, в осуществлении влияния коламина на процесс свертывания крови.

Основываясь на полученных данных, мы считаем возможным прийти к следующим выводам:

1) Моно-ди и триэтианоламин в испытанных нами количествах введенные подкожно в виде гидрохлоридов заметно ускоряют процесс свертывания крови собак.

2) Под их действием повышается протромбиновый коэффициент, увеличивается количество эритроцитов, тромбоцитов и кальция крови.

3) Действие аминов аналогично влиянию викасола как на скорость свертывания крови, так и на изученные нами показатели. Единственной разницей является то, что под действием викасола и триэтианоламина количество эритроцитов несколько уменьшается.

4) В осуществлении действия коламина, возможно и его производных, принимают участие импульсы, идущие от коры головного мозга.

Ереванский ветеринарный институт

Գ. Ս. ԶՅՄՍԼՅԱՆ ԵՎ Զ. Ս. ՇՈՎՈՐՅԱՆ

Արհամիտ ամբիոնների ազդեցությունն արյան մակադիման վրա

Այս բնագրությունը շատ աշխատություններ շուրջ են ազդել հոգամիտի և նրա անոթային համակարգի մասնակցությունը արգանդի զարգացման և ֆեթոպլոցենտիոնի շրջանակում և նաև հոգամիտի բուժիչ ազդեցությունը գյուղատնտեսական կենդանիների աշխատանքային արակաթի ֆունկցիոնալ խանգարումների մեղմանը: Այսին հոգիով հայտնի է կենդանիների մասնակցությունը արյան մակադիման մեջ, որի բուժման մասը հանդիսանում է հոգամիտը:

հիշելով վերահիշատակ մեր առաջ խնդիր պահելու ուսումնասիրել կոլումբինի և մի քանի ածանցյալների Վիլիսանայումին, որի էթանոգումին և խոլին) ազդեցությունը որպես մակարդման վրա: Համեմատաբար համար վերջերի ենք նաև գիկաուդ պրե-բուր (որը գնդարկում է գիումին Վ. Բ. Բ.)

Փորձերը պրեյ ենք նիկո շան վրա: Ուսումնասիրել ենք, որպես մակարդման գոյությունը, էթնո-գիումինի և արածրոգիումների բանակը պրատորմինի Գրումինի կուլցիումի բանակը: Ուսումնասիրում ենք, որպես վերջերի ենք բնակարկից, մարնպարատի ներարկումը և պրեպարատը ներարկելուց 10, 30 և 80 րոպեից հետո:

Հետազոտել ենք կոլումբինի զոգաները 10, 30, 80, 100, 150 մգ: Մյուս ածրոգիումի ենք կոլումբինի 100 — 180 մգ զոգային, ամապարատում էկզիմոգիումից բա-կոլումբինի: Քոլինը որպես բիո-գիումիում ուսումնասիրում ենք 3 մգ բա-կոլումբինի:

Հիմնվելով առաջին արդյունքների վրա կարելի է նաեղել նաև, որպես կոլումբինի

1. Մանուշի և արի էթանոգումինները նկատելի էրպիով առաջացնում են առ-մակարդման պրոպիումը չեղելի մոտ:

2. Ներանդ ազդեցության առի բարձրանում է պրատորմինային զոգանակիցը, ա-լանում է էթնոպրոպիումների, արածրոգիումների և կուլցիումի բանակն որպես մեզ:

3. Մեր կոլումբինի ուսումնասիրված ածրոգիումները համարյա նույն ազդեցությունն ու-րնպես գիկաուդը, որպես մակարդման արադումբյան և մեր ուսումնասիրած մյուս զ-ցանիչների նկատմամբ: Միակ աարբերությունը կոլումբինի և նրանում, որ գիկաուդ-արի էթանոգումինի ազդեցության առի պահանջում է էթնոպրոպիումների բանակը:

4. կոլումբինի և նախնաբար նրա ածանցյալների ազդեցության մեջ որպես-նշանակություն ունեն ուղեղի կեղևից եկող իմպուլսները:

ЛИТЕРАТУРА — ЦИТИРОВАННОЕ.

1. Г. В. Камалин, Известия АН АрмССР (серия биологическая), том I, вып. 6 (1951). 2. Г. В. Камалин, А. А. Минацакян, ДАН АрмССР, том XV, № (1952). 3. Г. В. Камалин, Г. В. Барсегян, Биохимия, том XXII, вып. 6, 1957. 4. Г. В. Камалин, А. А. Минацакян, С. М. Аракян, С. К. Хачатрян, Труды Ереванского зоопетинститута, вып. XVII, 1954. 5. Н. С. Ткачаков, Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, том XXXIII, вып. 1.

А. Ш. Галстян

Об активности карбогидраз в почве

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. С. Давтяном 19/1 1961)

Исследованиями нашей лаборатории было установлено, что для оценки общей биологической активности почв необходимо определять действие различных групп ферментов (¹). Отсюда, естественно, возникает вопрос: в какой же взаимосвязи находятся отдельные ферменты почвы, входящие в одну группу? До сих пор в специальной литературе этот вопрос почти не освещался. Между тем, выяснение его будет способствовать более правильной оценке биологической активности различных типов почв.

Одной из групп ферментов, играющих важную роль в биологии почвы, являются карбогидразы, определение активности которых представляет несомненный интерес для познания интенсивности биохимических процессов. Следует отметить, что из ферментов почвы карбогидразы изучены сравнительно хорошо (²⁻⁷ и другие). Были обстоятельно выяснены вопросы происхождения, накопления, адсорбции, инактивации, разложения отдельных карбогидраз в почве. Однако в литературе не затрагивалась взаимосвязь между отдельными карбогидразами.

В настоящем сообщении рассматривается взаимосвязь между активностью инвертазы, амилазы и β -глюкозидазы в почве. Исследование проводилось на почвах Армении и различных районов Советского Союза. Образцы почвы очищались от корней, высушивались при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния, просеивались через сито с отверстиями в 1 мм и сразу поступали в анализ. Для определения активности карбогидраз при определенном pH в почву добавлялись соответствующие субстраты и после инкубации в термостате редуцирующие сахара определялись по Бертрану.

Определение карбогидраз в различных типах почв показало, что между активностью инвертазы, амилазы и β -глюкозидазы в одной и той же почве существует прямая зависимость. Одновременно активность карбогидраз находится в коррелятивной связи с содержанием гумуса в почве (табл. 1).

Сравнительно высокая активность карбогидраз обнаруживается в черноземе, затем в каштановой почве; в бурых почвах их активность низкая. В содовых солончаках активность карбогидраз не обнаружи-

вается. Отсутствие активности карбогидраз в солончаках обусловлено высоким содержанием солей и щелочностью реакций среды ($pH=9-11$). Оптимальный pH действия карбогидраз лежит в слабокислом ин-

Таблица 1

Активность карбогидраз в почвах Армении

Почва и пункт взятия образца	Гумус по Тюрину, %	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы за сутки	β -глюкозидаза, мг глюкозы на 1 г почвы за сутки	Амилаза, мг мальтозы на 1 г почвы за сутки
Черно см, Уч-тапалар, Горис	5,93	27,0	7,4	2,4
Каштановая, Тех, Горис	2,26	13,2	2,9	1,2
Бурая, Эчмиадзин	1,68	11,8	1,3	0,8
Солончак, Кур-Араз, Октемберян	0,44	0	0	0

тервале, поэтому продуцированные почвенными организмами ферменты в условиях высокого засоления быстро инактивируются.

Таблица 2

Активность карбогидраз в почвах некоторых областей СССР

Почва и пункт взятия образца	Гумус по Тюрину, %	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы за сутки	β -глюкозидаза, мг глюкозы на 1 г почвы за сутки	Амилаза, мг мальтозы на 1 г почвы за сутки
Серозем, Пахта-Арал	1,24	1,7	0,3	0,2
Краснозем, Батуми	2,04	4,2	1,6	1,5
Чернозем, Н. Украинка	6,22	26,0	6,9	6,0
Дерново-подзолистая, Свердловск	5,68	13,8	3,9	4,2
Солончак, Нахичевань	0,63	0	0	0
Каштановая, Сталинград	2,09	8,7	1,2	0,8
Тундровая, подзолистая, Беломорск	4,16	7,4	1,5	1,2

Изучение активности карбогидраз в некоторых типах почв Советского Союза* также показало, что между активностью инвертазы

* Образцы почв из различных районов Советского Союза (летом 1959) любезно были предоставлены кафедрой агрохимии почвоведения Ереванского госуниверситета, за что приносим благодарность.

амилазы и β -глюкозидазы есть прямая связь (табл. 2). Высокая активность карбогидраз обнаруживается в черноземах и подзолистых почвах, а в сероземах и красноземах их активность низкая.

Активность карбогидраз по профилю почвы падает (табл. 3). Самая высокая активность ферментов обнаруживается в верхнем горизонте, т. е. в зоне наибольшего количества микроорганизмов и распространения корней. С глубиной активность ферментов снижается и в глубоких горизонтах их действие не обнаруживается.

Как известно, активность ферментов в почве имеет сезонный

Таблица 3

Активность карбогидраз по профилю почвы
(чернозем, целинный, Запгезур)

Горизонты в см	Гумус по Тюрину, %	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы за сутки	β -глюкози- даза, мг глюкозы на 1 г почвы за сутки	Амилаза, мг мальтозы на 1 г почвы за сутки
0—20	6.07	44.6	12.3	4.2
20—50	3.55	15.8	2.6	1.8
50—72	1.72	6.5	0.8	0.3
72—136	0.57	1.1	0.0	0.0

характер. Опыты показали, что в течение года изменение активности почвенных карбогидраз происходит параллельно (табл. 4). Из приведенных данных видно, что в мае активность инвертазы, амилазы и β -глюкозидазы в почве повышается, а затем снижается.

Наши исследования показали, что в почвах различных угодий активность карбогидраз неодинакова. Самая высокая активность карбогид-

Таблица 4

Изменение активности карбогидраз в почве в течение года

Месяцы	Февраль	Май	Июль	Октябрь
Ферменты				
Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы за сутки	10.4	12.1	11.1	9.2
β -глюкозидаза, мг глю- козы на 1 г почвы за сутки	1.6	2.3	1.6	1.7
Амилаза, мг мальтозы на 1 г почвы за сутки	0.8	1.3	0.8	0.9

раз обнаруживается под многолетними и однолетними травами. Нами также было установлено, что изменение активности карбогидраз в почве при ее окультуривании происходит параллельно (⁷).

Таким образом, проведенные исследования показали, что между активностью инвертазы, амилазы и β -глюкозидазы в почве существует коррелятивная связь. Следовательно, при оценке биологической

активности различных типов почв из карбогидраз можно определять активность одного фермента. Учитывая доступность метода и четкость полученных данных, целесообразно определять активность инвертазы.

Лаборатория агрохимии
Академии наук Армянской ССР

Ս. Շ. ԳՍԼՍՏՅԱՆ

Հողի կարբոնիդրազների ակտիվության մասին

Մեր լաբորատորիայի հետազոտություններից պարզվել է, որ տարբեր հողատիպերի ընդհանուր բիոլոգիական ակտիվությունը գնահատելու համար անհրաժեշտ է որոշել մի քանի խումբ ֆերմենտների՝ կարբոնիդրազների, ամիլազների և օքսիդազների ակտիվությունը: Այստեղից, ընտանաբար հարց է ծագում, ի՞նչպիսի կապ գոյություն ունի տվյալ խմբի մեջ մտնող առանձին ֆերմենտների ակտիվության միջև:

Հողի ֆերմենտներից՝ կարբոնիդրազները համեմատաբար լավ են ուսումնասիրված: Սակայն այդ հետազոտություններում համարյա չի մեկնաբանվել ինվերտազայի, ամիլազայի և β -գլյուկոզիդազայի միջև գոյություն ունեցող կապը: Մինչդեռ այս հարցի պարզաբանումը կարևոր նշանակություն ունի ֆերմանտային ռեակցիաների միջոցով հողերի բիոլոգիական ակտիվությունը որոշելիս:

Ուսումնասիրության մեջ պարզաբանվում է հողի կարբոնիդրազների միջև եղած կապը: Կարբոնիդրազներից ուսումնասիրվել է ինվերտազայի, ամիլազայի և β -գլյուկոզիդազայի ակտիվությունը: Պարզվել է, որ հողի կարբոնիդրազների ակտիվության միջև գոյություն ունի կոռելյատիվ կապ: Կարբոնիդրազների ամենաբարձր ակտիվությունը հայտնաբերվում է սևահողերում, այնուհետև շագանակագույն հողերում և պոդզոլներում, իսկ մնացած հողատիպերում (մշակվող հողեր) նրանց ակտիվությունը համեմատաբար ցածր է: Ազոտային հողերում կարբոնիդրազների ակտիվությունը չի հայտնաբերվում: Վերջինս պայմանավորված է այդ հողերում պարունակած ազոտի մեծ քանակությամբ և միջավայրի բարձր հիմնայնությամբ ($\text{pH}=9-11$), որը բավականին հեռու է կարբոնիդրազների գործունեության օպտիմալից (թույլ թթվային):

Հողի կարբոնիդրազների ակտիվությունը և հումուսի պարունակությունը դառնում են ուղիղ կապի մեջ: Կարբոնիդրազների ակտիվությունը հողի սյրոֆիլի խորությունում է: Տարբեր գյուղատնտեսական կուլտուրաների տակ կարբոնիդրազների ակտիվությունը միևնույնը չէ: Ֆերմենտների ամենաբարձր ակտիվությունը հայտնաբերվում է միամյա և բազմամյա խոտերի տակ, իսկ մնացած կուլտուրաների դեպքում կարբոնիդրազները ունեն համեմատաբար ցածր ակտիվություն: Հողի մեջ կարբոնիդրազների ակտիվության համակցված փոփոխությունն նկատվում է նաև տարվա տարբեր եղանակներին:

Այսպիսով բերված փաստերը ցույց են տալիս, որ հողի կարբոնիդրազների ակտիվության միջև գոյություն ունի ուղղակի կապ: Հետևաբար, տարբեր հողատիպերի ընդհանուր բիոլոգիական ակտիվությունը գնահատելիս՝ կարբոնիդրազներից կարելի է որոշել միայն մեկ ֆերմենտ: Բոլոր դեպքերում, թե՛ մեթոդի մատչելիության և թե՛ ստացված արդյունքների հստակության տեսակետից, կարբոնիդրազներից կարելի է որոշել ինվերտազայի ակտիվությունը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Ш. Галстян, ДАН СССР, т. 127, № 5 (1959). ² И. Киш и И. Балинт, Известия АН СССР (серия биологическая), № 2, (1959). ³ Я. Дробник и Я. Сайфарт, Folia biol. т. I, № 1, 1955. ⁴ В. Ф. Купревич, ДАН СССР, т. 77, № 5 (1951). ⁵ Ed. Hofmann и A. Seegerer, Biochemische Zeitschrift, 322, 1951. ⁶ Ed. Hofmann и G. Hofmann, Biochemische Zeitschrift, 324, 1953. ⁷ А. Ш. Галстян, Третье Закавказское совещание по агрохимии, 1960.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

С. М. Григорян

Новые подвиды нуммулитов из верхнеэоценовых
 отложений Армении

(Представлено чл.-корресп. АН Армянской ССР А. А. Габриеляном 20/1 1961)

В процессе определения и описания нуммулитовой фауны, собранной нами в 1956—59 гг. из палеогеновых отложений Армении, среди верхнеэоценовых форм в горизонте с *N. fabianii* (выделенный А. А. Габриеляном ⁽¹⁾) оказались два новых подвида: *Nummulites vascus initialis* и *N. fabianii rettatus*. Из них первый определяется и описывается впервые, а второй до нашего исследования А. А. Габриеляном ⁽¹⁾ был определен как *N. fabianii* Prever.

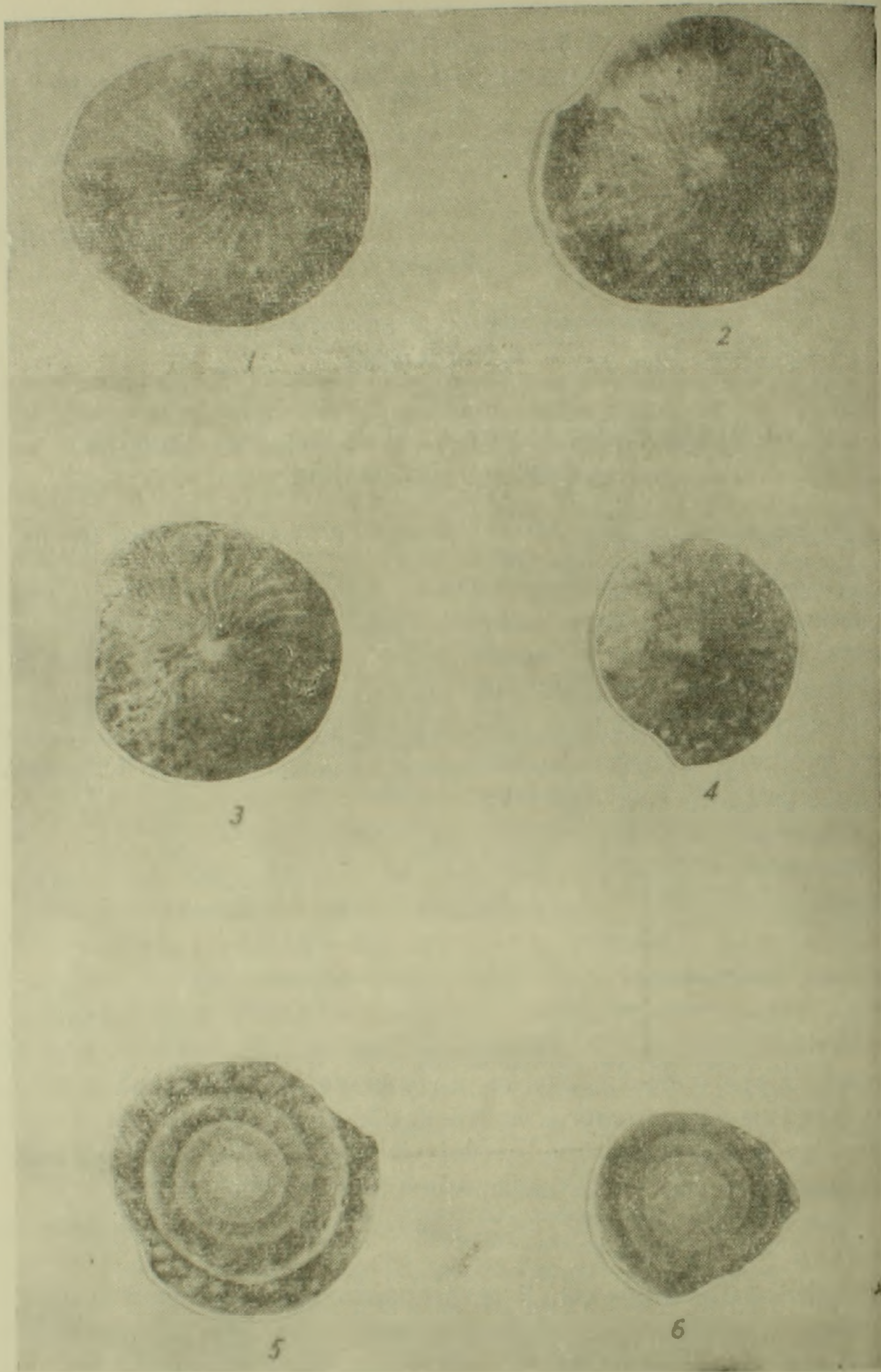
Ниже дается описание этих двух подвигов.

Nummulites vascus initialis. Голотип хранится в Лаборатории микрофауны Института геологических наук АН Армянской ССР.

Диагноз: раковина дискоидальной формы с радиальными следами септ. Спиральная пластинка сравнительно толстая. Септы изогнутые, тонкие. Камеры развиты в высоту больше, чем в длину.

Мегасферическая генерация (А). (фиг. 1. 4, 6). Внешние признаки. Раковина почти плоская, слегка и равномерно утолщена в средней части. Край раковины слегка заостренный, почти округлый. В центре имеется утолщение белого цвета, от которого отходят радиальные тонкие следы септ, слегка изгибающиеся у края раковины. У некоторых форм септы в средней части или у самого центра раковины разветвляются.

Внутреннее строение. В экваториальном сечении видна правильная спираль, шаг которой слабо возрастает по мере раскручивания. Спиральная пластинка толстая, толщина ее в начальных оборотах достигает $1/2—1/3$, а в последних $1/4$ высоты спирального канала. Септы тонкие, слегка утолщенные у основания, изогнутые в средней части, распределены в спиральном канале равномерно. Камеры четырехугольные, слегка изогнутые. В начальных оборотах они почти изометрические, а в последних высота больше длины в 1,5 раза. Мегасфера маленькая, диаметром 0,1 мм.



Фиг. 1. 1—3 *Nammulites vasculus initialis* (B). (Вид поверхности. Ехегнадзорский р-н, с. Агапндзор. Верхний эоцен, горизонт с *N. fabianii*; 4—*N. vasculus initialis* (A) (Вид поверхности с и. Там же); 5—*N. vasculus initialis* (B) (Экваториальный разрез. Там же); 6—*N. vasculus initialis* (A) (Экваториальный разрез. Там же). 1—6—8 X.

В осевом сечении форма раковины напоминает уплющенный эллипс. Боковые стенки оборотов соединяются под острым углом. В центре имеется центральный столбик белого цвета треугольной формы.

Размеры: диаметр 2,5—3 мм, толщина 1—1,2 мм, отношение $\frac{Д}{Т} = 2,2; 2,5$. На радиус 1,5 мм приходятся 4 оборота. Число септ в 1/4 оборота:

для первого оборота	5
„ второго „	6
„ третьего „	7
„ четвертого „	9

Микросферическая генерация (В) (фиг. 1, 1—3,5). Внешние признаки. Раковина почти плоская, слабо и равномерно утолщена в средней части, наблюдается относительно резкий переход от слабо выпуклой центральной части к плоской периферии, что сопровождается легким искривлением наружного края. В центре раковины имеется утолщение белого цвета. У некоторых форм утолщение наблюдается только с одной стороны раковины. Следы септ радиальные, очень тонкие, слабо заметны на поверхности. Они радиально отходят от центра, слегка скручиваются в центральной части и у края изгибаются S-образно.

Внутреннее строение. Спираль правильная, шаг которой возрастает по мере раскручивания. Септы тонкие, слегка утолщенные у основания, изогнутые наклонные. Спиральная пластинка толстая, утолщается по мере раскручивания. Верхний задний угол острый. Камеры изогнутые, высокие. В начальных оборотах разница между высотой и длиной небольшая, а в последних высота в 1,5 раза больше длины.

В осевом сечении раковина эллипсоидная. Боковые стенки оборотов соединяются под острым углом. Хорошо виден центральный столбик.

Размеры: диаметр 5—6 мм, толщина 1—1,5 мм, отношение $\frac{Д}{Т} = 3; 4; 5$.

На радиус 2,5 мм приходятся 5 оборотов. Число септ в 1/4 оборота:

для второго оборота	6
„ третьего „	7
„ четвертого „	8
„ пятого „	9

Сходство и различия. Описываемая форма по своим плоским раковинам, тонкими следами септ, изогнутыми сепгами, толстой спиральной пластинкой, почти одинаковым количеством септ в 1/4 оборота (фиг. 1) очень близка к типичным *N. vascus*, описанным Ф. Лягарпом из олигоценовых отложений Ю. Франции.

Наименование вида	Размеры		Кол. оборо- тов на ра- диус 2,5 м.м	Число септ в 1/4 оборота			
	Д	Т		3	4	5	6
<i>N. vascus</i> (B) (из Швейцарии)	4—7	1—1,2	6—7	6	7—8	9—10	11
<i>N. vascus</i> (B) (из Армении)	4—7	1—1,5	6—7	6	7	9	11
<i>N. vascus initialis</i> (B) (из Армении)	5—6	1—1,5	5	7	8	9	—

От типичных *N. vascus* описываемая форма отличается присутствием центрального белого утолщения и меньшим количеством оборотов на один и тот же радиус.

Присутствием центрального утолщения напоминает *N. chavannesi*, от которого, однако, отличается нечетко выраженным бугорком, более плоской формой, большим количеством септ в 1/4 оборота (в пятом обороте у *N. chavannesi* приходится 6 септ), толстой спиральной пластинкой, наклонными септами (у *N. chavannesi* септы почти перпендикулярные у основания и наклонные только в верхней части).

Имеет сходство с *N. incrassatus* (описанным впервые Теллини под названием *N. Rosai*, Ф. Лягарпом *N. vascus* var. *incrassata*), от которого отличается уплощенной раковиной (толщина у *N. incrassatus* 3,5 мм), большим количеством септ в 1/4 оборота (у *N. incrassatus* в пятом обороте 7), более высокими камерами.

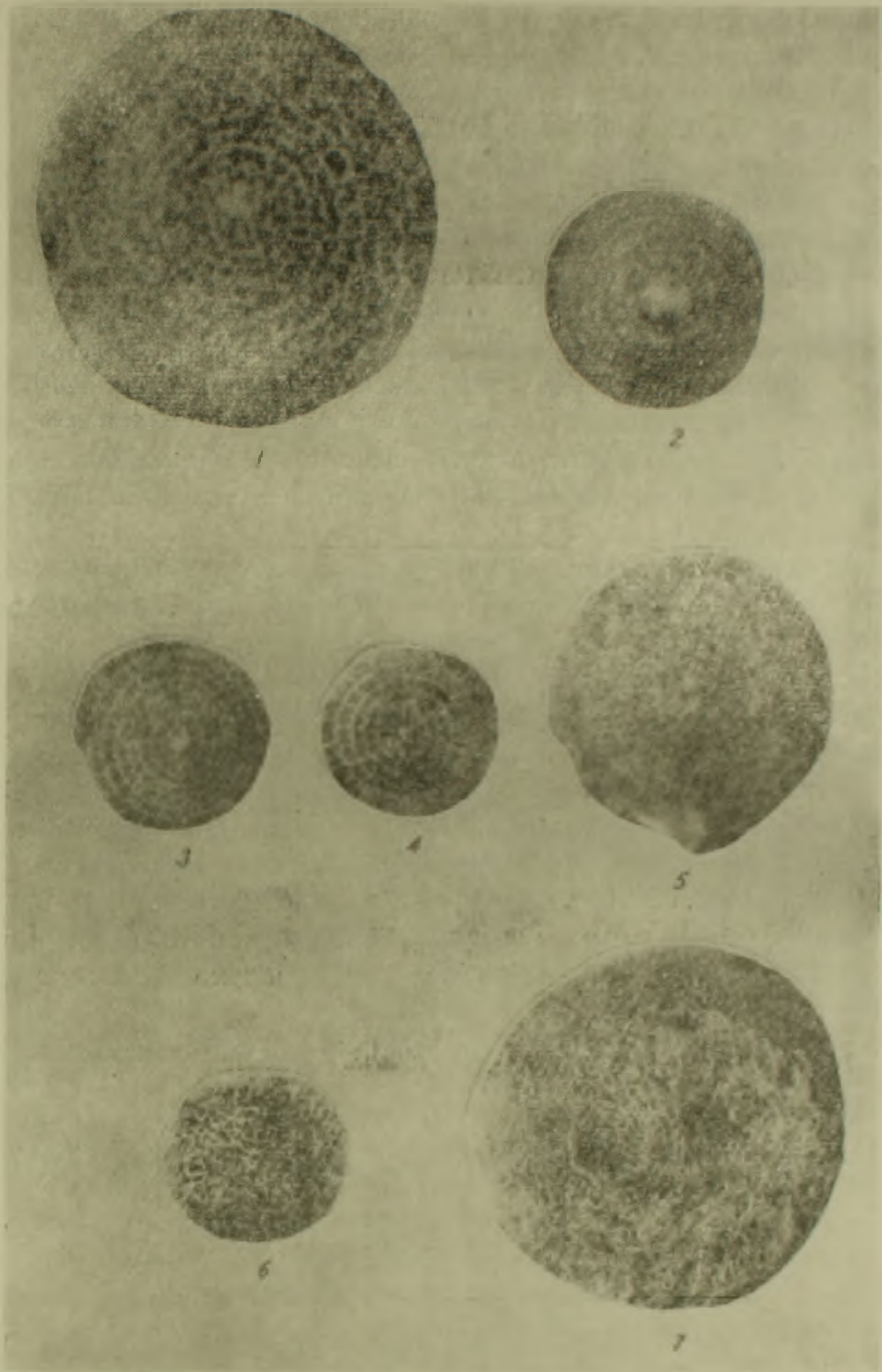
Имеет также сходство с *N. atacicus*, от которого отличается плоской формой (толщина у *N. atacicus* 1,8—2 мм), присутствием центрального утолщения, тонкой спиральной пластинкой (толщина спиральной пластинки у *N. atacicus* достигает 1/2 высоты спирального канала), гораздо высокими камерами (камеры у *N. atacicus* почти изометрические).

Таким образом, описываемая форма со своими признаками больше приближается к *N. vascus*, но присутствие белого пятна в центре раковины и меньшее количество оборотов на один и тот же радиус не дает возможность настоящую форму полностью отнести к *N. vascus*.

Узкое вертикальное распространение этой формы (слои с описываемой формой залегают стратиграфически ниже пород с *N. vascus* *N. intermedius*, и над слоями с *N. fabianii*) дает нам основание настоящую форму выделять как новый подвиd *N. vascus* и описывать под названием *N. vascus initialis* (от слова начальный). По всей вероятности *N. vascus initialis* происходит из *N. incrassatus* и филогенетически дает начало *N. vascus*.

Геологический возраст. Встречается в верхних слоях верхнего эоцена, в песчаниках и песчанистых глинах горизонта с *N. fabianii* вместе с *N. fabianii retiatus*, *N. bouillei*, *N. incrassatus*.

Местонахождение. Армянская ССР, Вединский р-он (сс. Шагаплу, Биралу), Ехегнадзорский р-он (с. Агавнадзор) в песчаниках и песчанистых глинах верхних слоев верхнего эоцена.



Фиг. 2. 1—*Nummulites fabianii* Prever (B) (Внешний вид. Вединский р-н с. Чиманкенд. Верхний эоцен); 2—*N. fabianii* Prever (A) (Внешний вид. Там же); 3—4—*N. fabianii retiatus* (A) (Внешний вид. Вединский р-н с. Шагаплу. Верхний эоцен, горизонт с *N. fabianii*); 5—*N. fabianii retiatus* (B) (Внешний вид. Там же); 6—*N. intermedius* d'Arch. (A) (Внешний вид. Шаумянский р-н с. Шорагбюр. Олигоцен); 7—*N. intermedius* d'Arch. (B) (Внешний вид. Шаумянский р-н с. Шорагбюр. Олигоцен). 1—7—8 X.

Nummulites fabianii retiatatus. 1959. N. retiatatus Roveda. Nummulites retiatatus nouvelle espèce de nummulite réticulée des Abruzzes (Italie). Rev. Micropaleont. N 4, pp. 261—207, pl. 1.

Диагноз: раковина чечевицеобразная с сетчатыми следами септ и многочисленными спирально расположенными гранулами. Спиральная пластинка толстая. Септы прямые и тонкие. Камеры развиты в длину больше, чем в высоту.

Мегасферическая генерация (А). (Фиг 2, 3, 4). *Внешние признаки.* Раковина более или менее плоская, почти чечевицеобразная. Край заостренный, у некоторых форм притупленный. В центре бугорок. Поверхность покрыта сетью, состоящей из квадратных спирально расположенных петель. Косвенная спиральная полоса четко выражена на поверхности, имеет столько оборотов, сколько у самого нуммулита. На поверхности видны известковые утолщения, расположенные спирально в точках пересечения следов септ и косвенной спиральной полосы.

Внутреннее строение. В экваториальном сечении видна правильная, медленно раскручивающаяся спираль, шаг которой возрастает по мере раскручивания только в последних двух оборотах. Спиральная пластинка толстая, почти одинаковой толщины. Толщина ее достигает $1/2$ — $1/3$ высоты спирального канала. Септы тонкие, слегка утолщенные у основания, прямые, почти перпендикулярные, распределены в спиральном канале почти равномерно. Камеры квадратные, изометрические в начальных оборотах, а в последних длина больше высоты. Мегасфера состоит из двух частей. Первая камера округлая, вторая полукруглая, слегка маленькая. Величина достигает 0,2—0,3 мм.

В осевом сечении раковина эллипсовидная, почти плоская. Боковые стенки оборотов соединяются под довольно острым углом. Столбики гранул довольно четко выражены.

Размеры: диаметр 2—5 мм, толщина 1—1,5 мм, отношение $\frac{D}{T} = 2; 2,5$.

На радиус 2,5 мм приходятся пять оборотов. Число септ в $1/4$ оборота:

для первого оборота	3
„ второго	4—5
„ третьего	6
„ четвертого	6—7
„ пятого	7—8

Микросферическая генерация (В) (фиг. 2, 5). *Внешние признаки.* Раковина более или менее плоская. Край притупленный, в центре имеется утолщение белого цвета. Поверхность покрыта сетью многоугольных удлиненных и неправильно распределенных петель. Гранулы плохо заметны на поверхности. Косвенная спиральная полоса плохо заметна на поверхности. У некоторых форм совершенно отсутствует.

Внутреннее строение. В экваториальном сечении спираль правильная, раскручивается медленно. Шаг спирали в начальных оборотах возрастает очень медленно, а в последних сравнительно быстро. Спиральная пластинка толстая, слегка возрастает по мере раскручивания. Толщина ее в начальных оборотах достигает $1/2$, а в последних $1/2 - 1/3$ высоты спирального канала. Септы довольно тонкие, слегка утолщенные у основания, наклонные, распределены в спиральном канале неправильно. Верхний задний угол прямой. Камеры квадратные, изометрические в начальных оборотах, а в последних длина почти в 1,5 раза больше высоты.

В осевом сечении раковина эллипсовидная. Боковые стенки оборотов сильно сближены и соединяются почти под тупым углом. Столбики гранул плохо заметны, распределены неправильно.

Размеры: диаметр 5—10 мм, толщина 2—3 мм, отношение $\frac{D}{T} = 2.5; 3; 3.5$.

На радиус 4 мм приходятся 11 оборотов. Число септ в $1/4$ оборота:

для седьмого оборота	7
„ восьмого	„ 7
„ девятого	„ 8
„ десятого	„ 9
„ одиннадцатого	„ 10

Сходство и различия. *N. fabianii retlatus* с присутствием центрального бугорка, квадратными и спирально расположенными петлями, присутствием спиральной полосы и внутренним строением обнаруживает значительное сходство с *N. fabianii*, однако центральный бугорок, спиральная полоса и гранулы по сравнению с *N. fabianii* плохо заметны на поверхности раковины. (Фиг. 2, 1—5).

От *N. intermedius* отличается присутствием центрального бугорка, сравнительно правильно распределенными петлями (в особенности у форм (А), с более или менее ясно выраженной грануляцией).

Общие замечания. Идентичные формы *N. fabianii retlatus* из олигоценовых отложений Итальянской Абруццы, впервые описывался В. Роведой ⁽²⁾ как новый вид, переходный между *N. fabianii* и *N. intermedius* под названием *N. retlatus*. Однако палеонтологи Е. Ф. Имс, В. Ж. Кларк и Ф. Г. Баннер ⁽³⁾ считают *N. retlatus* идентичным к *N. fabianii*, а вмещающие породы—как верхнеэоценовый, так как вместе с *N. retlatus* встречаются дискоциклины и характерные верхнеэоценовые мелкие фораминиферы: *Clavulina szaboi* Hentken.

Детальное исследование *N. fabianii retlatus* из верхнеэоценовых отложений Армении показало, что они отличаются от типичных *N. fabianii*. Однако эти отличительные признаки не могут еще служить основанием для выделения нового вида по материалам Армении.

Исходя из того, что слон с *N. fabianii retiatus* в Армении везде подстилается слоями с типичными *N. fabianii* и прикрываются песчаниками и глинами олигоцена с *N. intermedius*, мы считаем более правильным по признакам сходства с *N. fabianii* и признакам отличий от *N. intermedius* считать его как подвид *N. fabianii*, переходный между *N. fabianii* и *N. intermedius*.

Распространение и геологический возраст. Верхнеэоценовые известняки Итальянской Абруццы, верхние слои верхнеэоценовых отложений Армении.

Местонахождение. АрмССР, Вединский р-он (сс. Шагаплу, Биралу), Ехегнадзорский р-он (сс. Ринд, Агавнадзор) в песчаниках и песчанистых глинах горизонта с *N. fabianii*.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ս. Մ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Նումուլիտների նոր ենթատեսակներ Հայաստանի վերին էոցենի մուսվաժներից

Հոդվածում բերվում է Հայաստանի վերին էոցենի շերտերում *N. fabianii* հորիզոնում (անջատված Ա. Հ. Գաբրիելյանի կողմից⁽¹⁾) հայտնաբերված երկու նոր ենթատեսակների՝ *N. vascus initialis*-ի և *N. fabianii retiatus*-ի նկարագրությունը: Առաջին ենթատեսակը հեղինակի կողմից որոշվում և նկարագրվում է առաջին անգամ, իսկ երկրորդը՝ Ա. Հ. Գաբրիելյանի կողմից որոշվել է որպես *N. fabianii* Peyer.

N. vascus initialis-ը իր մի շարք հատկանիշներով չի տարբերվում տիպիկ *N. vascus*-ից: Հիմնական տարբեր հատկանիշները խեցու կենտրոնում եղած սպիտակ բիծն է և ներքին կտրվածքում եղած պտույտների քիչ քանակությունը: Այս հանգամանքը և *N. vascus initialis* պարունակող ապառնների ստրատիգրաֆիական որոշակի դիրքը (ներառյալ Հայաստանում ամեն տեղ ծածկում են տիպիկ *N. fabianii* պարունակող ապառններին և ծածկվում *N. vascus* և *N. intermedius* պարունակող սլիդոցների ավազաքարերով և կավերով) թույլ են տալիս մեզ *N. vascus initialis*-ը համարել որպես *N. vascus*-ի ենթատեսակ: Ամենայն հավանականությամբ *N. vascus initialis*-ը վերին էոցենում առաջանում է *N. incrassatus*-ից և ֆիլոգենետիկորեն սկիզբ տալիս *N. vascus*-ին:

N. fabianii retiatus-ին իղենտիկ ձևերը Խալիսյանի օլիգոցենի կրաքարերից առաջին անգամ որպես նոր տեսակ՝ *N. retiatus* անվան տակ նկարագրել է Վ. Ռովիզյան, սակայն պալեոնտոլոգներ Ե. Ֆ. Իմսը, Վ. Ժ. Կլարկը և Ֆ. Գ. Բանները *N. retiatus*-ը համարում են *N. fabianii*, իսկ *N. retiatus* պարունակող ապառնները որպես վերին էոցենյան քանի որ *N. retiatus*-ի հետ մեկտեղ հանդիպում են վերին էոցենին յուրահատուկ մանր ֆորամինիֆերներ՝ *Clavulina szaboi* Haniken.

Հայաստանի վերին էոցենի վերին շերտերում հանդիպող *N. fabianii retiatus*-ի մանրամասն ուսումնասիրությունը պարզում է, որ նա իղենտիկ է *N. retiatus*-ին և որոշ հատկանիշներով տարբերվում է տիպիկ *N. fabianii*-ից: Սակայն այդ տարբերիչ հատկանիշները չեն կարող հիմք հանդիսանալ նոր տեսակ անջատելու համար:

Ելնելով *N. fabianii retiatus*-ի *N. fabianii*-ի հետ ունեցած նմանություն և *N. fabianii retiatus* պարունակող ապառնների ստրատիգրաֆիական որոշակի դիրքից, *N. fabianii retiatus*-ը անջատում ենք որպես *N. fabianii*-ի ենթատեսակ, միջանկյալ *N. fabianii*-ի և *N. intermedius*-ի միջև:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. А. Габриелян, ДАН АрмССР, том XXV, № 3 (1957). ² В. Poveda, Nummulites retiatus nouvelle espece de nummulite reticulée des Abruzzes (Italie). Rev. Micropaleont. № 4, pp. 201—207, 1959. ³ Е. Ф. Имс, В. Ж. Кларк и Ф. Г. Баннер, Nummulites retiatus a synonym of Nummulites fabianii. Rev. micropaleontol., № 2, p. 113, 1959.

МИКРОБИОЛОГИЯ

Э. К. Африкян, В. Г. Туманян, Л. Б. Саруханян, Р. А. Бобикян
и З. Г. Авакян

Действие антибиотиков на возбудителей бактериозов тутового шелкопряда

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Гулканяном 20/1 1961)

Бактериальные болезни тутового шелкопряда изучаются со времен Пастера, однако степень их изученности нельзя считать достаточной (¹⁻³). Слабо исследованы биологические особенности возбудителей бактериальных болезней, их распространение в природе, пути проникновения, развития инфекций и ряд других вопросов.

В Секторе микробиологии АН Армянской ССР с 1957 года проводится изучение бактериальных болезней тутового шелкопряда и перспектив использования антибиотиков в борьбе с ними. Обследовано более 3000 образцов карапачаха, здоровых и больных гусениц, куколок и бабочек тутового шелкопряда. Указанный материал был собран в различных районах Армении, а также получен из шелководческих хозяйств Северного Кавказа и Грузии. Помимо микробиологического анализа, из обследованного инфицированного материала нами было выделено около 1000 культур спорообразующих и неспороносных бактерий, у которых в последующем изучались морфофизиологические особенности и биохимические свойства.

Данные микробиологических анализов показали, что возбудителями бактериальных болезней тутового шелкопряда являются определенные виды спорообразующих и неспороносных бактерий. Нами установлена известная специфичность отдельных видов к определенным бактериозам тутового шелкопряда. Выявлена зависимость между частотой проявления бактериальных болезней, вызванных определенными видами бактерий с условиями внешней среды, питания и содержания гусениц.

Наиболее частыми возбудителями болезней тутового шелкопряда из группы неспороносных бактерий являются некоторые виды стрептококков и диплококков, поражающих гусениц, в основном, в четвертом и пятом возрасте. Из группы спорообразующих бактерий в качестве возбудителей бактериальных болезней наибольшее распространение имеют представители группы *Bac. cereus-thuringien-*

sis. Лабораторными опытами нами установлена патогенность по отношению к гусенице тутового шелкопряда культур *Bac. mycoides*, нового вида *Bac. sp.* и некоторых разновидностей *Bac. subtilis-mesentericus*. Изучено распространение различных видов энтомопатогенных спорообразующих бактерий в различных типах почв и в других естественных субстратах. Группа *Bac. cereus-thuringiensis* очень широко распространена в бурых, сероземных и лесных почвах, т. е. в районах шелководства, где их количество может достигать до 30–100 тысяч бактерий в 1 г почвы. Указанные виды бактерий часто обнаруживаются в эпифитной микрофлоре листа шелковицы и в микрофлоре воздуха, что практически исключает возможность предупреждения гусениц от заражения этими бактериями. Они могут быть выделены также и из кишечника здоровых гусениц, куколок и бабочек. Эти данные указывают на то, что система мероприятий по борьбе с бактериальными болезнями должна быть, в основном, профилактического характера. Различные лечебные препараты должны применяться преимущественно в пятом возрасте, особенно во второй летней выкормке, когда наиболее часты бактериозы.

Особое внимание мы уделили изучению бактерий группы *Bac. cereus-thuringiensis*, являющихся возбудителями наиболее опасных и распространенных бактериозов. Исследование видового состава большого числа культур, выделенных нами из различных почв и дифференцируемых как *Bac. cereus*, выявило их близкую родственность с известными типичными энтомопатогенными штаммами *Bac. thuringiensis*. В этом отношении весьма показательны данные литического действия различных фагов к данной группе бактерий, которые были выделены из почвы и тутового шелкопряда (табл. 1). Поэтому указанные виды бактерий нами трактуются как близко родственные и объединяются в группу *Bac. cereus-thuringiensis*.

Нами было испытано действие 30 препаратов различных антибиотиков на культуры возбудителей бактериозов. Установлено, что

Таблица 1

Литическое действие различных фагов на культуры *Bac. cereus-thuringiensis* (знаком (+) обозначено наличие фаголизиса)

Культуры бактерий	Фаголизис и культура, к которой получен фаг			
	Фаг № 1 (<i>Bac. mycoides</i> S)	Фаг № 55 (<i>Bac. cereus</i>)	Фаг № 8 (<i>Bac. thuringiensis</i>)	Фаг № 2 (<i>Bac. cereus</i>)
<i>Bac. cereus</i>	+	+	+	+
<i>Bac. mycoides</i> S.	+	—	+	+
<i>Bac. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i>	+	+	+	+
<i>Bac. thuringiensis</i> var. <i>Sotto</i>	+	+	+	+
<i>Bac. entomocidus</i> var. <i>subtoxicus</i>	+	+	+	+
<i>Bac. cereus</i> var. <i>alesti</i>	+	—	+	+
<i>Bac. cereus</i> var. <i>galleriae</i>	+	+	+	+
<i>Bac. dendrolimus</i>	+	+	+	+

отношению к любой культуре — возбудителю бактериальной болезни тутового шелкопряда — может быть изыскано несколько эффективных антибиотиков (табл. 2). Данные наших опытов показали, что против энтомопатогенных культур *Bac. cereus-thuringiensis* активными являют-

Таблица 2

Активность различных антибиотиков против возбудителей бактериальных болезней тутового шелкопряда*

Группы бактерий — возбудителей бактериозов	Действие антибиотиков	
	Высоко активные препараты	Слабо активные препараты
Стрептококки, диплококки	Эритромицин, канамицин, стрептомицин, тетрацилин, ауреомицин (биомицин), тетрациклин, неомицин, колимицин, хлорамфеникол, амфомицин, бацитрацин, № 719, № 1419.	Актиномицин, гриземин, пенициллин, субтилин, тиротрицин, фитобактериомицин, полимиксин, виоларин № 1, № 121.
<i>Bac. cereus-thuringiensis</i>	Актиномицин, эритромицин, канамицин, стрептомицин, неомицин, ауреомицин (биомицин), тетрациклин, тетрамицин, амфомицин, хлорамфеникол № 719.	Бацитрацин, субтилин, тиротрицин, полимиксин, гриземин, фитобактериомицин, фумагиллин, виоларин № 108, № 121.

* Номерные препараты антибиотиков были получены во ВНИИА и любезно предоставлены для наших испытаний.

ся стрептомицин, тетрациклин, хлорамфеникол, неомицин, канамицин, эритромицин, колимицин, виоларин, бацитрацин и некоторые другие препараты.

Таблица 3

Действие антибиотиков на различные культуры энтомопатогенных бактерий (знаком (+) отмечено наличие антибиотического действия)

Антибиотики	Культуры бактерий тест объекты							
	<i>Bac. thuringiensis</i> v. <i>ophtiae</i>	<i>Bac. thuringiensis</i> v. <i>thuringiensis</i>	<i>Bac. finitimus</i>	<i>Bac. thuringiensis</i> v. <i>saito</i>	<i>Bac. dendrolimus</i>	<i>Bac. ephesiae</i>	<i>Bac. cereus</i> v. <i>galleriae</i>	<i>Bac. sp.</i> № 351 (Гуксян)
Пенициллин	0	0	0	0	0	0	0	0
Стрептомицин	+	+	+	+	+	+	+	+
Неомицин	+	+	+	+	+	+	+	+
Канамицин	+	+	+	+	+	+	+	+
Эритромицин	+	+	+	+	+	+	+	+
Биомицин	+	+	+	+	+	+	+	+
Тетрациклин	+	+	+	+	+	+	+	+
Тетраамицин	+	+	+	+	+	+	+	+
Амфомицин 25	+	+	+	+	+	+	+	+
Субтилин	+	+	+	+	+	0	+	+
Бацитр. цин	+	+	+	+	+	+	+	+
Фитобактериомицин	+	+	+	+	+	+	+	+

Выделенные из различных почв и других естественных субстратов около 500 культур группы *Bac. cereus-thuringiensis* активно подавлялись под действием стрептомицина. Эти данные говорят о редкости обнаружения в природе естественно устойчивых к стрептомицину культур данной группы бактерий. На двух энтомопатогенных культурах *Bac. cereus* было изучено явление приобретенной резистентности. После 20—30 пересевов на стрептомицинсодержащей среде эти штаммы постепенно увеличили свою резистентность с 1 ед/мл до 20000 ед/мл. Обратимость приобретенной резистентности не была отмечена. Культуры с приобретенной резистентностью сохраняли свою патогенность к гусеницам тутового шелкопряда.

Практически важно, что многие из испытанных нами антибиотиков активно подавляют рост энтомопатогенных бактерий, являющихся возбудителями болезней многих насекомых (табл. 3).

Представленный материал исследований говорит о наличии большого числа антибиотиков, которые активно угнетают энтомопатогенные бактерии и могут быть успешно использованы в борьбе с бактериальными болезнями, наносящими большой ущерб шелководству.

Сектор микробиологии Академии наук
Армянской ССР

Է. Գ. ԱՅՐԻՎՅԱՆ, Վ. Գ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆ, Լ. Բ. ՍԱՐԴԻԽԱՆՅԱՆ, Ռ. Շ. ԲՈՒԲԻՎՅԱՆ ԵՎ
Զ. Գ. ԱՎԱԳՅԱՆ

Աճեցման ճյուղերի ազդեցությունը բրեքու շերամի բակտերիալ հիվանդությունների հարուցիչների հանդեպ

Բազմաթիվ միկրոօրգանիզմական ախտիչներից պարզվել է, որ թթենու շերամի բակտերիալ հիվանդությունների հարուցիչներն են հանդիսանում սպորափոր և ոչ սպորափոր բակտերիաների առանձին տեսակները:

Բակտերիալ հիվանդությունների առաջին տարածված հարուցիչներից են ստրեպտոկոկերի որոշ տեսակներ և հատկապես *Bac. cereus-thuringiensis* խմբին պատկանող բակտերիաները: Մեր հետազոտությունները ցույց են տվել, որ այդ բակտերիաները լայն տարածված են հողում և թթենու տերևի էպիֆիտ միկրոֆլորայում: *Bac. cereus-thuringiensis* խմբի առանձին տեսակների նկատմամբ մեզ հաջողվել է մեկուսացնել ակտիվ բակտերիոֆագեր, որոնք ստացվել են ինչպես հողից, այնպես էլ թթենու շերամից:

Ուսումնասիրվել է 30 անտիբիոտիկ պրեպարատների ազդեցությունը թթենու շերամի հիվանդությունների տարբեր տեսակի հարուցիչների հանդեպ: Փորձերի արդյունքներից պարզվել է, որ փորձարկված անտիբիոտիկներից կարելի է ընտրել մի շարք պրեպարատներ, որոնք ակտիվ ճնշող ներգործություն են ունենում թթենու շերամի բակտերիալ հիվանդությունների հարուցիչների նկատմամբ: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ առանձին անտիբիոտիկ նյութերի նկատմամբ բնական դիմացկուն ձևերի հայտնաբերումը շատ սակավ է և համարյա րացառված է:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆ ՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Е. Н. Михайлов, Болезни тутового шелкопряда, Ташкент, 1946. ² В. Штибен, Болезни шелковичных червей и борьба с ними, Ташкент, 1933. ³ Э. Штейнхауз, Патология насекомых, М., 1953.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян

О влиянии температуры на передвижение ассимилятов
в стебельках растений

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятыном 26/I 1961)

Работами последних лет (¹⁻³) установлено, что одним из главных условий передвижения ассимилятов по флоэме является наличие кислорода, обеспечивающего интенсивное дыхание клеток ситовидных трубок. Повышенная активность дыхания элементов флоэмы, по сравнению с другими тканями растений, впервые была установлена А. Л. Курсановым и М. В. Туркиной (⁴), а затем другими авторами (⁵⁻⁷).

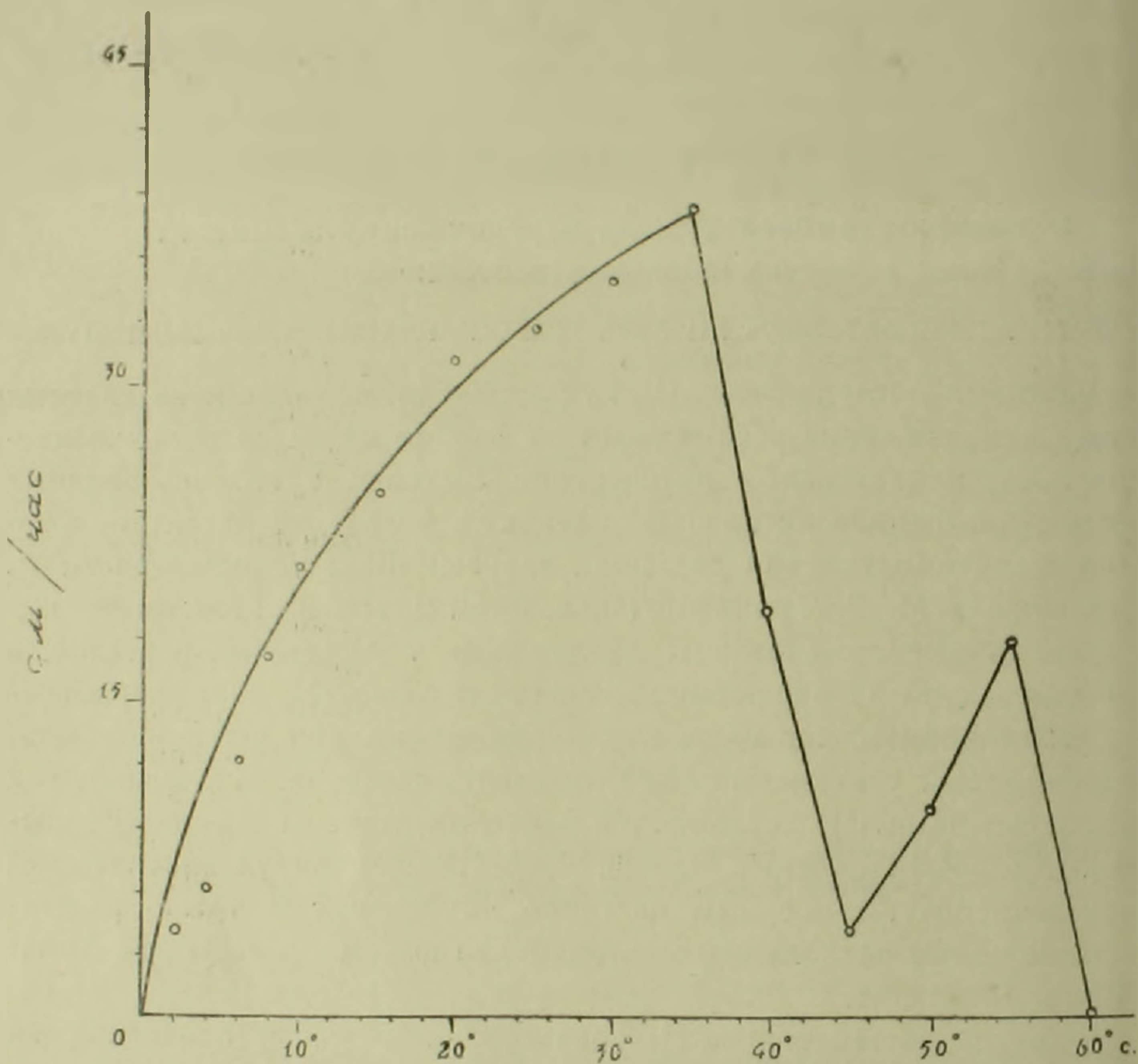
Для обеспечения флоэмы кислородом у древесных растений, в ходе длительной их эволюции, возникла и развилась хлорофиллоносная феллодерма, способная ассимилировать, при наличии света, внутритканевый углекислый газ и выделять кислород. Последний, как установлено нами (⁸), поглощается клетками флоэмы в процессе дыхания. Хлорофиллоносные клетки стебля, ассимилируя внутритканевую углекислоту, тем самым частично компенсируют убыль пластических веществ, расходуемых элементами флоэмы в качестве дыхательного материала.

В другой нашей работе (⁹) показано, что энергия передвижения органических соединений в растениях связана с насыщенностью клеток ситовидных трубок передвижными формами ассимилятов. Максимальная скорость перемещения последних всегда осуществляется при наличии наибольшего количества ассимилятов в флоемной ткани, которые одновременно, служа в качестве диссимиляционного материала, интенсифицируют дыхание, следовательно, и их передвижение.

Следующим условием, существенно влияющим на ход перемещения ассимилятов, как нам кажется, должна быть температура, так как данный фактор является определяющим интенсивность почти всех процессов жизнедеятельности растений, в первую очередь, дыхания (¹⁰).

Опыты с целью выяснения зависимости скорости передвижения ассимилятов от температурных условий были проведены с небольшими стеблями щитовника сизого (*Seteria glauca* P. B.). Методика заключалась в следующем: стеблевые черенки, длиной в 7,5 см, морфологически нижним концом погружались в слабый раствор радиоактивного гликокола на 10 мин. Спустя 10—15 мин определялось прой-

денное раствором расстояние за это время с помощью торцевого счетчика. При этом за 40 минут до начала опыта, а также в течение последнего черенки, по отдельным вариантам, находились в условиях 0, 2, 4, 6, 8, 12, 15, 20, 25, 35, 40, 45, 50, 55, 60°C. Полученные данные иллюстрируются приведенной ниже кривой (фиг. 1).



Фиг. 1. Изменение скорости передвижения радиоактивного гликокола в стеблевых черенках шитинника сизого в зависимости от температуры среды.

Как показывает кривая, повышение температуры, начиная с 2°C вплоть до 35°C, приводит к прогрессивному ускорению передвижения радиоактивного гликокола в стебле. Дальнейшее повышение температуры вызывает замедление передвижения этого соединения. Однако, начиная с 48°C, вновь ускоряется этот процесс. Полное прекращение перемещения ассимилятов имело место при 0 и 60°C.

Эти данные наводят нас на мысль, что скорость передвижения ассимилятов в растении должна колебаться в течение суток, в зависимости от температурных условий среды. Одна из причин подобного колебания, разумеется, должна заключаться в разнице температур в дневные и ночные часы суток. Другая столь же существенная причина указанного, по-видимому, заключается в наступлении ночной темноты, приводящей к подавлению фотосинтетической деятель-

ности хлорофиллоносных пластидов стебля, и в связи с этим к уменьшению снабжения клеток флоэмы кислородом, что экспериментально показано еще раньше (¹¹).

В следующем опыте подопытные черенки, находясь в условиях дифференцированного температурного режима, одновременно в отдельности обогащались 0,2 мол. глюкозы, сахарозы, гликокола и аскорбиновой кислоты. При этом мы задались целью выяснить, которое из даваемых соединений способствует больше ускорению передвижения радиоактивного гликокола и при каких температурных условиях. Контрольные черенки, взамен органических соединений, получили воду. На этот раз в качестве объекта были взяты однолетние обезлиственные побеги артемизии (*Artemisia fragrans* W.). Результаты этого опыта приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Влияние различных температур на скорость передвижения меченого гликокола в стеблях артемизии, обогащенных различными веществами

№ п/п	Температура в °С	Название орг. соединения, даваемого стеблям	Скорость передвижения меченого гликокола		
			в см/час	в % по сравнению с кон.	средняя для 4-х вариантов в см/час
1	2—4	Вода — контроль	10,9	100	10,7
2		Глюкоза	15,6	143	
3		Сахароза	13,4	123	
4		Гликокол	10,6	103	
5		Аскорбиновая к-та	2,9	27	
1	8—10	Вода — контроль	19,6	100	22,8
2		Глюкоза	24,0	122	
3		Сахароза	31,9	163	
4		Гликокол	22,9	117	
5		Аскорбиновая к-та	15,4	79	
1	18—20	Вода	21,3	100	26,7
2		Глюкоза	28,5	134	
3		Сахароза	36,9	173	
4		Гликокол	24,5	115	
5		Аскорбиновая к-та	17,1	81	
1	28—30	Вода	26,0	100	
2		Глюкоза	23,8	175	
3		Сахароза	63,9	156	
4		Гликокол	31,3	125	
5		Аскорбиновая к-та	18,7	75	
1	38—40	Вода	15,2	100	20,1
2		Глюкоза	30,0	197	
3		Сахароза	26,4	160	
4		Гликокол	16,4	100	
5		Аскорбиновая к-та	12,7	84	

Приведенные в таблице данные весьма наглядно показывают, что обогащение клеток флоэмы различными органическими соединениями, за исключением аскорбиновой кислоты, оказывает положительное влияние на передвижение пластических веществ, независимо от условий температурной среды. Аскорбиновая кислота во всех случаях подавляет передвижение меченого гликокола, что, по

всей вероятности, связано с ее концентрацией. Следует упомянуть, что в наших прежних опытах более активное влияние этого соединения на передвижение радиоактивного гликокола проявлялось при насыщении стеблей 1% раствором (⁹).

Далее, наблюдается существенное усиление передвижения ассимилятов по мере повышения температуры среды. Однако последнее не приводит к пропорциональному ускорению передвижения органических соединений по флоэме. Так, например, при даче воды, сахарозы и гликокола максимальная скорость их перемещения наблюдается в условиях 28—30°C, в то время как при даче глюкозы — в условиях 38—40°C.

По данным А. Л. Курсанова и сотрудников (¹²) основной формой передвигающихся веществ в растениях является сахароза. Однако, как следует из приведенных выше данных, в условиях пониженной и повышенной температур более интенсивное передвижение гликокола по стеблю осуществляется, когда последний насыщен глюкозой. Объяснение этого факта, по-видимому, можно искать в том, что в условиях пониженных и повышенных температур подавляется в той или иной степени ферментативный распад сахарозы и, следовательно, ослабляется ее расход на дыхание. Глюкоза же, как известно, является непосредственно дыхательным материалом, обеспечивающим интенсивное дыхание ситовидных трубок флоэмы и энергичное передвижение радиоактивного гликокола в условиях пониженных и более повышенных температур.

Наконец, как в первом опыте, так и в этом случае наиболее медленное передвижение радиоактивного гликокола во всех вариантах имело место при температуре 2—4°C, а энергичное — при температуре 28—30°C. Ослабление передвижения указанного соединения, как нам кажется, было связано с отрицательным влиянием повышенной и пониженной температуры на дыхание флоэмных клеток, приводящего соответственно к понижению скорости передвижения ассимилятов.

В следующем опыте небольшие черенки, взятые из нижних ярусов семенообразующего эригерона, обогащались 10-процентным раствором сахарозы в течение 20 мин, а затем различные их участки подвергались влиянию дифференцированной температуры: средний участок, длиной в 5 см, был помещен в условия оптимальной температуры — 20°C, нижний — 37°C, а верхний 6°C. Контрольные стебельки находились в условиях 0°C целиком.

Непосредственной целью указанного опыта являлось выяснение влияния различной температуры на передвижение и распределение меченого гликокола на полярные концы стебля. При этом, в одном случае, гликокол давался черенкам морфологически нижним концам, в другом — верхним, дабы одновременно выяснить, что является наиболее существенным для количественного распределения меченого

гликокола в различных участках стебля—температура или ярусность тканей.

Как показывают приведенные данные, решающим условием количественного распределения радиоактивного гликокола в подопытных стеблях явилась направленность передвижения ассимилятов в флоэме. В условиях как постоянного, так и дифференцированного температур-

Таблица 2

Распределение меченого гликокола в различных участках стеблей, насыщенных сахарозой, в зависимости от их ярусности и температурных условий

Варианты опыта	Ярус- ность взятых черенков	Температу- ра данного участка че- ренков в Ц	Изменение радиоактивности тканей различных участков стеблей в имп./мин.	
			при нор- мальном положении	при поверну- том положении
Контроль	Верхний	20°	38	95
	Средний	20°	32	58
	Нижний	20°	213	131
Опытный	Верхний	37°	24	33
	Средний	20°	64	73
	Нижний	6°	217	189

ного режима направление передвижения гликокола было акропетальное, что привело к максимальному накоплению этого вещества в тканях морфологически нижних ярусов, в независимости от того, с каким концом был дан меченый гликокол. В данном случае для количественного распределения радиоактивного гликокола в концевых участках стебля решающим условием являлась не температура, а адсорбционная направленность элементов флоэмы к ассимилятам.

Результаты вышеизложенных опытов приводят нас к следующим выводам.

1. Максимальная скорость передвижения ассимилятов в растениях осуществляется в условиях 35°. При 0 и 60° исключается передвижение этих соединений.

2. Обогащение клеток флоэмы различными органическими соединениями, за исключением аскорбиновой кислоты, способствует увеличению скорости передвижения радиоактивного гликокола. Однако повышение температуры среды не приводит к пропорциональному ускорению скорости этого перемещения при даче различных ассимилятов. Обогащение стеблей сахарозой и глицином, максимальная скорость передвижения радиоактивного гликокола осуществляется в условиях 28—30° Ц, а при даче глюкозы—в условиях 38—40° Ц.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

**Բույսերի մեջ ասիմիլյացիոնի շարժման վրա
ջերմության ազդեցության մասին**

Բույսերի մեջ պլաստիկ նյութերի տեղաշարժման հիմնական ֆակտորներից մեկը, ինչպես հայտնի է, հանդիսանում է թթվածինը, որի առկայությամբ ֆլոեմայի բջիջները ցույց են տալիս ինտենսիվ շնչառություն ու կենսագործունեություն (1, 2, 3): Այդ է պատճառը, որ էվոլյուցիայի ընթացքում բույսերի ցողուններում ձևավորվել և զարգացել է բյուրաֆիլակիտ հյուսվածք (ֆելոդերմա), որը ասիմիլյացիայի է ենթարկում ներհյուսվածքային ածխաթթու գազը արտադրելով թթվածին: Վերջինս ծախսվում է ֆլոեմայի կողմից շնչառության պրոցեսում:

Պլաստիկ նյութերի շարժման վրա պրակտիկ ազդեցություն ունեցող կարևոր ֆակտոր է հանդիսանում ֆլոեմայի բջիջներում եղած պլաստիկ նյութերի քանակը: Ասիմիլյատների շարժման ամենամեծ արագությունը հանդես է գալիս այն ժամանակ, երբ այդ բջիջները հագեցված են օրգանական նյութերով:

Ասիմիլյատների տեղաշարժման վրա համանարար պետք է մեծ ազդեցություն թողնի նաև ջերմությունը: քանի որ նա շնչառության կարևոր ֆակտորներից մեկն է: Ջերմության և ֆլոեմայի նյութերի շարժման արագության մեջ եղած փոխադարձ պայմանավորվածությունը պարզաբանելու նպատակով փորձեր են դրվել մի շարք խոտաբույսերի վրա հետևյալ մեթոդով: Բույսերի ցողուններից վերցվել են որոշակի երկարությամբ կտրոններ և մորֆոլոգիական տարրեր ծայրով խորասուզվել ռադիոակտիվ գլյուկոզայի մեջ, թողնելով 10 րոպե: Դրանից անմիջապես հետո հեռացվել է ցողունի այն մասը, որը խորասուզված է եղել լուծույթի մեջ և որոշվել է ռադիոակտիվ գլիկոկոլի անցած տարածությունը կտրոնների մեջ տվյալ ժամանակամիջոցում: Փորձից հետո, ինչպես և փորձի ընթացքում կտրոնները պահվել են տարրեր ջերմության պայմաններում:

Կատարված փորձերի արդյունքները հեղինակին բերել են հետևյալ եզրակացությունների՝

1. Պլաստիկ նյութերի շարժման մաքսիմալ արագությունը բույսերի ցողունային կտրոններում դրսևորում է 35° ղեպքում: 0 և 60° պայմաններում կանգ է առնում նրանց տեղաշարժը:

2. Ֆլոեմայի բջիջների հարստացումը տարրեր օրգանական միացություններով (բացառությամբ ասկորբինաթթվի) նպաստում է ռադիոակտիվ գլիկոկոլի շարժման արագացմանը: Սակայն միջավայրի ջերմության բարձրացումը չի բերում նշված միացությունների շարժման համեմատական արագացման, ցողունները տարրեր օրգանական նյութերով հարստացնելու ղեպքում: Կտրոնները սախարոզայով և գլիցինով հարստացման ղեպքում ռադիոակտիվ գլիկոկոլի շարժման մաքսիմալ արագությունը նկատվում է 28—30°, իսկ գլյուկոզայի ղեպքում՝ 38—40° պայմաններում:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ А. Л. Курсанов и М. Б. Туркина, ДАН СССР, 85, 3 (1952).
- ² А. Л. Курсанов, Бот. журнал, 37, 5 (1952).
- ³ А. Л. Курсанов, Сб. работ по применению изотопов в технике, биохимии и сельском хозяйстве, Изд. АН СССР, 1955.
- ⁴ А. Л. Курсанов и В. В. Туркина, ДАН СССР, 84, 1 (1954).
- ⁵ И. Виллебрунк, Planta, 48, 269, 1957.
- ⁶ Н. Зейглер, Planta, 51, 286, 1958.
- ⁷ Д. А. Павлинова, Физиол. растений, 2, 1955.
- ⁸ В. О. Казарян и Г. Г. Габриелян, ДАН АрмССР, 24, 4 (1957).
- ⁹ В. О. Казарян и Э. С. Авунджян, ДАН АрмССР.
- ¹⁰ В. Джеймс, Дыхание растений, М., 1956.
- ¹¹ В. О. Казарян, Н. Е. Закарян и Н. В. Балагезян, Изв. АН АрмССР (сер. биол. наук), 9, 10, 1956.
- ¹² А. Л. Курсанов, М. И. Бровченко и А. Н. Парийская, Физиология растений, 6, 5, 1959.

ФИЗИОЛОГИЯ

В. В. Фанарджян

О взаимодействии афферентных систем мозжечка

Сообщение I. Взаимодействие кожных и мышечных импульсов
 у нембутализированных кошек

(Представлено чл.-корресп. АН Армянской ССР А. М. Алексаняном 14/XII 1960)

Обнаружение и дальнейшее изучение особенностей представительства различных афферентных систем в мозжечке методом вызванных потенциалов не только дало определенное представление о морфологической организации этого органа, но благодаря этим исследованиям создавалась возможность с новых методических позиций подойти к другому обширному вопросу—к изучению афферентных функций мозжечка.

В последней наиболее важным кажется исследование регулирующего значения афферентных показаний для осуществления эффекторной деятельности органа. Частным подходом к этому вопросу является изучение взаимодействия афферентных систем мозжечка (1-3, 5, 6).

Указанный вопрос нами изучался в острых опытах на кошках, наркотизированных нембуталом. Взаимодействие афферентных систем мозжечка прослеживалось на примере изменения первичных биоэлектрических ответов коры мозжечка, вызываемых одиночными электрическими раздражениями кожных и мышечных нервов передних конечностей (кожные и мышечные веточки лучевого нерва). При этом в случае исследования конвергенции гетерогенных нервных импульсов первое одиночное электрическое раздражение (обуславливающий удар) наносилось на один из афферентных нервов и через разные промежутки времени (в мсек), после него на другой афферентный нерв наносилось второе одиночное раздражение (испытательный удар). Для характеристики периода рефрактерности афферентной системы та же техника применялась в отношении одного афферентного нерва, который раздражался парой импульсов, разделенных различными интервалами времени (техника двойного удара).

Электрическая активность мозжечка отводилась монополярно из областей I. I. centralis, culmen, simplex и I. paramedianus.

В приведенных условиях на одиночное электрическое раздражение периферического нерва с поверхности мозжечка регистрировалась первичная биоэлектрическая реакция, состоящая из

первоначального поверхностно-положительного отклонения и последующей более продолжительной поверхностно-отрицательной волны. Положительное отклонение, как правило, было более стойким в своей амплитуде и в большинстве случаев состояло из двух компонентов: коротколатентного (лп в 4—6 мсек) и более выраженного длиннolatентного (лп в 10—25 мсек).

При нанесении пары стимулов с короткими интервалами на разные или на один и тот же афферентный нерв в ряде опытов наблюдалось следующее:

а) суммация как положительной, так и в большей степени или только отрицательной волны единого первичного ответа; это обычно наблюдалось при расстоянии между стимулами в 0,15—4 мсек, т. е. в пределах того интервала, который ограничивается латентным периодом первоначального положительного компонента вызванного ответа;

б) уменьшение амплитуды положительной волны можно было отметить в тех случаях, когда второй стимул падал на начало ее развития (7—10 мсек);

в) уменьшение амплитуды отрицательной волны наиболее часто наблюдалось при расстоянии между стимулами в 18—23 мсек (когда второе одиночное раздражение приходилось на восходящее колено отрицательной волны).

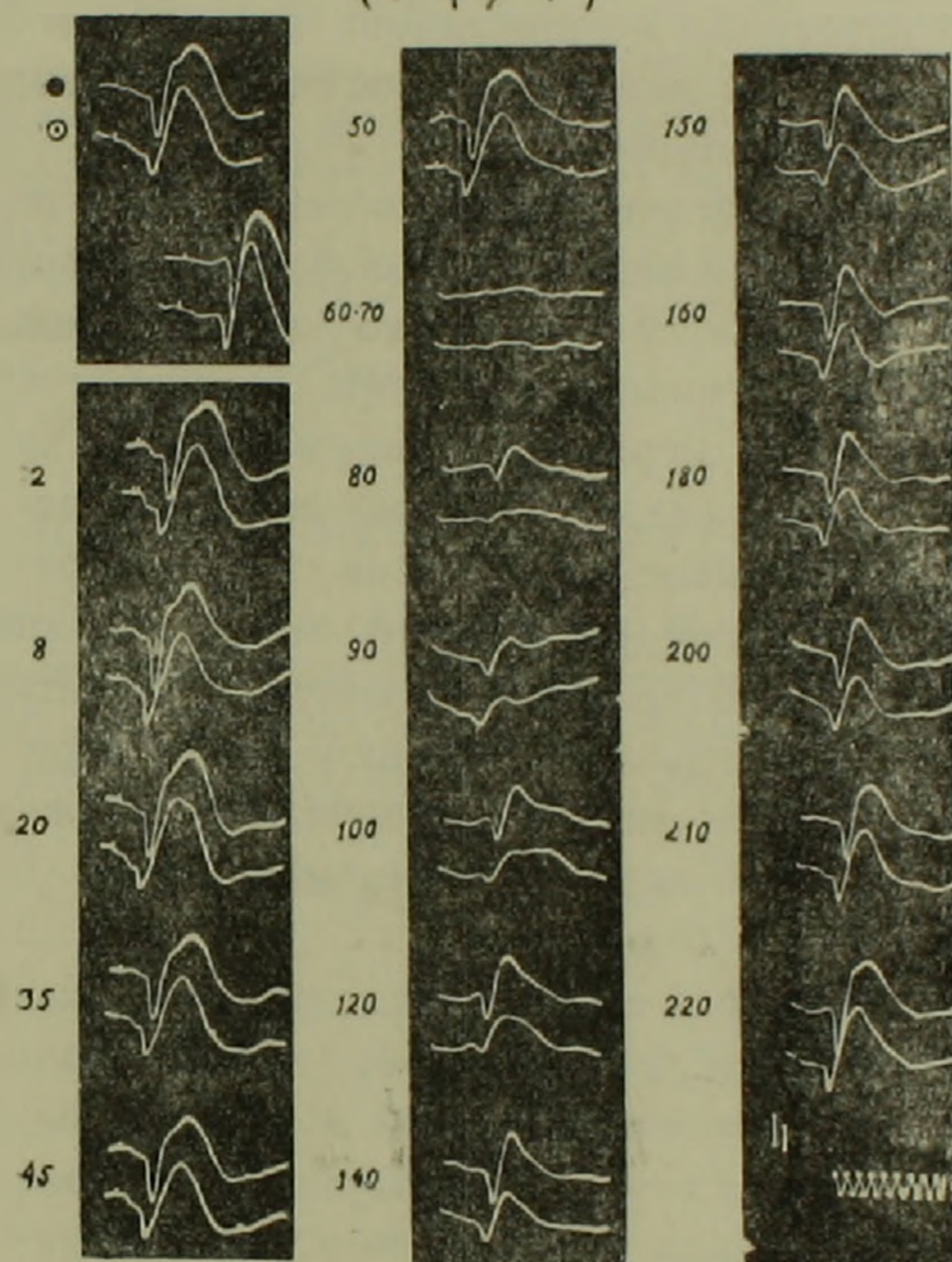
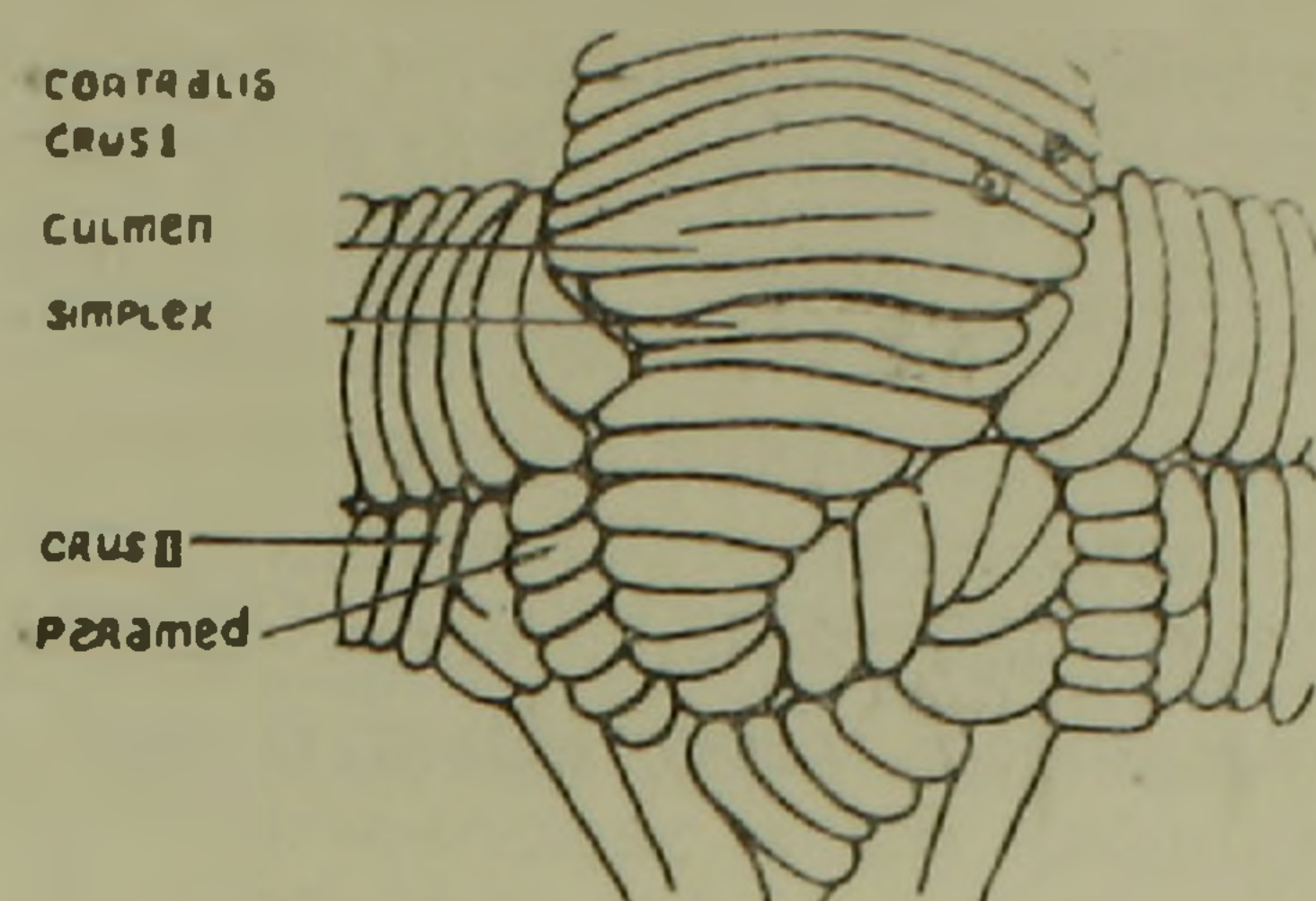
Таким образом, в вышеприведенном определяющими факторами изменения первичного ответа выступили величина латентного периода и продолжительность течения его различных составных.

Дальнейший анализ взаимодействия афферентных систем мозжечка состоял в выявлении времени появления и общей динамики развития вызванного ответа на второй, испытательный удар. В этом отношении было обнаружено два основных типа взаимодействия импульсов.

а) Первый тип характеризовался тем, что первоначально ответ на испытательный удар появлялся на 15—80 мсек; далее увеличивался и доходил до нормы через 100—200 и более мсек, после нанесения обуславливающего раздражения.

б) Вторым типом заключался в том, что испытательный ответ, появившись на 15—40 мсек, претерпевал подавление на 40—60 мсек, после чего наступало возрастание его величины и достижение нормы (через 100—200 и более мсек).

В наших опытах отмечалось преимущественное превалирование первого типа взаимодействия как в случае конвергенции гетерогенных нервных импульсов, так и при нанесении двойного удара по одному и тому же нерву. Различия при обоих видах испытаний заключались лишь в неодинаковой временной характеристике появления и восстановления вызванного ответа на второй удар.



Фиг. 1. Биоэлектрическая активность мозжечка при взаимодействии кожных и мышечных афферентных импульсов с правой передней лапы Кошка под глубоким нембуталовым наркозом. Отводятся первичные ответы коры мозжечка из области I. centralis (верхний луч на всех кадрах) и I. culmen (нижний луч) справа. Обуславливающий удар прикладывается к кожной веточке лучевого нерва (первый верхний кадр слева), испытательный удар — к мышечной веточке того же нерва (второй кадр). Цифры — расстояние между стимулами в мсек. Начиная с расстояния между стимулами в 60 мсек, регистрируется эффект только испытательного удара. Отклонение вверх означает отрицательность под активным электродом. Калибровка — 100 микро- вольт. Шкала времени — 200 колебаний в 1 сек.

Характерным является и то, что нам не удалось подметить какой-либо специфики взаимодействия в зависимости от того, какие области мозжечка подвергались исследованию. Наряду с этим можно было отметить ряд общих черт в эволюции вызванного ответа на второй, испытательный, удар.

Как правило, он появлялся в виде положительной волны, в большинстве случаев представленной коротколатентным компонентом. При коротком периоде субнормальности латентность вызванного ответа на испытательный удар превышала свою обычную величину. Позднее выявляющаяся отрицательная волна характеризовалась меньшей стабильностью, что в частности выражалось и в том, что в одном и том же опыте при различных испытаниях отмечалось неодинаковое время ее обнаружения и нормализации.

В ряде опытов наблюдалась стадия экзальтации вызванного ответа на испытательный удар, когда вызванный ответ, достигнув своей исходной величины, превышал последнюю при дальнейшем увеличении интервала между наносимыми стимулами.

Продолжительность периода субнормальности зависело от соотношения величин вызванных ответов на обуславливающий и испытательный удары. Отчетливое укорочение этого периода наблюдалось при уменьшении величины первичного ответа на обуславливающий удар. Однако наряду с этим определенную роль играл тот факт, на какой нерв наносился обуславливающий удар. При прочих равных условиях вызванный потенциал на раздражение кожного нерва имел более продолжительный период субнормальности, чем таковой на раздражение мышечного нерва.

Определенный интерес представлял сравнительный анализ взаимодействия афферентных систем мозжечка и коры больших полушарий (отведение из первой сомато-сензорной зоны). Проведенные исследования показали, что эти два надсегментарных образования центральной нервной системы, за редким исключением, показывают один и тот же тип взаимодействия периферических афферентных импульсов. Наряду с этим обнаружилось различие при исследовании продолжительности и особенностей периода субнормальности при тех же испытаниях.

В некоторых опытах вслед за выявлением вызванных ответов на обуславливающее и испытательное раздражения можно было отметить появление очень поздней активности коры мозжечка, по форме и полярности сходной с первичным ответом на периферический стимул. Систематические исследования и анализ указанной активности были невозможны из-за непостоянного ее обнаружения. Подобный электрофизиологический феномен описан в литературе при изучении первичных ответов коры мозжечка на корково-мозжечковые импульсы (^{4,6}).

Институт физиологии
им. акад. Л. А. Орбели
Академии наук Армянской ССР

**Ուղեղիկի առհասարակ (աֆերենցալիս) համակարգության
փոխգործունեության մասին**

**Հաղորդում I. Ենթուրալի ազդեցության ենթարկված կառույի մաշկային և մկանային
իմպուլսների փոխներգործունեությունը**

Ուղեղիկի առհասարակ համակարգության փոխներգործունեությունը ուսումնասիրվել է պոտենցիալների առաջացման մեթոդով ուղեղիկի կեղևի կենսաէլեկտրական սկզբնական տեղեկայի փոփոխման օրինակի վրա, որոնք ստացվել են ծայրամասը էլեկտրականությամբ գրգռելիս:

Հայտնաբերվել է առհասարակ համակարգության իմպուլսների երկու հիմնական տիպ:

Ստացված նյութերի խնայիղը ցույց է տալիս, որ առաջ եկած պատասխանի տարբեր բաղադրիչ մասերը միևնույն չափով չեն ենթարկվում նախորդ պայմանավորող իմպուլսների ազդեցությանը:

Բացահայտվել է ենթանորմալ շրջանի մի շարք առանձնահատկություններ՝ այլաժող իմպուլսների դուրամիտություն և մեկ առանձին աֆերենտ նյարդին հասցված կրկնակի հարվածի ուսումնասիրման պայմաններում:

ЛИТЕРАТУРА — Г Р У Ч Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

¹ Д. Альбэ-Фессар и Т. Сабо, J. de Physiol., **46**, 225—229, 1954. ² Ф. Бремер и Ф. Бонэ, J. de Physiol. **43**, 665—667, 1951. ³ Ф. Бремер и Ф. Бонэ, J. Physiol. **114**, p. 54—55, 1951. ⁴ Т. Куртус, Proc Soc. Exper. Biol. a. Med. **44**, 664—668, 1940. ⁵ Р. Лой, J. Neurophysiol. **5**, 121—136, 1942. ⁶ Я. Янсен (мл.), Acta physiol. Scand. **41**, Suppl. 143, 1957.

