

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

VII, № 3

1947

Խմբագրական կոլեգիա

Հ. Խ. ԲՈՒԿՈՒԹՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ,
Ա. Լ. ԹԱԽՏԱԶՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քզրակից անդամ,
Մ. Մ. ԼԵԲԵԴԵՎ (պատ. Խաղաղություն), Վ. Հ. ՀԱՄՐԱՐ-
ՋՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ (պատ. Խմբա-
ցի), Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՐ ԳԱ քզրակից անդամ:

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, действ. чл. АН Арм. ССР
(отв. редактор), Г. Х. БУНЯТЯН, действ. чл. АН
Арм. ССР, М. М. ЛЕБЕДЕВ (отв. секретарь),
А. Г. НАЗАРОВ, чл.-корр. АН Арм. ССР, А. Л.
ТАХТАДЖЯН, чл.-корр. АН Арм. ССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՎՈՒԹՅՈՒՆ

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Լշեկորոսեխնիկա

Ա. Ղ. Իսսիֆյան, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ—Սինխրոն մեթենայի գիֆերեն-
յիալ համասարույթների ձեռագրի մեկերի թեորիա

97

Ֆիզիկական բիմիա

Ա. Բ. Նալբանդյան—Մեթանի ֆոտոքիմիական, անգիկոպ սինսիթիլացված ոթ-
նիզացումը

106

Ուղեանակառի բիմիա

Վ. Ի. Իսախանյան, ՀՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ և Ղ. Տ. Սուլյան—Ֆենիլ-
1-քլոր-3-բուտեն-2-ի փոխարկումները կծու կալիումի ներկայությամբ

117

Ինֆիմիա

Հ. Խ. Բունիաթյան, ՀՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ և Գ. Վ. Քամալյան—Կոլամինը
«բպես» տնտիս և պրոֆեսիոնալ հարպերի ու վիամին Ա-ի ինքնօքսիդացման դեպ-
քում

121

Ինֆուզիա

Լ. Խ. Վաղսանյան, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ—Վ. Վ. Նիկիտինի գալտա-
յին չպաթենների բյուրեղագիտական էլեմենտների դիագնոստիկ լուսնոգ կորեր

127

Բույսերի Ֆիզիոլոգիա

Վ. Հ. Վաղսանյան—Միամյա բույսերի ուղղորդակալիզ գարդացման և ծերաց-
ման մասին

131

Բույսերի սիստեմատիկա

Ի. Ի. Սուսոպսկի—Stellera ցեղին պատկանող մի տեսակ Հայաստանից

137

Միջատաբանություն

Ն. Ս. Բարսեղյան—Coccoidea (Homoptera) ենթակարգի երկու նոր սեռ և մի
նոր տեսակ Հայաստանից

141

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А. Г. Иосифьян, чл.-корресп. АН Арм. ССР

Теория преобразований дифференциальных уравнений
синхронной машины

(Представлено 15 VIII 1947)

Анализ сложных коммутационных схем, включающих в себя синхронные и асинхронные машины, машины двойного питания и др., в большинстве случаев связан с исследованием переходных и стационарных режимов, возникающих в электрических машинах. Математический анализ поведения электрических машин в этих условиях на основе решения дифференциальных уравнений фазовых напряжений, заданных в их классической форме—Фарадея-Максвелла, является весьма сложным, т. к. эти уравнения содержат переменные коэффициенты, являющиеся функцией пространственного положения ротора. Поэтому выявилась необходимость применения методов линейных преобразований, уравнений, заданных в классической форме, в символические дифференциальные уравнения в координатах $d, q, 0$; $\alpha, \beta, 0$; $i, b, 0$; с целью облегчения теоретического анализа стационарных и нестационарных режимов этих машин.

За последнее время выявилась необходимость использования не только одной системы преобразований, но и нескольких систем для решения одной и той же задачи. Вследствие этого возникла практическая потребность в известном обобщении указанных преобразований, установлении общей взаимосвязи между ними с целью разработки в дальнейшем методов их применения для решения тех или иных задач теории электрических машин.

Мы подвергаем анализу теорию синхронной машины, т. к. уравнения для других бесколлекторных машин могут быть получены как частный случай общей теории синхронных машин. При этом допускаем, что насыщением магнитной цепи, а также потерями на токи Фуко и гистерезис можно пренебречь и что индуктивности меняются по синусоидальным функциям угла θ , определяющего пространственное положение ротора.



Дифференциальные уравнения синхронной машины, заданные в классической форме имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} e_a &= i_a r + \frac{d\psi_a}{dt} \\ e_b &= i_b r + \frac{d\psi_b}{dt} \\ e_c &= i_c r + \frac{d\psi_c}{dt} \end{aligned} \right\} \text{уравнения для статорных цепей} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} e_l &= i_l r_l + \frac{d\psi_l}{dt} \\ e_k &= i_k r_k + \frac{d\psi_k}{dt} \end{aligned} \right\} \text{уравнения для роторных цепей} \quad (2)$$

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} + k \frac{d\theta}{dt} + T = M \quad \text{уравнение движения ротора} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} T = \frac{1}{2} & \left[\frac{dL_a}{d\theta} i_a^2 + \frac{dL_b}{d\theta} i_b^2 + \frac{dL_c}{d\theta} i_c^2 \right] + \\ & + i_a i_b \frac{dM_{ab}}{d\theta} + i_b i_c \frac{dM_{bc}}{d\theta} + i_a i_c \frac{dM_{ac}}{d\theta} + \\ & + i_l i_a \frac{dM_{la}}{d\theta} + i_l i_b \frac{dM_{lb}}{d\theta} + i_l i_c \frac{dM_{lc}}{d\theta} + \\ & + i_k i_a \frac{dM_{ka}}{d\theta} + i_k i_b \frac{dM_{kb}}{d\theta} + i_k i_c \frac{dM_{kc}}{d\theta} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} T = \frac{1}{2} \right.} \right\} \text{уравнение электро-} \\ \text{магнитного момента.} \quad (4)$$

Здесь $e_a, i_a, \psi_a, \dots, e_k, i_k, \psi_k$ — мгновенные значения напряжений токов и потокоцеплений фазовых обмоток статора и цепей продольной и поперечной обмоток ротора. $r_a, r_l, \dots, r_k$ — активные сопротивления тех же обмоток.

I — момент инерции ротора

M — внешний крутящий момент.

Мы принимаем, что по продольной и поперечной осям имеется по одной цепи e_l, e_k . Если их больше, то необходимо написать дополнительные уравнения такого же вида, как для e_l и e_k .

$$\left. \begin{aligned} \psi_a &= L_a i_a + M_{ab} i_b + M_{ac} i_c + M_{al} i_l + M_{ak} i_k \\ \psi_b &= M_{ba} i_a + L_b i_b + M_{bc} i_c + M_{bl} i_l + M_{bk} i_k \\ \psi_c &= M_{ca} i_a + M_{cb} i_b + L_c i_c + M_{cl} i_l + M_{ck} i_k \\ \psi_l &= M_{la} i_a + M_{lb} i_b + M_{lc} i_c + L_l i_l + 0 \\ \psi_k &= M_{ka} i_a + M_{kb} i_b + M_{kc} i_c + 0 + L_k i_k \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Разлагая в ряд Фурье аналитические выражения коэффициентов самоиндукции и взаимоиндукции, полученные по расчету, и рассматривая только компоненты, имеющие практическое значение, получим:

$$\left. \begin{aligned} L_a &= L_{cp} + l_0 \cos 2\theta & M_{ab} &= -M_{cp} + M_0 \cos (2\theta - 120^\circ) \\ L_b &= L_{cp} + l_0 \cos (2\theta + 120^\circ) & M_{ac} &= -M_{cp} + M_0 \cos (2\theta + 120^\circ) \\ L_c &= L_{cp} + l_0 \cos (2\theta - 120^\circ) & M_{bc} &= -M_{cp} + M_0 \cos 2\theta \\ M_{a1} &= M_1 \cos \theta & M_{ak} &= -M_k \sin \theta \\ M_{b1} &= M_1 \cos (\theta - 120^\circ) & M_{bk} &= -M_k \sin (\theta - 120^\circ) \\ M_{c1} &= M_1 \cos (\theta + 120^\circ) & M_{ck} &= -M_k \sin (\theta + 120^\circ) \end{aligned} \right\} (6)$$

где

$$L_{cp} = \frac{L_{max} + L_{min}}{2}; \quad l_0 = \frac{L_{max} - L_{min}}{2};$$

$$M_{cp} = \frac{M_{max} + M_{min}}{2}; \quad M_0 = \frac{M_{max} - M_{min}}{2}$$

L_{max} , L_{min} , M_{max} , M_{min} — максимальная и минимальная самоиндукция и взаимоиндукция фазы.

Обычно $l_0 \cong M_0 = \lambda$

M_1 , M_k — максимальные значения взаимоиндукции фазы статора с об-

мотками ротора: $\theta = \int_0^t \Omega_i dt + \theta_0$ — угол от оси фазы „а“ статора до оси обмотки „1“ ротора.

Совместное решение системы дифференциальных уравнений (1), (2), (3), (4) определяет поведение машины в любых режимах. Однако, это решение чрезвычайно сложно, т. к. после подстановки (5), (6) в уравнения (1), (2) эти уравнения имеют переменные периодические коэффициенты. Считая, что $e_a, i_a, \psi_a, \dots, e_k, i_k, \psi_k$ являются некоторыми обобщенными координатами, можно так преобразовать уравнения (1), (2), чтобы они были более простыми для анализа.

Наиболее распространенным преобразованием координат является преобразование в осях d, q, 0, введенное Парком и имеющее следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} e_d &= \frac{2}{3} [e_a \cos \theta + e_b \cos (\theta - 120^\circ) + e_c \cos (\theta + 120^\circ)] \\ e_q &= -\frac{2}{3} [e_a \sin \theta + e_b \sin (\theta - 120^\circ) + e_c \sin (\theta + 120^\circ)] \\ e_0 &= \frac{1}{3} [e_a + e_b + e_c] \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{для статор-} \\ \text{ных цепей} \end{array} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} e_D &= e_1 \\ e_Q &= e_k \end{aligned} \right\} \text{для роторных цепей.}$$

Как видно из (7), в этой системе координат уравнения для ротор-

ных цепей в случае двух взаимно перпендикулярных обмоток не преобразуются.

По аналогичным выражениям производятся преобразования для токов и потокосцеплений.

Геометрический смысл указанных преобразований заключается в том, что все процессы рассматриваются относительно системы координатных осей, жестко связанных с ротором.

Производя подстановку в уравнения (7) выражений напряжений e_d, e_q, e_0 в виде дифференциальных уравнений (1) и учитывая, что

$$i(\Theta) \frac{d\psi_i}{dt} = \frac{d[\psi_i i(\Theta)]}{dt} - \psi_i \frac{di(\Theta)}{d\Theta} \frac{d\Theta}{dt}, \quad (8)$$

а также используя (5), (6), получим после несложных тригонометрических преобразований дифференциальные уравнения в новой координатной системе:

$$\left. \begin{aligned} e_d &= i_d r + \frac{d}{dt} (L_d i_d + M_l i_l) - (L_q i_q + M_k i_k) \frac{d\Theta}{dt} \\ e_q &= i_q r + \frac{d}{dt} (L_q i_q + M_k i_k) + (L_d i_d + M_l i_l) \frac{d\Theta}{dt} \\ e_0 &= i_0 r + \frac{dL_0 r_0}{dt} \\ e_l &= i_l r_l + \frac{d}{dt} \left(L_l i_l + \frac{3}{2} M_l i_d \right) \\ e_k &= i_k r_k + \frac{d}{dt} \left(L_k i_k + \frac{3}{2} M_k i_q \right) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где i_d, i_q, i_0 выражаются через токи i_a, i_b, i_c по уравнениям вида преобразований (7).

Эти уравнения дают возможность при заданной угловой скорости $\frac{d\Theta}{dt}$, по начальным условиям и внешним напряжениям определить все токи.

Уравнение электромагнитного момента в координатной системе $d, q, 0$ легко получается из уравнения (4) путем подстановки вместо i_a, i_b, i_c их значений через i_d, i_q, i_0 по формулам обратных преобразований, которые легко получить из уравнений вида (7), написанных для токов.

Уравнение электромагнитного момента имеет вид:

$$T = \frac{3}{2} [i_d i_q (L_d - L_q) + i_l i_q M_l - i_d i_k M_k] \quad (10)$$

Уравнение движения сохранится в прежнем виде:

$$I \frac{d^2\Theta}{dt^2} + k \frac{d\Theta}{dt} + T = M \quad (11)$$

Уравнения (9), (10), (11) решают все задачи, связанные с иссле-

дованием машины в новой координатной системе $d, q, 0$, после чего по формулам обратного преобразования находятся реальные значения токов и напряжений.

В рассматриваемой системе координат символические индуктивности L_d, L_q, L_0 связаны с реальными индуктивностями выражениями:

$$\left. \begin{aligned} L_d &= L_{cp} + M_{cp} + \frac{3}{2} \lambda \\ L_q &= L_{cp} + M_{cp} - \frac{3}{2} \lambda \\ L_0 &= L_{cp} - 2M_{cp} \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Преобразование координат в системе $x, y, 0$. Если преобразование $d, q, 0$ рассматривается как координатная система, жестко связанная с ротором, то оси координат в системе $x, y, 0$ жестко связаны со статором, причем ось „ x “ направлена по оси фазы „ a “, а ось „ y “ направлена к ней под углом 90° в направлении вращения ротора.

Уравнения преобразования для статорных цепей получаются из системы преобразования $d, q, 0$, полагая в уравнении (7) $\theta = 0$.

$$\left. \begin{aligned} E_d &= \frac{2}{3} \left[e_a - \frac{1}{2} (e_b + e_c) \right] \\ E_q &= \frac{1}{\sqrt{3}} (e_b - e_c) \\ E_0 &= \frac{1}{3} (e_a + e_b + e_c) \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{для статорных цепей} \\ \\ \end{array} \quad (13)$$

Уравнения преобразования для роторных цепей получают-ся путем приведения этих цепей к статору:

$$e_d = e_i \cos \theta - e_k \sin \theta$$

$$e_q = e_i \sin \theta + e_k \cos \theta$$

Подставляя в эти уравнения значения e_d, e_q, e_0 из уравнения (1), используя выражения (5), (6) и учитывая зависимость (8), имеем две системы уравнений для электрических цепей синхронной машины.

$$\left. \begin{aligned} E_d &= I_d r + \frac{d}{dt} [(L_d + L_0 \cos 2\theta) I_d + \\ &+ L_0 I_q \sin 2\theta + M_k I_k \cos \theta - M_k I_k \sin \theta] \\ E_q &= I_q r + \frac{d}{dt} [(L_d - L_0 \cos 2\theta) I_q + \\ &+ L_0 I_d \sin 2\theta + M_k I_d \sin \theta + M_k I_k \cos \theta] \\ E_0 &= I_0 r + \frac{d(I_0 L_0)}{dt} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{для статорных цепей} \\ \\ \end{array} \quad (14)$$

$$e_a = i_1 r_1 \cos \Theta - i_k r_k \sin \Theta + \frac{d\psi_a}{dt} + \psi_\beta \frac{d\Theta}{dt}$$

$$e_\beta = i_1 r_1 \sin \Theta + i_k r_k \cos \Theta + \frac{d\psi_\beta}{dt} - \psi_a \frac{d\Theta}{dt},$$

где

$$\begin{aligned} \psi_a &= \frac{3}{4} [(M_1 + M_k) + (M_1 - M_k) \cos 2\Theta] I_a + \\ &+ \frac{3}{4} (M_1 - M_k) I_\beta \sin 2\Theta + L_1 i_1 \cos \Theta - L_k i_k \sin \Theta \\ \psi_\beta &= \frac{3}{4} [(M_1 + M_k) - (M_1 - M_k) \cos 2\Theta] I_\beta + \\ &+ \frac{3}{4} (M_1 - M_k) I_a \sin 2\Theta + L_1 i_1 \sin \Theta + L_k i_k \cos \Theta \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{для роторных} \\ \text{цепей} \end{array} \right\} (15)$$

Здесь I_a, I_β, I_0 выражаются через реальные токи статора i_a, i_b, i_c по типу уравнений (13)

$$\begin{aligned} L_1 &= L_{cp} + M_{cp} = \frac{L_d + L_q}{2}; \\ L_\beta &= \frac{3}{2} \lambda = \frac{L_d - L_q}{2} \\ L_0 &= L_{cp} - 2M_{cp} \end{aligned} \quad (16)$$

Таким образом в осях $\alpha, \beta, 0$ для статорных цепей мы получили новую систему дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, более простых, чем уравнения (1). В ряде случаев, как например, для исследования динамических перенапряжений при коротком замыкании, уравнения (14) легко приводятся к уравнениям типа Матье.

Следует отметить, что в своей статье, опубликованной в El. Eng. 1938 г. по анализу перенапряжений в синхронных машинах при коротком замыкании *E. Clark, Weygandt, Concordia*, используя систему $\alpha, \beta, 0$, применили операторные уравнения, не имея на то достаточных формальных и фактических оснований и поэтому не пришли к уравнениям типа Матье, необходимым для решения поставленной задачи.

Обычно при анализе синхронных машин пренебрегают омическим сопротивлением цепей ротора, полагая, что $r_1 = r_k = 0$ и поэтому уравнения (15) значительно упрощаются.

В случае, если мы имеем асинхронную машину или машину двойного питания, то

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= 0 \\ r_k &= r_1 = r_r \\ L_k &= L_1 = L_r \\ M_k &= M_1 = M_r \end{aligned} \right\} (16-6)$$

и тогда

$$\left. \begin{aligned} E_a &= i_a r + \frac{dL_r i_a}{dt} + \frac{3}{2} \frac{dM_r i_n}{dt} \\ E_b &= i_b r + \frac{dL_r i_b}{dt} + \frac{3}{2} \frac{dM_r i_n}{dt} \\ E_0 &= i_0 r + \frac{dL_0 i_0}{dt} \\ e_a &= i_a r_r + \frac{d}{dt} \left(\frac{3}{2} M_r i_a + L_r i_a \right) + \left(\frac{3}{2} M_r i_b + L_r i_b \right) \frac{d\theta}{dt} \\ e_b &= i_b r_r + \frac{d}{dt} \left(\frac{3}{2} M_r i_b + L_r i_b \right) - \left(\frac{3}{2} M_r i_a + L_r i_a \right) \frac{d\theta}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Кроме того, для трехфазного ротора к системе уравнений (17) добавится еще уравнение цепей нулевой последовательности ротора,

$$e_{or} = i_{or} r_r + \frac{dL_{or} i_{or}}{dt}, \quad \text{где} \quad L_{or} = L_r - 2M_r$$

В уравнениях (17)

$$i_a = i_1 \cos \theta - i_2 \sin \theta, \quad i_b = i_1 \sin \theta + i_2 \cos \theta.$$

Уравнение электромагнитного момента для этого случая асинхронной машины получается простым и приводится к виду:

$$T = \frac{3}{2} M_r (i_b i_a - i_a i_b) \quad (18)$$

Преобразование координат в системе f, b, 0. Координатная система f, b, 0 исторически была получена из системы преобразований d, q, 0 путем приведения ее к плоскости комплексного переменного, жестко связанной с ротором, согласно выражениям вида:

$$\left. \begin{aligned} e_f &= \frac{e_d + je_q}{2} \\ e_b &= \frac{e_d - je_q}{2} \\ e_0 &= \frac{1}{3} (e_a + e_b + e_c) \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Подставляя в эти выражения значения e_d , e_q из (7), получим прямые уравнения преобразования для статорных цепей:

$$\left. \begin{aligned} e_f &= \frac{1}{3} (e_a + e_b \alpha + e_c \alpha^2) e^{-j\theta} \\ e_b &= \frac{1}{3} (e_a + e_b \alpha^2 + e_c \alpha) e^{j\theta} \\ e_0 &= \frac{1}{3} (e_a + e_b + e_c) \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

где

$$z = e^{j\frac{2\pi}{3}}; \quad z^2 = e^{-j\frac{2\pi}{3}}; \quad z^2 + z + 1 = 0.$$

Подставляя в выражения (20) значения величин e_a, e_b, e_c из системы дифференциальных уравнений (1) или выражения (19) из (9), имеем комплексную систему дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= i_1 r + \frac{d\psi_1}{dt} + j\psi_1 \frac{d\theta}{dt} \\ e_b &= i_b r + \frac{d\psi_b}{dt} - j\psi_b \frac{d\theta}{dt} \\ e_0 &= i_0 r + \frac{d\psi_0}{dt} \end{aligned} \right\} \text{ для статорных цепей}$$

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= i_1 r_1 + \frac{d}{dt} \left[L_1 i_1 + \frac{3}{2} M_1 (i_1 + i_b) \right] \\ e_k &= i_k r_k + \frac{d}{dt} \left[L_k i_k + \frac{3}{2} M_k j (i_b - i_1) \right] \end{aligned} \right\} \text{ для роторных цепей} \quad (21)$$

где

$$\psi_1 = L_1 i_1 + L_b i_b + \frac{1}{2} M_1 i_1 + j \frac{1}{2} M_k i_k$$

$$\psi_b = L_b i_1 + L_1 i_b + \frac{1}{2} M_1 i_1 - j \frac{1}{2} M_k i_k$$

$$\psi_0 = L_0 i_0$$

В этих выражениях i_1, i_b, i_0 связаны с реальными токами уравнениями вида (20).

L_1, L_b, L_0 определяются согласно выражениям (16).

Таким образом, мы получили систему комплексных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами для мгновенных значений токов и напряжений.

Уравнение электромагнитного момента после подстановки значений токов имеет вид:

$$T = \frac{3}{2} [j(i_b - i_1)(i_b + i_1) 2L_b + j(i_b - i_1) M_1 i_1 - (i_b + i_1) M_k i_k] \quad (22)$$

Преобразование координат в системе $\gamma, \delta, 0$. Подобно тому, как система $i, b, 0$ образована из системы $d, q, 0$, представляется возможным ввести систему $\gamma, \delta, 0$, получающуюся из координатной системы $z, \bar{z}, 0$ следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} E_\gamma &= \frac{E_\alpha + j E_\beta}{2} \\ E_\delta &= \frac{E_\alpha - j E_\beta}{2} \\ E_0 &= \frac{1}{3} (e_a + e_b + e_c) \end{aligned} \right\} \text{ для статорных цепей} \quad (23)$$

$$\left. \begin{aligned} e_{\gamma} &= \frac{e_a + j e_b}{2} \\ e_{\delta} &= \frac{e_a - j e_b}{2} \end{aligned} \right\} \text{ для роторных цепей} \quad (24)$$

Подставляя в уравнения (23), (24) вместо E_{γ} , E_{δ} , e_{γ} , e_{δ} их значения через реальные величины, имеем:

$$\left. \begin{aligned} E_{\gamma} &= \frac{1}{3} (e_a + e_b z + e_c z^2) \\ E_{\delta} &= \frac{1}{3} (e_a + e_b z^2 + e_c z) \\ E_0 &= \frac{1}{3} (e_a + e_b + e_c) \end{aligned} \right\} \text{ для статора} \quad (25)$$

$$\left. \begin{aligned} e_{\gamma} &= \frac{e_t + j e_k}{2} e^{j\theta} \\ e_{\delta} &= \frac{e_t - j e_k}{2} e^{-j\theta} \end{aligned} \right\} \text{ для ротора.} \quad (26)$$

Из (14) и (23) имеем:

$$\begin{aligned} E_{\gamma} &= I_{\gamma} r + \frac{d}{dt} \left[L_t I_{\gamma} + L_b I_{\delta} e^{j2\theta} + \frac{1}{2} (M_t i_t + j M_k i_k) e^{j\theta} \right] \\ E_{\delta} &= I_{\delta} r + \frac{d}{dt} \left[L_t I_{\delta} + L_b I_{\gamma} e^{-j2\theta} + \frac{1}{2} (M_t i_t - j M_k i_k) e^{-j\theta} \right] \\ E_0 &= I_0 r + \frac{dL_0}{dt} I_0 \end{aligned} \quad (27)$$

Из (15) и (24):

$$\left. \begin{aligned} e_{\gamma} &= \frac{i_t r_t + j i_k r_k}{2} e^{j\theta} + \frac{d\psi_{\gamma}}{dt} - j \psi_{\gamma} \frac{d\theta}{dt} \\ e_{\delta} &= \frac{i_t r_t - j i_k r_k}{2} e^{-j\theta} + \frac{d\psi_{\delta}}{dt} + j \psi_{\delta} \frac{d\theta}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

где:

$$\begin{aligned} \psi_{\gamma} &= \frac{L_t i_t + j L_k i_k}{2} e^{j\theta} + \frac{3}{4} (M_t + M_k) I_{\gamma} + \frac{3}{4} (M_t - M_k) I_{\delta} e^{j2\theta} \\ \psi_{\delta} &= \frac{L_t i_t - j L_k i_k}{2} e^{-j\theta} + \frac{3}{4} (M_t + M_k) I_{\delta} + \frac{3}{4} (M_t - M_k) I_{\gamma} e^{-j2\theta} \end{aligned}$$

Для случая асинхронной машины или машины двойного питания, т. е. при условиях (16-6), уравнения (27), (28) приводятся к виду:

$$\left. \begin{aligned} E_{\gamma} &= I_{\gamma} r + \frac{d}{dt} [L_t I_{\gamma} + M_t i_{\gamma}] \\ E_{\delta} &= I_{\delta} r + \frac{d}{dt} [L_t I_{\delta} + M_t i_{\delta}] \\ E_0 &= I_0 r + \frac{d}{dt} [L_0 I_0] \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= i_1 r_r + \frac{d}{dt} \left(L_r i_1 + \frac{3}{2} M_1 i_1 \right) - j \left(L_r i_1 + \frac{3}{2} M_1 i_1 \right) \frac{d\theta}{dt} \\ e_2 &= i_2 r_r + \frac{d}{dt} \left(L_r i_2 + \frac{3}{2} M_1 i_2 \right) + j \left(L_r i_2 + \frac{3}{2} M_1 i_2 \right) \frac{d\theta}{dt} \\ e_0 &= i_0 r_r + \frac{dL_{or} i_{or}}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

где

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{1}{3} (i_a + i_b \alpha + i_c \alpha^2) & i_{1r} &= \frac{1}{3} (i_{ar} + i_{br} \alpha + i_{cr} \alpha^2) e^{j\theta} \\ i_2 &= \frac{1}{3} (i_a + i_b \alpha^2 + i_c \alpha) & i_{2r} &= \frac{1}{3} (i_{ar} + i_{br} \alpha^2 + i_{cr} \alpha) e^{-j\theta} \\ i_0 &= \frac{1}{3} (i_a + i_b + i_c) & i_{0r} &= \frac{1}{3} (i_{ar} + i_{br} + i_{cr}) \end{aligned}$$

Предполагая, что скорость вращения ротора постоянна, можно рассмотренные дифференциальные уравнения для различных систем преобразований, не содержащие тригонометрических (или показательных) функций угла θ , представить в операторной форме. При этом символически $\frac{d\theta}{dt}$ обозначается $[p\theta]$, но может рассматриваться только как постоянная величина.

При этих условиях, уравнения в различных координатных системах представляются в следующем виде:

Система d, q, 0:

$$\left. \begin{aligned} e_d &= i_d r + p\psi_d - \psi_q [p\theta] ; & e_q &= i_q r + p\psi_q + \psi_d [p\theta] ; & e_0 &= i_0 r + p\psi_0 \\ e_1 &= i_1 r_1 + p\psi_1 ; & e_k &= i_k r_k + p\psi_k \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

где:

$$\psi_d = L_d i_d + M_1 i_1 ; \quad \psi_q = L_q i_q + M_k i_k ; \quad \psi_0 = L_0 i_0$$

$$\psi_1 = L_1 i_1 + \frac{3}{2} M_1 i_d ; \quad \psi_k = L_k i_k + \frac{3}{2} M_k i_q$$

Система f, b, 0:

$$\left. \begin{aligned} e_f &= i_f r + (p+j[p\theta])\psi_f ; & e_b &= i_b r + (p+j[p\theta])\psi_b ; & e_0 &= i_0 r + p\psi_0 \\ e_1 &= i_1 r_1 + p\psi_1 ; & e_k &= i_k r_k + p\psi_k \end{aligned} \right\} \quad (32)$$

где

$$\psi_f = L_f i_f + L_b i_b + \frac{M_1 i_1 + j M_k i_k}{2} ; \quad \psi_b = L_b i_b + L_f i_f + \frac{M_1 i_1 - j M_k i_k}{2} ; \quad \psi_0 = L_0 i_0$$

$$\psi_1 = L_1 i_1 + \frac{3}{2} M_1 (i_f + i_b) ; \quad \psi_k = L_k i_k + \frac{3}{2} M_k j (i_b - i_f)$$

В системах $\alpha, \beta, 0$ и $\gamma, \delta, 0$ применение операторного метода наиболее целесообразно для случая машины с трехфазным ротором (асинхронной или машины двойного питания).

Уравнения для этого случая будут иметь следующий вид:

Система $\alpha, \beta, 0$:

$$\left. \begin{aligned} E_\alpha &= I_\alpha r + p\psi_\alpha; & E_\beta &= I_\beta r + p\psi_\beta; & E_0 &= I_0 r + p\psi_0 \\ e_\alpha &= I_\alpha r + p\psi_\alpha + \psi_\beta [p\theta]; & e_\beta &= I_\beta r + p\psi_\beta - \psi_\alpha [p\theta]; & e_0 &= I_0 r + p\psi_0 \end{aligned} \right\} (33)$$

где

$$\begin{aligned} \psi_\alpha &= L_\alpha I_\alpha + \frac{3}{2} I_\alpha M_1; & \psi_\beta &= L_\beta I_\beta + \frac{3}{2} I_\beta M_1; & \psi_0 &= L_0 I_0 \\ \psi_\alpha &= L_\alpha I_\alpha + \frac{3}{2} I_\alpha M_1; & \psi_\beta &= L_\beta I_\beta + \frac{3}{2} M_1 I_\alpha; & \psi_{0\alpha} &= L_{0\alpha} I_{0\alpha} \end{aligned}$$

Система $\gamma, \delta, 0$:

$$\left. \begin{aligned} E_\gamma &= I_\gamma r + p\psi_\gamma; & E_\delta &= I_\delta r + p\psi_\delta; & E_0 &= I_0 r + p\psi_0 \\ e_\gamma &= I_\gamma r + (p - j[p\theta])\psi_\gamma; & e_\delta &= I_\delta r + (p + j[p\theta])\psi_\delta; & e_0 &= I_0 r + p\psi_0 \end{aligned} \right\} (34)$$

где

$$\begin{aligned} \psi_\gamma &= L_\gamma I_\gamma + \frac{3}{2} M_1 I_\gamma; & \psi_\delta &= L_\delta I_\delta + \frac{3}{2} M_1 I_\delta; & \psi_0 &= L_0 I_0 \\ \psi_\gamma &= L_\gamma I_\gamma + \frac{3}{2} M_1 I_\gamma; & \psi_\delta &= L_\delta I_\delta + \frac{3}{2} M_1 I_\delta; & \psi_0 &= L_0 I_0 \end{aligned}$$

Рассмотренные выше методы преобразования в дифференциальной форме допускают рассмотрение ряда нелинейных задач на интеграторах, чего нельзя было сделать при представлении этих уравнений в операторной форме. В целом дифференциальная форма более наглядна и более близко отражает реальные физические процессы в синхронных машинах.

Москва, 1947, июнь.

Ա. Ղ. ԻՈՍԻՖՅԱՆ

ՄԻՃԽՐՈՑ ՄԵԼԵՆՈՎԻ ՊԻՃԵՐԵՆՑԻՈՒ ԿԱՎԱՍԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ձԵՎԱՓՈԽՈՒՄՆԵՐԻ ԲԽՈՐԻՈՒ

Ցեղում է արևելքան մեքենայի կլասիկ ղեկերենցիալ հավասարումների ձևափոխումների մեթոդ հավասարման մեջ՝ d,q,0; l,b,0; z,β,0 կոորդինատներով:

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Б. Налбандян

Фотохимическое, ртутью сенсibilизированное окисление метана

(Представлено Н. Н. Семеновым 4 VI 1947)

Из работы Моришав, Бенедикта и Тейлора (¹) следует, что под действием резонансного излучения кварцевой ртутной лампы, в присутствии паров ртути, в смеси метана с дейтериометаном происходит обменная реакция. Обменная реакция была установлена также в смеси метана с дейтерием.

На основании этих данных авторы делают вывод о первичном процессе. По их мнению вероятным процессом является расщепление метана под действием возбужденных атомов ртути по схеме:



Образовавшийся свободный метильный радикал, в зависимости от температуры и давления, реагирует с дейтерием, осуществляя процесс обмена, например, по схеме:



При более высоких температурах атом дейтерия, реагируя с метаном, дает



Считая предположение вышеупомянутых авторов относительно фотосенсибилизированного ртутью распада метана на свободный метильный радикал и атом водорода вполне вероятным (нельзя сказать почему-то выпавшим из поля зрения предыдущих исследователей), мы поставили задачу изучения реакции продуктов фотораспада метана с кислородом при разных температурах и давлениях реагирующей смеси. Как будет показано ниже, смесь метана с кислородом, в присутствии паров ртути, под действием ультрафиолетового излучения кварцевой ртутной лампы реагирует с вполне заметной скоростью, сильно зависящей как от давления, так и от температуры.

Методика и результаты экспериментов. Источником света служила кварцевая ртутная лампа типа ПРК-4, выпускаемая московским электроламповым заводом. При установившемся режиме лампа работает при напряжении около 70 в и токе 4 ампера. Для уменьшения самообращения резонансной линии 2537 Å кварцевая лампа, во вре-

мя ее работы обдувалась потоком воздуха от настольного вентилятора. Реакционным сосудом служила кварцевая трубка диаметром примерно 5 см, объемом 100 см³, с впаянными к ее концам плоскопараллельными окошками. Реакционный сосуд помещался в электрическую печь цилиндрической формы. Температура печи поддерживалась постоянной ручной регулировкой тока. Источник света был отделен от реакционного сосуда кварцевым окошком ($d = 5$ см), вмазанным в торец печи.

Кислород получался электролитически. Для удаления следов водорода в кислороде газ пропускался через трубку, набитую платинированным асбестом и помещенную в печь, нагретую до 350°C. С целью освобождения от других примесей кислород пропускался через систему ловушек, погруженных в дюаровские стаканы с жидким кислородом. И использованный нами метан был получен из болотного газа. Для освобождения от примеси CO₂ метан пропускался через 30% раствор калийной щелочи. Затем он конденсировался в ловушке, погруженной в жидкий кислород. Чтобы освободиться от различных примесей, жидкий метан перегонялся из одной ловушки в другую с откачкой верхней фракции. Затем производилась окончательная перегонка средней фракции в заранее откачанную колбу. Анализ полученного таким образом метана показал отсутствие каких бы то ни было примесей.

Опыты проводились следующим образом: в реакционный сосуд, насыщенный заранее парами ртути при $T = 24^\circ\text{C}$, набиралась смесь метана с кислородом (36% O₂ и 64% CH₄) до нужного давления, затем, поднимая экран, загораживающий реакционный сосуд от источника света, смесь подвергалась облучению. Предварительные опыты показали отсутствие заметного разогрева смеси во время облучения, а также была установлена стационарность реакции в области температур от 200 до 540°C.

Продукты реакции определялись газовым анализом. Параллельно газовому анализу проводился анализ (по упругости) конденсируемых продуктов реакции.

Как показали измерения, темновая реакция вплоть до 540°C отсутствует при давлении смеси до 60 мм Hg. При высоких давлениях скорость фотохимической реакции определялась по разности между общей и темновой. Как правило, скорость темновой реакции не превышала 10% общей. На рис. 1 представлен результат измерения—количество образовавшегося конденсата за 5 минут в объеме реакционного сосуда в зависимости от давления реагирующей смеси при температуре 393°C. Из кривой видно, что скорость реакции растет приблизительно пропорционально давлению CH₄+O₂ до $P = 50-60$ мм Hg; затем, с дальнейшим повышением давления реагирующей смеси наблюдается уменьшение скорости реакции. При больших давлениях скорость реакции стремится к постоянному значению. Эти данные послужили исходной точкой для подбора оптимальных условий исследуемой реакции.

Приведенные ниже результаты получены в основном при давлении реагирующей смеси, равном 46 мм Hg.

$\frac{\text{мм Hg}}{\text{мин}}$

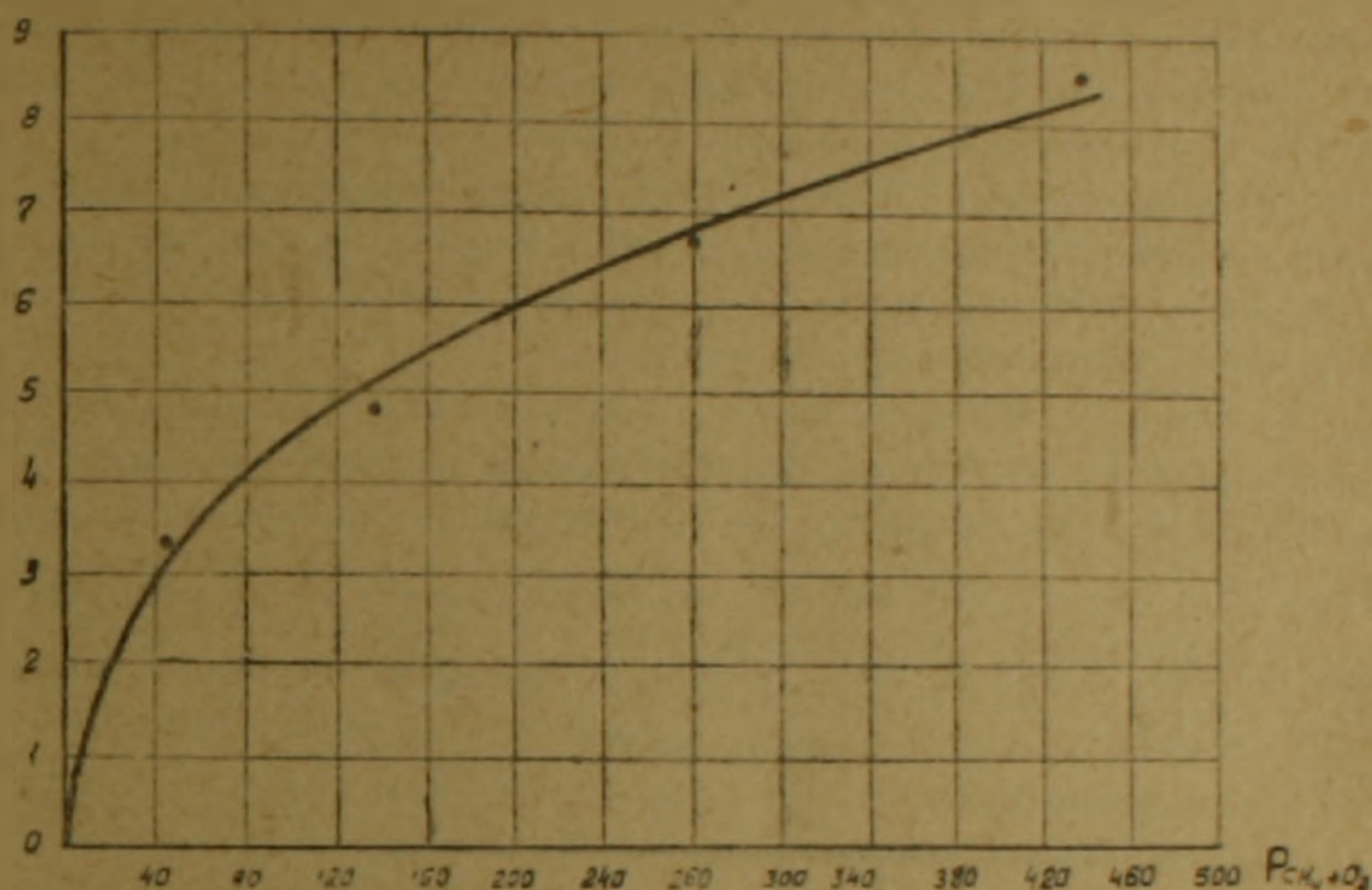


Рис 1. Скорость реакции $CH_4 + O_2$ в зависимости от давления $T=323^\circ C$

В таблице 1 представлены данные по газовому анализу смеси, подвергнутой облучению в течение различных отрезков времени при

Таблица 1

Процент израсходовавшегося в реакции кислорода, а также количество образовавшегося CO и CO_2 по отношению к исходному метану, в зависимости от времени облучения при различных температурах.

Температура в $^\circ C$	Время облучения в мин.	Процент израсходовавшегося кислорода	Процент образовавшегося CO	Процент образовавшегося CO_2
130	240	95,0	25,8	26,8
	120	44,4	17,1	7,8
227	60	86,6	25,7	10,1
	40	43,0	16,4	4,7
	20	15,2	7,8	2,4
383	30	97,0	37,5	15,6
	20	62,5	28,2	10,5
	10	33,0	14,0	4,7
462	20	89,0	30,0	15,6
	10	39,0	13,0	7,8
522	15	90,5	29,7	15,6
	10	61,2	21,8	11,7
	5	27,8	9,3	3,9

различных температурах. Из этих данных видно, что в стационарных условиях основными продуктами реакции являются CO , CO_2 и H_2O . Количество образовавшегося CO и CO_2 при температурах выше 130° пропорционально времени облучения. Пропорциональность сохраняется также для количества израсходованного в реакции кислорода. Последнее означает, что скорость реакции является функцией лишь одного метана и не зависит от парциального давления кислорода.

По данным табл. 1 можно найти температурную зависимость скорости реакции. Из таблицы видно, что к моменту, когда израсходовано примерно 91% кислорода, т. е. через 15 минут при 520°C около 50% метана окисляется до CO и CO_2 .

Время t , когда в результате реакции расходуется около 91% кислорода, сильно зависит от температуры. В то время, как при 130°C $t = 220$ минутам, при 522°C $t = 15$ минутам. На рис. 2 нанесена зависимость $\lg t$ от $\frac{1}{T}$. Как видим, все точки ложатся на прямую. Из наклона прямой находим, что энергия активации суммарного процесса около 4,5 ккал.

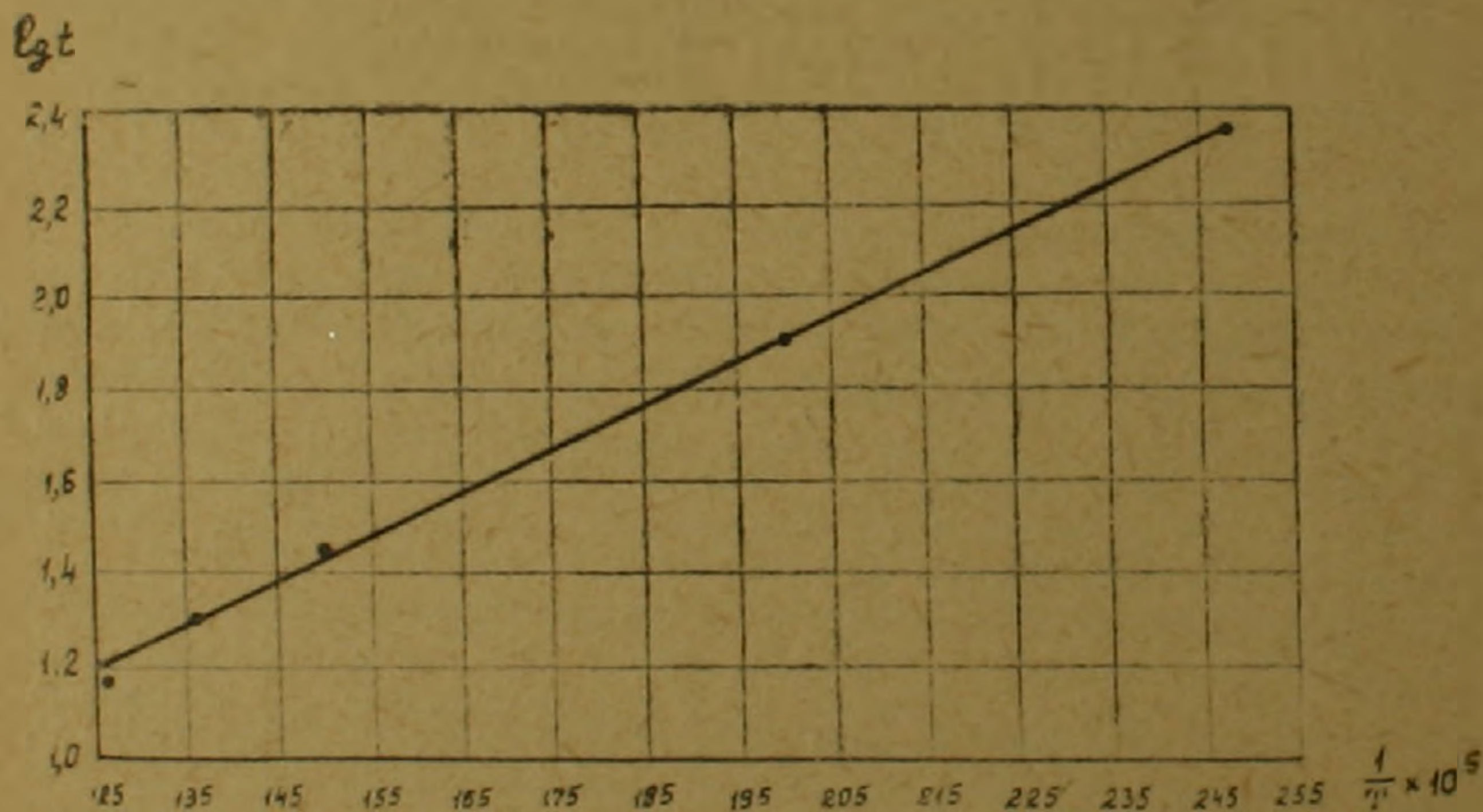


Рис. 2.

Опыты, проведенные при комнатной температуре (24°C) показали, что для полного расходования кислорода необходимо реагирующую смесь облучать в течение 1850 минут.

По тому, как при высоких температурах накапливается большое количество CO , можно было ожидать, что при облучении смеси произойдет заметное повышение давления в системе.

Пользуясь высокочувствительным, мембранным манометром ($\frac{0,01 \text{ мм Hg}}{\text{мм шкалы}}$), нами, действительно, было обнаружено повышение давления, пропорциональное времени облучения (см. табл. 2 на стр. 113).

Скорость реакции, определенная по повышению давления в зависимости от температуры

Температура в °C	Скорость в мм Hg мин.
190	0,020
260	0,029
320	0,030
385	0,060
430	0,105
500	0,070

Интересно отметить, что, в полном согласии с газовым анализом, повышение давления, пропорциональное времени облучения, наблюдается вплоть до полного расходования кислорода.

Совокупность полученного экспериментального материала позволяет сделать вывод о том, что реакция фотохимического окисления метана, сенсibilизированного ртутью, является цепной с начальными центрами типа свободных радикалов и атомов. Непосредственным доказательством этого предположения являются опыты по воздействию инертного газа на скорость реакции.

Как известно, роль инертного газа в реакциях с свободными атомами и радикалами сводится к тому, что в присутствии инертного газа уменьшается коэффициент диффузии атомов и радикалов к стенкам реакционного сосуда, и тем самым повышается вероятность вступления активного центра в реакцию в гомогенной фазе. Инертным газом в нашем случае служил аргон. На рис. 3 приведены две кривые, получен-

Вс. давление
мм.рт.ст.

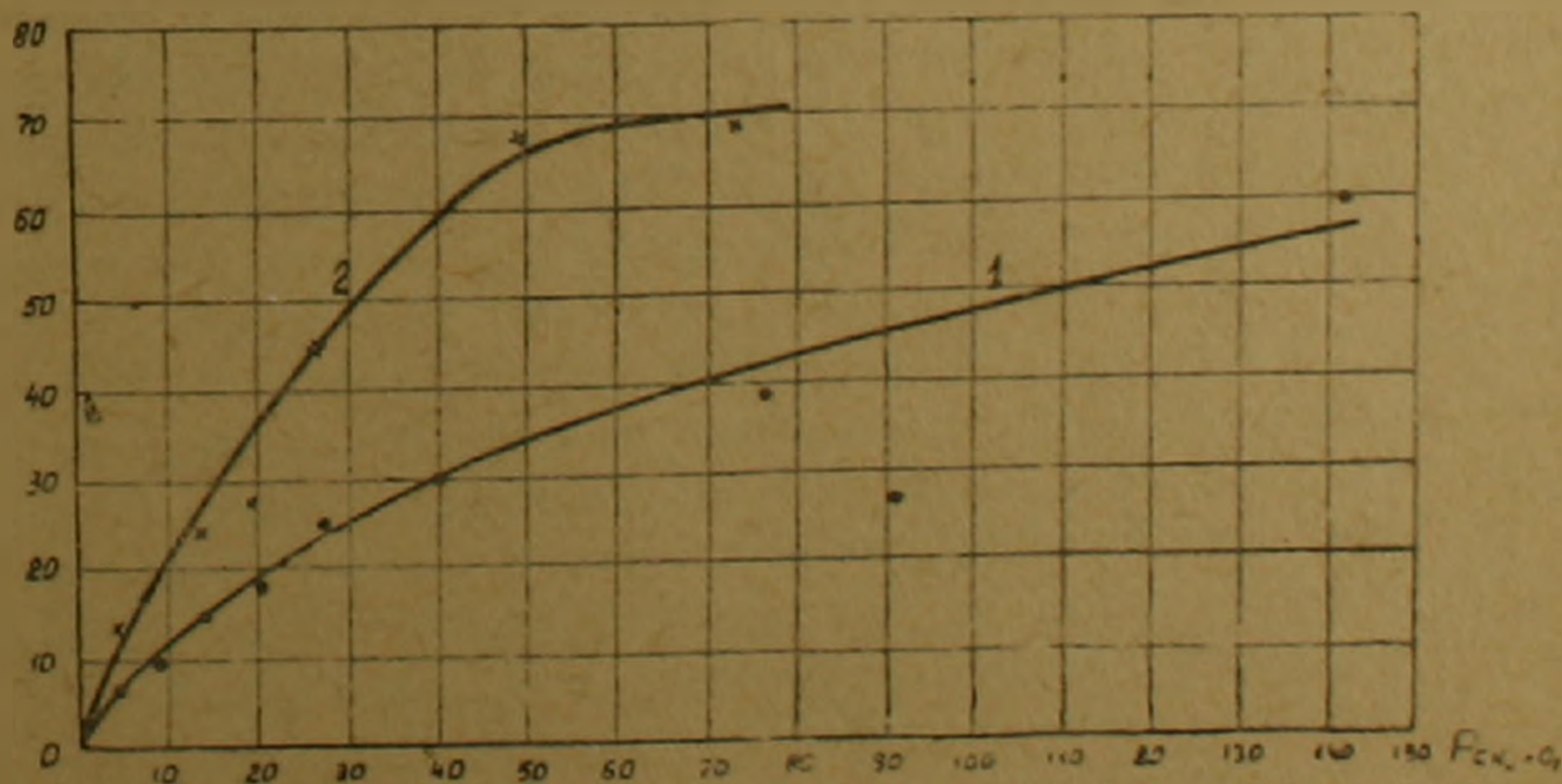


Рис. 3. Действие инертного газа на скорость реакции.
Кривая 1—скорость реакции в чистой смеси CH_4+O_2 ,
Кривая 2—скорость реакции в смеси CH_4+O_2 , разбавленной
аргоном в 7.4 раза.

ные при 250°С. Кривая 1 представляет скорость реакции в зависимости от давления $\text{CH}_4 + \text{O}_2$. Кривая 2 изображает ту же зависимость для смеси, разбавленной аргоном в 7,4 раза. Из рисунка видно, что при малых парциальных давлениях $\text{CH}_4 + \text{O}_2$ скорость реакции в присутствии аргона намного превышает скорость, полученную при тех же давлениях в чистой смеси. При больших давлениях, когда число диффундирующих атомов и радикалов к стенкам реакционного сосуда становится незначительным, кривые скорости реакции стремятся к одному и тому же значению.

Этот результат, не оттеняя природу начальных активных центров, с несомненностью указывает на наличие в системе свободных атомов и радикалов.

Правда, наряду с реакцией продуктов фотосенсибилизированного распада метана с кислородом, можно было думать, что под действием света затрагивается также кислород, образуя озон с последующей реакцией его или атома кислорода (получающегося при разложении озона) с метаном.

С целью выяснения роли атомов кислорода в процессе окисления метана были поставлены отдельные опыты в специальной аппаратуре, подробно описанной в одной из предыдущих работ (²).

Источником света служила водородная разрядная трубка. Реакционный сосуд был отделен от разрядной трубки очень тонкой кварцевой мембраной, пропускающей шумановскую спектральную область. Известно, что под действием шумановской радиации молекулы кислорода диссоциируют на атомы. После тщательной откачки в реакционный сосуд набиралась смесь метана с кислородом ($3\text{CH}_4 + \text{O}_2$) при различных давлениях. Эта смесь подвергалась облучению в течение определенного промежутка времени. После выключения света смесь медленно откачивалась через спираль, погруженную в жидкий воздух. Затем сконденсировавшиеся продукты реакции (CO_2 и H_2O) размораживались и мембранным манометром измерялась их упругость. На рис. 4 представлены 3 кривые скорости реакции в зависимости от температуры и давления реагирующей смеси. Кривая 1 изображает скорость реакции при комнатной температуре, кривые 2 и 3—при температурах 280 и 415°С соответственно. При повышении температуры от 20 до 415°С скорость реакции возрастает всего лишь в 2 раза, в то время как в той же смеси в сенсibilизированной ртутью реакции относительный прирост CO_2 в десятки раз больше CO_2 , полученного при комнатной температуре. Эти опыты говорят за то, что в реакции окисления метана роль атомов кислорода, как начальных центров, вопреки широко распространенному мнению, сравнительно мала. Наши результаты позволяют заключить, что в изученной реакции ведущая роль принадлежит в первую очередь свободным атомам и радикалам, образующимся при расщеплении метана. На данной стадии трудно решить какому из активных центров следует приписать эту ведущую роль. Наряду с ре-

акцией CH_3 с O_2 основная цепь может развиваться через радикал HO_2 , образующийся при столкновении атома водорода с кислородом.

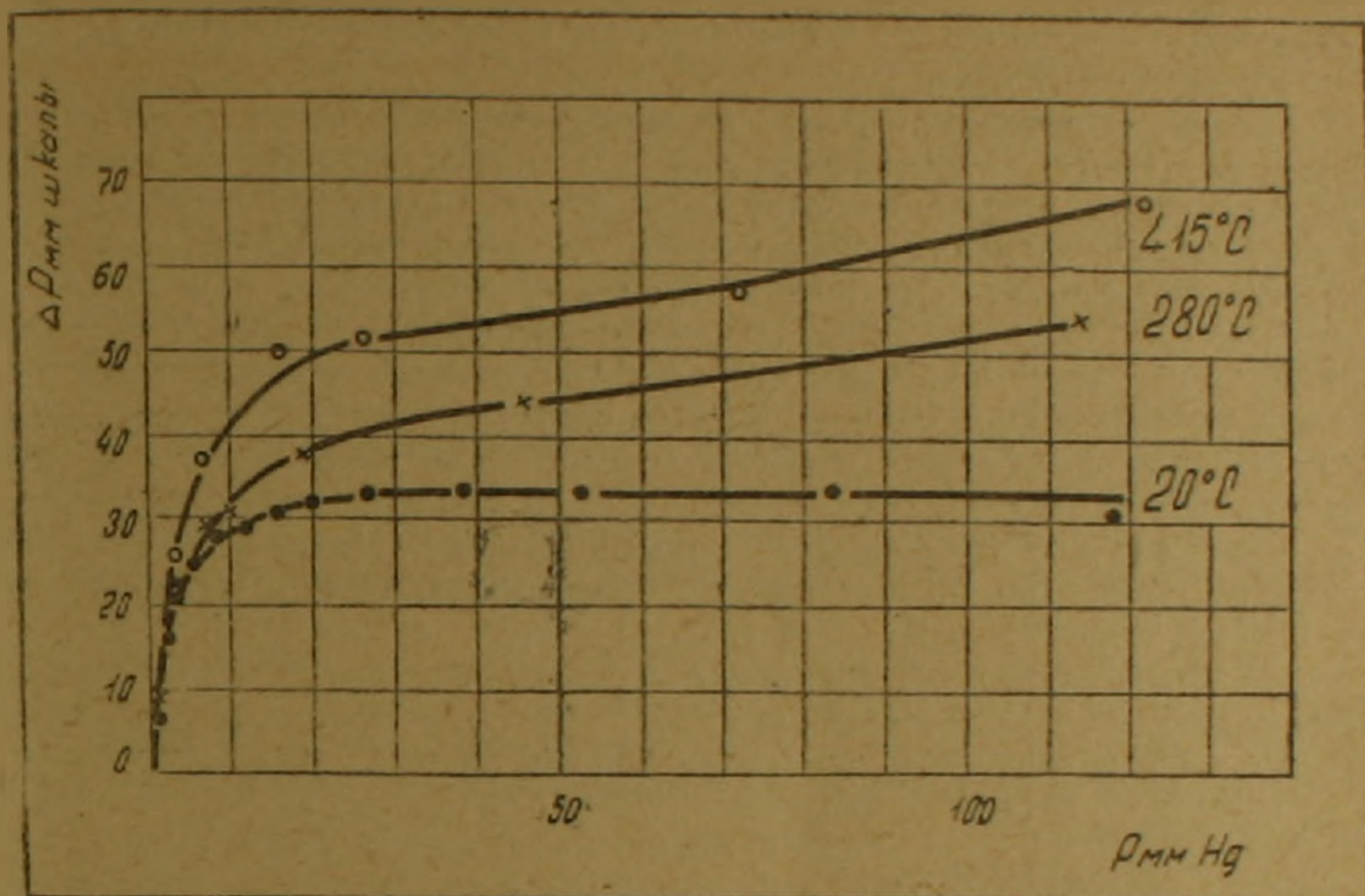


Рис. 4.

Для построения механизма окисления метана является весьма существенным идентификация и выяснение роли каждой из упомянутых активных частиц в отдельности. Существенно также определение абсолютного квантового выхода для установления длины цепи и ее температурной зависимости.

Институт химической физики АН СССР
Химический институт АН Арм. ССР.
Москва—Ереван, 1947, январь.

Ա. Բ ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆ

Մեքանիզմի մասին, սնդիկով սինթեզվող ախտաբանական

Մոլիբդենի, Բենզոլի և Տալիումի առաջատանքից երևում է, որ քվարցի սնդիկային լամպի ազդեցության ճառագայթման ազդեցության տակ, սնդիկի գոլորշիների ներկայությամբ, մեթանի և դեյտերիումի խառնուրդում տեղի է ունենում փոխանակային առաջատանքի ռեակցիայի օքսիդացիա տեղի ունի նաև մեթանի և դեյտերիումի խառնուրդի դեպքում, ինչը հիշված հեղինակները, այս տվյալների հիման վրա, հանդես են գալիս նախնի պրոցեսի հզորացման, նրանց կարծիքով հավանական պրոցես է հանդիսանում մեթանի քայքայումը սնդիկի գոլորշիների ազդեցության տակ



Գոյացած մեթիլային ազատ ռադիկալը, նախած ջերմության և ճնշման պայմաններին, օքսիդացիայի միջ է մտնում դեյտերիումի հետ, իրականացնելով փոխանակման պրոցես.

որ՝ $\text{CH}_3 + \text{D}_2 = \text{CH}_3\text{D} + \text{D}$ ։ Ավելի բարձր ջերմաստիճանների պայքում դիտերիի առումը՝
ռեակցիայի մեջ մտնելով մեթանի հետ, տալիս է $\text{D} + \text{CH}_4 = \text{CH}_3 + \text{HD}$ և այլն։

Վերոհիշյալ հեղինակների ենթադրությունը — մեթանի սնդիկով սենսիբիլացված
բայթայումը ազատ ռադիկալի և ջրածնի առումի — համարելով միանգամայն հավանական,
մենք նպատակ դրինք ուսումնասիրել մեթանի ֆոտոքայքայման ռադիկալների ռեակցիան
թթվածնի հետ՝ ռեակցիայի մեջ մտնող խառնուրդի տարրեր ջերմաստիճաններում և տար-
րեր ճնշման պայմաններում։

Ստացված տվյալներից երևում է, որ ստացիոնար պայմաններում ռեակցիայի հիմ-
նական պրոդուկտներն են հանգիստանում CO , CO_2 և H_2O , և որ ռեակցիայի արագություն-
նը միայն մեթանի ֆունկցիան է և կախված չէ թթվածնի պարզիակ ճնշումից։

Ստացված արդյունքները նախազորություն են տալիս եզրակացնելու, որ մեթանի
սնդիկով սենսիբիլացրած ֆոտոքիմիական ռեակցիայի արագության ազատ ռադիկալների և
ատոմների տիպի սկզբնական կենտրոնների ունեցող շղթայական ռեակցիա է։ Այս ենթա-
դրության անմիջական ապացույց հանգիստանում են ռեակցիայի արագություն վրա ինքնա-
զազի ազդեցության փորձերը։ Ուսումնասիրված ռեակցիայում առաջատար դերը պատկա-
նում է առաջին հերթին ազատ ատոմներին և ռադիկալներին, որոնք գոյանում են մեթա-
նի քայքայման մասնակի ներկա էության պատճառով։ Քիմիական կենտրոններից
որին պետք է վերագրել այդ առաջատար դերը, CH_3 և O_2 միջև ռեակցիայի հետ մեկտեղ
հիմնական շղթան կարող է զարգանալ ջրածնի առումը թթվածնի հետ բնդհարվելուց գոյա-
ցող HO_2 ռադիկալի միջոցով։

Մեթանի ռեակցիայի մեխանիզմը որոշելու համար շատ էական նշանակություն
ունի հիշատակված ազատ մասնիկների առանձին-առանձին նույնացումը և նրանց դերի
որոշումը։ Կարևոր է նաև քվանտային քաջարձակ ելքի որոշումը՝ շղթայի երկարությունը
և նրա ջերմային կախվածությունը որոշելու համար։

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Morikawa, B. Benedict u. H. Taylor. J. Chem. Physics, 5, 212, 1937.
2. А. Налбандян. ЖФХ, 20, 1259, 1946.

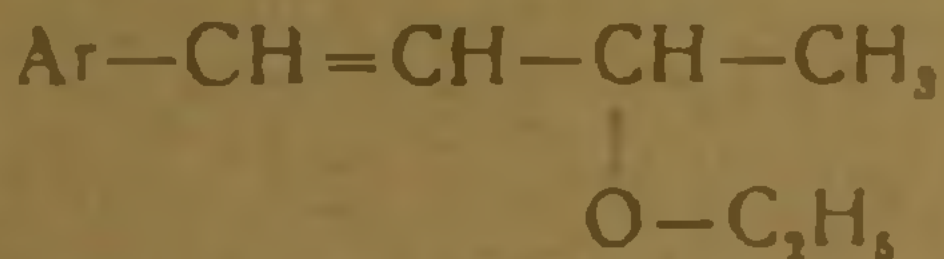
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. И. Исагулянц, действ. чл. АН Арм. ССР и Г. Т. Есаян

Превращения фенил-1-хлор-3-бутена-2 в присутствии
 едкого кали

(Представлено 9 VI 1947)

Одним из нас⁽¹⁾ было установлено, что двойная связь в арил-хлорбутенах $Ar-CH_2-CH=CCl-CH_2$, полученных взаимодействием 1,3-дихлорбутена-2 с ароматическими углеводородами, легко перемещается в сторону арильной группы под влиянием алкоголята натрия и конечными продуктами являются этоксисоединения типа:

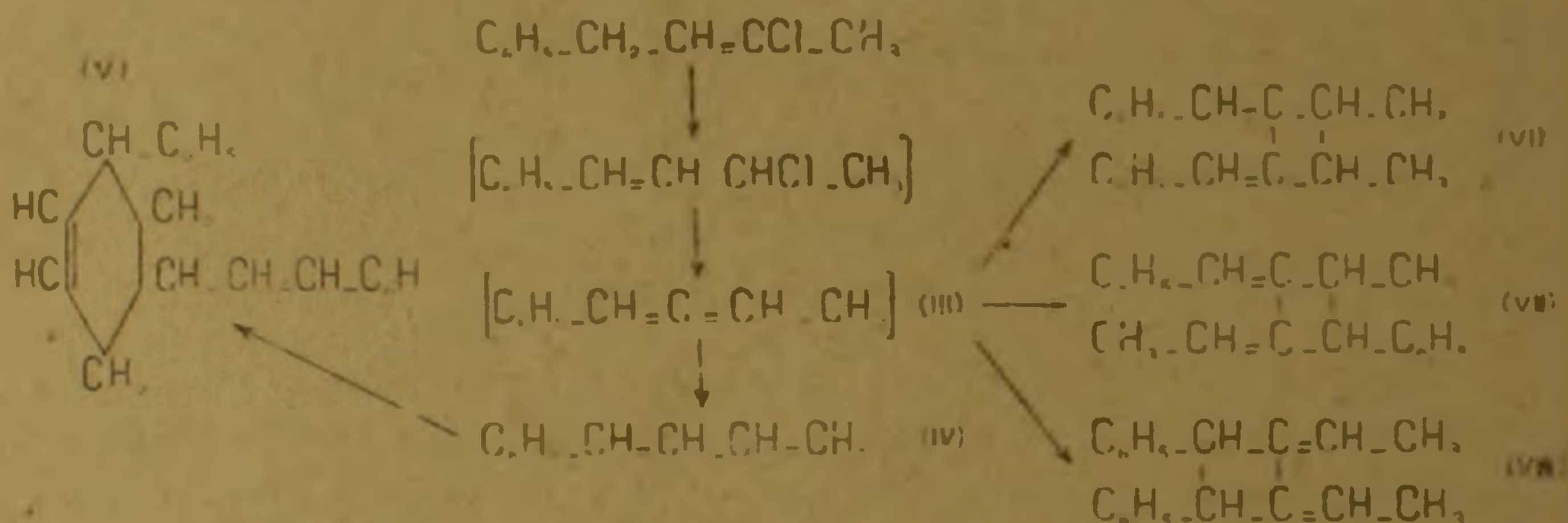
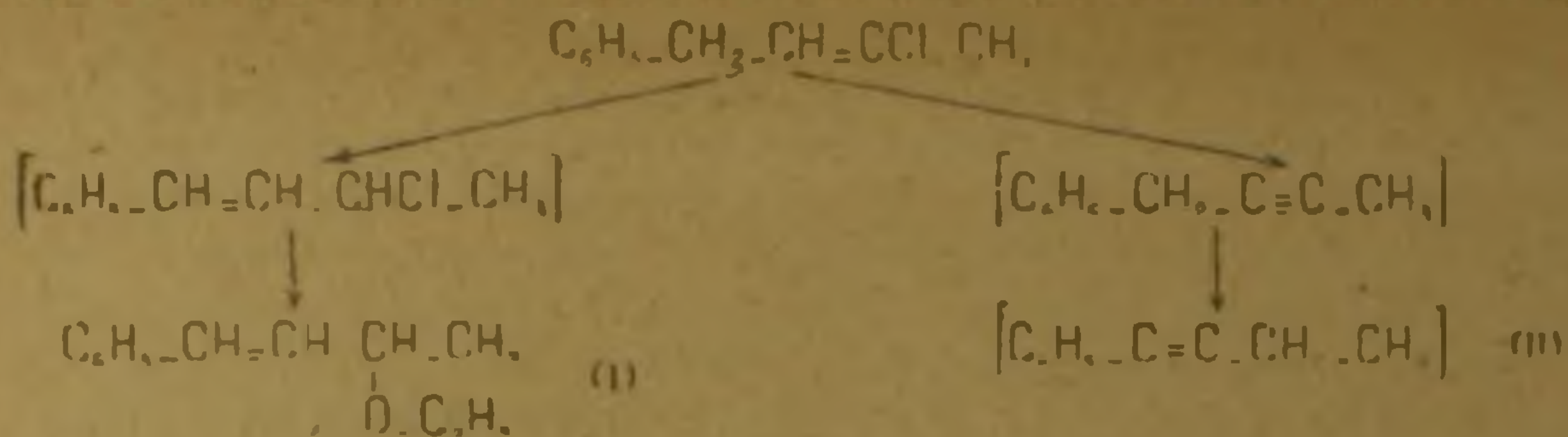


Такое же перемещение двойной связи установлено нами при взаимодействии фенил-1-хлор-3-бутена-2 с едким кали, как в спиртовой среде, так и в отсутствии спирта. В первом случае основным продуктом реакции является фенил-1-этокс-3-бутен-1, наряду с ацетиленовым соединением, а во втором — фенил-1-бутадиен-1,3 и димеры фенил-1-бутадиенов. Получение этих соединений можно объяснить если принять приведенные превращения фенил-1-хлор-3-бутена-2 (см. схему на стр. 118).

Из приведенных в схеме возможных превращений фенилхлорбутена, значительный интерес представляет образование фенилбутадиена (IV) и фенилметилаллена (III). Последний не был обнаружен нами, но из продуктов реакции был выделен кристаллический продукт, который по предварительным данным (элементарный анализ, молекулярный вес, продукты окисления) является тетразамещенным циклобутином, и, по всей вероятности, образовался за счет димеризации фенилметилаллена (см. VI, VII, VIII в приведенной схеме превращений).

Подобную димеризацию наблюдал Лебедев на примере аллена и замещенных алленов⁽²⁾.

Образование алленовых углеводородов из галоидоалкилов, которые нормально дают ацетиленовые соединения, отмечено Зебергом⁽²⁾. При взаимодействии 1,2-дибром-3-фенил-1-пропана с едким кали в по-



рошке, он обнаружил наряду с ацетиленовым соединением фенилаллен. Аллены, как известно, легко переходят в углеводороды типа дивинила. Возможно, что в примере, исследованном нами, едкий кали в отсутствии спирта способствует этому переходу.

Фенил-1-бутадиен-1,3 выделен нами и идентифицирован через дибромид, тетрабромид и продукт конденсации с малеиновым ангидридом.

Фенил-1-бутадиен-1,3 был предметом многочисленных работ⁽⁴⁾. Основным сырьем для его получения являются аллоцинамилиденуксусная кислота^(5,6) цинамилиденмалоновая кислота⁽⁷⁾, и коричный альдегид^(8,9,10). Лучшим способом его изготовления считается разложение 30%-ой серной кислотой метилмагнийиод производного коричневого альдегида⁽¹⁰⁾. Выход продукта невелик и исходные материалы мало доступны. Фенилбутадиен легко полимеризуется в жидкий димер^(4,7) и труднее в высокомолекулярный полимер^(11,12).

По данным предварительных опытов гомологи фенил-1-хлор-3-бутена-2, как например, толилхлорбутен, дают с едким кали продукты аналогичные продуктам превращения фенилхлорбутена. Таким образом взаимодействие гомологов фенил-1-хлор-3-бутена-2 с едким кали в инертном растворителе может служить методом получения ряда арил-бутадиенов.

ОПИСАНИЕ ОПЫТОВ. Фенил-1-хлор-3-бутен-2 приготовлен взаимодействием дихлор-1,3-бутена-2 с бензолом в присутствии безводного хлористого алюминия⁽¹⁾.

1. *Взаимодействие фенил-1-хлор-3-бутена-2 со спиртовым едким кали.* Фенилхлорбутен прибавлялся к насыщенному раствору едкого кали в абсолютном спирте или в водном спирте. Смесь нагревалась до кипения от 6 до 10 часов. Из продуктов реакции выделены: 1. фракция, кипящая при $73-75^{\circ}/4$ мм. По предварительным данным представляет собою фенилбутин (II?) (структура еще не установлена). Выход в пределах 17—20%, считая на фенилхлорбутен, и 2. фракция $95-96^{\circ}/4$ мм, которая по точке кипения и по запаху соответствует фенил-1-этокси-3-бутену-1. Выход 40—42%. Для уточнения структуры этого продукта получен дибромид, который по константам соответствовал дибромиду фенил-1-этокси-3-бутену-1⁽¹⁾.

2. *Взаимодействие фенил-1-хлор-3-бутена-2 с едким кали в отсутствии спирта.* Фенилхлорбутен прибавлялся при перемешивании к суспензии порошкообразного едкого кали в толуоле или бензоле. Проводились опыты и в отсутствии растворителя; в этом случае наблюдалось сильное осмоление. Смесь нагревалась от 3 до 12 часов. Из продуктов реакции выделены: 1. фракция $70-71^{\circ}/8-9$ мм, и 2. фракция, кипящая в широком пределе от $175-210^{\circ}/8-9$ мм в виде густого масла.

Фракция $70-71^{\circ}$ не содержит хлора, обладает характерным запахом и по точке кипения соответствует фенил-1-бутадиену-1,3 („транс“-фенил-1-бутадиен-1,3 кипит при $76^{\circ}/11$ мм, а „цис“-фенил-1-бутадиен-1,3 кипит при $86^{\circ}/11$ мм)⁽¹³⁾.

Для уточнения структуры этого соединения получены дибромид и тетрабромид, используя в основном метод Рибера⁽¹⁴⁾. Дибромид плавился при 90° , а тетрабромид при 141° . Для дибромиды дана точка плавления 94° ⁽¹⁴⁾, а для тетрабромиды имеются разные данные: 142° ⁽¹⁾; 146° ⁽²⁾; 151° ⁽¹⁴⁾. Повидимому, дибромид и тетрабромид трудно отделяются друг от друга, чем и объясняются эти расхождения.

Получен также продукт конденсации с малеиновым ангидридом по Дильсу⁽¹⁵⁾. Он плавится при $119-120^{\circ}$. Ангидрид-3-фенилтетрагидро-1,2-фталевой кислоты плавится при 120° ⁽¹⁵⁾.

Выход фенил-1-бутадиен-1,3 составляет 19—22%, считая на фенилхлорбутен. Высококипящая фракция при стоянии частью закристаллизовалась. Кристаллы после декантации, будучи перекристаллизованы из бензина, выпадают в виде мелких, бесцветных кристаллов. Точка плавления $116-117^{\circ}$. Этот продукт мало растворим в обычных растворителях. По предварительным данным окисления он является димером алленового соединения. Чистый продукт выделен с выходом 3—5%, считая на фенилхлорбутен. Выяснение окончательной структуры этого соединения продолжается. Так как наличие фенил-1-бутадиена-1,3 в продуктах реакции нами окончательно установлено, надо полагать, что высококипящая фракция содержит также димеры фенил-1-бутадиена-1,3; последний при нагревании (в условиях опыта) быстро полимеризуется в димеры. Один из них описан Штаудингером^(*), Рибером⁽¹⁾, Лебедевым⁽⁴⁾ и Бергманом⁽¹⁶⁾. Согласно Лебедеву, он имеет циклическую структуру (см. V схемы) и представляет собою вязкую жидкость с

точкой кипения $191-192^{\circ}/3,5$ мм. несма напоминающую полученную нами высококипящую фракцию, из которой, однако, не удалось пока выделить его в чистом виде.

Выводы: 1. При взаимодействии фенил-1-хлор-3-бутена-2 со спиртовым едким кали основным продуктом реакции является фенил-1-этоксиг-3-бутен-1 с выходом $40-42\%$. Одновременно образуется ацетиленовое соединение, структура которого исследуется.

2. При взаимодействии фенил-1-хлор-3-бутена-2 с порошкообразным едким кали в бензоле и толуоле образуются: а) фенил-1-бутадиен-1,3 с выходом $19-22\%$, б) продукты полимеризации фенил-1-бутадиена-1,3 и промежуточных продуктов алленового типа.

Среди них выделен кристаллический продукт, являющийся по предварительным данным димером фенилметилаллена. Строение его изучается.

Химический институт
Академии Наук Арм. ССР
Ереван, 1947, июль.

Վ. Ի. ԻՍԱԳՈՒԼՅԱՆՑ ԵՎ Ն. Տ. ԵՍԱՅԱՆ

Ֆենիլ-1-քլոր-3-բուտեն-2-ի փոխազդեցությունը կծու կալիումի և երկալուրյամբ

1. Ֆենիլ-1-քլոր-3-բուտեն-2-ի և կծու կալիումի փոխազդեցությանը «պիտանային» լուծույթում, որպես իմանական նյութ առաջին և ֆենիլ-1-էթոքսի-3-բուտեն-1, $40-42\%$ և քիչ: Միաժամանակ առաջանում է անհամադրելի միացություն, որի կառուցվածքն ուսումնասիրվում է:

2. Ֆենիլ-1-քլոր-3-բուտեն-2-ի և փոշեացրած կծու կալիումի փոխազդեցության ղեղըում բնագալի կամ աղուալի միջավայրում առաջացնում է՝

ա) ֆենիլ-1-բուտադիեն-1,3, $19-22\%$ ելքով, բ) ֆենիլ-1-բուտադիեն-1,3-ի պոլիմերացման նյութեր, ինչպես նաև միջանկյալ առաջնորդ ալենային միացությունների պոլիմերներ: Իրանցից անջատված է բյուրեղային մի նյութ, որը, ըստ նախնական տվյալների, հանդիսանում է ֆենիլ-մետիլ-ալենի դիմեր: Իյդ նյութի կառուցվածքն ուսումնասիրվում է:

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Исагулянц и Н. Мушегян, ДАН СССР, 56, № 2, 165, 1947.
2. С. В. Лебедев, ЖРХО, 45, 1249, 1913.
3. Е. Ф. Зеберг, ЖОХ, 5 (58), 1016, —19, 1935.
4. С. В. Лебедев и А. А. Иванов, ЖРХО, 48, 997, 1916.
5. C. Liebermann und C. N. Rüber, Ber. 33, 2400, 1900.
6. O. Doebner und H. Staudinger, Ber. 36, 4321, 1903.
7. C. Liebermann und C. N. Rüber., Ber. 35, 2696, 1902.
8. Au. Klages., Ber., 35., 2640, 1902.
9. F. Straus, Ber. 42, 2866, 1909.
10. Carl von der Heide, Ber. 37, 2101, 1904.
11. H. Staudinger, Ind. and Eugin. Chem. 18, 381—83, C. 1926. I. 3433.
12. H. Staudinger, Ber., 63, 717, 1930.
13. E. Muskat and M. Herrmann, J. Am. Chem. Soc. 53, 252—66, 1931.
14. C. N. Rüber., Ber. 36, 1404, 1903.
15. O. Dieles und K. Alder., Ber., 62, 2081, 1929.
16. E. Bergmann, J. Chem. Soc. 1359—60, 1935.

Б И С Х И М И Я

Г. Х. Буштян, действ. чл. АН Арм. ССР и Г. В. Камалян

**Коламин как анти- и прооксидант при самоокислении
жиров и витамина А**

(Представлено 5 VIII 1947)

При изучении действия ненасыщенных фосфатидов на самоокисление жиров и витамина А, нами было показано, что фосфатиды сами по себе тормозят самоокисление жиров и витамина А, но, сочетаясь с ионами меди и железа, наоборот, — ускоряют процесс самоокисления значительно сильнее, чем одни медь и железо (¹).

Дальнейшие опыты велись нами по изучению действия отдельных составных частей фосфатидов на самоокисление жиров. Первые опыты были поставлены с азотистыми основаниями фосфатидов.

Исследования, проведенные с холином (²), показали, что он один на процесс самоокисления не влияет, но, сочетаясь с ионом железа и в особенности меди, заметно ускоряет образование перекисей и распад витамина, увеличивая поглощение кислорода жиром по сравнению с одними металлами.

Интересные результаты были получены с коламином. В количестве 0,01—0,05 мл на 30 г жира он резко тормозил процесс самоокисления животных и растительных жиров и витамина А, но действуя в присутствии меди, сильно ускорял самоокисление, причем разница между быстротой самоокисления при наличии одной меди и комбинации коламин+медь получалась очень большая. Прооксидантную комбинацию коламин+медь нам удавалось получать иногда с весьма небольшими количествами коламина — 0,001 мл и 0,5 мг меди на 30 г жира.

Антиоксидантное действие фосфатидов, в частности кефалина, который сильнее лецитина тормозит самоокисление жиров, мы объясняем наличием в его молекуле коламина, а не фосфорной кислоты, как думают Olcott и Mattill, ибо последняя в наших опытах действовала намного слабее коламина.

Выше нами было отмечено, что фосфатиды, сами по себе являясь антиоксидантами, при наличии меди и железа превращались в прооксиданты. Такое превращение фосфатидов мы объясняем их ускоренным

окислением при наличии меди и железа, с образованием перекисей, которые затем дают начало окислению жирных кислот.

Но, помимо этого, могут играть роль и азотистые основания фосфатидов, как например, холин и в особенности коламин, которые в присутствии меди образовывали мощные прооксидантные системы, повышая ее окислительный потенциал. В наших опытах комплексная соль коламина с медью сильно способствовала самоокислению жиров.

Установив антиоксидантное действие коламина и прооксидантное действие комбинации коламин+медь, мы заинтересовались вопросом—как подействует аскорбиновая кислота на антиоксидантное действие одного коламина и на прооксидантное действие коламин+медь. Изучение действия аскорбиновой кислоты представляло интерес по следующим соображениям:

Как показали наши исследования (¹), аскорбиновая кислота значительно тормозила самоокисление сливочного масла и растительных жиров при наличии меди и прооксидантной комбинации медь+фосфатид. В дальнейшем антиоксидантное действие аскорбиновой кислоты в жирах было подтверждено и другими исследователями (^{4 5 6 7}). С другой стороны известно, что токоферолы являются хорошими антиоксидантами при самоокислении жиров (⁸), и это их свойство значительно усиливается аскорбиновой кислотой (⁹).

В наших опытах фосфатиды с аскорбиновой кислотой также образовывали более мощную антиоксидантную систему, и аскорбиновая кислота подавляла действие прооксидантной комбинации медь+фосфатид.

Имея ввиду вышеизложенное, перед нами возникали следующие вопросы:

1. Могут-ли образовать коламин и аскорбиновая кислота более мощную антиоксидантную систему, чем каждый из них в отдельности?

2. Как проявит себя аскорбиновая кислота при действии прооксидантной комбинации коламин+медь, сильно ускоряющей самоокисление жиров?

Первые опыты были поставлены с рыбьим жиром. Как вообще при учете антиоксидантного и прооксидантного действия данного вещества, обращалось внимание на быстрый рост пероксидного индекса, на количество поглощенного кислорода и на исчезновение витамина А. Эти определения давали нам понятие о конце индукционного периода, который сокращается при наличии прооксидантов и удлиняется при применении антиоксидантов. Из вышеупомянутых показателей мы особое внимание уделяли исчезновению из жиров витамина А—в конце индукционного периода он всегда либо совершенно разлагался, либо имелся в виде следов. Определялось также и кислотное число жиров, которое в процессе самоокисления и прогоркания жиров обычно растет.

Опыты, проведенные с рыбьим жиром, показали, что коламин (0,03—0,06%) значительно (на 20 дней и больше) удлиняет индукционный период в рыбьем жире. При нем наблюдался медленный рост пе-

перексидного индекса и хорошее сохранение витамина А, по сравнению с одним рыбьим жиром.

Аскорбиновая кислота ($0,1^0_0$) в рыбьем жире почти не влияла на процесс самоокисления, но, сочетаясь с коламином, образовывала хорошую антиоксидантную систему. При совместном действии коламина и аскорбиновой кислоты, конец индукционного периода наступал гораздо позже, по сравнению с одним коламином. Как мы указали, коламин с медью образует прооксидантную систему, при которой уже на следующий день витамин А полностью разлагается, и начинается быстрый рост перексидного индекса. Интересно отметить, что аскорбиновая кислота подавляет действие вышеуказанной прооксидантной комбинации. При наличии аскорбиновой кислоты, образование перекисей идет медленнее, и витамин А исчезает на два дня позднее по сравнению с теми опытами, где имелась комбинация коламин+медь.

Дальнейшие опыты велись с коровьим маслом, освобожденным путем подогревания от воды и белков. Коламин ($0,03-0,06^0_0$) сам по себе и здесь сильно тормозит процесс самоокисления, но, сочетаясь с медью (3 мг^0_0) сильно ускоряет образование перекисей и окисление витамина А, который на второй день уже исчезал, между тем как в присутствии одной меди сохранялся вплоть до 16—17 дней при тех же условиях (ежедневное аэрирование и хранение жира при 36° в термостате).

Как показали наши исследования (3), аскорбиновая кислота в коровьем масле значительно тормозит процесс самоокисления в присутствии меди. Она сильно подавляет и в коровьем масле прооксидантное действие комбинации коламин+медь. При этой комбинации, как мы уже сказали, со второго дня начинался быстрый рост перексидного индекса, и на второй день исчезал витамин А. Когда же с этой комбинацией сочетается аскорбиновая кислота, то образования перекисей не наблюдается даже через 30 дней, а витамин А сохраняется вплоть до 30 дней и больше. Масло в этом случае не меняет ни своего цвета, ни вкуса.

В своих прежних исследованиях (1) мы показали, что фосфатиды, в зависимости от того, с какими веществами они сочетаются, могут проявлять либо антиоксидантное, либо прооксидантное действие. Этим свойством обладает и коламин, представляющий в этом отношении большой интерес. В малых количествах он проявляет сильное антиоксидантное действие, но, сочетаясь с медью, дает обратное—сильно действующую прооксидантную комбинацию, образуя, как мы указывали, комплексную соль с медью с более высоким окислительным потенциалом, чем у одной меди. Интересные результаты получились с аскорбиновой кислотой. Сама она, обладая антиоксидантным действием, с коламином образует более мощную антиоксидантную систему, чем каждый из них в отдельности, причем аскорбиновая кислота тормозит действие такой сильной прооксидантной комбинации, как коламин+медь.

Учитывая это обстоятельство, мы рекомендуем применение коламина вместе с аскорбиновой кислотой для предохранения жиров от самоокисления и сохранения в них витамина А. В частности, коламин и аскорбиновая кислота могут найти применение в сохранении рыбьего жира, как легко самоокисляющегося и теряющего при этом витамин А.

Обогащение аскорбиновой кислотой жиров с применением малых количеств коламина ($0,03^0_0$) будет иметь значение не только в смысле сохранения в них витамина А, но также и тем, что жир получит отсутствующее в нем другое, жизненно необходимое вещество — аскорбиновую кислоту, которая, как показали наши исследования, в жирах сама хорошо сохраняется.

Коламин, примененный в таких маленьких количествах, не может оказывать вредного действия на организм. Конечно, применение токоферолов, взамен коламина с аскорбиновой кислотой, является более ценным. Но пока получение токоферолов синтетически, а также из жиров, представляет определенные затруднения, между тем как коламин можно получать в больших количествах.

Работы, посвященные коламину, который широко встречается в живом организме и значение которого мы еще мало знаем, появятся в скором будущем отдельными сообщениями.

Выводы. 1. Коламин сам по себе при самоокислении жиров и витамина А проявляет сильное антиоксидантное действие.

2. Сочетаясь с медью, коламин образует сильную прооксидантную комбинацию.

3. Аскорбиновая кислота, вместе с коламином, дают более мощную антиоксидантную систему, чем каждый из них в отдельности.

4. Аскорбиновая кислота значительно тормозит действие прооксидантной комбинации коламин+медь.

5. Аскорбиновая кислота с коламином вместе может найти применение А в предохранении жиров от самоокисления и в сохранении в них витамина А.

Институт физиологии
Академии Наук Арм. ССР и
Кафедра биохимии
Ереванского Зоо-Ветеринарного
Института
Ереван, 1947, июль.

Լ. Խ. ԲՈՒՆԻՍԹՅԱՆ ԵՎ Գ. Վ. ՔԱՄԱԼՅԱՆ

Կոլամինը ուղեւն անոթ- եւ պրօօքսիդանթ Լ-աւոլեւրի ու վիտամին
Ա-ի ինքնօքսիդացման ղեւղում

1. Կոլամինն առանձին վերցրած ցուցաբերում է խիստ արտահայտված անոթաթի-
ղանալային համակարգում՝ Եւրպերի և վիտամին Ա-ի ինքնօքսիդացման ղեւղում:

2. Համակցվելով պղինձ իոնի հետ, Կոլամինը կազմում է խիստ արտահայտված
պրօօքսիդանտային կոմբինացիա:

3. Ասկորբինաթթուն կոլամինի հետ միասին առաջացնում է ավելի ուժեղ անօքսիդանային ախտեմ, քան նրանցից յուրաքանչյուրն առանձին:

4. Ասկորբինաթթուն զգալիորեն տրոհվում է կոլամինի պղինձ-պրոօքսիդանային կոմբինացիայի ազդեցությունը:

5. Ասկորբինաթթուն կոլամինի հետ միասին կարող է օգտագործվել հարգերի ինքնօքսիդացումը կանխելու և նրանց մեջ փրկամին A-ն պահպանելու դրժում:

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Х. Бунятян. Фосфатиды как про- и антиоксиданты при самоокислении жиров и витамина А. Изд. Мединститута Арм ССР, 1937.
2. Г. Х. Бунятян. Хим. сб. Арм. ФАН, вып. I, 34, 1938.
3. Г. Х. Бунятян. Хим. сб. Арм. ФАН, вып. I, 49, 1938.
4. Kieferle u. Seuss. Milchw. Forsch., 20, 23, 1939.
5. Trout a. Gjissing. J. Dairy Sci., 22, 271, 1939.
6. Gray a Stone. Food, Indust., 2, 629, 1939.
7. Н. Н. Козин и С. М. Бессонов. Вопросы питания, 10, в 5—6, 24, 1941.
8. C. Golumbic. J. Am. Chem. Soc., 63, 1142, 1941.
9. C. Golumbic a. H. A. Mattill. J. Am. Chem. Soc. 63, 1279, 1941.

ԴԵՏԱՏԴԻԱ

Ա. Ա. Վարդանյան, ժլ. կորրեսպ. ԱՊ Արմ. ՍՍՐ

Дополнительные кривые к диаграмме В. В. Никитина кристалло-
 графических элементов полевых шпатов

(Представлено 15 VII 1947)

Детальное исследование комплексных двойников плагиоклаза, проведенное автором данной статьи, показало существование двойниковых сростков по таким законам, кривые которых отсутствуют на общеизвестной диаграмме В. В. Никитина, являющейся основным пособием при изучении полевых шпатов. Поэтому вполне целесообразно дополнить эту диаграмму новыми кривыми для следующих законов двойникования плагиоклазов.

1. Закон $\perp[101] \parallel (010)$. Этот закон является составной частью триады законов $\perp(010)$, $[101]$ и $\perp[101] \parallel (010)$ и участвует в образовании комплексных двойников, простых же и обычных полисинтетических двойников, состоящих только из двух индивидов, он повидимому не образует. Возникновение сложных сростков по данному закону (а также и по соответствующей триаде) может быть объяснено следующим образом. Часто встречающаяся триада второго пинакоида и третьей кристаллографической оси $\perp(010) + [001] + \perp[001] \parallel (010)$ характеризуется тем, что в ней у всех, составляющих ее, четырех индивидов $1+2+3+4$ в плоскости (010) , притом в $26-27^\circ$ в одну и другую сторону от оси $[001]$, расположены симметрично векторы $\perp[100] \parallel (010)$ и $\perp[101] \parallel (010)$, а в $63-64^\circ$ от той же оси — векторы $[100]$ и $[101]$. В связи с этим ось $[100]$ одной пары индивидов (например, $1+2$), связанных по закону $\perp(010)$, почти совпадает с осью $[101]$ другой такой же пары (например, индивиды $3+4$), и вместе с тем вектор $\perp[100] \parallel (010)$ первой пары, почти совпадает с вектором $\perp[101] \parallel (010)$ второй пары и наоборот. Эти почти совпадающие векторы являются потенциальными двойниковыми осями, составляющими вместе с двойниковой осью $\perp(010)$, две почти совпадающие триады $\perp(010) + [100] + \perp[100] \parallel (010)$ и $\perp(010) + [101] + \perp[101] \parallel (010)$. Если хотя бы один из этих векторов становится действительной двойниковой осью, то это приводит к удвоению первоначальной триады, путем появления четырех новых индивидов $1a+2a+$

+3a+4a. В результате получается сложный сросток из восьми индивидов, связанных четырьмя триадами в следующем сочетании индивидов: 1+2+3+4, 1a+2a+3a+4a, 1+2+1a+2a и 3+4+3a+4a. В этих триадах все четыре оси $\perp(010)$ совпадают друг с другом, а также совпадают ось $[100]$ с $[101]$ и $\perp[100] \parallel (010)$ с осью $\perp[101] \parallel (010)$. Кроме того в сростке имеются две двойниковые оси $[001]$ и две оси $\perp[001] \parallel (010)$.

Координаты двойниковой оси, и соответствующей кривой на диаграмме, для закона $\perp[101] \parallel (010)$ были вычислены нами с точностью до $\pm 0.2^\circ$, совершенно достаточной для практических целей, и даны в таблице 1. Общее положение кривой этого закона на диаграмме, по отношению к основным кривым $\perp(010)$ и $\perp(001)$ показано на фигуре. Пользуясь этими координатами, можно нанести эту кривую на опубликованные диаграммы В. В. Никитина. Кривая этого закона располагается на диаграмме „параллельно“ кривой $\perp(101)$, в дуговом расстоянии от нее в $3-4^\circ$.

2. Законы биссектрис углов между осями $[100]$ и $[010]$. Таких двойниковых осей может быть две: бис. $[100] \wedge [010]$ и бис. $[100] \wedge [0\bar{1}0]$. Вместе с двойниковой осью $\perp(001)$ они образуют триаду, сопровождающуюся срастанием индивидов по (001) . При этом каждый из индивидов, связанных этой триадой, является составной частью одной из трех основных триад: $\perp(001)+[100]+[010]$, $\perp(010)+[100]+\perp[100] \parallel (010)$ или $\perp(010)+[001]+\perp[001] \parallel (010)$. Выведенная нами триада, состоящая из перпендикуляра к (001) и из двух биссектрис углов между осями $[100]$ и $[010]$, повидимому еще не была описана в литературе, и ее характерной особенностью является возможность возникновения винтовых сростков с псевдотетрагональной винтовой осью симметрии, совпадающей с нормалью к третьему пинаконду.

Таблица 1

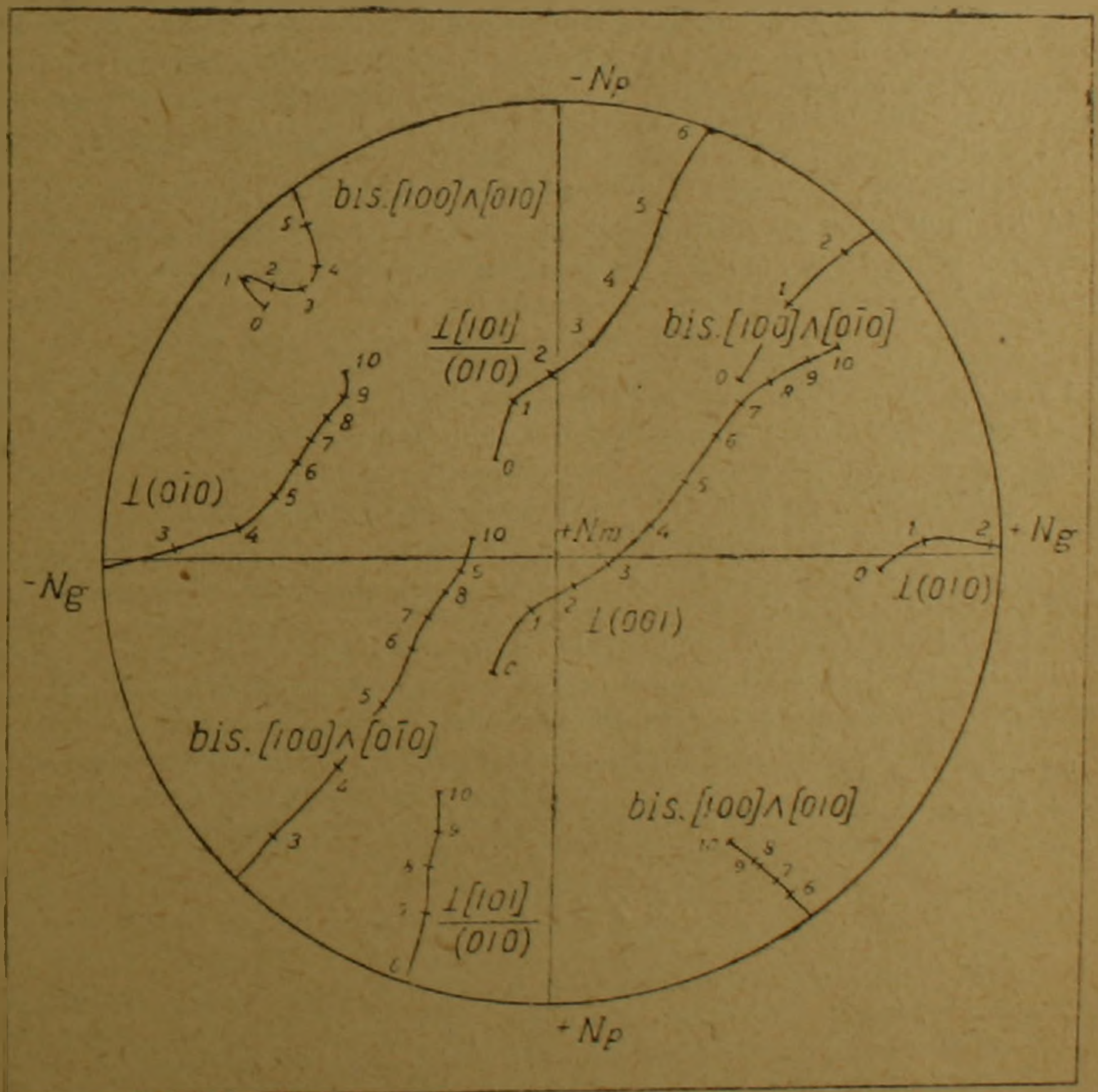
Координаты вектора $\perp[101] \parallel (010)$ в градусах, с точностью $\pm 0.2^\circ$.

№№ платино- клазов	Ng	Nm	Np	№ № платино- клазов	Ng	Nm	Np
0	-74,5	+28,7	-86,2	60	$\pm 70,4$	+90,0	-19,6
10	-80,0	+40,0	-51,7	70	-70,4	+80,0	+22,3
20	-89,8	+44,1	-46,0	80	-68,7	+73,4	+27,7
30	+82,6	+50,5	-40,5	90	-68,8	+67,4	+32,0
40	+76,0	+63,6	-30,3	100	-67,8	+60,2	+39,7
50	-73,0	+77,1	-21,4				

Кривые для обеих биссектрис были даны еще М. А. Усовым, но поскольку основные кривые для $\perp(010)$, $[001]$ и $\perp(001)$ на новых диаграммах В. В. Никитина не вполне совпадают с этими кривыми на диаграмме М. А. Усова, постольку мы признали целесообразным произвести для обеих биссектрис новое вычисление координат, основываясь при этом на материалах В. В. Никитина. Вычисления были сделаны с

Координаты биссектрис углов между осями $[100]$ и $[010]$ в градусах, с точностью $\pm 0.2-0.4^\circ$.

№ плагно- класов	бис. $[100] \wedge [010]$			бис. $[100] \wedge [0\bar{1}0]$		
	Ng	Nm	Np	Ng	Nm	Np
0	-41,45	+81,0	-50,0	+52,0	+58,5	-53,85
10	-41,5	+86,0	-48,7	+49,3	+74,7	-44,65
20	-43,75	+82,5	-47,25	+46,2	+85,5	-43,8
30	-47,0	+79,0	-44,0	-45,0	+82,5	+46,0
40	-51,0	+80,35	-40,5	-48,1	+67,35	+50,3
50	-53,5	+85,35	-36,8	-51,75	+53,55	+58,9
60	+54,7	+88,8	+35,4	-55,4	+42,0	+69,4
70	+55,2	+83,0	+35,8	-58,6	+35,2	+75,8
80	+56,6	+80,6	+35,1	-62,3	+28,8	+82,2
90	+57,2	+79,7	+34,8	-67,8	+22,25	+87,3
100	+59,35	+74,1	+35,2	-69,15	+21,5	-84,9



Расположение кривых для вектора $L[101] \parallel [010]$ и для обеих биссектрис углов между осями $[100]$ и $[010]$ на диаграмме

В. В. Никитина.

точностью до $\pm 0.2 - 0.4^\circ$, которая вполне достаточна для практических целей. Более точные вычисления были невозможны, так как кривые на диаграммах В. В. Никитина даны не совсем правильно, в связи с чем углы между главными кристаллографическими элементами плагиоклазов отклоняются от теоретических норм на $\pm 0.3 - 0.5^\circ$, а иногда даже и на $\pm 1^\circ$. Вычисленные нами координаты для обеих биссектрис даны в таблице 2, а общее положение кривых показано на фигуре.

Геологический Институт
Академии Наук Арм. ССР
Ереван, 1947. май.

Լ. Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆՑ

Վ. Վ. Նիկիտինի գառառյից օպարների բյուրեղագիտական էլեմենտների դիագրամը լրացնող կտրեր

Պլագիոկլազի բարդ կրկնաբյուրեղների մանրամասն հետազոտությունը, որ կատարել է սույն հոդվածի հեղինակը, ցույց է տալիս կրկնաբյուրեղային ածակցորդների դասությունը այնպիսի օրենքներով, որոնք Վ. Վ. Նիկիտինի հանրաժանով դիագրամի վրա հանեն համապատասխան կտրեր: Այդ իսկ պատճառով միանգամայն նպատակահարմար է հիշյալ դիագրամը լրացնել այդ օրենքների նոր կտրերով:

Կրկնաբյուրեղային օրենք $[101] \parallel (010)$: Այս օրենքը կազմում է $[1(010) + [101] + [1101] \parallel (010)$ տրիագոնի բազիսային ժառանգում է կրկնաբյուրեղային կոմպլեքսների մեծամասնը, իսկ միայն երկու անհատից կազմված հասարակ և պոլիսինթետիկ կրկնաբյուրեղներ համարաբար չի առաջացնում:

Կրկնաբյուրեղային կոմպլեքսները պարունակում են մինչև 8 անհատ, որոնք կապակցված են չորս տրիագոններով՝ երկու տրիագոն $[1(010) + [001] + [1001] \parallel (010)$ 1+2-3+4 և $1\omega + 2\omega + 3\omega + 4\omega$ անհատներով, մեկ տրիագոն $[1(010) + [100] + [1101] \parallel (010)$ 1+2+3+4 և $1\omega + 2\omega$ անհատներով, և մեկ տրիագոն $[1(010) + [101] + [1101] \parallel (010)$ 3+4+3 ω 1 ω անհատներով:

Կրկնաբյուրեղային ածակցորդներ բնակարանային $[100]$ և $[010]$ առանցքների միջև ընկած անկյան օրենքով: Այդ երկու բնակարանները $[100] \parallel [010]$ և $[100] \parallel [010]$, $[1(001) \parallel (010)$ կրկնաբյուրեղային առանցքի հետ կազմում են մի տրիագոն, որի մեջ օրենք ածակցորդային հորթությունն ծառայում է (001) : Այդ մեկնության մեծ մասով բարդանալուց անհատ հանդիսանում է $[1(001) + [100] + [010]$, $[1(010) + [100] + [1101] \parallel (010)$ կամ $[1(010) + [001] + [1001] \parallel (010)$ հիմնական տրիագոններից որեւէ մեկի բազիսային ժառանգում է: Այդ կարգի կրկնաբյուրեղային կոմպլեքսները պատկանում են պոլիգոնալաբյուրեղային պարունակային տիպին:

$[1101] \parallel (010)$ վեկտորի և երկու բնակարանների կոորդինատները հաշվված են $\pm 0.2 - 0.4^\circ$ ճշտությամբ և տրված են 1 և 2 աղյուսակներում: Համապատասխան կտրերի դիրքը Վ. Վ. Նիկիտինի դիագրամի վրա ցույց է տրված դժագրում:

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Никитин. Новые диаграммы для определения полевых шпатов универсальным методом Федорова. Ленинград, 1929. 2. М. А. Усов. Федоровский или универсальный оптический метод исследования породобразующих минералов, в особенности полевых шпатов. Томск, 1910.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян

О репродуктивном развитии и старении однолетних растений

(Представлено А. Л. Тахтаджяном 20 V 1947)

Жизненный цикл монокарпических растений тесно связан с процессами репродуктивного развития, приводящими к их старению и отмиранию. Еще в прежних классических опытах Молиша (1) было показано, что однолетнюю душистую резеду экспериментальным путем можно легко превращать в многолетник, если систематически предотвращать образование цветов удалением появляющихся цветочных почек. Молиш объясняет старение и отмирание однолетних растений после плодоношения физиологическим истощением растений. В настоящее время такого же мнения придерживаются и некоторые другие исследователи (2 и др.).

Открытие явления локализации фотопериодической реакции (3, 4) дает возможность ближе подойти к объяснению физиологической природы старения и отмирания однолетнего растения после плодоношения. Отдельный лист, подвергавшийся на целом растении фотопериодическому воздействию, вызывает цветение и плодоношение соответствующего пазушного побега, после чего данный лист отмирает, а пазушный побег засыхает. При этом материнское растение остается живым и, в условиях неблагоприятного для репродуктивного развития фотопериодов, продолжает вегетировать.

Этот факт показывает, что как фотопериодическая реакция, так и процессы старения и отмирания локализованы в отдельных органах растения. Однако здесь не выявляется место очага, где локализованы процессы старения, ибо репродуктивное развитие приводит к старению и отмиранию не только листа, подвергавшегося фотопериодическому воздействию, но и соответствующего пазушного побега.

Для выяснения этого вопроса нами были поставлены некоторые опыты с периллой (*Perilla paphlensis*). Методика первого опыта заключалась в том, что у декантированных вегетирующих растений удалялись все листья с пазушными побегами, кроме двух супротивных листьев соответствующего яруса с только что появляющимися пазушными побегами. Затем левые листья подвергались действию 10 часового

го короткого дня при помощи черных светонепроницаемых пакетиков, а правые оставались в условиях длинного естественного дня. В течение опыта все вновь появляющиеся молодые листья на пазушных побегах этих листьев регулярно удалялись. При таком световом режиме, через 27 дней, пазушные побеги короткодневных листьев массово цвели, а противоположные пазушные побеги длиннодневных листьев продолжали вегетировать. После цветения все растения были разделены на три группы, в каждой по 8 растений. У растений I группы были оставлены левые листья, подвергавшиеся оптимальному фотопериоду, с соответствующими пазушными побегами, и удалялись противоположные длиннодневные листья с пазушными побегами. У растений II группы были оставлены левые короткодневные листья и противоположные пазушные побеги длиннодневных листьев. При этом удалялись длиннодневные листья и пазушные побеги короткодневных листьев. Таким образом, у растений II группы короткодневные левые листья сочетались с вегетирующими пазушными побегами длиннодневных листьев. Растения III группы служили в качестве контроля, и у них были оставлены все листья с их пазушными побегами. После такой формовки все листья продолжали оставаться в условиях тех же фотопериодов до их отмирания и опадения. Данные опыта приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п. п.	Варианты опыта	Цветение пазушных почков в днях	Опадение листьев в днях
1	Короткодневные листья I группы	27	52—57
2	" " II "	49	51—60
3	" " III "	27	51—58
4	Длиннодневные листья III "	96	122—133

Как видно из приведенных данных, у растений II группы опадение короткодневных листьев примерно наступало одновременно с опадением короткодневных листьев растений I и III групп, между тем, как оставленные пазушные побеги у растений II группы в это время находились в фазе цветения, а пазушные побеги у остальных растений завершили полный цикл развития, образуя вполне зрелые семена. Этот факт показывает, что органом, в котором происходит процесс старения, является лист, а не пазушный побег. В опыте опадение длиннодневных листьев растений III группы сильно затягивалось вследствие опоздания репродуктивного развития, которое наступало лишь при осенних коротких днях.

* Опадение листьев в дниг отсчитывалось с начала фотопериодического воздействия.

Таким образом, данные о сроках опадения листьев показывают, что процессы старения и отмирания растений происходят непосредственно в листьях, независимо от репродуктивного состояния соответствующих побегов, которые снабжаются пластическими веществами от соответствующих листьев.

Старение и отмирание листьев не является следствием физиологического истощения, вызванного цветением и плодоношением, но связано с репродуктивным развитием. Это частично было показано в предыдущем опыте, где короткодневные листья у растений II группы начали опадать до созревания семян пазушного побега противоположного удаленного листа. В нашем втором опыте это показывается более обстоятельно.

Три группы вегетирующих растений периллы (в каждой группе по 9 растений) были декапитированы непосредственно над вполне оформившимися листьями 5-го яруса. Затем удалялись все листья с пазушными побегами, кроме двух супротивных листьев 5-го яруса. У растений I и III групп, кроме этого, были удалены и пазушные побеги оставшихся листьев, так что, в течение опыта, вместо удаленных пазушных побегов не появлялись новые. Это достигалось тем, что при помощи острой бритвы вырезался глубокий вогнутый слой стебля между двумя супротивными листьями. У растений II группы пазушные побеги листьев были оставлены, но все вновь появляющиеся листья на этих пазушных побегах регулярно удалялись. После этой операции растения I и II групп были оставлены в условиях 9-часового короткого дня, а растения III группы — в условиях длинного дня. Наблюдение велось по срокам цветения пазушных побегов растений II группы и опадениям листьев всех подопытных растений. Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п. п.	Световой режим	Цветение пазушных побегов в днях	Опадение листьев в днях
1	Короткий день	—	53—62
2	"	26	51—59
3	Длинный день	—	126—138

Данные таблицы 2 показывают, что, независимо от присутствия или отсутствия репродуктивных органов, старение и опадение листьев связано с фотопериодизмом, приводящим растение к репродуктивному развитию.

Таким образом, самым сильным фактором, вызывающим старение периллы, является фотопериодическое воздействие, воспринимаемое зеленым листом. К аналогичному выводу пришли и Абуталибов и Гаибов (1)

при изучении развития и старения кунжута в различных условиях питания азотом и фосфором. Кроме того, старение растений, как показывают приведенные данные, строго локализовано в листьях.

Миграция пластических веществ из листьев в фазе цветения и семенообразования также связана с процессами репродуктивного развития и протекает независимо от присутствия или отсутствия репродуктивных органов. Опыт показывает, что кривые динамики накопления или уменьшения сухого веса листьев с пазушными цветущими побегами или с удаленными пазушными побегами совпадают.

Для этого опыта были взяты две группы вегетирующих растений периллы. На растениях каждой группы были оставлены по 3 пары супротивных листьев одинаковых средних ярусов, а все остальные листья были удалены, и кроме того, все растения декапитировались. Затем у растений I группы удалялись все пазушные побеги оставленных листьев, как это было сделано во втором опыте, благодаря чему в течение опыта цвetoвые пазушные побеги не появились. У растений II группы пазушные побеги соответствующих листьев были оставлены, но вновь появляющиеся на них молодые листья регулярно удалялись.

Растения обеих групп были перенесены в условия 10-часового короткого дня. В течение опыта из листьев растений, по группам, были взяты по 4 пробы для высушивания и взвешивания. Первая проба бралась в начале опыта, когда растения находились в фазе вегетации, вторая—при цветении, третья—при семенообразовании и четвертая—из опадающих листьев. Пробы были взяты следующим образом: при помощи большого пробочного сверла из каждого листа было вырезано по два кружка с обеих сторон главной жилки, так что в каждой пробе, с каждой группы растений было получено по 100 штук одинаковых кружков. Затем кружки высушивались и взвешивались. Соответствующие данные приводятся в табл. 3.

Таблица 3

№ п. п.	Варианты опыта	I проба			II проба			III проба			IV проба		
		Дата	Фаза развития	Сухой вес в г	Дата	Фаза развития	Сухой вес в г	Дата	Фаза развития	Сухой вес в г	Дата	Фаза развития	Сухой вес в г
1	Растения только с листьями	27 VI	Вегетация	1.8364	21 VII	Цветение	1.9371	5 VIII	Образов. семян	1.8204	29 IX	Листопад	1.598
2	Растения с листьями и с пазушными побегами	27 VI	Вегетация	1.8226	21 VII	Цветение	1.9768	5 VIII	Образов. семян	1.7998	29 IX	Листопад	1.5824

Приведенные данные таблицы 3 показывают, что динамика накопления и уменьшения сухого веса на одинаковой площади листа связана не только с ростом листа, но и с репродуктивным развитием растения. Сухой вес листьев постепенно возрастает с наступлением репродуктивного развития до фазы цветения, после чего начинается его уменьшение, вплоть до опадения данного листа. Кроме того, опораживание листьев при цветении или плодоношении не связано с присутствием цветущих или же плодоносящих побегов, оно связано только с процессами репродуктивного развития, происходящими в данном листе. Это ясно демонстрируется при сопоставлении данных о сухом весе у растений I и II групп, где у одной были удалены пазушные побеги, а у другой оставлены.

Изучение корневой системы у обеих групп растений показало, что корневая система у растений I группы по своему развитию резко отстала от корневой системы растений II группы. Это обстоятельство показывает, что пластические вещества, синтезированные в листьях у растений I группы, непрерывно продвигались по стеблю вниз и способствовали росту корней, в то время как у растений II группы эти вещества продвигались к образовавшимся семенам.

Ботанический Институт
Академии Наук Арм. ССР
Ереван, 1947, апрель.

Վ. Լ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Միամյա բույսերի սերտագրությունը զարգացման և ծերացման մասին

Միամյա բույսերի վրաների տեղաբաշխումը սերտերեն կազմած է նրանց սերտագրությանը զարգացման հետ, որն առաջ է բերում ծաղկում և պտղակալում: Մինչև այժմ մի շարք գիտնականներ միամյա բույսերի ծերացման ու մահացման պրոցեսները կազմում են ծաղկման և սերտակալման հետեանքով առաջացող հյուսվածքային և ֆունկցիոնալ փոփոխությունների հետևանքով առաջացող հյուսվածքային և ֆունկցիոնալ փոփոխությունների հետ: Այսպիսով, սերտագրությանը կապը հետևյալի հետ, որին առաջացող փոփոխությունները կապված են սերտերենի հետ, որն առաջացող փոփոխությունները կապված են սերտերենի հետ, որն առաջացող փոփոխությունները կապված են սերտերենի հետ:

1. Միամյա բույսերի ծերացման ու մահացման պրոցեսները լիակատարացված են տերերենների մեջ, որոնք առնում են գեղատեսիլների, այնուհետև մեղմ բույսի մահացումը:

2. Տերերենների ծերացման ու մահացման պրոցեսներն ընթանում են համապատասխան սերտերենի ֆունկցիոնալ փոփոխությունների պայմաններում:

3. Ծաղկման ու սերտակալման ժամանակ, ինչպես տերերեններից, այնպես էլ բույսերի մյուս վեգետատիվ մասերից, պլաստիկ նյութերի միջոցով գեղատեսիլ ծաղիկները և առաջացող սերմերը, պայմանավորված է ֆունկցիոնալ փոփոխությամբ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М. Г. Абуталибов и З. Г. Гаибов. ДАН Аз. С. С. Р., 2 № 3, 1946.
2. Н. М. Васильев. Сов. Агрономия, № 10, 11, 1939.
3. Г. Молиш. Физиол. раст., Сельхозгиз, 1933.
4. Б. С. Мошков. Соц. растениеводство, 17, 1936.
5. Г. М. Миллер. Сов. Ботаника, 3, 1936.
6. М. Х. Чайлахян. ДАН СССР, 1, 1936.
7. А. Е. Мурел. Plant Physiology, 7, 1932.

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Д. И. Сосновский

Новый вид р. *Stellera* из Армении

(Представлено 15 VIII 1947)

До сравнительно недавнего времени для Кавказа было указано два представителя р. *Stellera* (Gmel.) L. Один из них—*St. Lesserii* С. А. М., указанный во Флоре Востока Буассье (¹) для окрестностей Батуми, несомненно, приведен по ошибке, по крайней мере для данного местонахождения.*

Единственно достоверным видом для Кавказа оставался тот, который был описан Буассье в том же труде под именем *St. altaica* var. *minor* Boiss. Эта форма, как выяснили исследования Е. Г. Победимовой, на самом деле представляет собою самостоятельный эндемичный северо-кавказский вид. Он был описан ею под именем *St. caucasica* Pobed.

Классическим местонахождением *St. caucasica* является ущелье р. Хассаут, где это растение было впервые собрано К. А. Мейером в 1829 году (²). Спустя почти сто лет, в 1927 году А. Шукина вновь нашла *St. caucasica* в большом количестве экземпляров: „в верхних частях склонов ксерофитных котловин по Чегему, притом исключительно на известняках“ (³).

При изучении гербария, собранного во время паспортизации пастбищ Арм. ССР, любезно предоставленного в наше распоряжение А. К. Магакьяном, нам удалось обнаружить в нем экземпляры *Stellera*, собранные в Микоянском районе близ с. Гнишик, а также и на г. Капутджух.

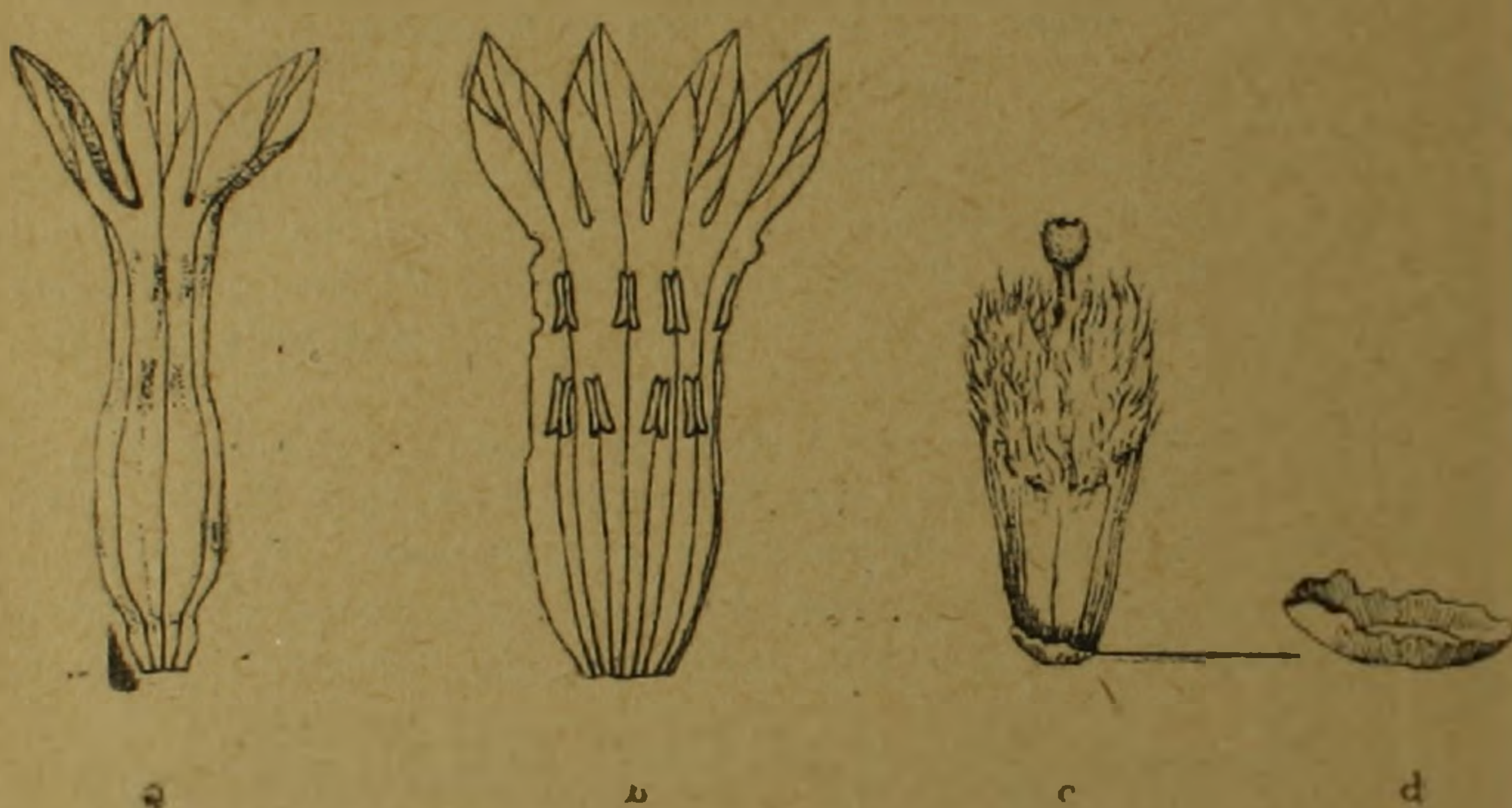
По сообщению акад. А. А. Гроссгейма, это же растение было обнаружено им во время экспедиции текущего года в Нах. АССР в местности Каракуш (Карачут).

В результате пристального исследования экземпляров из коллекции А. К. Магакьяна выяснилось, что мы имеем дело с особым само-

* В текущем году нам удалось обнаружить несохненные экземпляры *Stellera Lesserii* в сборах Д. Церетели из Ирана (между Хамаданом и Биджаром), хранящихся в Гос. Музее Грузии.

стоятельным видом рода *Stellera*, который мы и решаемся описать в настоящей заметке под именем *St. Magakjani* D. Sosn.

А. А. Гроссгейм, заинтересовавшись этим видом, произвел сравнительное исследование собранных им экземпляров *St. Magakjani* с хранящимися в гербарии БИН СССР экземплярами *St. caucasica* Pobed., а также с экземплярами *St. turcomanica* E. Tschern., описанными Черняковской с Копет-дага (³). Результаты этого сравнения были нам сообщены А. А. Гроссгеймом, за что мы приносим ему нашу живейшую благодарность. Помимо того, мы имели возможность сравнить нашу форму с экземплярами *Stellera altaica* Thieb., хранящимися в гербарии Института Ботаники АН Груз. ССР. Ниже мы помещаем описание нашего нового вида



Stellera Magakjani D. Sosn. sp. nova.

- а) Внешний вид венчика с просвечивающими тычинками
- б) Венчик в развернутом виде.
- в) Пестик.

Stellera Magakjani D. Sosn. sp. n.

(Sect. *Chamaestellera* C. A. M.)

Basi suffruticosa, caulibus numerosis basi lignosis erectis simplicibus virgatis 12—13 cm altis crebre foliosis; folia subsessilia elliptica 8—9 mm longa, 2 mm lata utrinque attenuata, margine subrevoluta sparsissime cillato-pilosa vel glabra. Flores lutei manifeste capitati subsessiles erecti, receptaculo infundibuliformi tubuloso, perigonii lobi ovati acutiusculi, 3—4 mm longi, 1—1,5 mm lati, receptaculo subduplo breviores, stigma depresso-globosum, ovarium apice pilosum, gynophoro intus cavo ovario subaequilato insidens, squamula hypogyna brevi inaequaliter subbiloba ovarii basin cingente. Fructus ignotus.

Habitat in Armenia meridionali et in prov. Nakhitchevan.

Typus: Arm. S. S. R. Distr. Mikojan in loco „Kaja-dere“ in pascuis p. Gnishik, in declivis (declivis) N. E. 15. VI. 40. Leg. A. Magakjan.

In m-tis Kaputdzhukh declivis occiden talibus. 2300 m supra mare. 15. VII. 44. A. Magakjan.

Azerbajdzh. S. S. R. Resp. Nakhitchevan. In m-te Karakush (Karakut). 1947. A. Grosshelm comm.

St. caucasicae Pobed. proxima sed ab ea receptaculo breviori perigonii lobis longioribus stigmate vix depresso gynophori ac squamulae hypogynae forma differt. Ab affini *St. altaica* Thieb. statura minori, receptaculo breviori pilosiusculo nec glaberrimo inflorescentiaque abbreviata capitata sat bene differt.

A. *St. turcomanica* Tschern. perigonii lobis latioribus brevioribusque et foliorum forma differt atque inflorescentia subcapitata.

Speciem hanc rarissimam amico et discipulo meo florum armenicae scrutatori diligentissimo prof. A. Magakjano dedicamus.

Настоящая находка представляет исключительный ботанико-географический интерес, т. к. она лишний раз указывает на наличие прочных связей между флорами Кавказа и Сибири. Напомним хотя бы о близости кавказского рододендрона к сибирскому *Rhododendron chrysanthum*, о наличии некоторых корреспондирующих форм из сем. зонтичных, как напр. *Bupleurum Sosnowskyi* J. Mand. и *B. flexuosum* Ledeb., возможных сибирских истоков происхождения населяющих Кавказ видов р. *Oxytropis*, а также ряда тому подобных фактов. Вместе с тем мы имеем в руках несомненные доказательства того, что это сибирское влияние простиралось не только на Кавказ, но распространялось также на южную Армению и северный Иран.*

Помимо того, мы лишний раз убеждаемся в том, какое количество интересного и ценного флористического материала может дать дальнейшее исследование г. Капутджух.

Невольно приходит в голову мысль о том, что такая форма, как *Soldanella armena* Lipsky, которая некоторыми исследователями низводилась на степень ботанической мистификации, на самом деле все же реально существует в природе и когда-либо вновь будет найдена при изучении растительности г. Капутджух ранней весной.

Тбилиси, 1947, июль.

* Иранская форма р. *Stellera* была отнесена Буассье (*) к той же разновидности *St. altaica* var. *minor* Boiss., что и северо-кавказская форма. По сообщению А. А. Гроссгейма иранская форма в систематическом отношении стоит ближе к среднеазиатскому виду *St. turcomanica* Czern. (*).

Stellera ցեղին սրահաճող մի նոր հեռակ հայտնաբերից

Հեղինակը նկարագրում է *Stellera Magakjani* D. Sosn. sp. n. մի նոր տեսակ, որ
Հ. Կ. Մազաբյանը հավաքել է Կապու-Չուխի լեռն վրա և Միկոյանի շրջանում (Գնդիկ գյու-
ղի մոտ)։ *Stellera* ցեղը ընդհանրապես առաջին անգամ է բերվում Հայկական ՍՍՌ-ի համար։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Д. И. Сосновский. Thymelaceae in Flora cauc. scrib. III. գ. Юрьев. 2. Е. Г. Чер-
няковский. Новые данные для флоры Туркестана и северной Персии. Изв. Гл. Бот.
Сада СССР, 29, вып. 1—2. Ленинград, 1930. 3. А. Щукина. К ботанич. карте горной
части бассейна Чегема. Землеведение, 30, вып. III. Москва, 1928. 4. E. Boissier. Flo-
ra orientalis etc. 4 Genevae et Basiliae. 1879. 5. С. Л. Meyer. Verzeichniss der Pflanzen
etc. — St.-Petersburg, 1831.

ЭНТОМОЛОГИЯ

Н. С. Борхсеннус

Два новых рода мучнистых червецов и новый вид щитовки
(Homoptera: Coccoidea) из Армении

(Представлено В. О. Гуканяном 22 V 1947)

Новые роды кокцид относятся к семейству мучнистых червецов Pseudococcidae; по происхождению они принадлежат к различным элементам. Один из новых родов—*Mirococcus*, gen. nov. принадлежит к средиземноморским элементам; представлен одним видом—*Mirococcus inermis* (Hall), распространенным в Армении (окрестности сел. Мегры на корнях *Spinacia*, IX, 1932 г., Е. Иоаннисиян!), Азербайджане, Узбекистане, Таджикистане, ю. Украине и в сев. Африке. Род *Mirococcus*, gen. nov. филогенетически связан с родами *Pseudococcus* Westw. и *Phenacoccus* Skill., занимая промежуточное положение между ними. Волоски тела, расположенные на обеих поверхностях тела и отсутствие шипов и шипиков на дорзальной поверхности тела, говорят о близком родстве этого рода и рода *Pseudococcus* Westw., наличие же зубчика на нижней поверхности коготка и 9-члениковые усики говорят о его родственных связях с родом *Phenacoccus* Skill.

Второй новый род—*Elizabetiella*, gen. nov. (тип рода *Dactylopius pipae* Mask.) южно-американского происхождения. Тропическая *Elizabetiella pipae* (Mask.) распространена в оранжереях ряда городов СССР, где обыкновенно сильно повреждает пальмы. В систематическом отношении род *Elizabetiella*, gen. nov. близок к роду *Phenacoccus* Skill., о чем свидетельствуют шипики, расположенные на дорзальной поверхности тела и отсутствие волосков на ней. Отсутствие зубчика на нижней поверхности коготка и 7-члениковые усики, вероятно, послужили поводом к тому, что Fernald (1903: 107) и ряд последующих авторов относили *Dactylopius pipae* Mask. к роду *Pseudococcus* Westw. Lindinger [1924 (1925): 179], желая исправить ошибку, отнес этот вид к роду *Ceroputo* Sulc., с чем также нельзя согласиться.

Новый вид—*Lepidosaphes malicola*, sp. n. принадлежит семейству щитовок—*Diaspididae*. Эта новая щитовка является серьезным вредителем яблонь в Армении. Она поражает все надземные части растений.

в частности плоды. На яблоках вызывает появление красных пятен, такого же характера, как пятна, вызываемые *Aspidiotus perniciosus* Comst. или *Parlatoria oleae* (Colvee). При сильном заражении плоды деформируются.

Mirococcus, gen. nov.

Тело взрослой самки овальное, наружный покров эластичный, слабо склеротизирован; усики 9-члениковые; ноги нормально развиты; нижняя поверхность коготка с зубчиком; передние и задние спинные устья имеются; анальное кольцо с наружным и внутренним рядами пор и с 6 щетинками; дисковидные железы двух типов: многоячеистые и трехячеистые; цилиндрические железы одного типа: трубчатые; церарий нет; шипов и шипиков нет; волоски тела расположены на обеих поверхностях тела.

Тип рода: *Phenacoccus inermis* Hall (1925).

Elizabetiella, gen. nov.

Тело взрослой самки широко овальное, наружный покров эластичный, слабо склеротизирован; усики 7-члениковые; ноги нормально развиты, на нижней поверхности коготка зубчика нет; передние и задние спинные устья имеются; небольшие; анальное кольцо с наружным и внутренним рядами пор и с 6 щетинками; дисковидные железы двух типов: многоячеистые и трехячеистые; цилиндрические железы одного типа: трубчатые; церарии имеются; на дорзальной поверхности тела расположены шипики различной величины; волоски тела имеются только на вентральной поверхности тела.

Тип рода: *Dactylopius niraе* Mask. (1892).

Lepidosaphes malicola sp. n.

Щиток взрослой самки запятовидный, темножелтый, 2,2—3,0 мм длины и 0,9—1,4 мм ширины; около передних грудных дыхалец имеется от 2 до 4, редко 5 дисковидных желез; края 2-го, 3-го и 4-го сегментов брюшка — с группами гребешков, но без сильно склеротизированного зубца; первая пара долек пигидия со скошенными внутренним и наружным углами; по 2 щетинковидных гребешка расположено в первой и во второй вырезках пигидия и 3 группы по 2 гребешка — по краю пигидия впереди от 2-ой пары долек; цилиндрические железы короткие и тонкие, многочисленные, образуют 4 полосы вдоль пигидия. Формула циркумгенитальных желез 7—25 (9—40) 15—43, часто 15—19 (20—32) 23—29.

Распространение: Армения (Октемберянский район, Мргашат) IX. 1932, С. Григорян!

Живет на стволе, ветках и плодах яблоны.

Зоологический Институт
Академии Наук СССР
Ленинград. 1947, апрель.

Coccoidea (Homoptera) ներկայացրել երկու նոր ցեղ և մի նոր տեսակ Հայաստանից

Այս աշխատանքի մեջ նկարագրվում են կոկցիդների երկու նոր ցեղ՝ *Mirococcus* և *Elizabethiella*, որոնք պատկանում են *Pseudococcidae* ընտանիքին և մի նոր տեսակ՝ *Lepidosaphes malicola* sp. n. — հայկական ստորակետանման վահանակիբր *Diaspididae* ընտանիքին: *Mirococcus* gen. n. ցեղի միակ ներկայացուցիչը միջերկրածովյան ծաղում ունի: Հայաստանում գտնված է սպանախի (*Spinacia*) արմատների վրա: Մեղրու շրջակայքում (IX, 1932, Ե. Հովհաննիսյան):

Ներկայացրել եմ նաև *Elizabethiella* gen. n. ներկայացված է երկու արտիկական տեսակներով, որոնցից մեկը՝ *Elizabethiella nipae* (Mask.) ներմուծված է ՍՍՌՄ. մեր պայմաններում նա ազրում է բացառաբար ջերմոցներում, փաստում է արմավենիներին: Նույնիսկ Աջարիայի Սեծովյան ափերի սուբարտիկ կլիմայում նա ջերմոցներից չի անցնում ազատ բնության մեջ: Նոր վահանակիբր՝ *Lepidosaphes malicola* sp. n., անկասկած, խնձորենու լուրջ փտասառու է Հայաստանում: Արաքսից նա նման է խնձորենու ստորակետանման վահանակիբրին՝ *Lepidosaphes ulmi* (L.) և, հավանաբար, չփոխվում է վերջինիս հետ: Վտառում է բույսերի վերնոդյա բույր մասերին, խնձորենների վրա առջացնում է կարմիր բծեր, ուժեղ վարակման ժամանակ պտուղները ենթարկվում են դեֆորմացիայի:

ЛИТЕРАТУРА

1. M. S. Fernald. A catalogue of the Coccidae of the world. Hatch Exp. Sta. Massachusetts Agric. coll. Bull. 88 1—360, 1903. 2. L. Lindinger. Die Schildläuse der mitteleuropäischen Gewächshäuser. Ent. Jahrb., XXXIII—XXXIV. 167—191. 1924 (1925).



СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Электротехника

- А. Г. Иосифьян*, чл.-корресп. АН Арм. ССР. Теория преобразований дифференциальных уравнений синхронной машины 97

Физическая химия

- А. Б. Налбандян*. Фотохимическое, ртутью сенсibilизированное окисление метана 109

Органическая химия

- В. И. Исагулянц*, действ. чл. АН Арм. ССР и *Г. Т. Есаян*. Превращения фенил-1-хлор-3-бутена-2 в присутствии едкого кали 117

Биохимия

- Г. Х. Бунятыан*, действ. чл. АН Арм. ССР и *Г. В. Камалян*. Коламин как анти- и прооксидант при самоокислении жиров и витамина А 121

Геология

- Л. А. Варданянц*, чл. корресп. АН Арм. ССР. Дополнительные кривые к диаграмме В. В. Никитина кристаллографических элементов полевых шпатов 127

Физиология растений

- В. О. Назарян*. О репродуктивном развитии и старении однолетних растений 131

Систематика растений

- Д. И. Сосновский*. Новый вид р. *Stellera* из Армении 137

Энтомология

- Н. С. Борхсениус*. Два новых рода мучнистых червецов и новый вид щитовки (Homoptera: Coccoidea) из Армении 141