

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XLV

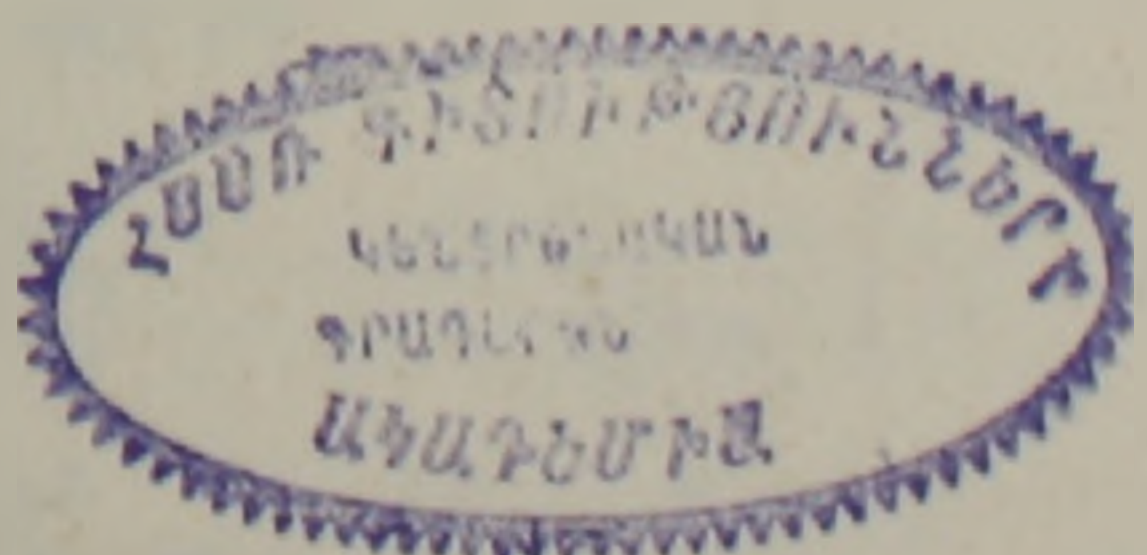
1967

խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտու-
թյունների բեկնածու, Ա. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ,
ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Մ.
ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ,
Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ.
ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ
(պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ՄԻՐԶՈ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ս. Ս.
ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ.
ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ.
խմբագիր), Օ. Մ. ՍԱՊՈՆԺՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ
թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻԿԱՅԵԼՅԱՆ,
ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ:

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г.
АФРИКЯН, кандидат биологических
наук, А. Т. БАБАЯН, чл.-корресп. АН
АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, чл.-корресп.
АН АрмССР (зам. отв. редактора), С. А.
МИРЗОЯН, чл.-корресп. АН АрмССР,
С. С. МКРТЧЯН, академик АН АрмССР,
А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР
(отв. редактор), О. М. САПОНДЖЯН,
чл.-корресп. АН АрмССР, А. А. ТАЛА-
ЛЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, В. М.
ТАРАЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, М. Л.
ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл.-корресп. АН Арм
ССР.



ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿԳՈՒԹՅՈՒՆ

Ե Ր Ե Վ Ա Ն

Е Р Е В А Н

Ր Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

ՖԵԶԻԿԱ

Ռ. Հ. Ավագյան, Ա. Ա. Արմաղանյան, Ս. Մ. Գաբրիելյան և Է. Վ. Սեդրոսյան — *Աղա-
մանդի բյուրեղի վրա մեծ էներգիաների էլեկտրոնների արգելակման ճառագայթման ան-
կյունային բաշխումը* 3

ԱՍՏՐՈՖԻԶԻԿԱ

Հ. Ս. Բաղդյան — *Չեզոք ջրածնի և զեֆերոնների խտությունների բաշխվածությունը
մեր Գալակտիկայում* 9

ՖԵԶԻԿԱՆԵՐՔԻՄԻԱ

Ն. Մ. Բելլեյան, Բ. Մ. Սոգոմոնյան և Հ. Հ. Չալրիկյան, *Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթա-
կից-անդամ — Բենզոիլ պերօքսիդի և տրիէթանոլամինի միջև բնթաղող սեակցիայի կի-
նեաիկան պիրիդինում թթվածնի բացակայությամբ* 13

ԱՆՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Վ. Մ. Թառսյան, *Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, և Գ. Ն. Շապոշնիկովա —
Ոսկու, սելենի և թելուրի փոխազդեցությունը թիոնայիդի հետ* 21

ԹԻՈՔԻՄԻԱ

Հ. Խ. Բունյարյան, *Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս և Զ. Հ. Հակոբյան — Գլուտա-
մինաթթուն որպես ազատ ամոնիակի ազրյուր ուղեղային հյուսվածքում* 28

ԵՐԿՐԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Գ. Պ. Բաղդասարյան և Ս. Ա. Զոհրաբյան — *Ախթալայի հանքավայրի բազմամետա-
ղային հանքայնացման հասակի մասին* 35

ՀԱՆՔԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Կ. Ա. Քաբամյան — *Ստեղծերիտ Թեյի ոսկու-բազմամետաղային հանքավայրից* 39

ԲՈՒՅՍՆԵՐԻ ՖԵԶԻՈԼՈԳԻԱ

Վ. Ա. Գալբյան և Վ. Վ. Ղազարյան — *Տարբեր խտության սննդարար լուծույթների
ազդեցության տակ միամյա բույսերի արմատա-տերևային հարաբերության և սերենների
ֆիզիոլոգիական ակտիվության փոփոխության մասին* 43

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Р. О. Авакян, А. А. Армаганян, С. М. Дарбинян и Э. В. Сехпосян* — Угловое распределение тормозного излучения электронов высоких энергий на кристалле алмаза 3

АСТРОФИЗИКА

- Г. С. Бадалян* — Распределение плотностей галактических цефеид и нейтрального водорода в нашей Галактике 9

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. М. Бейлерян, Б. М. Согомонян и О. А. Чалтыкян*, чл.-корр. АН Армянской ССР — Кинетика реакции перекись бензоила + триэтанолламин в пиридине в отсутствие кислорода 13

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. М. Тараян*, чл.-корр. АН Армянской ССР, и *Г. Н. Шапошникова* — Взаимодействие золота, селена и теллура с тионалидом 21

БИОХИМИЯ

- Г. Х. Бунятян*, академик АН Армянской ССР, и *Дж. А. Акопян* — Роль глутаминовой кислоты как источника свободного аммиака в мозговой ткани . . . 28

ГЕОЛОГИЯ

- Г. П. Багдасарян и С. А. Зограбян* — О времени формирования полиметаллического оруденения Ахтальского месторождения 35

МИНЕРАЛОГИЯ

- К. А. Карамян* — Стеллерит из Гейского золото-полиметаллического месторождения 39

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- В. А. Давтян и В. В. Казарян* — Об изменении корне-листового соотношения и физиологической активности листьев однолетних растений под действием питательного раствора различной концентрации 43

ФИЗИКА

Р. О. Авакян, А. А. Армагян, С. М. Дарбинян и Э. В. Сехпосян

Угловое распределение тормозного излучения электронов
 высоких энергий на кристалле алмаза

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 10/V 1967)

В ряде работ, проведенных в последние годы, было предсказано и экспериментально обнаружено интерференционное явление в тормозном излучении электронов высоких энергий на кристалле ⁽¹⁾. Вследствие интерференционных явлений спектр тормозного излучения в кристалле превращается в спектр с четко выраженными γ -линиями. Энергия γ -линий в спектре зависит от угла θ между осью кристалла и начальным импульсом электрона и может смещаться по спектру с изменением угла θ . Эти свойства сделали возможным использование тормозного излучения электронов от кристалла в исследованиях по фоторождению элементарных частиц. Недостатком этого метода является большая энергетическая ширина линий (30%).

Несмотря на то, что фотоны различных энергий испускаются в малом интервале углов порядка $\frac{mc^2}{E_1}$, имеется возможность сужения линий γ -квантов в спектре тормозного излучения от кристалла алмаза выбором определенного узкого интервала углов излучения ⁽²⁾. Эта возможность обусловлена наличием определенной связи между углом излучения и энергией излученного γ -кванта. С этой точки зрения представляет интерес исследование углового распределения интерференционного излучения в кристалле.

Дифференциальный поперечник тормозного излучения согласно ⁽³⁾ записывается в следующем виде:

$$d\sigma = Nd\sigma_{\text{Б. Г.}} + d\sigma_1 + d\sigma_{\text{инт.}} \quad (1)$$

Первое слагаемое соответствует обычному поперечнику Бете—Гайтлера на N независимых атомах и имеет вид ⁽⁴⁾

$$d\sigma_{\text{Б. Г.}}^{\text{торм.}} = 4N \frac{Z^2 r_0^2}{137} \frac{d\omega}{\omega} \varphi d\varphi \left\{ \left| \frac{E_1^2 + E_2^2}{(1 + \varphi^2)^2 E_1^2} - \frac{4\varphi^2 E_2}{(1 + \varphi^2)^4 E_1} \right| \times \right. \\
\left. \times \ln \left[\frac{\delta^2 \hbar^2}{m^2 c^4} + \frac{Z^2}{111^2 (1 + \varphi^2)^2} \right]^{-1} + \frac{16 E_2 \varphi^2}{(1 + \varphi^2)^4 E_1} - \frac{(E_1 + E_2)^2}{(1 + \varphi^2)^2 E_1^2} \right\}, \quad (2)$$

φ — угол излучения фотона в единицах $\frac{mc^2}{E_1}$, δ — минимальный переданный импульс в процессе излучения $\delta = \frac{\omega m^2 c^3}{2E_1 E_2}$, E_1 , E_2 — начальная и конечная энергии электрона.

Два следующих слагаемых в (1) равны (3)

$$d\sigma_{\text{ког.}}^{\text{торм.}} = d\sigma_1^{\text{торм.}} + d\sigma_{\text{инт.}}^{\text{торм.}} = \frac{4Z^2 r_0^2}{137\pi} \frac{d\omega}{\omega} \varphi d\varphi \left[\frac{E_1^2 + E_2^2}{(1 + \varphi^2)^2 E_1^2} - \frac{4\varphi^2 E_2}{E_1 (1 + \varphi^2)^4} \right] \times \\ \times \int_{-\infty}^{+\infty} \int \frac{(k_2^2 + k_3^2) dk_2 dk_3}{(k^2 + 1/R^2)^2} e^{-k\bar{U}} \left\{ \left| \sum_i e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}_{oi}} \right|^2 - N \right\}. \quad (3)$$

В последнем выражении интегрирование ведется по переменным k_2 и k_3 , а k_1 связана с углом излучения следующим образом:

$$k_1 = \delta (1 + \varphi^2) \quad (4)$$

(что нетрудно показать из кинематики реакции).

Далее, не останавливаясь на деталях, приведем выражение для фактора $\left| \sum_i e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}_{oi}} \right|^2$ в случае кристаллов, обладающих сложной кристаллической структурой с ортогональной фундаментальной ячейкой,

$$\left| \sum_i e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}_{oi}} \right|^2 = N_0 \frac{(2\pi)^3}{\Delta} \sum_{\vec{g}} |S(\vec{g})|^2 \delta(\vec{k} - \vec{g}), \quad (5)$$

где N_0 — число атомов на вершинах фундаментальных ячеек, Δ — объем фундаментальной ячейки, $S(\vec{g})$ — структурный фактор, $\vec{g}$ — вектор обратной решетки, $\hbar\vec{k} = \vec{q}$ — переданный импульс.

Подставляя (4) в (3) и производя интегрирование по k_2 и k_3 , мы получим поперечник когерентного излучения. Поскольку $d\sigma_1$, соответствующий второму члену в фигурных скобках формулы (3), не зависит от углов влета электрона в кристалл, то его обычно объединяют с поперечником (2) и называют аморфной частью

$$d\sigma_{\text{ам.}} = N d\sigma_{\text{б. г.}} + d\sigma_1. \quad (6)$$

Поперечник же, соответствующий первому члену фигурной скобки в (3), зависит от углов влета в кристалл и называется интерференционным поперечником $d\sigma_{\text{инт.}}$. После несложных преобразований мы приходим к следующему выражению для поперечника углового распределения тормозного излучения:

$$d\sigma = d\sigma_{\text{ам.}} + d\sigma_{\text{инт.}}$$

$$\sigma_{\text{ам.}}^{\text{торм.}} = 4N \frac{Z^2 r_0^2}{137} \frac{d\omega}{\omega} \frac{\varphi d\varphi}{(1 + \varphi^2)^2} \left\{ \left[\frac{E_1^2 + E_2^2}{E_1^2} - \frac{4\varphi^2 E_2}{E_1 (1 + \varphi^2)^2} \right] \times \right. \\ \times \left[\ln \left(\frac{\hbar^2}{m^2 c^2} + \frac{Z^{2/3}}{111^2 (1 + \varphi^2)^2} \right)^{-1} - 2B \left(\frac{\bar{U}^2}{R^2} \right) \right] + \\ \left. + \frac{16\varphi^2 E_2}{E_1 (1 + \varphi^2)^2} - \frac{(E_1 + E_2)^2}{E_1^2} \right\}, \quad (7)$$

$$d\sigma_{\text{инт.}}^{\text{торм.}} = 4N \frac{Z^2 r_0^2}{137} \frac{d\omega}{\omega} \frac{\varphi d\varphi}{(1 + \varphi^2)^2} \left[\frac{E_1^2 + E_2^2}{E_1^2} - \frac{4\varphi^2 E_2}{E_1 (1 + \varphi^2)^2} \right] \times \\ \times \sum_{\vec{g}} (g^2 - g_{\text{н}}^2) \frac{e^{-g^2 \bar{U}^2}}{(g^2 + 1/R^2)} |S(g)|^2 N_0 \frac{(2\pi)^2}{\Delta} \delta [\delta (1 + \varphi^2) - g_{\text{н}}]. \quad (8)$$

Здесь

$$g_{\text{н}} = g_1 \cos \theta + (g_2 \cos \alpha + g_3 \sin \alpha) \sin \theta \quad (9)$$

составляющая вектора обратной решетки вдоль направления начального движения электрона. Углы α и θ определяют направление влета электрона в кристалл. Функция $B \left(\frac{\bar{U}^2}{R^2} \right)$ приведена в работе (3).

Из выражения (8) следует, что для каждого определенного вектора обратной решетки угловое распределение квантов имеет δ -образный характер. Вклад в сумму вносят только те вектора обратной решетки, проекция которых на направление движения (при малых θ и $g_1 = 0$) удовлетворяет условию

$$(g_2 \cos \alpha + g_3 \sin \alpha) \theta = \delta (1 + \varphi^2). \quad (10)$$

На фиг. 1 приведено угловое распределение тормозного излучения фотонов энергии 1 Гэв от электронов энергии 6 Гэв на кристалле алмаза. Направление электронного пучка было выбрано под углом $\theta = 1,55$ мрад. относительно оси кристалла [110], α —угол между плоскостями [110], p_1 и [110], [001] был принят равным нулю. Расчет проводился по формулам (7) и (8). Чтобы избежать δ -функциональной зависимости, формула (8) проинтегрирована по небольшому интервалу значений $\Delta\varphi = 0,1 \frac{mc^2}{E_1}$ около выбранного направле-

ния. При этом в сумму по $\vec{g}$ вносят вклад вектора обратной решетки, удовлетворяющие условию:

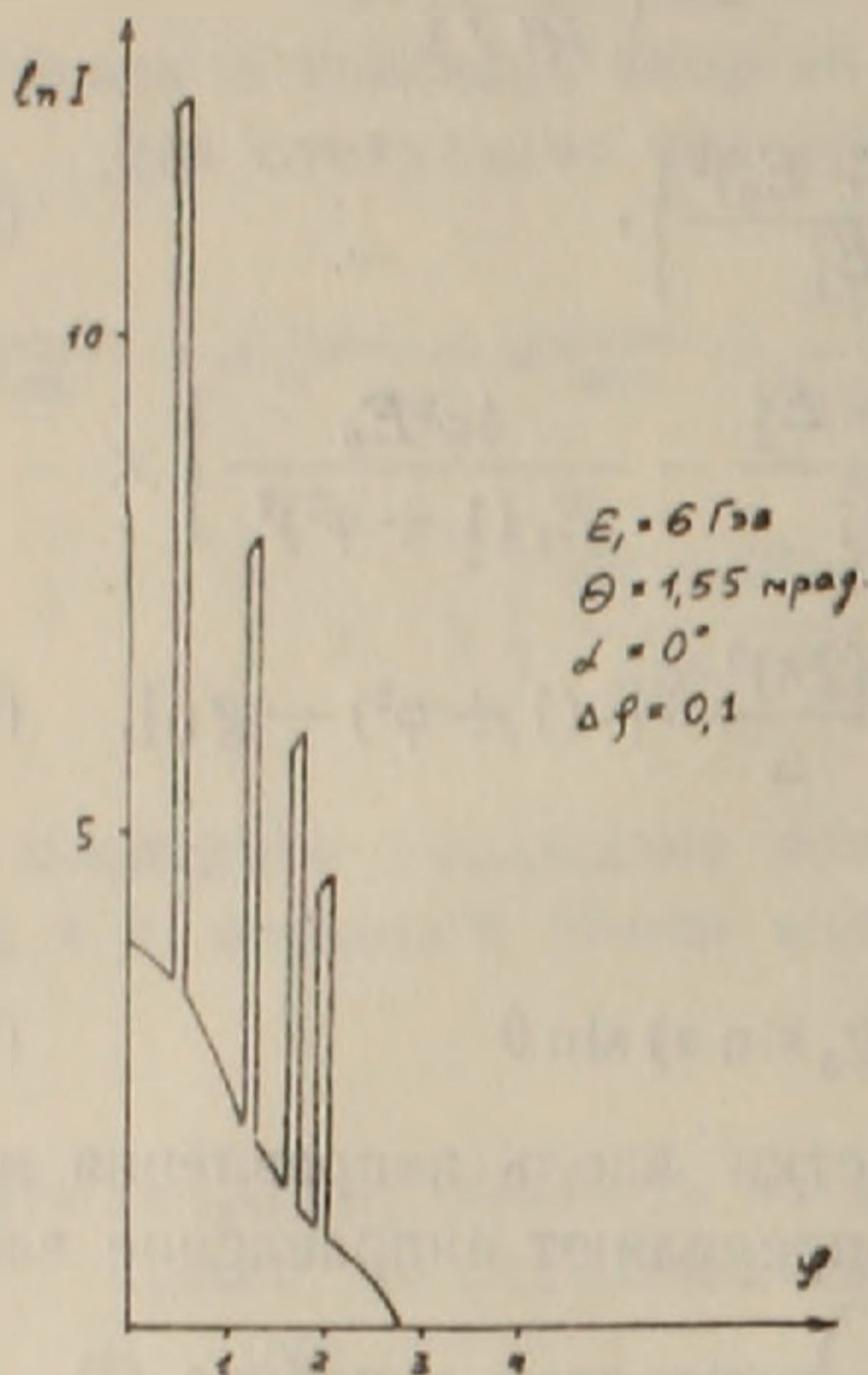
$$\delta (1 + \varphi_1^2) \leq g_2 \leq \delta (1 + \varphi_2^2), \quad (11)$$

где

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1.$$

Для выбранных интервалов углов $\Delta\varphi = 0,1 \frac{mc^2}{E_1}$ и определенной энергии фотона $\hbar\omega = 1 \text{ ГэВ}$, т. е. при фиксированном δ , условие (11) допускает только одно значение g_2 для каждого значения φ .

Поэтому суммирование проводилось только по g_2 . При этом бралось в расчет 40 значений g_2 , ввиду малости вклада остальных членов. Величина $\Delta\varphi$ определяется разрешающей способностью экспериментальной установки.



Фиг. 1. Угловое распределение тормозного излучения при $E_1 = 6 \text{ ГэВ}$, $\hbar\omega = 1 \text{ ГэВ}$. По оси ординат отложена величина $\ln I$:

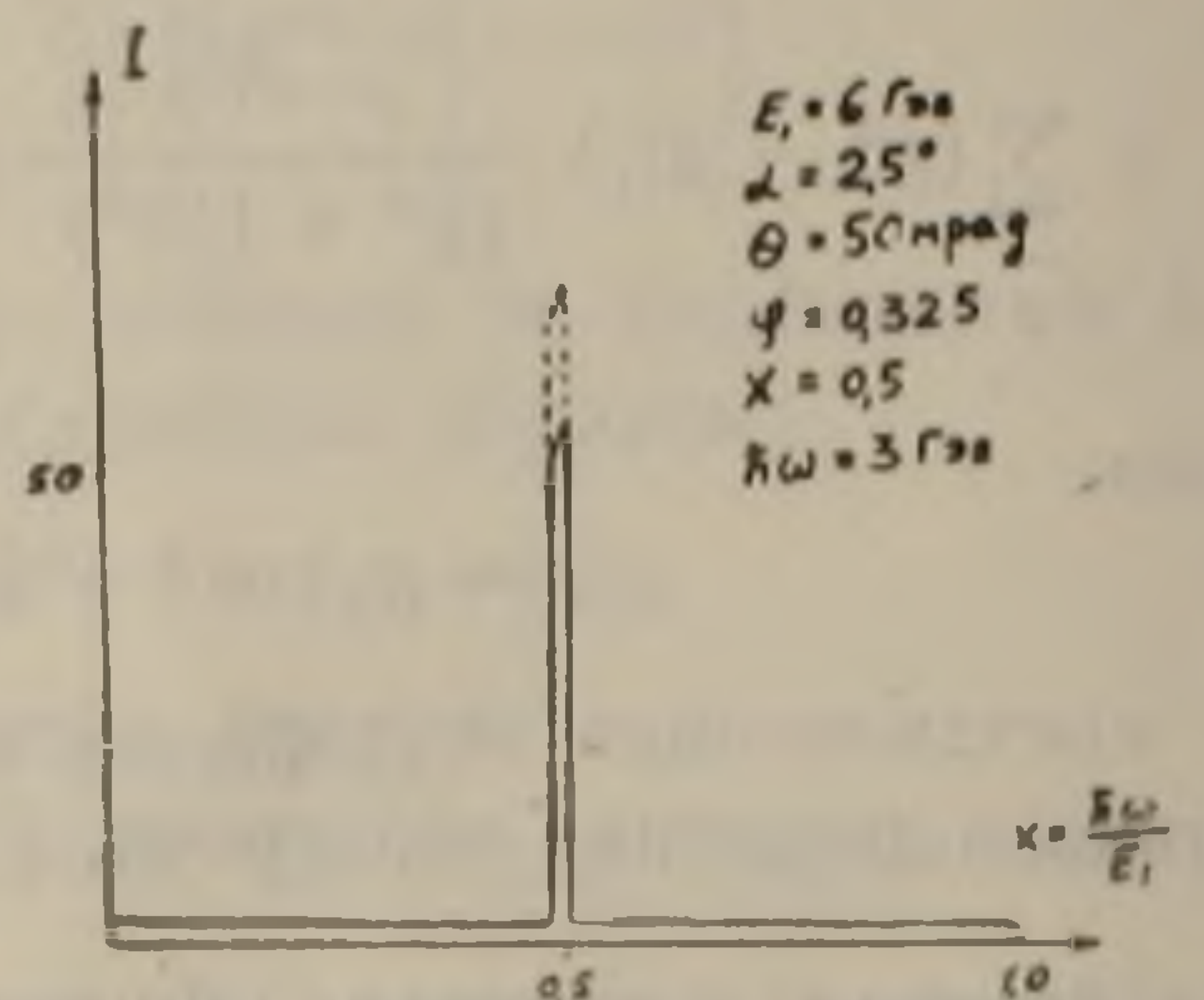
$$I = \frac{\omega}{N\bar{\sigma}d\omega\varphi d\varphi} d\sigma_{\text{ам.}}^{\text{торм.}} + \frac{\omega}{N\bar{\sigma}d\omega\varphi\Delta\varphi} \int_{\varphi-\Delta\varphi}^{\varphi+\Delta\varphi} d\sigma_{\text{инт.}}^{\text{торм.}}; \quad \bar{\sigma} = \frac{Z^2 r_0^2}{137}.$$

обратной решетки. Тогда в спектре остается практически одна фотонная линия. Результаты расчетов приведены на фиг. 2 и 3, на которых показана зависимость величины I от x , где

$$I = \frac{x}{N\bar{\sigma}dx} \int_0^{\varphi} d\sigma^{\text{торм.}}, \quad x = \frac{\hbar\omega}{E_1}, \quad \bar{\sigma} = \frac{Z^2 r_0^2}{137}.$$

На графиках пунктиром отмечено уменьшение интенсивности пика вследствие коллимации.

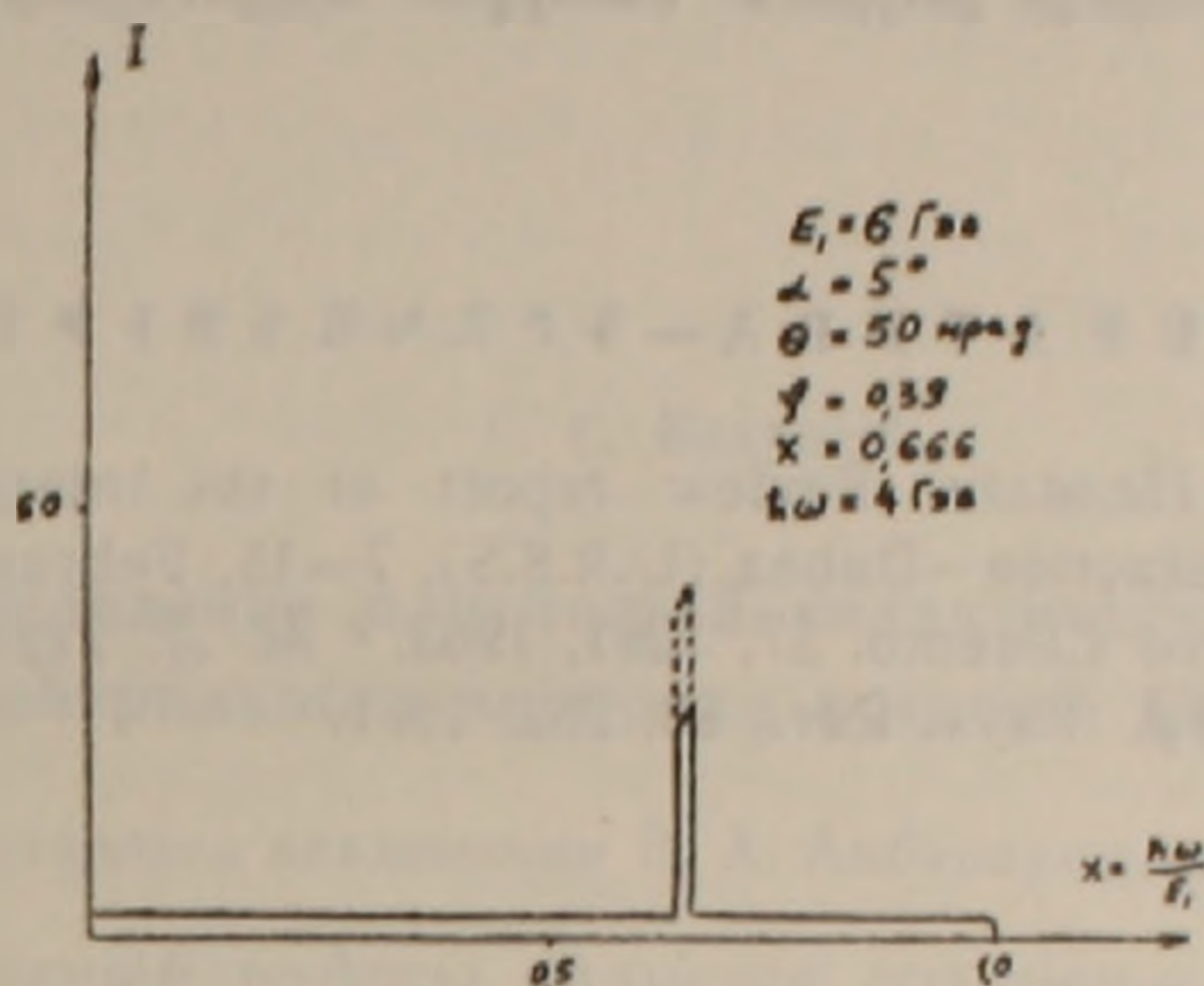
Нетрудно написать выражения для дифференциальных поперечников рождения электронно-позитронных пар фотоном на кристалле. Для этого, как известно, необходимо совершить замены $E_1 \rightarrow -E_+$,



Фиг. 2. Энергетический коллимированный спектр тормозного излучения при $E_1 = 6 \text{ ГэВ}$, $\alpha = 2,5^\circ$, $x = 0,5$.

Следует указать, что условие (10) дает возможность выделить отдельную линию в тормозном спектре электронов на кристалле. Для этого при данной коллимации угла излучения подбираются углы α и θ так, чтобы в сумму по g основной вклад вносил один узел

$E_2 \rightarrow E_-$, $\omega \rightarrow -\omega$ в поперечниках тормозного излучения и умножить последние на отношение фазовых объемов позитрона и фотона $\frac{E_+^2 dE_+}{(\hbar\omega)^2 d(\hbar\omega)}$. Так, исходя из формулы (7) для интерференционной



Фиг. 3. Энергетический коллимированный спектр тормозного излучения при $E_1 = 6$ ГэВ, $\alpha = 6^\circ$, $x = 0,666$.

части дифференциального поперечника рождения электронно-позитронной пары фотоном на кристалле, получим следующее выражение:

$$d\sigma_{\text{инт.}}^{\text{пары}} = 4 \frac{Z^2 r_0^2}{137\pi} \frac{E_+^2 dE_+}{(\hbar\omega)^3} \frac{\varphi d\varphi}{(1 + \varphi^2)^2} \left[1 + \frac{E_-^2}{E_+^2} + \frac{4\varphi^2}{(1 + \varphi^2)^2} \frac{E_-}{E_+} \right] \times \\ \times \sum_{\vec{g}} \frac{g^2 - g_{\parallel}^2}{(g^2 + R^{-2})^2} e^{-g^2 \bar{U}} |S(g)|^2 N_0 \frac{(2\pi)^3}{\Delta} \delta[\delta(1 + \varphi^2) - g_{\parallel}]. \quad (12)$$

Здесь δ — минимальный передаваемый импульс в процессе рождения пары $\delta = \frac{\omega m^2 c^3}{2E_+ E_-}$, $\varphi = \frac{\theta_+ E_+}{mc^2}$, θ_+ — угол между импульсами позитрона и фотона.

Авторы выражают благодарность чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляну за полезные обсуждения.

Ереванский физический институт

Ռ. Հ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ս. Ս. ԱՐՄԱՂԱՆՅԱՆ, Ս. Մ. ԴԱՐՐԻՆՅԱՆ և Է. Վ. ՍԵՂԻՍՅԱՆ

Աղամանդի բյուրեղի վրա մեծ էներգիաների էլեկտրոնների արգելակման
հառագայթման անկյունային բաշխումը

Զնայած այն հանգամանքին, որ մեծ էներգիաների էլեկտրոնների արգելակման
հառագայթումը ընկած է էլեկտրոնների շարժման ուղղությամբ փոքր $\frac{mc^2}{E_1}$ անկյան ներ-
սում, այնուամենայնիվ արգելակման հառագայթման սպեկտրում համեմատաբար նեղ

7- դժեք ստանալու համար հետաքրքրություն է ներկայացնում ուսումնասիրել ճառագայթման անկյունային բաշխումը:

Հոգավածում ստացված են բանաձևեր բյուրեղի վրա մեծ էներգիաների էլեկտրոնների արգելակման ճառագայթման և էլեկտրոն-պոզիտրոնային զույգերի առաջացման անկյունային բաշխումների համար: Ստացված բանաձևերի հիման վրա կատարված է թվային հաշվարկ աղամանդի բյուրեղի դեպքում: Ստացված արդյունքները պատկերված են 1, 2, 3 նկարների վրա:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

¹ Д. Дамбрини Палаззи, Review report at the International conference on the electromagnetic interaction—Dubna (U.R.S.S), 7—15, February, 1967. ² Р. Ф. Моли, Дж. де Вайр, Nuovo Cimento, 27, 1281, 1963. ³ М. Л. Тер-Микаелян, ЖЭТФ, 25, 296, 1953. ⁴ Л. И. Шифф, Phys. Rev., 83, 252, 1951.

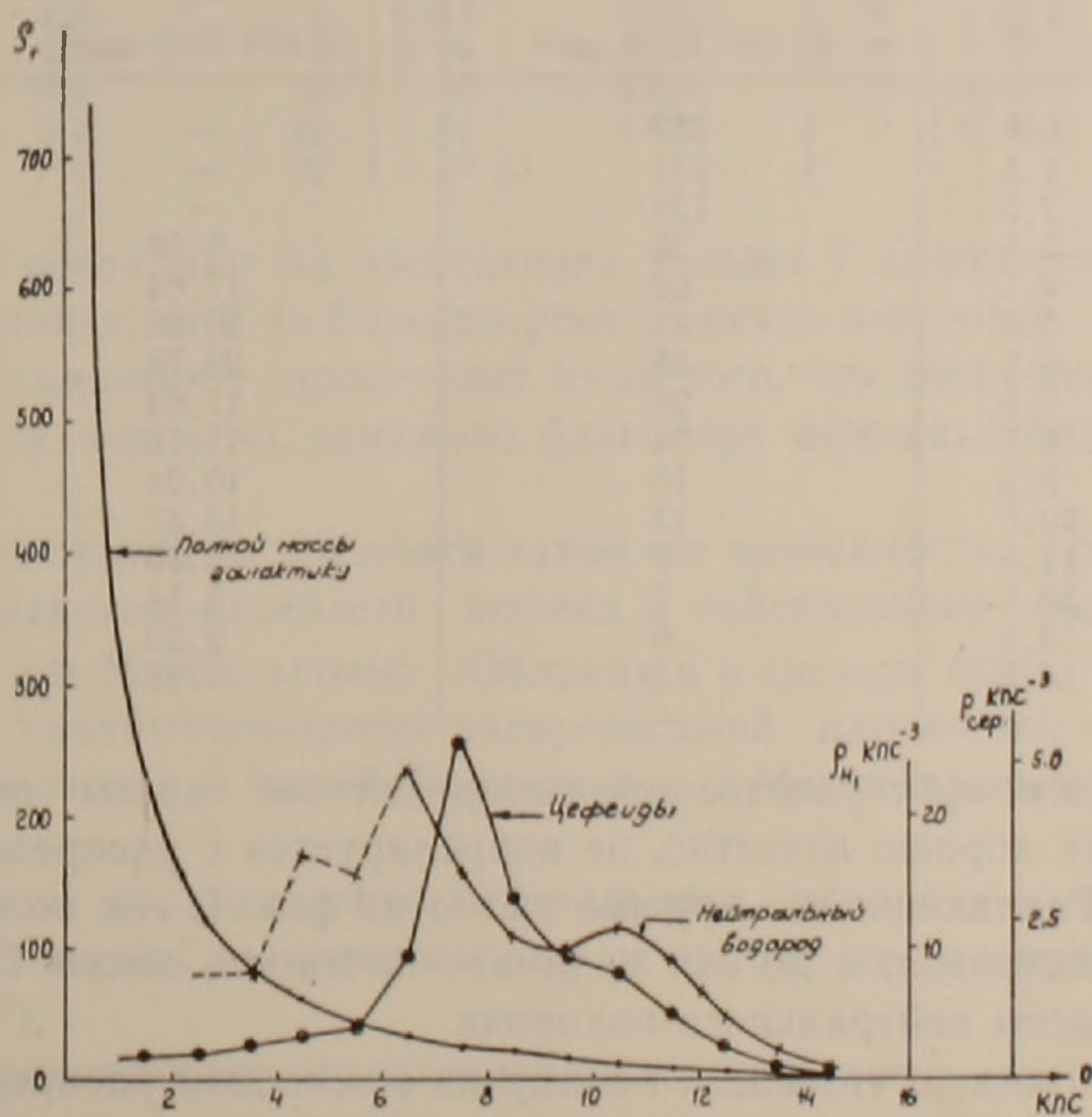
АСТРОФИЗИКА

Г. С. Бадалян

Распределение плотностей галактических цефеид
 и нейтрального водорода в нашей Галактике

(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 1/IV 1967)

Целью настоящей работы является сравнение распределения плотностей нейтрального водорода, плотностей галактических цефеид и плотностей полной массы Галактики в зависимости от расстояния от центра Галактики. Иначе говоря, мы хотим, как продолжение наших предыдущих работ (¹⁻³), выяснить, какова общая корреляция, существующая между пространственными распределениями плотностей этих объектов



Фиг. 1.

в нашей Галактике. С этой целью мы использовали данные о 340 галактических цефеидах, для которых известны расстояния (^{4, 5}), а для распределения плотностей нейтрального водорода — работу (⁶), где определена плотность нейтрального водорода в зависимости от расстояния от

центра Галактики, а также работу Шмидта (⁷), где рассматриваются три модели распределения плотности полной массы в Галактике. Мы остановились на третьей модели Шмидта. Из этих данных мы вычислили плотности полной массы Галактики и плотность нейтрального водорода в зависимости от расстояния от центра Галактики, выраженные в солнечных массах на кубический килопарсек.

Полученные результаты приведены в табл. 1, где R —расстояние в килопарсеках от центра Галактики, ρ_r плотность массы Галактики, выраженная в солнечных массах на кубический килопарсек; в третьем столбце приведены пространственные плотности нейтрального водорода— ρ_{H_I} . Распределения плотности нейтрального водорода и полной массы Галактики, зависящие от расстояния, иллюстрируются фиг. 1. Кривая четко показывает, что пространственная плотность нейтрального водорода возрастает с увеличением расстояния от центра Галактики и достигает максимума примерно на расстоянии 6.5 килопарсек, после чего сильно убывает. Здесь представляет интерес то, что масса нейтрального водорода в основном сконцентрирована на расстоянии от 5.5 до 130 килопарсек от центра Галактики.

Таблица 1

$R_{\text{кпс}}$	ρ_r	ρ_{H_I}
	$\times 10^6 M_{\odot} \text{ кпс}^{-3}$	$\times 10^6 M_{\odot} \text{ кпс}^{-3}$
0.5	732	—
1.5	231	—
2.5	128	—
3.5	25	8.08
4.5	60	17.64
5.5	45	16.66
6.5	35	23.76
7.5	28	17.64
8.5	21	11.76
9.5	16	10.04
10.5	13	13.47
11.5	9	9.80
12.5	7	5.14
13.5	6	2.20
14.5	3	0.98

Кроме того, пространственное распределение массы нейтрального водорода, как хорошо известно, не коррелируется с распределением общей массы Галактики, что хорошо видно из фиг. 1, где по оси абсцисс нанесены расстояния, а по оси ординат—плотность массы Галактики и плотность массы нейтрального водорода.

Из фиг. 1 видно, что масса Галактики в основном распределена в области центра Галактики, в радиусе примерно 3—4 килопарсека.

Большое расхождение между распределениями плотностей нейтрального водорода и общей массы Галактики является весьма важной проблемой с точки зрения динамической структуры Галактики.

Затем были определены пространственные плотности цефеид по расстоянию и галактической долготе. Полученные данные приведены в

табл. 2, где $N_{сер}$ — число цефеид в объеме между каждыми двумя последовательными цилиндрами. $\rho_{сер}$ — число цефеид в кубическом килопарсеке. Для значения толщины диска Галактики принято 0.4 килопарсека.

Расстояния цефеид, определенные нами, приведены к новой шкале, т. е. нуль-пункт зависимости период—светимость Шепли исправлен на $-1^m.7$, а расстояния, полученные Остерхофом и его коллегами, приведены к нашим расстояниям ⁽⁸⁾.

Из фиг. 1 хорошо видно, что максимум плотности цефеид получается на расстоянии 7.5 килопарсек от центра Галактики.

Кривые распределения плотностей водорода и цефеид, представленные на фиг. 1, показывают, что между распределением цефеид и нейтрального водорода имеется значительное сходство. Самым интересным является то, что распределения плотностей цефеид и нейтрального во-

Таблица 2

Расстояния в килопарсеках	$N_{сер}$	$\rho_{сер}$	Расстояния в килопарсеках	$N_{сер}$	$\rho_{сер}$
0.5	0	0.00	8.5	58	2.86
1.5	1	0.39	9.5	45	1.98
2.5	2	0.39	10.5	42	1.66
3.5	4	0.52	11.5	28	1.01
4.5	6	0.66	12.5	16	0.50
5.5	10	0.80	13.5	5	0.15
6.5	29	1.91	14.5	2	0.06
7.5	92	5.38			

дорода хорошо совпадают на расстояниях дальше 7 килопарсек, а на близких расстояниях, от 2 до 6 килопарсек, заметно некоторое отклонение, которое, по-видимому, происходит из-за того, что число цефеид на этих расстояниях, вероятно, занижено благодаря межзвездному поглощению.

Необходимо отметить, что почти такая же зависимость получается между распределением плотности цефеид и нейтрального водорода в Большом и Малом Магеллановых Облаках и в системе М31 ⁽⁹⁾. Отсюда вытекает, что взаимоотношение распределений плотностей цефеид и нейтрального водорода в нашей Галактике и в Магеллановых Облаках одинаково.

Относительное распределение нейтрального водорода и плотности общей массы в нашей Галактике похоже на такое же распределение в системе М31 ⁽¹⁰⁾.

Результаты настоящего исследования подтверждают вывод предыдущих работ о том, что между нейтральным водородом и классическими цефеидами действительно имеется реальная генетическая связь, как в нашей Галактике, так и в Магеллановых Облаках и в системе М31.

Չեզոք ջրածնի և ցեֆեիդների խտությունների բաշխվածությունը մեր Գալակտիկայում

Ներկա աշխատանքում հետազոտված է չեզոք ջրածնի և ցեֆեիդների խտությունների բաշխվածությունը մեր Գալակտիկայում, կախված հեռավորությունից (հաշված գալակտիկայի կենտրոնից)։ Բացի այդ հաշվված է Գալակտիկայի ընդհանուր մասսայի խտության բաշխվածությունը, ըստ Շմիդտի երրորդ մոդելի։

Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ չեզոք ջրածնի և ցեֆեիդների խտությունների բաշխվածության միջև կա որոշակի կոոբլյացիա, իսկ չեզոք ջրածնի և Գալակտիկայի մասսայի բաշխվածությունների միջև կոոբլյացիա չկա (նկ. 1)։

Ներկա հետազոտության արդյունքները համապատասխանում են նախորդ աշխատություններում արված հետևությունները, այն մասին, որ իրոք մեր Գալակտիկայում, Մադելանի Ամպերում և Մ31 աստղային սիստեմում չեզոք ջրածնի և կլասիկական ցեֆեիդների միջև գեներտիկ կապը ռեալ է։

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

- ¹ Գ. Ս. Բադալյան, Сообщ. Бюр. Обс., вып. XVII, 3, 1959. ² Գ. Ս. Բադալյան, ДАН Арм ССР, 27, № 1, 1958. ³ Գ. Ս. Բադալյան, ДАН Арм ССР, 27, № 3, 1958. ⁴ Գ. Ս. Բադալյան, Сообщ. Бюр. Обс., вып. XVII, 27, 1959. ⁵ Ս. Ք. Мюллер, О. Уестергаут, В. А. N. XIII, 475, 219, 1957. ⁶ Թ. Մ. Уалравен, А. В. Мюллер, П. Թ. Մ. Остергоофф, В. А. N., XIV, 484, 81. ⁷ Մ. Шмит, В. А. N., XIII, 468, 1956. ⁸ Գ. Ս. Բադալյան, ДАН Арм ССР, 33, № 4, 1961. ⁹ Գ. Ս. Բադալյան, ДАН Арм ССР, 35, № 1, 1962. ¹⁰ Ս. Թ. Готесман, Р. Դ. Дейвис, В. Ս. Редди, Mon Not. R. Astr. Soc., 133, 359, 1966.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

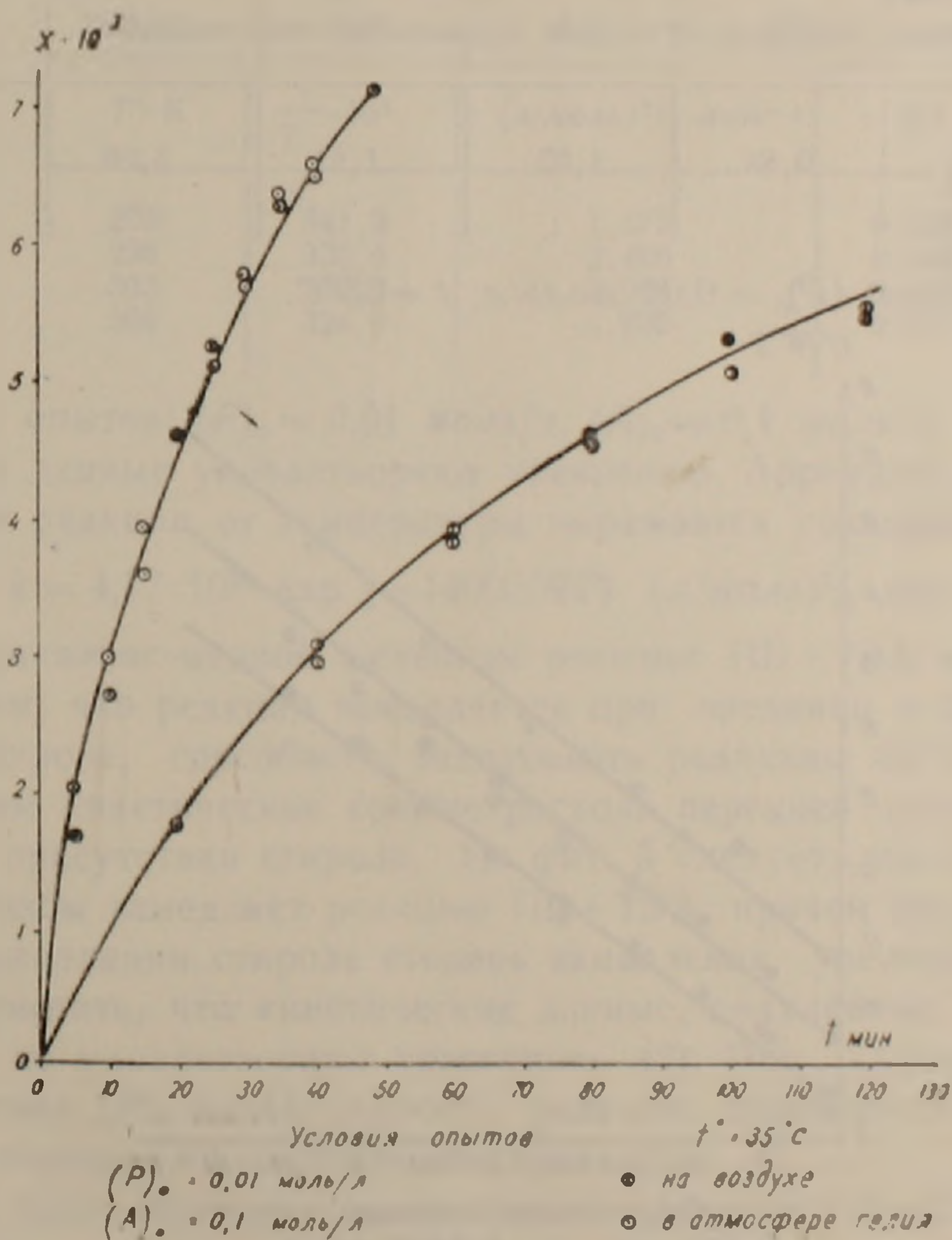
Н. М. Бейлерян, Б. М. Согомонян и О. А. Чалтыкян,
чл.-корр. АН Армянской ССР

Кинетика реакции перекись бензоила+триэтаноламин
в пиридине в отсутствии кислорода

(Представлено 25/III 1967)

В работе (1) указывалось, что скорость реакции ПВ+ТЭА в ряде органических растворителей, в том числе и в пиридине, описывается уравнением:

$$w = k (P)^{1/2} (A)^n \quad (1)$$



Фиг. 1. Кинетические кривые расхода перекиси бензоила в атмосфере гелия и в воздухе.

где $n = 0,5-1$, если реакция протекает при доступе в систему кислорода. Было сделано предположение о радикально-цепном механизме реакции. В таком случае надо было ожидать ингибирование реакции кислородом воздуха, а в связи с этим и изменение механизма реакции. В настоящей работе приведены результаты исследования реакции ПБ+ТЭА в пиридине в атмосфере гелия.

За скоростью реакции следили иодометрически. Реакционная смесь предварительно дегазировалась четырехкратным замораживанием жидким азотом, откачкой из системы воздуха и заполнением ее гелием.

На фиг. 1 приведены кинетические кривые распада перекиси при наличии и отсутствии в системе кислорода. Замедляющее действие кислорода очевидно.

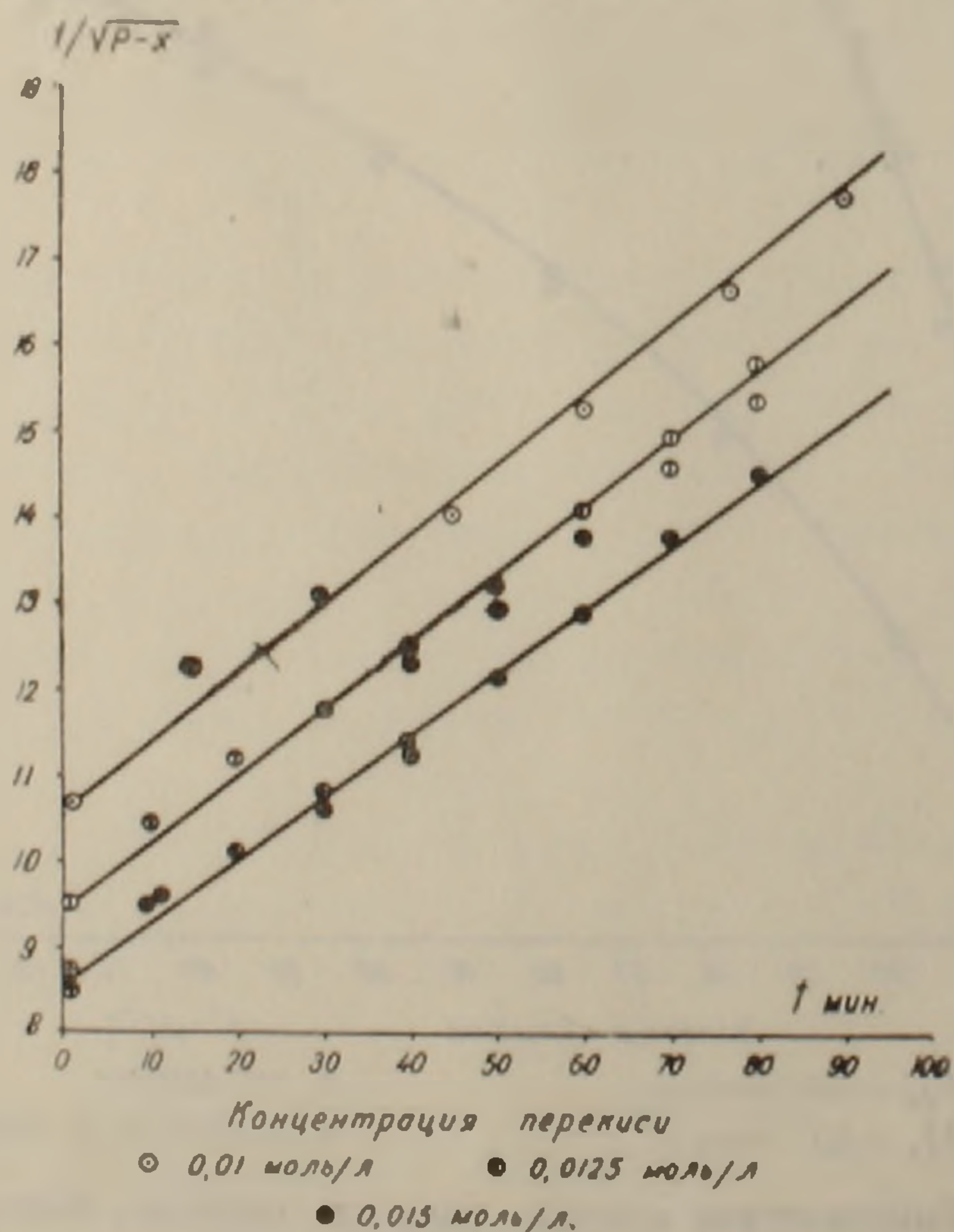
Исследована также зависимость скорости реакции от начальных концентраций реагентов. Начальная концентрация ТЭА менялась в интервале $0,025-0,20$ моль/л. Зависимость начальной скорости от начальной концентрации амина приведена в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость начальной скорости реакции от исходной концентрации амина

$(A)_0 \cdot 10^3$ моль/л	2,5	5,0	10,0	15,0	20,0
$W_0 \cdot 10^4 \frac{\text{моль}}{\text{л. мин}}$	0,58	1,02	1,91	3,00	3,70

Условия опытов: $(P)_0 = 0,01$ моль/л, $t = 35^\circ\text{C}$.



Фиг. 2. Зависимость функции $1/\sqrt{p-x}$ от времени при разных концентрациях перекиси.

Из данных табл. 1 нетрудно видеть, что порядок реакции по амину — первый в большом интервале концентрации последнего.

Экспериментальные данные (фиг. 2) независимо от начальной концентрации перекиси при условии $(A)_0 \gg (P)_0$ удовлетворяют уравнению

$$\frac{1}{\sqrt{P-x}} = \frac{1}{\sqrt{P}} + k't, \quad (2)$$

являющемуся интегралом уравнения

$$\frac{dx}{dt} = k'(P-x)^{1/2}, \quad (3)$$

где $k' = k_{\text{He}} (A)_0$.

Следовательно, скорость реакции ПБ—ТЭА в пиридине в отсутствии кислорода описывается уравнением:

$$W = k_{\text{He}} (A)_0 (P)_0^{1/2}. \quad (4)$$

Температурная зависимость скорости реакции определялась в интервале температур 20 — 35°C. Полученные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Температурная зависимость константы скорости реакции

$T^\circ \text{ К}$	$\frac{1}{T} \cdot 10^5$	$k \text{ (л/моль)}^{1/2} \text{ мин}^{-1}$	$\lg k$
293	341,3	1,572	0,196
298	335,6	2,400	0,380
303	330,0	3,060	0,486
308	324,6	4,900	0,690

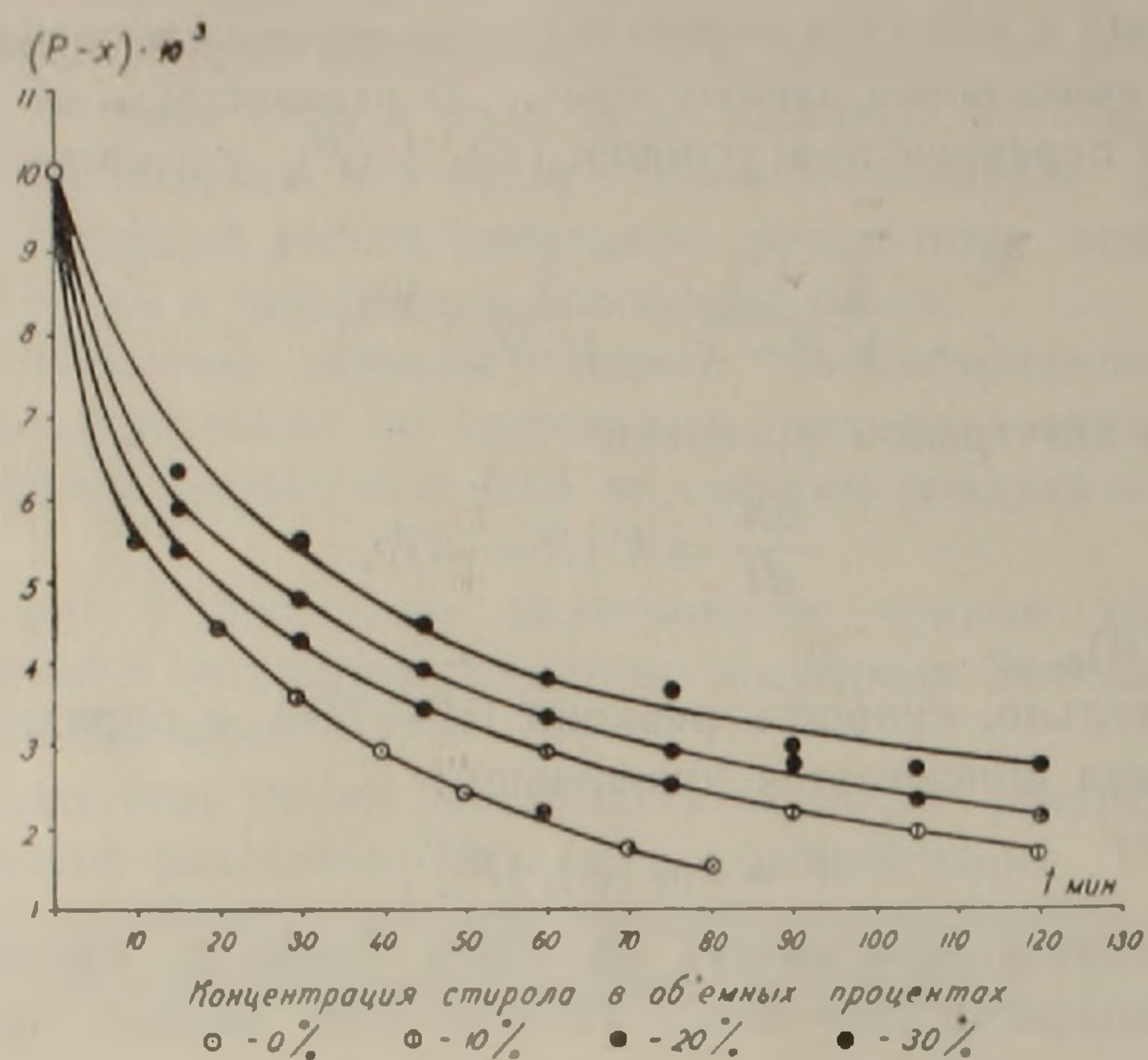
Условия опытов: $(P)_0 = 0,01 \text{ моль/л}$, $(A)_0 = 0,1 \text{ моль/л}$.

Эти данные удовлетворяют уравнению Аррениуса. Зависимость скорости реакции от температуры выражается уравнением:

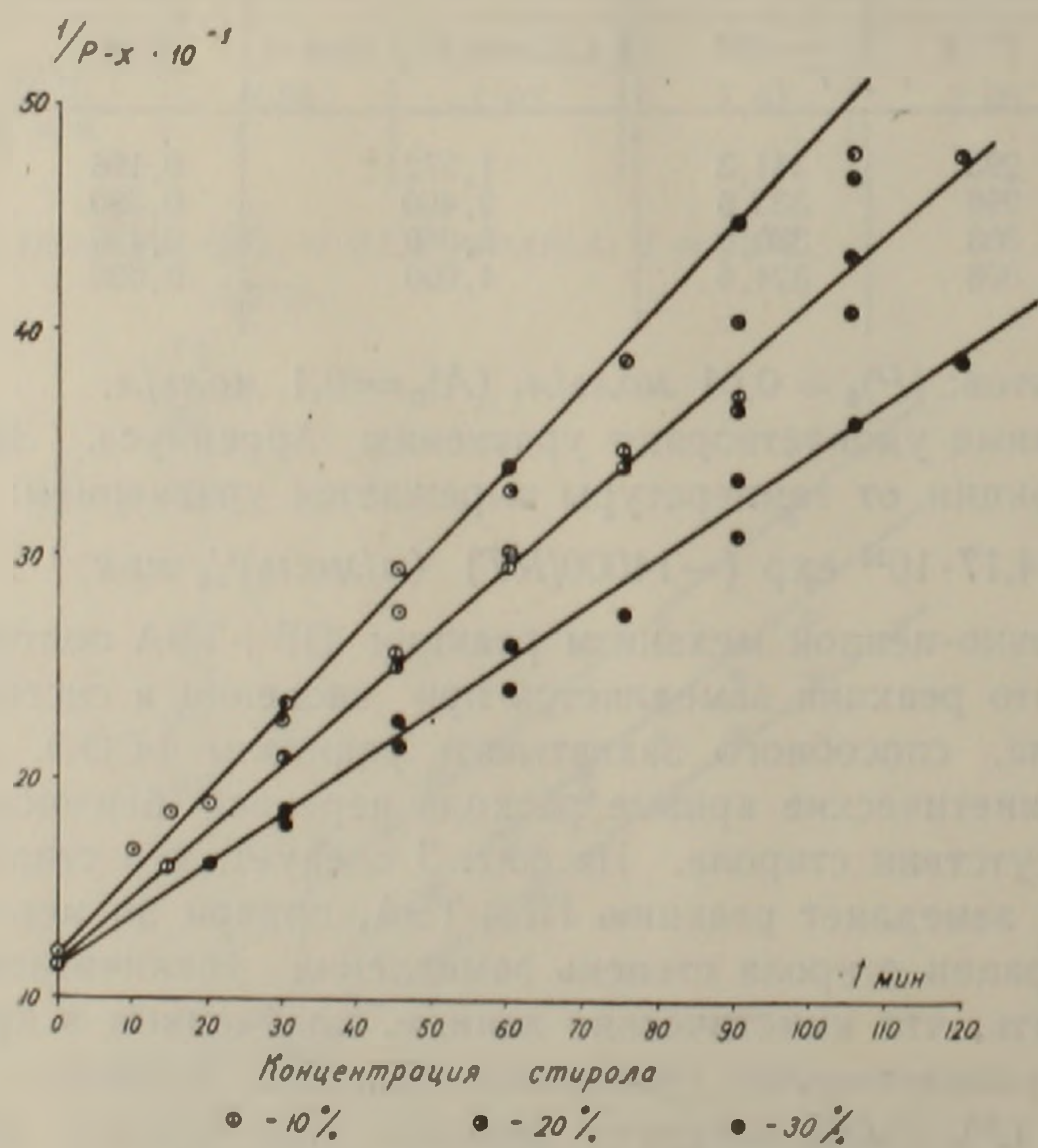
$$k = 4,17 \cdot 10^{10} \exp(-14000/RT) \text{ (л/моль)}^{1/2} \text{ мин}^{-1}.$$

Радикально-цепной механизм реакции ПБ+ТЭА подтверждается также тем, что реакция замедляется при введении в систему мономера—стирола, способного захватывать радикалы ФСОО. На фиг. 3 приведены кинетические кривые расхода перекиси бензоила в отсутствии и присутствии стирола. Из фиг. 3 следует, что стирол заметным образом замедляет реакцию ПБ+ТЭА, причем по мере увеличения концентрации стирола степень замедления увеличивается. Интересно отметить, что кинетические данные, полученные в присутствии стирола, не удовлетворяют уравнению (2). При наличии стирола и при условии $(P)_0 \ll (A)_0$ скорость реакции описывается уравнением второго порядка по перекиси бензоила (фиг. 4).

Как было отмечено выше, скорость реакции ПБ+ТЭА описывается уравнением (4), то есть в отсутствии кислорода порядок реакции по амину перестает быть функцией его концентрации, в противопо-



Фиг. 3. Влияние стирола на скорость взаимодействия ПБ с ТЭА



Фиг. 4. Зависимость функции $1/p - x$ от времени при различных концентрациях стирола.

ложность тому, что было установлено нами в работе (1). Кроме того, зависимость скорости от T° при доступе воздуха выражается уравнением:

$$k = 0,79 \cdot 10^{10} \exp(-13900/RT) (\text{л/моль})^{-1} \cdot \text{мин}^{-1} \quad (5a),$$

а в отсутствии кислорода:

$$k = 4,17 \cdot 10^{10} \exp(-14000/RT) (\text{л/моль})^{-1} \cdot \text{мин}^{-1} \quad (5b).$$

Из этих двух выражений вытекает, что кислород влияет только на величину предэкспонента, а эффективная энергия активации практически не зависит от наличия кислорода в системе. Предварительно нами было установлено, что растворитель не только является средой для протекания реакции ПБ+ТЭА, но и принимает непосредственное участие в процессе окисления триэтаноламина. Показано, что порядок реакции по растворителю первый (2).

Из всего изложенного следует, что предложенная кинетическая схема должна удовлетворять всем экспериментально установленным фактам.

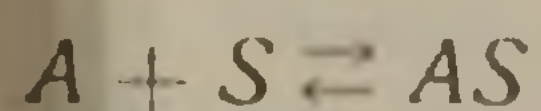
Взятый нами растворитель — пиридин — относится к группе тех аминов, которые при комнатных температурах не вызывают распада ПБ. Это может быть обусловлено либо тем, что комплекс амин—перекись не образуется, либо тем, что образовавшийся комплекс не распадается в сторону продуктов реакции. В общем случае можно предположить образование комплекса пиридин (S)—перекись (P), в котором ПБ не распадается.

Ввиду того, что пиридин обладает протоноакцепторными свойствами, а спиртовые группы триэтаноламина могут проявить протонодонорные свойства, принципиально возможно образование комплекса амин (A)—пиридин (S).

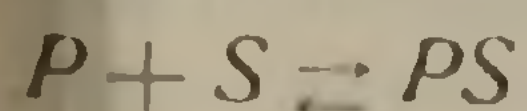
Предполагается, что образование комплекса амин—перекись осуществляется взаимодействием комплексов AS и PS.

Надо отметить также, что образование комплекса пиридин — ПБ может привести к ослаблению связи C — H в молекуле пиридина. В таком случае становится возможным образование комплекса PS с кислородом (если последний имеется в среде).

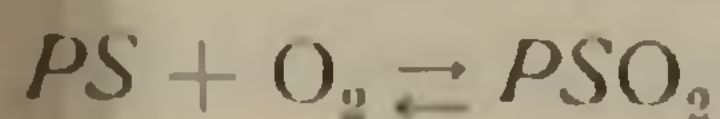
Следовательно:



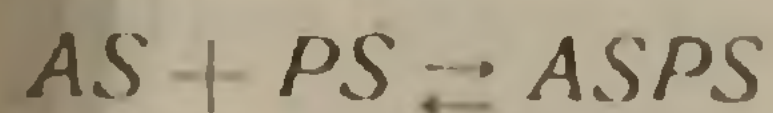
$$(AS) = K_1 (A) (S)$$



$$(PS) = K_2 (P) (S)$$



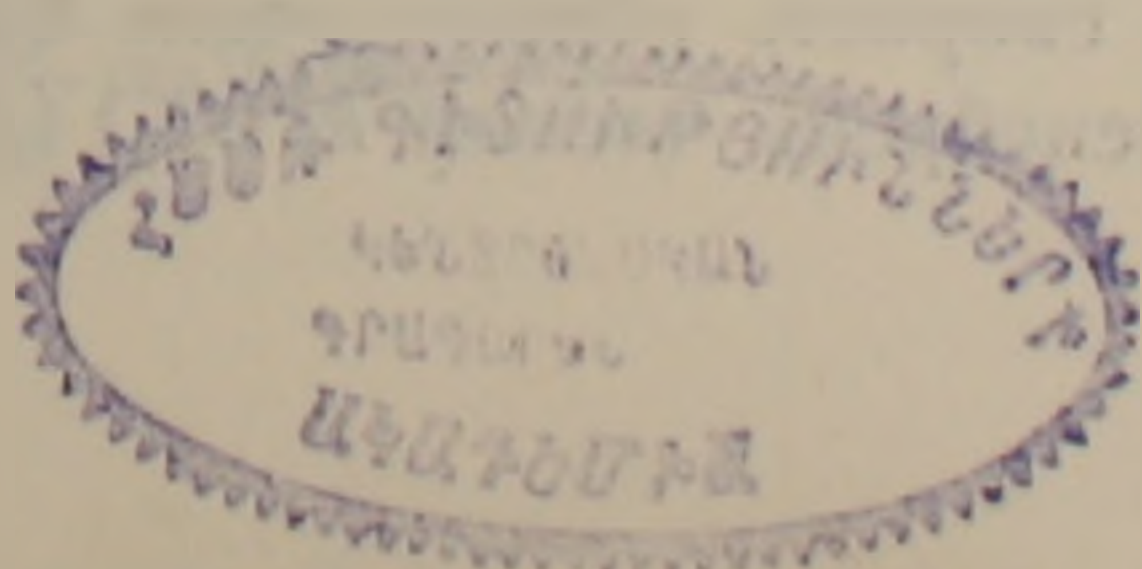
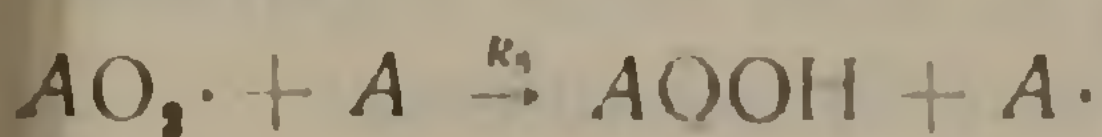
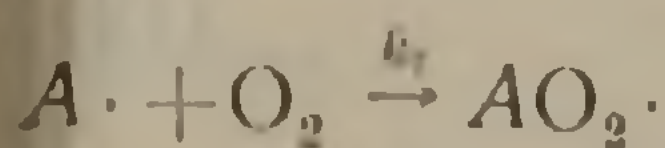
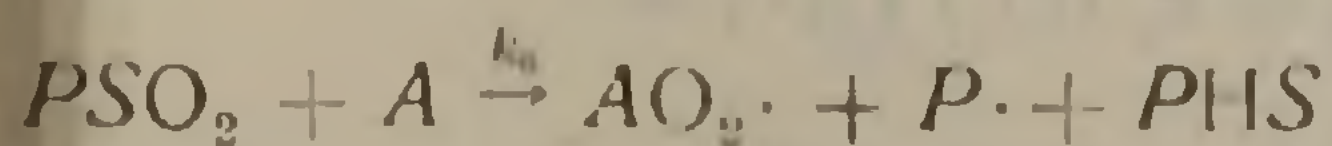
$$(PSO_2) = K_3 K_2 (P) (S) (O_2)$$

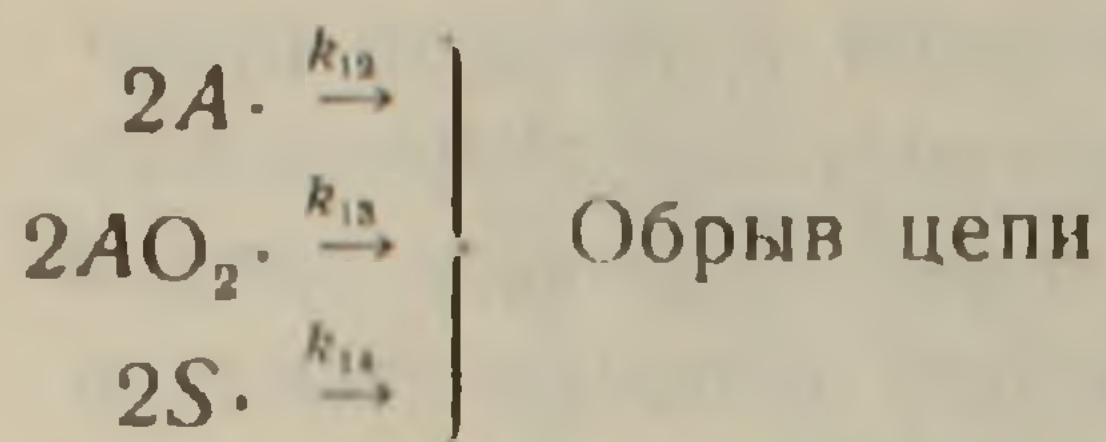
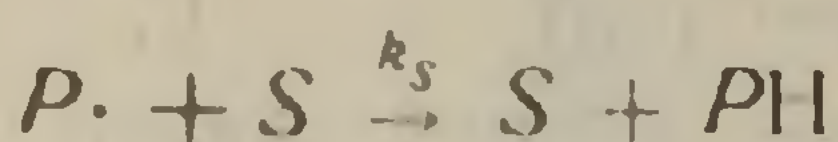
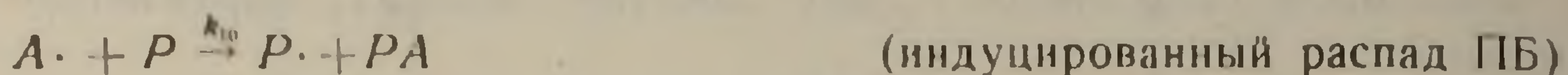
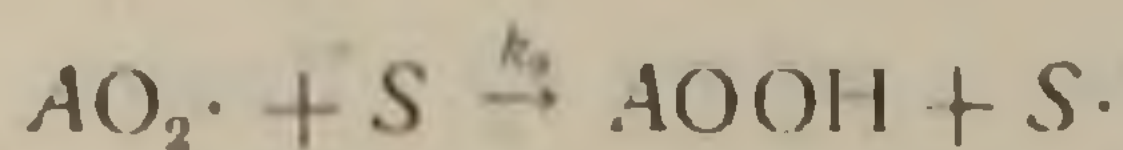


$$(ASPS) = K_4 K_1 K_2 (A) (P) (S)^2$$



(иницирование)





Считая, что расход ПБ в основном осуществляется актом $A\cdot + P$, можно написать

$$W = K_{10} (A\cdot) (P). \quad (6)$$

Пользуясь методом стационарных концентраций получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d(A\cdot)}{dt} = k_5 (ASPS) (A) - k_7 (A\cdot) (O_2) + k_8 (AO_2\cdot) (A) - \\ \quad - k_{10} (A\cdot) (P) + k_{11} (A) (P\cdot) - 2k_{12} (A\cdot)^2 = 0 \\ \frac{d(P\cdot)}{dt} = k_5 (ASPS) (A) + k_6 (PSO_2) (A) + k_{10} (A\cdot) (P) - \\ \quad - k_{11} (A) (P\cdot) - k_5 (P\cdot) (S) = 0 \\ \frac{d(AO_2\cdot)}{dt} = k_6 (PSO_2) (A) + k_7 (A\cdot) (O_2) - k_8 (AO_2\cdot) (A) - \\ \quad - k_9 (AO_2\cdot) (S) - 2k_{13} (AO_2\cdot)^2 = 0. \end{array} \right. \quad (7)$$

Из уравнений (7) следует:

$$2k_5 (ASPS) (A) + 2k_6 (PSO_2) (A) = k_9 (AO_2\cdot) (S) + k_5 (P\cdot) (S) + \\ + 2k_{12} (A\cdot)^2 + 2k_{13} (AO_2\cdot)^2. \quad (8)$$

Чтобы решить ур. (8) по $(A\cdot)$, сделаем следующее допущение:

$$k_9 (AO_2\cdot) (S) \approx k_7 (A\cdot) (O_2) \approx k_5 (P\cdot) (S). \quad (9)$$

Отсюда:

$$(AO_2\cdot)^2 = \frac{k_7}{k_9} \cdot \frac{(O_2)}{(S)} \cdot (A\cdot) \quad (10)$$

или

$$(AO_2\cdot) = \frac{k_7^2}{k_9^2} \cdot \frac{(O_2)^2}{(S)^2} \cdot (A\cdot)^2. \quad (11)$$

Подставляя (9) и (11) в (8), получаем:

$$k_5 (ASPS) (A) + k_6 (PS_2O) (A) = k_7 (O_2) (A\cdot) + \\ + \left[k_{12} + k_{13} \frac{k_7^2}{k_9^2} \cdot \frac{(O_2)^2}{(S)^2} \right] (A\cdot)^2. \quad (12)$$

Если скорость обрыва очень большая, т. е. если цепи короткие, можно пренебречь членом $k_7 (O_2) (A\cdot)$, и тогда (12) запишется:

$$k_5 (ASPS) (A) + k_6 (PSO_2) (A) = \left[k_{12} + k_{13} \frac{k_7^2}{k_9^2} \cdot \frac{(O_2)^2}{(S)^2} \right] (A \cdot)^2. \quad (13)$$

Определяя $(A \cdot)$ из (12) и подставляя в (6), получаем:

$$W = k_{10} \sqrt{\frac{a (S) (A) + b (O_2)}{k_{12} + d (O_2)^2}} (S)^{1/2} (A)^{1/2} (P)^{3/2}, \quad (14)$$

где

$$\left. \begin{aligned} a &= K_1 K_2 K_4 k_5 \\ b &= K_2 K_3 k_6 \\ d &= k_{13} \frac{k_7^2}{k_9^2} \cdot \frac{1}{(S)^2} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Возможны два случая:

1. Если реакция проводится в отсутствии кислорода $(O_2) = 0$.
При этом из (14) следует:

$$W = k_{10} \sqrt{\frac{a}{k_{12}}} (S) (A) (P)^{3/2}, \quad (16)$$

что совпадает с уравнением (4),

где

$$k_{He} = k_{10} \sqrt{\frac{a}{k_{12}}} (S). \quad (17)$$

2. Если реакция протекает при доступе в систему кислорода, возможно следующее:

- а) $a (S) (A) \gg b (O_2)$

$$W = k_{10} \sqrt{\frac{a}{k_{12} + d (O_2)^2}} (S) (A) (P)^{3/2} = k_{воздух} (A) (P)^{3/2}. \quad (18)$$

выражение, приведенное в работах (1, 2) при $(A)_0 \gg (P)_0$.

- б) $a (S) (A) \ll b (O_2)$

$$W = k_{10} \sqrt{\frac{b (O_2)}{k_{12} + d (O_2)^2}} (S)^{1/2} (A)^{1/2} (P)^{3/2} \quad (19)$$

выражение, приведенное в работе (1) при $(A)_0 \simeq (P)_0$.

Рассмотрение уравнений (17) и (19) приводит к выводу, что эффективная энергия активации практически не должна зависеть от того, проводится ли реакция с доступом кислорода в систему или в его отсутствии, если элементарные акты $AO_2 \cdot + A$ и $AO_2 \cdot + S$ имеют одинаковую энергию активации, а обрыв цепи актом $AO_2 \cdot + AO_2 \cdot$ протекает почти без энергии активации.

Мы имеем:

$$\frac{k_{He}}{k_{воздух}} = \frac{4,19}{0,79} = \sqrt{\frac{k_{12} + k_{13} \frac{k_7^2}{k_9^2} \frac{(O_2)^2}{(S)^2}}{k_{12}}},$$

откуда

$$k_{13} \frac{k_7^2}{k_9^2} \cdot \frac{(O_2)^2}{(S)^2} \approx 24 k_{12}.$$

Как отмечалось в данной работе, кислород и стирол замедляют реакцию ПБ+ТЭА в пиридине, но механизм их действия различен: если наличие кислорода закон скорости реакции не меняет, то добавки стирола меняют порядок реакции по перекиси. Надо отметить, что второй порядок по перекиси получен нами для данной реакции, когда она проводится в диметилформамиде.

Выводы: 1) Установлено, что скорость реакции перекись бензонила+триэтаноламин в пиридине почти в пять раз увеличивается при проведении реакции в отсутствии кислорода.

2. Стирол не только замедляет реакцию, но и меняет механизм реакции.

3. Предложена кинетическая схема с учетом химического воздействия среды на механизм реакции.

Ереванский государственный университет

Ն. Մ. ԲԵՅԼԵՐՅԱՆ, Բ. Մ. ՍՈԳՈՄՅԱՆ և Հ. Հ. ՉԱԼԹԻԿՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ
ԳԱ քիմիա-անոլամ

Բենզոնիլ պերօքսիդի և տրիէթանոլամինի միջև ընթացող ռեակցիայի կինետիկան պիրիդինում թթվածնի բացակայությամբ

Ուսումնասիրված է թթվածնի բացակայությամբ պիրիդինային լուծույթում բենզոնիլ պերօքսիդի և տրիէթանոլամինի միջև ընթացող ռեակցիայի արագության վրա ռեագենտների կոնցենտրացիայի, ստիրոլի և ջերմաստիճանի ազդեցությունը:

Ցույց է տրված, որ ինչպես թթվածնի բացակայությամբ, այնպես էլ թթվածնի ներկայությամբ ռեակցիայի արագությունն արտահայտվում է միևնույն դիֆերենցիալ հավասարումով:

Նրկու դեպքում էլ էֆեկտիվ ակտիվացման էներգիան նույնն է՝ 14 կկալ/մոլ: Նզդակացված է, որ թթվածինն ազդում է նախալքսպոնենտի արժեքի վրա:

Ննթադրելով, որ միջավայրը՝ պիրիդինը քիմիապես ներգործում է ռեագենտների վրա առաջադրված է կինետիկ սխեմա, որը բացատրում է փորձով դիտված մի շարք օրինաչափություններ:

Ստիրոլը ոչ միայն դանդաղեցնում է հիշյալ ռեակցիան, այլ նաև փոխում է ռեակցիայի կարգն ըստ պերօքսիդի:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Б. М. Согомонян, Н. М. Бейлерян, О. А. Чалтыкян, ДАН АрмССР, т. 34, № 5 (1962). ² Б. М. Согомонян, Н. М. Бейлерян и О. А. Чалтыкян, „Армянский химический журнал“, т. XIX, № 2 (1966).

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. М. Тараян, чл.-корр. АН Армянской ССР, и Г. Н. Шапошникова

Взаимодействие золота, селена и теллура с тионалидом

(Представлено 10/VI 1967)

Подавляющее большинство методов разделения и определения соединений селена и теллура основано на восстановлении их до элементарного состояния. Из сопутствующих элементов мешают наиболее электроположительные, также с легкостью принимающие участие в реакциях восстановления или же образующие различные селениды и теллуриды. Чаще всего приходится считаться с присутствием золота, причем как при определении микроколичеств селена и теллура в сульфидных рудах и минералах, так и при определении макроколичеств этих элементов в анодных электролитных шламах. В этой связи становится необходимым систематическое исследование реакций соединения золота, селена и теллура с различными восстановителями и комплексообразователями. С этой точки зрения наше внимание привлек тионалид.

Тионалид (β -аминонафталид тиогликолевой кислоты) известен как реагент, образующий труднорастворимые внутрикомплексные соли (тионаляты) с рядом элементов (¹⁻⁸). Соединение тионалида с золотом было применено для весового и нефелометрического определения золота, однако состав образующегося осадка не определен (⁹). Что касается реакций между селеном, теллуром и тионалидом, то соответствующие литературные данные нами не найдены.

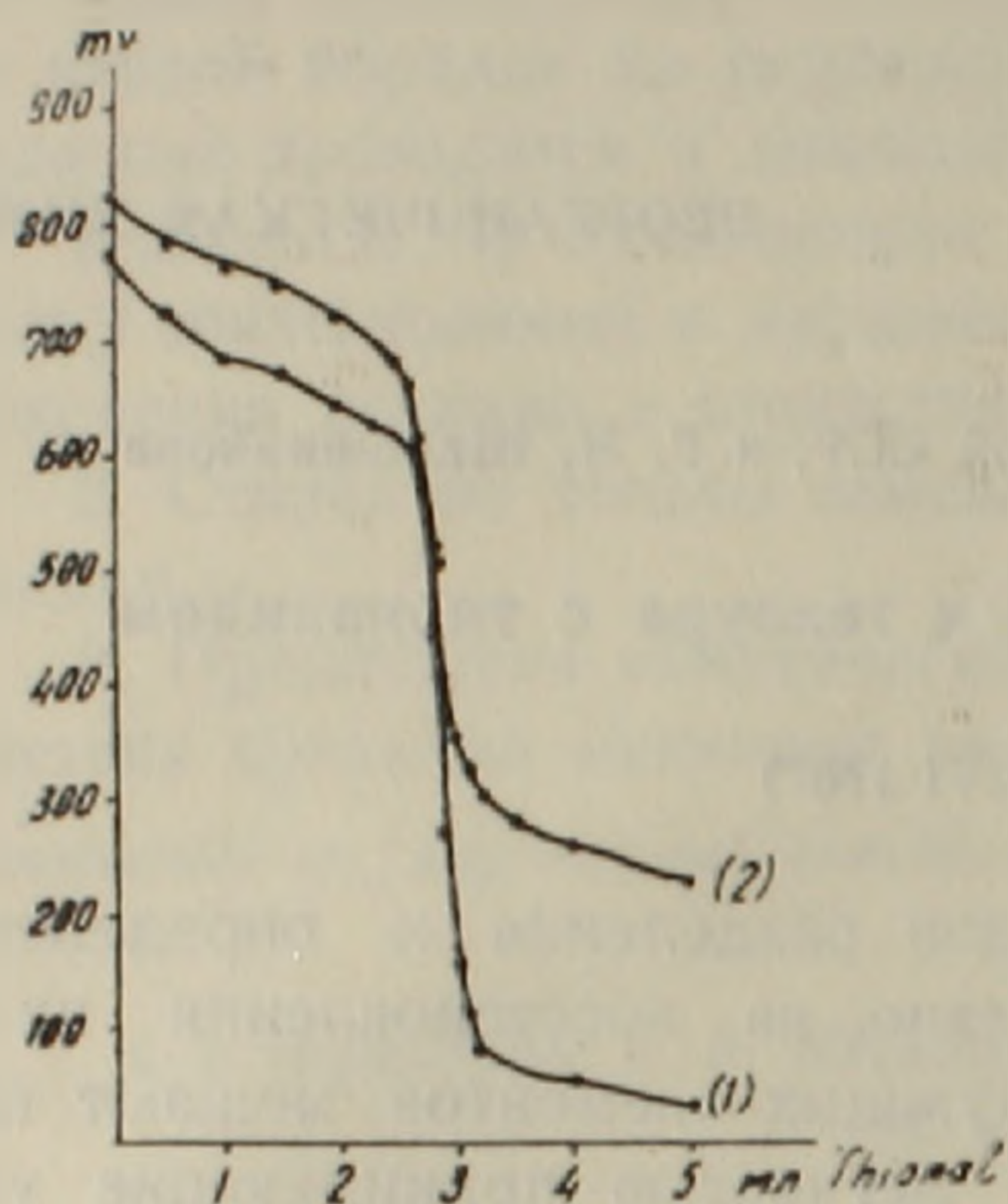
Раствор золота (III) готовился растворением х. ч. металлического золота в царской водке. Нормальность этого раствора устанавливалась потенциометрическим методом (¹⁰).

Растворы H_2SeO_3 и H_2TeO_3 получены растворением элементарных селена и теллура в смеси азотной и соляной кислот.

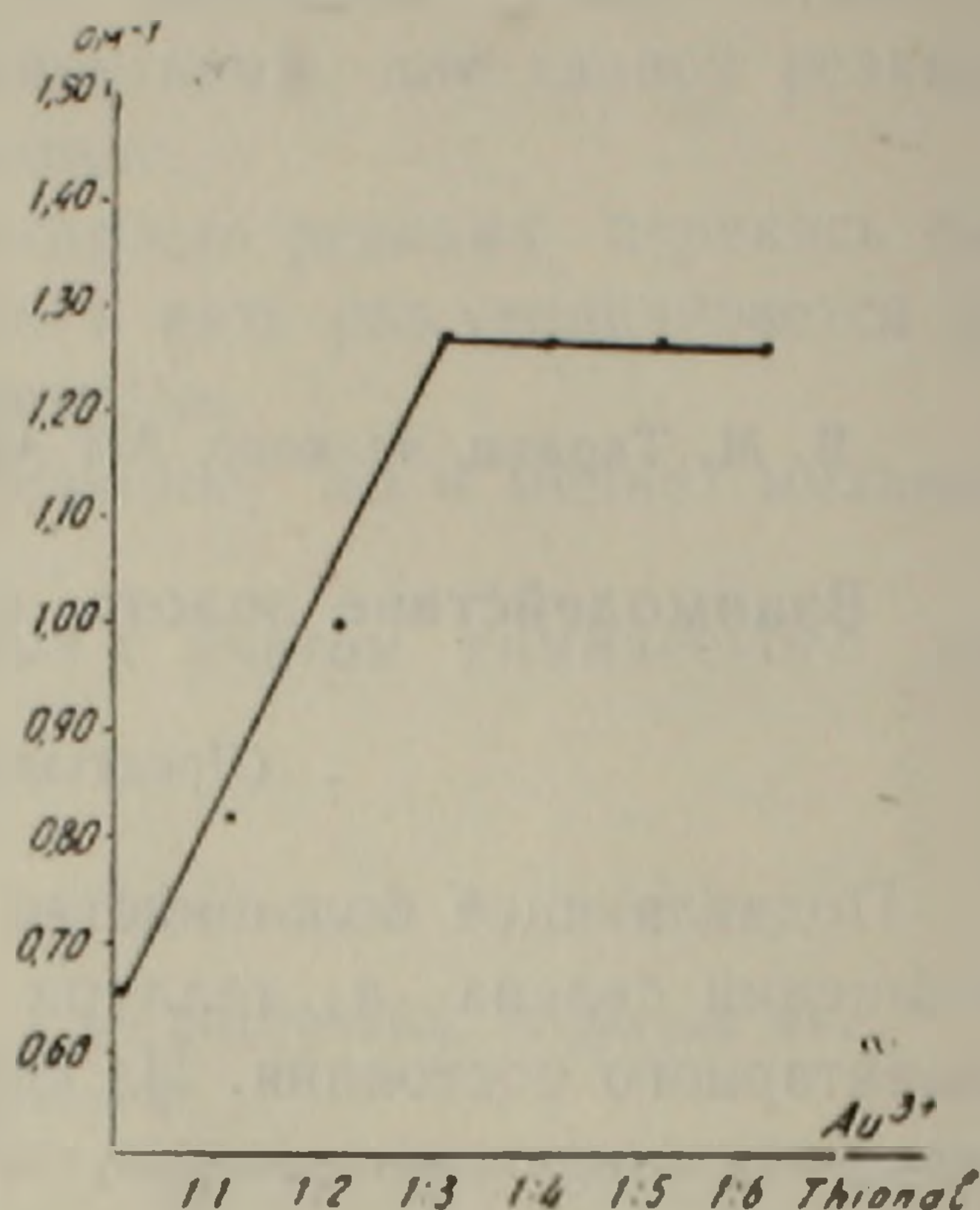
Применялись $1,046 \cdot 10^{-3} - 1,046 \cdot 10^{-2}$ М спиртовые растворы тионалида.

1. *Взаимодействие золота с тионалидом.* Исследование реакции взаимодействия Au (III) с тионалидом методом потенциометрического титрования проводилось на потенциометре ППТВ-1, при значениях pH 1,0—5,0 с использованием в качестве индикаторных платинового и золотого электродов.

Реакция протекает с образованием труднорастворимого осадка. Независимо от природы индикаторного электрода скачок потенциала наблюдается при молярных отношениях $\text{Au (III)} : \text{Thional}^* = 1:3$ (фиг. 1).

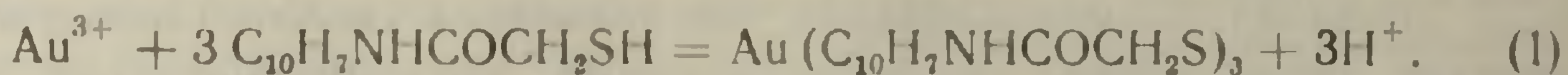


Фиг. 1. Потенциометрическое титрование 2 мл $5,23 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ золота $1,046 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ тионалидом. Кривая 1 — Pt электрод; кривая 2 — Au электрод.



Фиг. 2. Зависимость электропроводности системы $\text{Au (III)} - \text{Thional}$ от отношения $\text{Au (III)} : \text{Thional}$
 $C_{\text{Thional}} = 1,046 \cdot 10^{-2} \text{ M}$, $\text{pH} = 3,0$.

По-видимому, в рассматриваемом случае имеет место замещение иона водорода сульфгидрильной группы ионом Au (III)^{**} , следовательно, реакцию между золотом и тионалидом можно представить уравнением:



Изучение вышеуказанной системы методом электропроводности хорошо подтверждает приведенное уравнение (1). Измерения проводились при помощи реохордного моста Р-38 в электролитической ячейке с расстоянием между электродами 10 см. Электропроводность раствора Au (III) при добавлении тионалида постепенно увеличивается, что связано с выделением иона водорода (реакция 1), имеющего, как известно, большую подвижность. Перегиб кривой наблюдается при стехиометрическом отношении $\text{Au (III)} : \text{Thional} = 1:3$ (фиг. 2).

pH раствора золота при добавлении тионалида в заметной степени сдвигается в сторону низких значений, что также подтверждает правильность предполагаемой схемы реакции (1).

Изучение реакции золота с тионалидом проводилось также методом амперометрического титрования по току восстановления золота, без наложения внешнего напряжения. В качестве электрода срав-

* Здесь и далее Thional — тионалид.

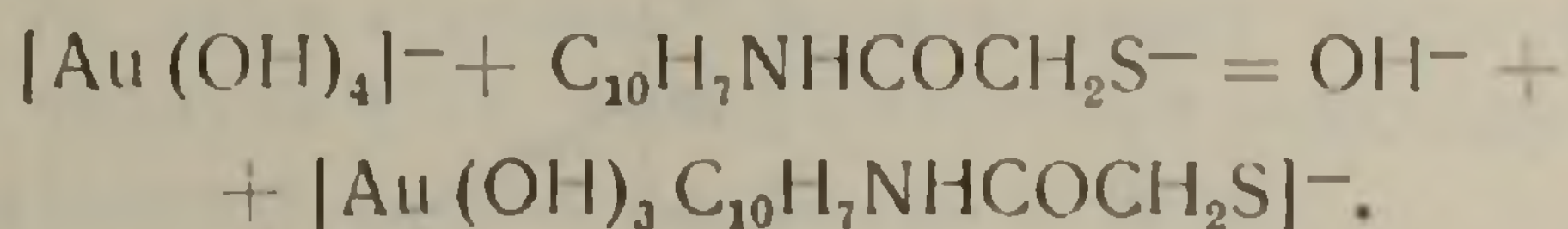
** Согласно литературным данным, в структуре тионалятов существует координационная связь между металлом и кислородом (6).

нения был использован ртутнодидный электрод, индикаторными являлись платиновый вращающийся и графитовый вращающийся электроды. При использовании платинового электрода результаты получались невоспроизводимыми, что согласуется с ранее имеющимися в литературе данными (¹¹). По этой причине в дальнейшем применялся графитовый электрод. Полученные данные аналогичны результатам потенциометрического и кондуктометрического измерений и еще раз подтверждают, что в исследуемом осадке золото и тионалид находятся в отношении 1:3 (фиг. 3).

Пропорциональность между концентрацией золота и диффузионным током соблюдается в пределах концентраций $4,10^{-5}$ — $1,10^{-3}$ М.

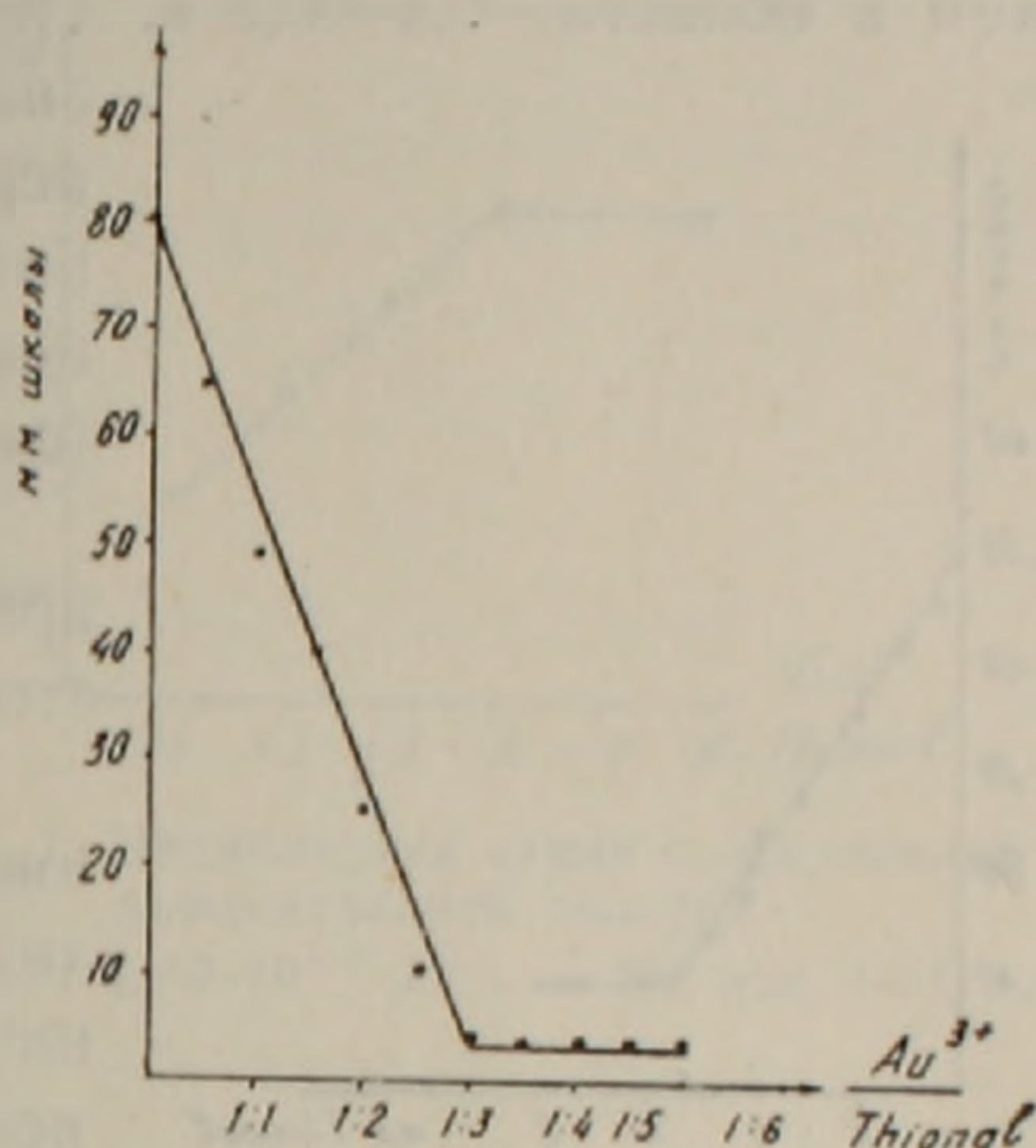
В щелочной среде взаимодействие золота с тионалидом протекает по другой схеме. На графитовом электроде (фон 0,2 н КОН) Au (III) не дает волны восстановления, в то время как на ртутном капающем—появляется отчетливая волна с диффузионным током от $-0,4$ до $-0,6$ в. При титровании в области вышеуказанных значений потенциала конец реакции отмечается при отношении Au (III): Thional = 1 : 1. Этот стехиометрический коэффициент может быть объяснен, если учесть, что в щелочной среде Au (III) находится в виде комплексного аурата состава $[\text{Au}(\text{OH})_4]^-$, существование которого подтверждено рядом методов (¹²).

В этом случае реакцию можно представить уравнением:



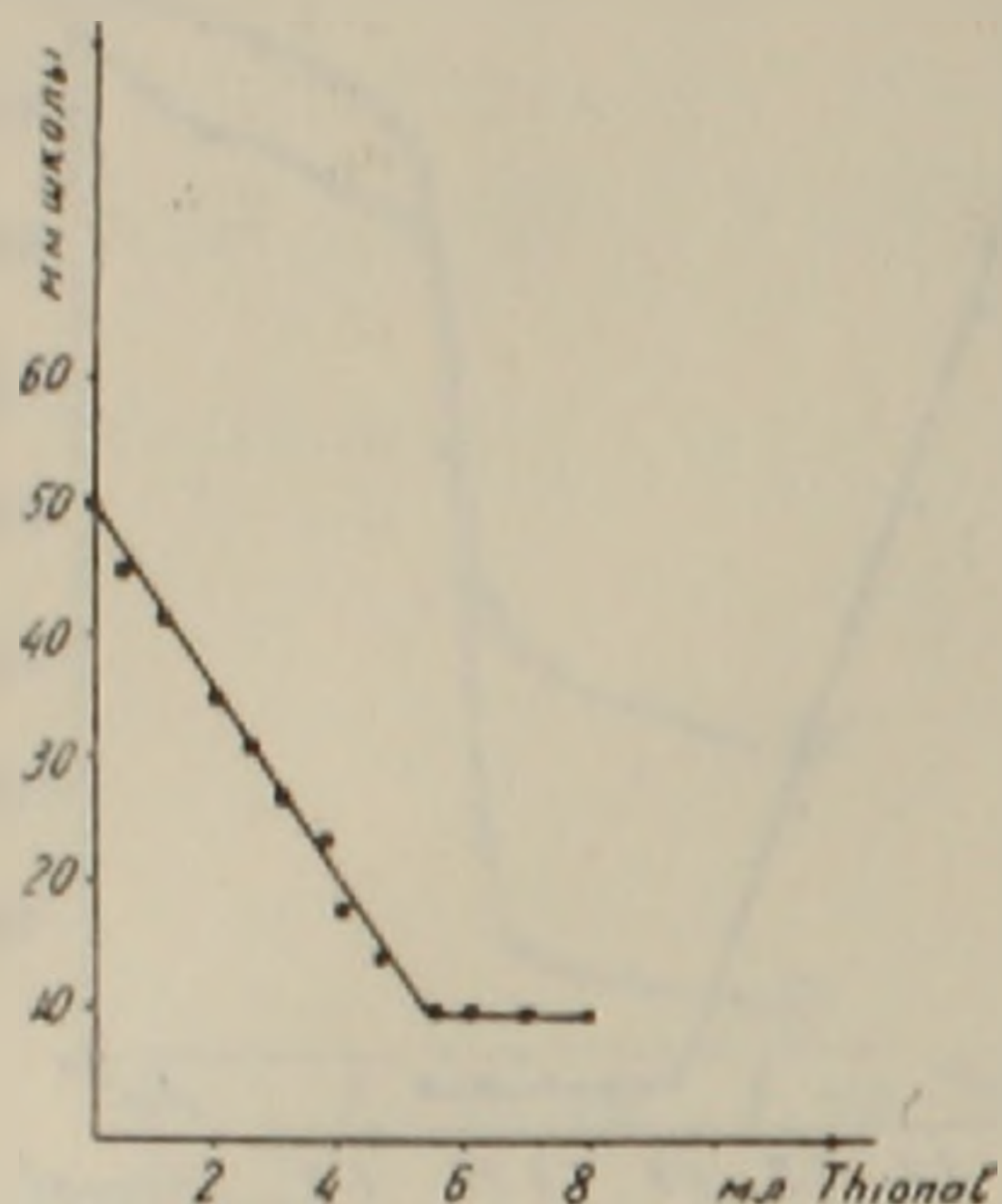
Образовавшееся соединение труднорастворимо. Состав последнего подтверждают результаты химического анализа. Теоретически вычисленное количество углерода равно 32,20%, в то время как анализом установлено 31,02% С. Методом инфракрасной спектроскопии показано наличие гидроксильных групп в соединении. Пропорциональность между концентрацией золота и диффузионным током сохраняется в пределах $2,10^{-4}$ — $9,10^{-4}$ М, что ограничивает практическое применение этого варианта.

2. *Взаимодействие селена и теллура с тионалидом.* Реакция между селеном и тионалидом изучалась в широком интервале кислотности. В кислой и нейтральной средах образуется труднорастворимое соединение, в сильно щелочной среде (0,2 н КОН) реакция не



Фиг. 3. Амперометрическое титрование Au (III) тионалидом. Взято 2 мл $5,23 \cdot 10^{-3}$ М, AuCl_3 .
 $C_{\text{Thional}} = 1,046 \cdot 10^{-2}$ М.

протекает. Взаимодействие селена с тионалидом изучалось методом амперометрического титрования. Поскольку платиновый и графитовый электроды в сильно кислой среде оказались непригодными, титрование осуществлялось с применением ртутного капающего электрода. На фоне 1 н HCl селен образует волну восстановления с диффузионным током в области $-0,4-0,8$ в. Титрование селена тионалидом при этих



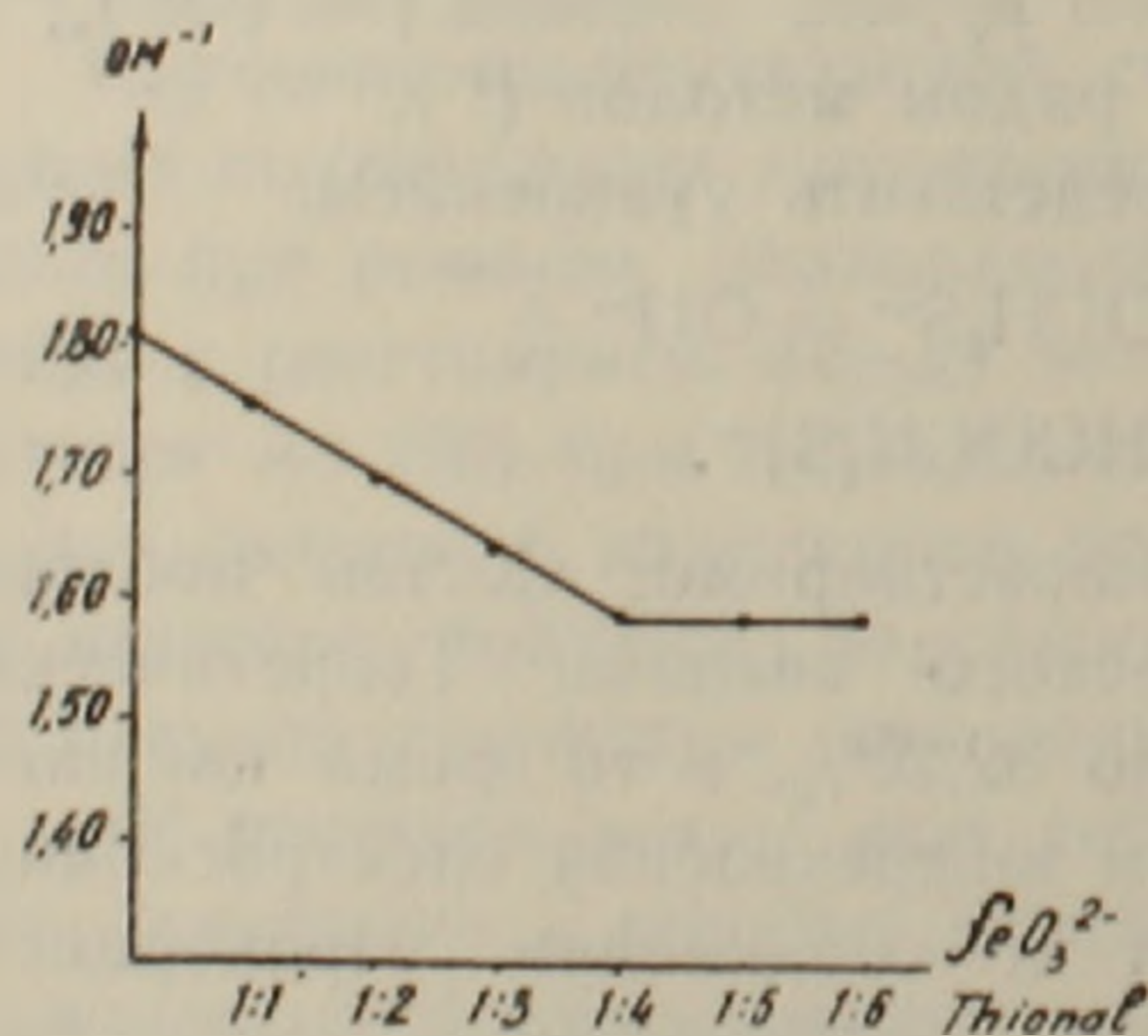
Фиг. 4. Амперометрическое титрование 4 мл $3,509 \cdot 10^{-3}$ М SeO_3^{2-}
 $C_{\text{Thional}} = 1,046 \cdot 10^{-2}$ М.

значениях потенциала указывает на завершение реакции при отношении $\text{Se (IV)} : \text{Thional} = 1 : 4^*$ (в интервале концентрации селена $1,4 \cdot 10^{-4} - 1,4 \cdot 10^{-3}$ М) (фиг. 4).

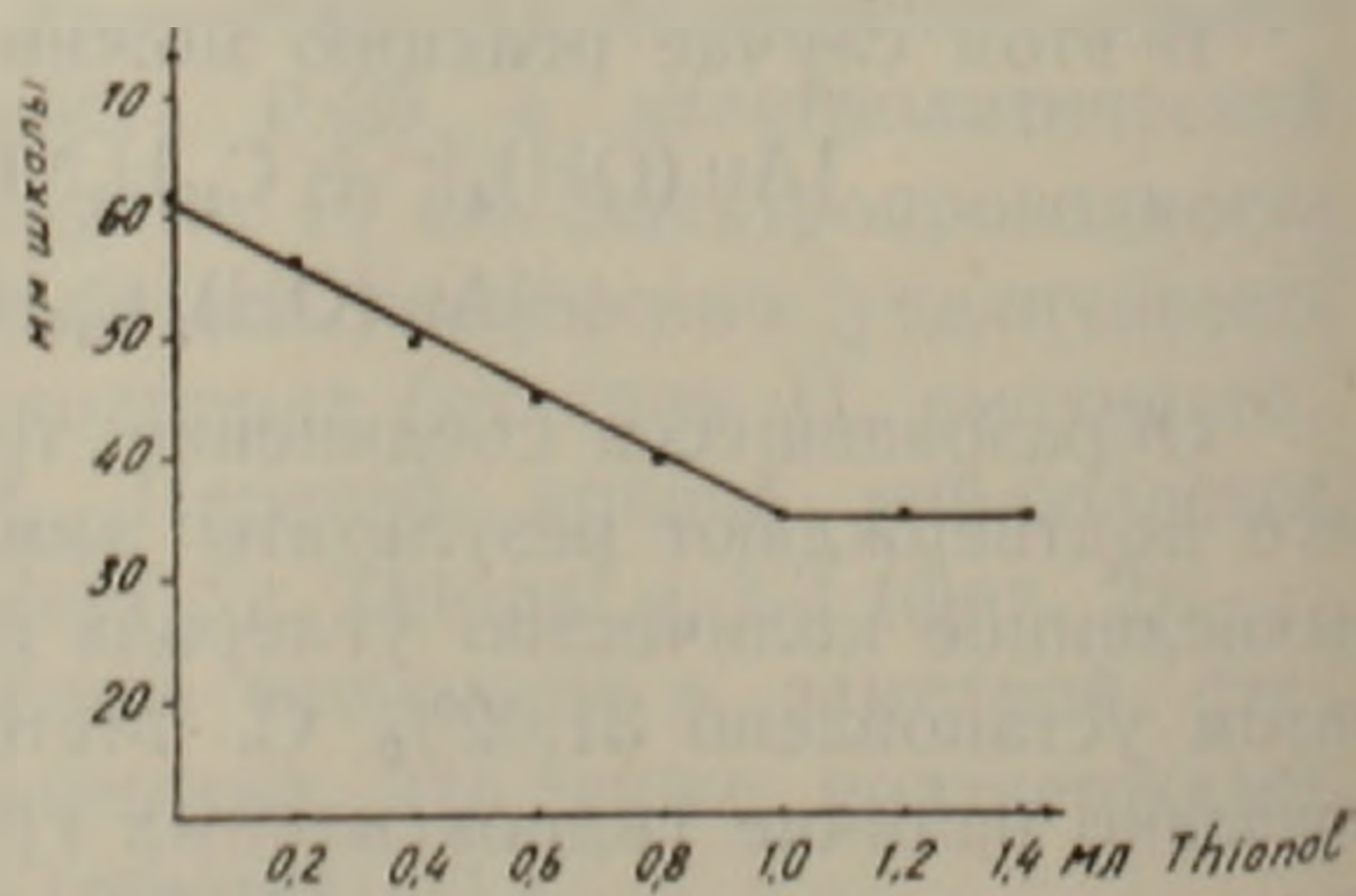
Аналогичные результаты получены при измерении электропроводности системы $\text{Se (IV)} - \text{Thional}$.

Электропроводность раствора селенистой кислоты при добавлении тионалида уменьшается, что можно объяснить снижением концентрации селени-ионов. После достижения точки эквивалентности электропроводность остается постоянной (фиг. 5).

Амперометрическое титрование Te (IV)^* тионалидом осуществлялось с применением ртутного капающего электрода, на фоне 5 н HCl при потенциале $-0,2$ в. Конец реакции отмечается при стехиометрическом отношении $\text{Te (IV)} : \text{Thional} = 1 : 4$. Пропорциональность между $C_{\text{TeO}_3^{2-}}$ и i_d соблюдается в сравнительно узком интервале концентраций ($2,6 \cdot 10^{-4} - 8,10^{-4}$ М) (фиг. 6).



Фиг. 5. Электропроводность системы $\text{SeO}_3^{2-} - \text{Thional}$. pH = 3.0.



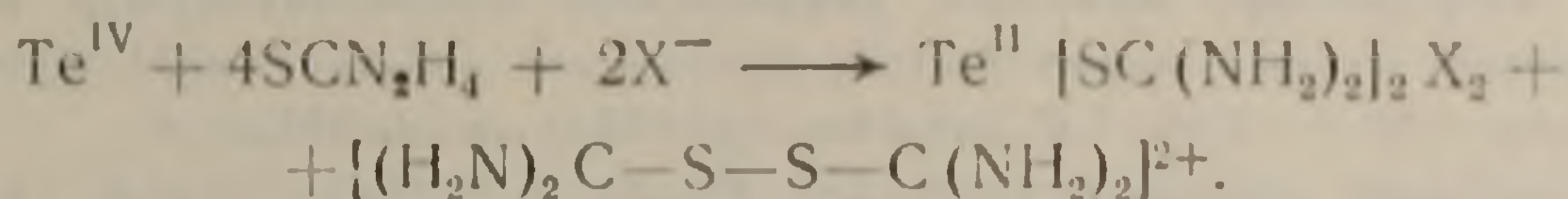
Фиг. 6. Амперометрическое титрование Te (IV) тионалидом. Взято 2 мл $2,105 \cdot 10^{-3}$ М TeO_3^{2-} .
 $C_{\text{Thional}} = 1,684 \cdot 10^{-2}$ М.

* Амперометрическое титрование Se (IV) и Te (IV) тионалидом проводилось по току восстановления селена и теллура.

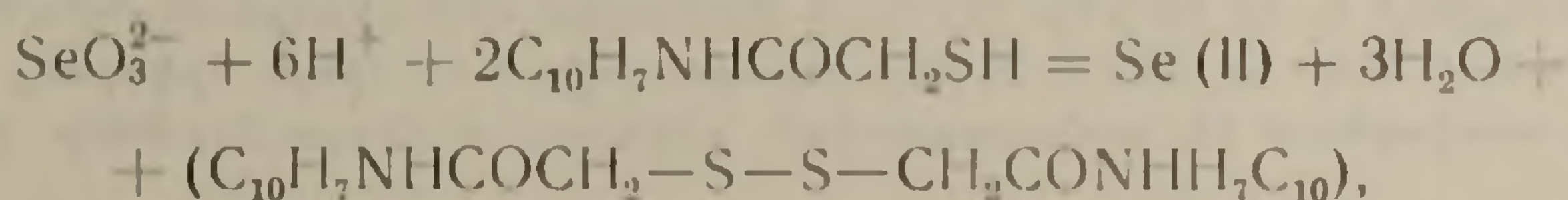
Фотометрическое исследование системы $\text{Te (IV)} - \text{Thional}$ стало возможным в результате растворения образующегося осадка в спирте. Была поставлена изомолярная серия с постоянной концентрацией теллура и переменной концентрацией тионалида. После достижения отношения $\text{Te (IV)} : \text{Thional} = 1 : 4$ оптическая плотность системы не меняется (фиг. 7).

Низкий молярный коэффициент погашения не обеспечивает высокой чувствительности. Соединения, образующиеся в результате реакции Se (IV) , Te (IV) с тионалидом, представляют собой труднорастворимые осадки светло-желтого цвета, хорошо растворяющиеся в органических растворителях — этиловом спирте, бутилацетате, ацетоне.

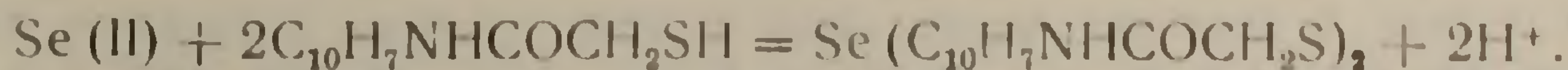
По-видимому, характер взаимодействия селенит- и теллурит-ионов с тионалидом отличается от процесса взаимодействия Au (III) с тем же реагентом. Известно, что тионалид восстанавливает некоторые ионы, окисляясь при этом до дитионалида⁽¹³⁾. С другой стороны, теллур (IV) реагирует с тиомочевинной, окисляя последнюю до формилиндиисульфида. Затем образовавшийся двухвалентный теллур переходит в двукоординированный тиомочевинный комплекс⁽¹⁴⁾:



Исходя из вышеупомянутого, схему реакции взаимодействия селена (IV) и теллура (IV) с тионалидом следует представить также протекающей по двум стадиям. Сначала имеет место восстановление селена (IV) и теллура (IV), что способствует переходу анионов селенистой и теллуристой кислот до Se (II) и Te (II) :

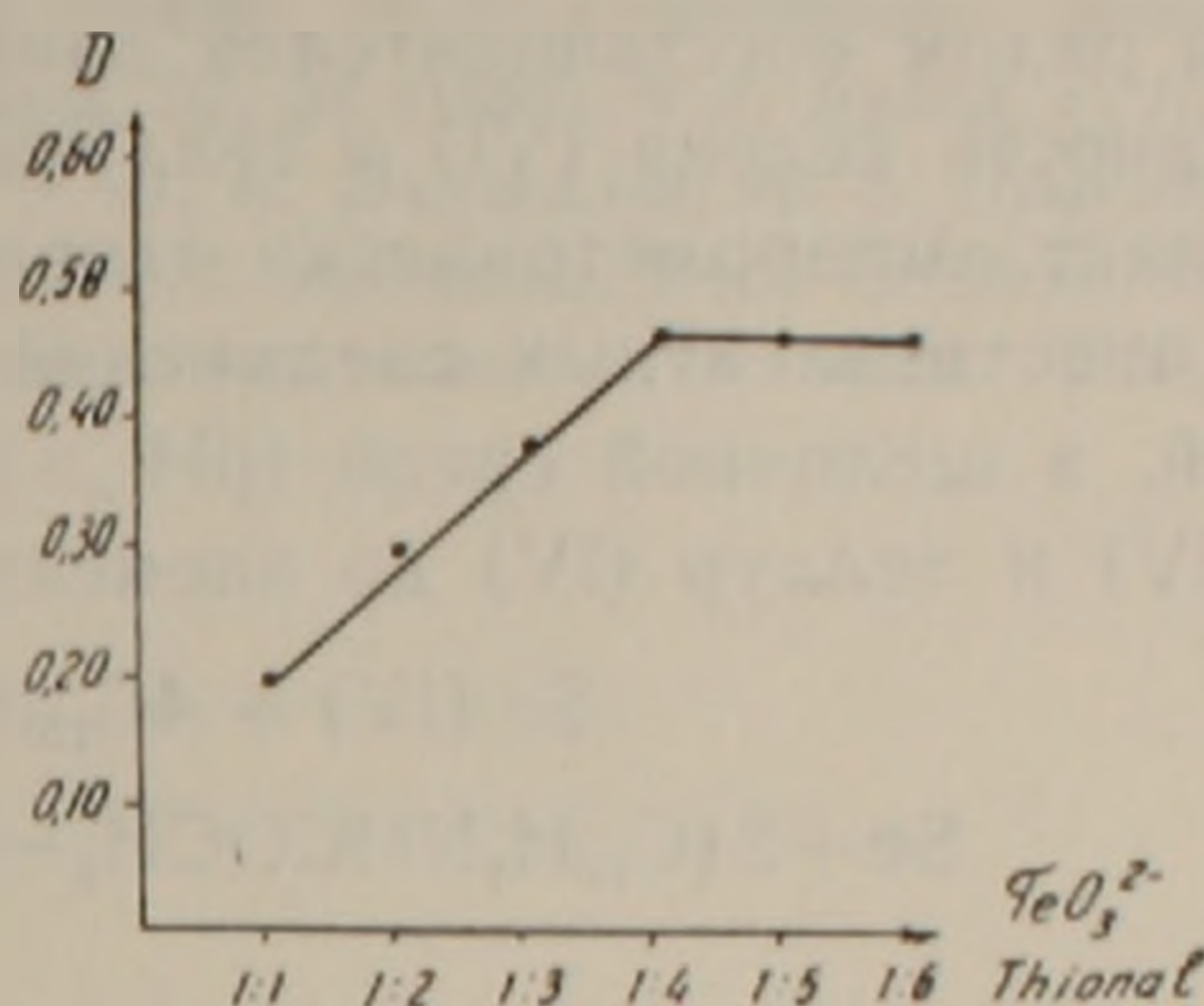


а затем следует реакция комплексообразования последних с тионалидом:



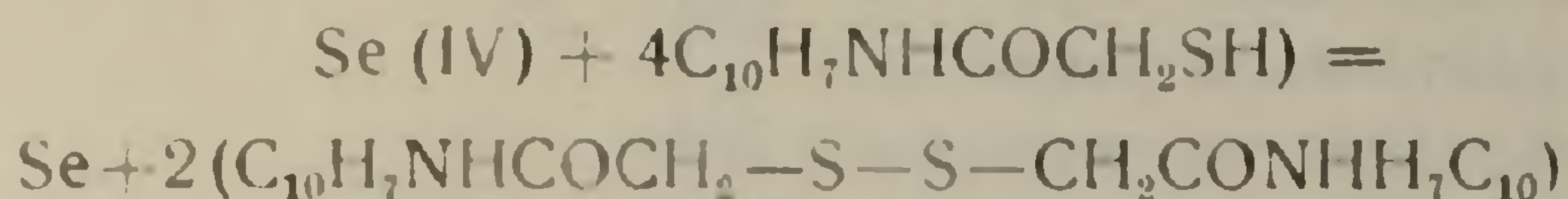
Аналогично протекает реакция и с теллурит-ионом. В пользу такого предположения говорит как внешний вид получаемых осадков, так и их легкая растворимость в некоторых органических растворителях.

Если бы реакция восстановления проходила до конца, то легко можно было бы наблюдать образование элементарных селена и тел-



Фиг. 7. Изомолярная серия с постоянной концентрацией теллура $\text{C}_{\text{TeO}_3^{2-}} = 1,69 \cdot 10^{-3} \text{ M}$; $\lambda = 364 \text{ н.м.}$, $l = 1 \text{ см.}$

лура*. Следует отметить, что шестивалентные селен и теллур не реагируют с тионалидом, что несомненно является косвенным подтверждением окислительно-восстановительного характера описываемых реакций, поскольку известно, что Se (VI) и Te (VI) не восстанавливаются целым рядом восстановителей даже до четырехвалентного состояния. Пассивность селена (VI) и теллура (VI) по отношению к тионалиду позволяет амперометрически титровать Au (III) тионалидом в присутствии шестивалентных соединений селена и теллура. В отличие от кислот, в щелочной среде ($\text{pH} > 10$) тионалид восстанавливает селен (IV) и теллур (IV) до элементарных селена и теллура:



Ереванский государственный
университет

Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ բրակից-անգամ. և Գ. Ն. ՇԱՊՈՇՆԻԿՈՎԱ

Ոսկու, սելենի և բելուրի փոխազդեցությունը թիոնալիդի հետ

Au (III) թիոնալիդով պոտենցիոմետրիկ և ամպերոմետրիկ տիտրումների, ինչպես նաև Au (III)—Thional սխտեմի էլեկտրոհադորդականությամբ չափման միջոցով ուսումնասիրված է նրանց միջև ընթացող փոխազդեցությունները: Ցույց է տրված, որ թթվային միջավայրում ոսկու և թիոնալիդի միջև ընթացող ռեակցիայի հետևանքով առաջանում է Au (Thional)₃ դժվարալուծ միացություն: Հիմնային միջավայրում (0,2N KOH) ռեակցիան վերջանում է, երբ Au (III) : Thional = 1 : 1: Ստացված միացության բաղադրությունը հաստատված է ամպերոմետրիկ տիտրման, ինֆրակարմիր սպեկտրոսկոպիայի և էլեմենտար անալիզի միջոցով: Ցույց է տրված Au (III) թիոնալիդով ամպերոմետրիկ տիտրման հնարավորությունը $4 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$ M կոնցենտրացիաների սահմաններում:

Ամպերոմետրիկ տիտրման եղանակով, ինչպես և Se (IV)—Thional սխտեմը էլեկտրոհադորդականությամբ չափման միջոցով պարզված է, որ Se (IV) և թիոնալիդի միջև ընթացող ռեակցիան զնում է Se (IV) : Thional = 1 : 4 հարաբերությամբ: Te (IV)—Thional սխտեմի օպտիկ խտության չափումը, ինչպես նաև ամպերոմետրիկ հետազոտման արդյունքները հաստատում են, որ Te (IV) և թիոնալիդի միջև ընթացող ռեակցիան ավարտվում է, երբ Te (IV) : Thional = 1 : 4: Se (VI) և Te (VI) թթվության լայն սահմաններում թիոնալիդի հետ չեն ռեակցում:

Ինթադրվում է, որ Se (IV), Te (IV) և թիոնալիդի միջև ռեակցիան ընթանում է երկու աստիճանով: Նախ Se (IV) և Te (IV) վերականգնվում են մինչև երկարժեք վիճակները, որոնք առաջացնում են համապատասխան դժվարալուծ միացություններ թիոնալիդի հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

¹ P. Берг, В. Роеблинг, Angew. chem. 47, 1934. ² P. Берг, В. Роеблинг, Angew. chem. 48, 430, 1935. ³ P. Берг, В. Роеблинг, Angew. chem. 48, 597, 1935. ⁴ P. Берг, В. Роеблинг, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 430, 1935. ⁵ P. Берг,

* Осадки, получаемые при взаимодействии селена (IV) и теллура (IV), содержат в себе как тионалы селена и теллура, так и дитионалид, и поэтому подтвердить предполагаемый механизм реакции анализом осадка невозможно.

Е. С. Фаренкамп, *Z. für analytische chemie* B109, 306, 1937. * Р. Берг, Е. С. Фаренкамп, *Z. für analytische chemie* B 112, 116, 1938. ⁷ Труды ин-та по изучению платины и других благородных металлов. Изв. ин-та платины АН СССР, 4, 339, 1926. ⁸ А. Ф. Вильсон, Л. И. Бауэ, *Talanta* 1, 351, 1958. ⁹ Руководство по химическому анализу металлов и золота. Изд. „Наука“, М., 66, 1965. ¹⁰ В. М. Тараян, Е. Н. Овсепян, „Заводская лаборатория“, т. XVIII, 1066 (1952). ¹¹ Н. А. Езерская, Известия сектора платины и других благородных металлов, 32, 38 (1955). ¹² Г. Яндер, Г. Криен, *Z. anorg. chem.* 291, 89, 1957, 304, 154, 1960. ¹³ Н. К. Пшеницын, Н. В. Прокофьева, „Журнал неорганической химии“, 7, 258 (1962). ¹⁴ И. Врештал, *Coll. Czechosl. Chem. Commun.*, 25, 443, 1960. О. Фосс, С. Гауге, *Acta chem. scand.*, 13, 1252, 1959, 15, 1615, 1961.

Г. Х. Бунятян, академик АН Армянской ССР, и Дж. А. Акопян

Роль глутаминовой кислоты как источника свободного аммиака в мозговой ткани

(Представлено 10/V 1967)

Одним из важных вопросов биохимии мозга является образование и устранение аммиака в мозговой ткани. Несмотря на многочисленные исследования, в настоящее время не все источники аммиака в мозгу изучены. В частности спорным является вопрос о роли глутаминовой кислоты (ГК) как источника аммиака через ее деаминирование. Рядом авторов выявлено наличие глутамат-дегидрогеназы в животных тканях, в том числе и в головном мозгу, хотя активность ее в мозгу значительно ниже, чем в печени (1,2).

Некоторыми исследователями доказано, что активность глутамат-дегидрогеназы наиболее выражена в сером веществе и особенно в двигательных центрах головного мозга (3,4).

Многие исследователи считают, что наряду с глутамином и адениловыми соединениями ГК играет важную роль в продуцировании свободного аммиака в мозгу путем окислительного деаминирования.

Однако работами ряда авторов (1, 5,6) показано, что окисление ГК в мозгу не сопровождается выделением свободного аммиака. Далее было обнаружено, что константа равновесия глутамат-дегидрогеназной реакции резко смещена в сторону восстановительного аминирования α -кетоглутаровой кислоты, особенно при наличии незначительных количеств аммиака (2, 7).

Установлено, что ГК в мозговой ткани в основном окисляется через аспартат (АК) и лишь незначительная ее часть окисляется другими путями (8, 9).

Согласно исследованиям Катунумы и сотр., ГК, добавленная к митохондриям печени, всецело превращается в АК. При добавлении же малоната количество свободного аммиака увеличивается соответственно повышению концентрации добавленной ГК, которое, по их данным, происходит под действием глутамат-дегидрогеназы (10).

По данным Балаша и сотр., под действием малоната ингибируется превращение ГК в АК также в нервной ткани и при этом отмечается образование некоторого количества свободного аммиака (9).

Таким образом в мозговой ткани, где активность глутамат-дегидрогеназы невысокая и ГК в основном превращается в АК, вопрос непосредственного деаминирования ГК и интенсивности этого процесса в нормальных условиях остается открытым. Перед нами была поставлена задача изучить, в каких условиях ГК сама по себе может служить непосредственным источником аммиака. Для этой цели мы изучали действие различных ингибиторов процесса трансаминирования на образование аммиака при добавлении ГК. Кроме аммиака мы определяли содержание ГК, АК и глутамина.

Опыты ставили на белых крысах весом 150—200 г. Срезы коры головного мозга готовили на холоду по методу Мак-Нильвейна, инкубировали в фосфатном буфере (рН—7,4), который содержал в миллимолях: NaCl—98, KCl—27, MgSO₄·7H₂O—12, KH₂PO₄—4, Na₂HPO₄—17,5.

200 мг срезов коры головного мозга инкубировали в 2 мл среды в присутствии кислорода в сосудах Варбурга при 37°С. В инкубационную среду, в зависимости от характера опыта, добавляли гидроксил-амин, кетокислоты и аминокислоты. После часовой инкубации добавляли по 2 мл 15% трихлоруксусной кислоты, гомогенизировали и гомогенат центрифугировали при 1500 об./мин. Из полученной надосадочной жидкости трихлоруксусную кислоту экстрагировали эфиром. ГК и АК определяли электрофоретическим методом при +1—+2° в пиридин-ацетатном буфере (24 мл перегнанного пиридина + 90 мл ледяной уксусной кислоты в 3 литрах воды). Электрофоретический ток подавали 500 в из расчета 2,2 ма на ленту. Ленты проявляли 0,5-процентным раствором нингидрина в ацетоне с добавкой 1,0 мл ледяной уксусной кислоты и 4 мл воды на 100 мл раствора.

Таблица 1

Действие гидроксил-аммина на содержание аммиака, глутамина, ГК и АК (в мкмольях на 1 г ткани ереднее из 5 опытов).

Условия опыта	Азот аммиака		Азот глутамина		ГК		АК	
	без инк.	инк.	без инк.	инк.	без инк.	инк.	без инк.	инк.
Контроль	3,62 ±0,24	8,58 ±0,11 p<0,01	1,62 ±0,15	0,14 ±0,022 p<0,01	18,05 ±0,8	7,18 ±0,18 p<0,01	5,23 ±0,51	12,59 ±1,01 p<0,01
Гидроксил-амин 10 мкмоль	3,12 ±0,23 p<0,2	5,32 ±0,4 p<0,01	1,69 ±0,24 p>0,8	1,85 ±0,47 0,02<p<0,05	17,58 ±0,55 p>0,6	17,58 ±0,56 p<0,01	4,18 ±0,32 0,1<p<0,2	4,75 ±0,63 p<0,01

Аммиак определяли диффузионным методом, предложенным Зелигсоном в модификации Силаковой и др. (11).

Количества исследованных веществ выражали в микромолях на 1 г свежей ткани. Количества аммиака и глутамина высчитаны в микромолях азота на 1 г ткани.

В первой серии опытов мы задались целью изучить количественные сдвиги аммиака, ГК, АК в условиях ингибирования переаминирования

гидроксиламином, который, по данным Браунштейна и Азарх, тормозит действие трансаминаз путем связывания альдегидной группы пиридоксальфосфата (¹²).

Полученные данные (табл. 1) показывают, что гидроксиламин действительно ингибирует переход эндогенной ГК в АК и при этом подавляется также процесс аммиакообразования. Можно было думать о том, что гидроксиламин одновременно тормозит и активность глутамат-дегидрогеназы и выход свободного аммиака из ГК.

Таблица 2

Влияние глутамата и гидроксиламина на содержание аммиака, глутамина, ГК и АК в мозговых срезах крыс (среднее из 6 опытов).

Условия опыта	Азот аммиака	Азот глутамина	ГК	АК
Контроль	8,56 ±0,12	0,1 ±0,004	8,7 ±0,87	10,1 ±0,85
Гидроксиламин 10 мкмоль	6,88 ±0,36 p<0,01	0,78 ±0,028 p<0,01	17,7 ±0,81 p<0,01	4,6 ±0,58 p<0,01
Глутамат 11,8 мкмоль	7,14 ±0,12 p<0,01	0,95 ±0,087 p<0,01	64,6 ±1,92 p<0,01	16,1 ±0,86 p<0,01
Глутамат + гидроксиламин	5,11 ±0,18 p<0,01	1,80 ±0,048 p<0,01	79,2 ±3,02 p<0,01	6,6 ±0,86 p<0,01

Однако в исследованиях мы применяли малые количества гидроксиламина (10 мкмоль), не влияющие на активность глутамат-дегидрогеназы. В специальных опытах мы добавляли гидроксиламин в количестве 5 мкмоль на пробу, т. е. вдвое меньше, и при этом получили тот же эффект. Эти количества гидроксиламина не влияли на активность глутамат-дегидрогеназы и в опытах Катунумы и состр. (¹⁰). Как видно из табл. 1, уровень аммиака в контрольной пробе и в пробе с добавкой гидроксиламина до инкубации почти одинаков, тогда как после инкубации количество аммиака значительно возрастает (почти в 2,5 раза), а в опытной пробе оно повышается в гораздо меньшей степени. Добавление гидроксиламина не вызывает изменений в количестве глутамина в пробах без инкубации. После инкубации в пробах, содержащих гидроксиламин, количество глутамина сильно возрастает.

В процессе инкубации в контрольных пробах значительно возрастает содержание АК за счет ГК. Прирост АК составляет 7,36 мкмоль. Этот факт наводит на мысль, что эндогенная ГК не подвергается прямому деаминированию в условиях нашего опыта и не является источником свободного аммиака.

Исходя из этих данных, во второй серии опытов мы изучали влияние гидроксиламина в присутствии добавленной ГК на количественные сдвиги аммиака. Как видно из табл. 2, при добавлении гидроксиламина количество аммиака понижается, а глутамина возрастает. Как и в преды-

душей серии опытов, значительно подавляется превращение ГК в АК. Добавление ГК, как в предыдущих опытах, несколько уменьшает количество аммиака по сравнению с контрольной пробой и значительно увеличивает количества АК и глутамин. Из той же таблицы видно, что гидроксиламин в присутствии добавленной ГК подавляет образование аммиака, между тем как содержание глутамин повышается в значительной степени. Таким образом, торможение трансаминирования ГК и образования из него АК сопровождается понижением выхода свободного аммиака.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в образовании свободного аммиака важную роль играет АК.

Кометиани и сотр. придают большое значение в образовании свободного аммиака аспартату, который с инозин-монофосфатом образует аденило-сукцинат, переходящий в аденозин-монофосфат, а затем в инозин-монофосфат с освобождением аммиака (13).

Однако, как показали исследования Бунятяна и Мовсисяна, инозиновая кислота оказалось малоэффективной в образовании аммиака из АК (6).

Таблица 3

Действие хлористого аммония, α-кетоглутарата и гидроксиламина на уровень аммиака, ГК и АК (среднее из 7 опытов)

Условия опыта	Азот аммиака	Азот глутамин	ГК	АК
Контроль без инкубации	5,71 ±0,13	1,6 ±0,13	20,2 ±0,61	6,31 ±0,17
Контроль инкубированный	11,25 ±0,13 p<0,01	0,14 ±0,026 p<0,01	11,0 ±0,28 p<0,01	11,8 ±0,31 p<0,01
Хлористый аммоний 20мкмоль	49,05 ±0,77 p<0,01	0,12 ±0,022 p>0,5	13,6 ±0,2 p<0,01	12,0 ±0,13 p>0,5
Гидроксиламин 10мкмоль	10,71 ±0,18 p<0,01	1,7 ±0,025 p<0,01	21,5 ±0,36 p<0,01	7,26 ±0,09 p<0,01
Кетоглутарат 20мкмоль	9,99 ±0,11 p<0,01	0,46 ±0,008 p<0,01	15,5 ±0,22 p<0,01	7,8 ±0,15 p<0,01
Хлористый аммоний + кетоглутарат	48,15 ±0,48 p<0,01	0,4 ±0,12 p<0,01	22,0 ±0,53 p<0,01	7,26 ±0,12 p<0,01
Хлористый аммоний + кетоглутарат + гидроксиламин	46,4 ±0,47 p<0,01	1,75 ±0,02 p<0,01	21,8 ±0,33 p<0,01	6,9 ±0,085 p<0,01

Они установили, что никотинамиддинуклеотиды, в частности НАД, в различных тканях (мозг, печень, почки) подвергаются деаминированию и переходят в деамино-формы. На основании полученных результатов они выдвинули следующий механизм образования аммиака из аминок-

кислот: аминокислоты $\rightarrow$ ГК $\rightarrow$ АК + деамино-НАД⁺ $\rightarrow$ НАД-сукцинат $\rightarrow$
 $\rightarrow$ НАД + фумарат

↓
 деамино-НАД + аммиак.

Результаты, полученные нами, также свидетельствуют о том, что ГК сама по себе не является источником свободного аммиака. Образование аммиака из него осуществляется скорее путем перехода в АК.

Известно, что глутамат-дегидрогеназа играет важную роль в синтезе ГК из аммиака и α -кетоглутарата. Представляло интерес изучить действие гидроксиламина на образование ГК из аммиака и α -кетоглутарата. Поэтому в следующей серии опытов мы задались целью в условиях повышения синтеза ГК проследить за количественными сдвигами аммиака, ГК и АК.

В инкубационную среду добавляли эквивалентные количества α -кетоглутарата и хлористого аммония (табл. 3). Добавление одного хлористого аммония несколько увеличивает ГК и не оказывает особого влияния на уровень АК. При одновременном добавлении α -кетоглутарата и хлористого аммония наблюдается более значительное увеличение ГК, а содержание АК сохраняется на таком же уровне, как и в присутствии кетоглутарата. Низкий уровень АК можно объяснить конкуренцией α -кетоглутарата со щавелевоуксусной кислотой за захват аминогрупп.

В отношении образования глутамина, АК и содержания ГК гидроксиламин с α -кетоглутаратом и хлористым аммонием оказывает тот же эффект, который отмечается в опытах с одним гидроксиламином.

Таблица 4

Действие пирувата на количественные сдвиги аммиака, ГК и АК в срезах головного мозга крыс (среднее из 6 опытов).

Условия опыта	Азот аммиака	Азот глутамина	ГК	АК
Контроль	$11,8 \pm 0,1$	$0,36 \pm 0,056$	$9,0 \pm 0,18$	$11,4 \pm 0,38$
ГК 11,8 мкмоль	$10,8 \pm 0,19$ $p < 0,01$	$0,7 \pm 0,55$ $p < 0,01$	$67,0 \pm 2,64$ $p < 0,01$	$17,5 \pm 0,38$ $p < 0,01$
Пируват 11,8 мкмоль	$9,2 \pm 0,3$ $p < 0,01$	$1,27 \pm 0,019$ $p < 0,01$	$19,0 \pm 0,6$ $p < 0,01$	$7,9 \pm 0,53$ $p < 0,01$
ГК + пируват	$6,5 \pm 0,09$ $p < 0,01$	$3,12 \pm 0,079$ $p < 0,01$	$79,0 \pm 1,22$ $p < 0,01$	$9,7 \pm 1,06$ $0,2 < p < 0,3$

Представляло интерес изучить действие пирувата на образование аммиака в присутствии добавленной ГК. Пируват является одним из источников α -кетоглутарата в срезах мозга, а также в митохондриальных фракциях мозговой ткани и повышает содержание последней (^{14,15}).

С другой стороны, пируват подавляет окисление α -кетоглутарата в щавелевоуксусную кислоту, что обуславливается конкурентным взаимоотношением между α -кетоглутаратом и пируватом за НАД (¹⁴).

Как видно из табл. 4, при добавлении ГК уровень аммиака несколько понижается и как обычно, возрастает количество глутамина и АК.

При добавлении одного пирувата отмечается более заметное понижение содержания аммиака и по сравнению с контрольными опытами значительное повышение уровня глутамина.

При этом повышается содержание ГК, а количество АК снижается, что соответствует данным, полученным Балашем и сотр. (14).

Полученные данные свидетельствуют о том, что при понижении образования АК и при повышении уровня ГК содержание аммиака уменьшается. Это явление более отчетливо проявляется в опытах с добавлением ГК и пирувата вместе, т. е. подавление перехода ГК в АК сопровождается низким образованием аммиака. Следует отметить, что пируват стимулирует синтез глутамина, однако общее содержание азота свободного аммиака и амидной группы глутамина меньше, чем в контрольных опытах.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что в мозговой ткани ГК не является источником свободного аммиака. Наоборот, ему следует приписать роль устранителя аммиака через образование глутамина. Во всех тех случаях, когда ингибируется трансаминирование ГК и превращение его в АК, наблюдается пониженное образование аммиака, несмотря на высокий уровень ГК.

Հ. Խ. ԲՈՒՆՅԱՆԻՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, և Ջ. Հ. ՀԱՆՈՐՅԱՆ,

Գլուտամինաթթուն որպես ազատ ամոնիակի աղբյուր ուղեղային հյուսվածքում

Ուղեղի բիոքիմիայի կարևոր հարցերից մեկը հանդիսանում է ամոնիակի առաջացման և չեզոքացման պրոցեսը: Չնայած այդ ուղղությամբ կատարված բազմաթիվ հետազոտություններին, գլուտամինաթթվից ազատ ամոնիակի առաջացման հարցը մնում է վիճելի, հատկապես ուղեղային հյուսվածքում, որտեղ գլուտամատ-դեհիդրոգենազային ակտիվությունը ցածր է և գլուտամինաթթուն հիմնականում փոխարկվում է ասպարազինաթթվի: Հետաքրքրական էր պարզել գլուտամատից ամոնիակի առաջացումը տրանսամինացման պրոցեսների արգելակման դեպքում, երբ ճնշվում է գլուտամինաթթվի անցումը ասպարազինաթթվի: Բացի ամոնիակից ուսումնասիրվել են նաև գլուտամատի, ասպարտատի, ինչպես նաև գլուտամինի քանակական տեղաշարժերը:

Ստացված տվյալները խոսում են այն մասին, որ գլուտամինաթթուն որպես այդպիսին չի հանդիսանում ազատ ամոնիակի առաջացման աղբյուր, ընդհակառակը՝ նա նպաստում է ամոնիակի չեզոքացմանը, առաջացնելով գլուտամին: Բոլոր դեպքերում, երբ ընկճվում է գլուտամինաթթվի տրանսամինացումը և բարձրանում է նրա մակարդակը, նկատվում է ամոնիակի քանակի իջեցում:

Ստացված արդյունքները վկայում են այն մասին, որ գլուտամինաթթվից ամոնիակի առաջացումը ուղեղային հյուսվածքում կապված է նրա տրանսամինացման հետ, որի ընթացքում նա հիմնականում փոխանցվում է ասպարազինաթթվի:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ X. Вейл-Малерб, Biochem. J. 30, 665, 1936. ² Фон Г. Эйлер и др. Z. Physiol. Chem. 254, 61, 1938. ³ П. П. Коветиани, Сб. Биохимия нервн. системы, Киев, 1954. ⁴ Е. Робинс и др., J. Biol. Chem. 218, 897, 1956. ⁵ П. А. Коветиани и сотр., биох. нервн. и мыш. сист., изд. Мецниереба, Тбилиси, 1965. ⁶ Г. X. Бунятян и С. Г. Мов-

сесян, Вопр. биох. мозга, 2, изд. АН АрмССР, Ереван, 1966. ⁷ Дж. I. Стрекер, Arch. Biochem. Biophys. 46, 227, 1953. ⁸ Х. А. Кребс и Д. Беллами, Biochem. J. 75, 521, 1960. ⁹ Р. И. Балаш, Biochem. J. 95, 1965. ¹⁰ Н. Катунума и М. Окада, Proceedings of the Japan Academy, 38, 572, 1962. ¹¹ А. И. Силакова и др., Вопросы мед. химии, 8, 538, 1962. ¹² А. Е. Браунштейн и Р. Азарх, „Биохимия“, 22, 430, 1957. ¹³ П. А. Ко-
метиани, „Биохимия“, 24, 729, 1959. ¹⁴ Р. И. Балаш, J. Neurochem., 12, 63, 1965.
¹⁵ Г. А. Туршян, Вопр. биох. мозга, 2, изд. АН АрмССР, Ереван, 1966.

ГЕОЛОГИЯ

Г. П. Багдасарян и С. А. Зограбян

О времени формирования полиметаллического оруденения
Ахтальского месторождения

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 19/V 1967)

Одним из важных, но недостаточно выясненных вопросов металлогении Малого Кавказа является вопрос о времени формирования широко развитых здесь медно-колчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений. К выяснению времени их формирования в значительной степени сводятся сложнейшие вопросы генетической связи колчеданного оруденения с теми или иными магматическими образованиями. Острая дискуссия по этому вопросу, возникшая три десятилетия назад при изучении колчеданных месторождений Урала, в настоящее время охватила все колчеданосные районы СССР и в том числе Малый Кавказ. Колчеданные месторождения этого района приурочены к Алаверди-Кафанскому рудному поясу (Сомхето-Кафанская структурная зона), где широко развиты вулканогенные образования юры. В пределах Алавердского рудного района указанные породы прорваны верхнеюрско-меловыми и третичными гранитоидными интрузивами. Геологическими наблюдениями и радиологическими исследованиями установлен ⁽¹⁾ верхнеюрский возраст Ахпатского интрузива (142 ± 6 млн. лет), нижнеэокомский Кохп-Шнохского интрузива (133 ± 8 млн. лет), эоценовый возраст Банушского (47 ± 5 млн. лет) и Лалварского (38 ± 2 млн. лет) интрузивов.

Рудовмещающие породы Ахтальского месторождения представлены субвулканическим телом ⁽²⁾ кварцевых плагиопорфиров верхнебайосского возраста (163 ± 4 млн. лет), с которым некоторые исследователи генетически связывают оруденение.

Первые данные об абсолютном возрасте серноколчеданного и полиметаллического оруденения Ахтальского месторождения были добыты в 1964 г. ⁽³⁾. В целях получения дополнительных данных о возрасте собственно полиметаллического оруденения Ахтальского месторождения недавно были целенаправленно исследованы новые пробы руд и околорудных серицитизированных пород полиметаллического рудного тела № 10. Для радиологического их исследования пробы подверглись обогащению серицитом (А. М. Авакян). Исследование проб осуще-

ствлялось кали-аргоновым объемным методом в Лаборатории абсолютной геохронологии ИГН АН Армянской ССР. Содержание калия в пробах определялось перехлоратным ускоренным методом (М. Х. Гукасян и С. О. Шишян), причем навески брались квартованием из проб, предназначенных для выделения аргона.

Пробы плавилась в металлических реакторах. Содержание радио-генного аргона определялось объемным методом на приборах Хлопина-Герлинга с последующим масс-спектрометрическим изотопным анализом, двулучевым методом измерений изотопных отношений Ar^{40}/Ar^{36} исследуемой пробы и эталона. Во избежание возможных случайных ошибок вся серия исследований, начиная от определения калия и до масс-спектрометрического изотопного анализа аргона, по каждой пробе выполнялась дважды, независимо друг от друга. Суммарная погрешность в определении абсолютного возраста не превышает 7—10%. Для вычисления возраста приняты константы распада K^{40} : $\lambda_K = 0,557 \cdot 10^{-10}$ лет⁻¹, $\lambda_\beta = 4,72 \cdot 10^{-10}$ лет⁻¹. В экспериментальной части работы участвовали Э. А. Саркисян и Л. М. Хачатрян, а масс-спектрометрический изотопный анализ проводился Р. Х. Гукасяном.

Таблица 1

Результаты определения абсолютного возраста оруденения и околорудноизмененных пород Ахтальского месторождения

№№ обр.	Название породы	Место взятия	K ⁰ %	K ⁴⁰ .10 ⁻⁶ z/z	Ar ⁴⁰ рад. o/o	Ar ⁴⁰ .10 ⁻⁶ с.м ³ /z	Ar ⁴⁰ .10 ⁻⁹ z/z	Ar ⁴⁰ K ⁴⁰ 10 ⁻³	Возраст млн. лет	Средний возраст
110	Барит-серицитовая порода	Гор. + 52,5 м. шт. № 16	2,99	3,65	84,1	16,4	29,3	8,03	139	139
113	.	.	4,80	5,95	80,8	27,0	48,4	8,15	142	141±1
			4,80	5,95	57,2	26,9	48,2	8,10	140	
123	Дорудная, околорудно-измененная серицитизированная дайка габро-диабазы	.	6,43	7,85	7,61	34,0	60,9	7,76	135	138±3
			6,43	7,85	92,0	35,9	64,2	8,18	142	
H/28	Околорудноизмененная, серицитизированная порода	Гор. + 57 м. шт. № 16	7,42	9,05	92,7	40,6	72,6	8,02	139	139

Среднее по 6 определениям 140 ± 2 млн. лет

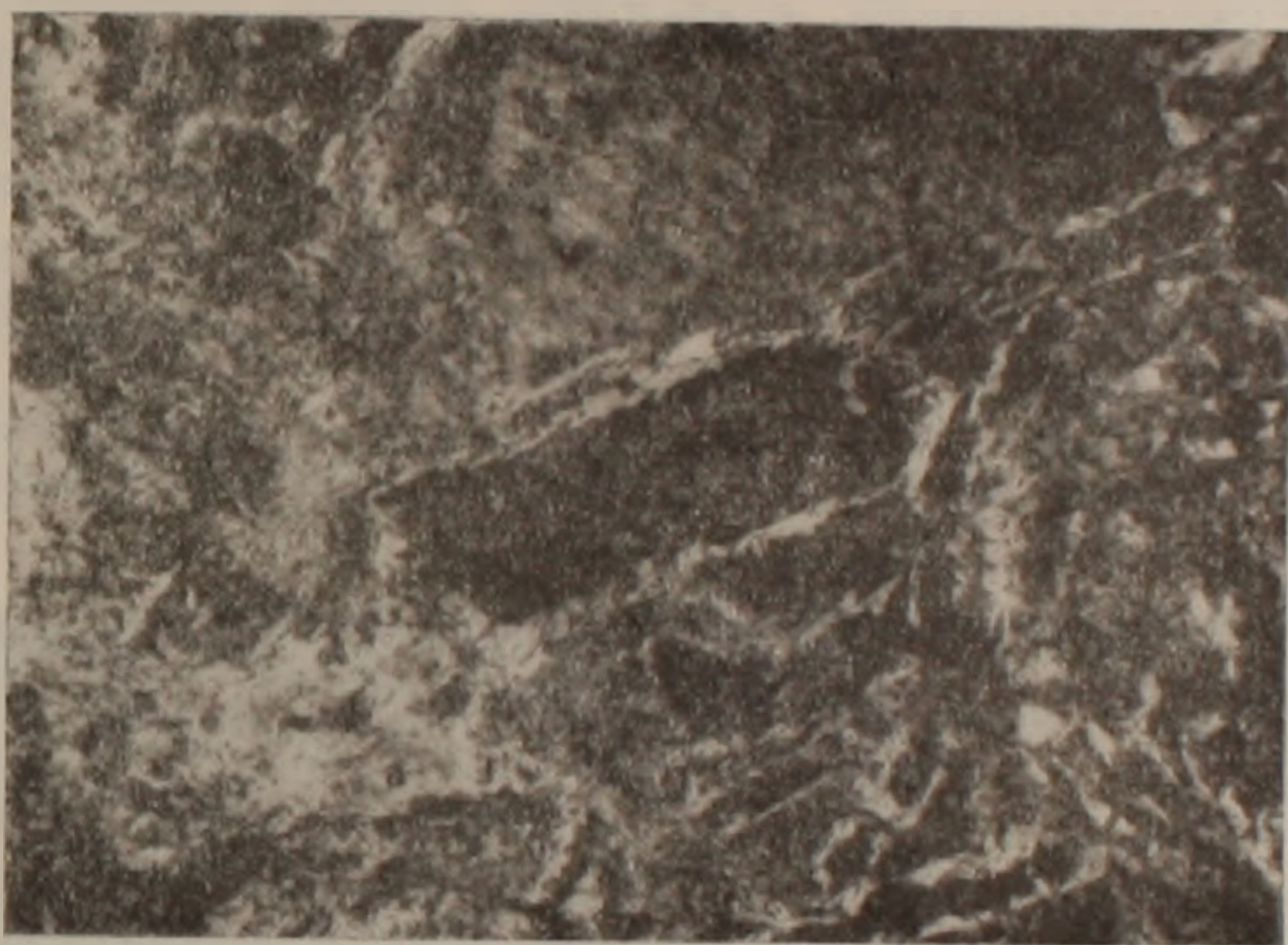
Результаты исследований, приведенные в табл. 1, указывают прежде всего на большое сходство и надежность полученных значений абсолютного возраста по всем четырем пробам с вариацией от 138 до 141 млн. лет. Среднее по 6 определениям составляет 140 ± 2 млн. лет.

Эти данные представляют большой интерес, так как характеризуют непосредственно время формирования полиметаллических руд Ахтальского месторождения.

Первые два образца взяты из баритовой залежи на контакте с полиметаллической рудой. Здесь в результате разлнзирования и дробле-

ния барита с воздействием на него гидротермальных растворов полиметаллической стадии минерализации возникла порода серицит-баритового состава. Отдельные обломки барита оказались сцементированными мелкозернистой барит-серицитовой массой. Под микроскопом отчетливо видно окаймление зерен барита серицитовой оторочкой (фиг. 1). Эта порода несомненно возникла в результате рудного процесса и не имеет ничего общего с рудовмещающими породами, а абсолютный возраст ее характеризует формирования руд.

Образец № 123 представляет собой дорудную гидротермально измененную интенсивно серицитизированную габбро-диабазовую дайку, залегающую в полиметаллическом рудном теле № 10. Несомненно, что наличие калия в дайке обусловлено серицитизацией первоначально безкалийного габбро-диабазы и также связано целиком с процессом формирования полиметаллических руд под воздействием гидротермальных растворов.



Фиг. 1. Барит-серицитовая порода. Окаймление зерен барита (черное) серицитовой оторочкой. Светлые—чешуйки серицита. Николи +. Увелич. 56.

Для сравнительной характеристики радиологическим исследованиям были подвергнуты и околорудноизмененные серицитизированные вмещающие породы в непосредственном контакте с полиметаллическим рудным телом № 10 (обр. Н/28). Как видно из таблицы, полученные данные по этому образцу проявляют полную сходимость с значениями абсолютного возраста предыдущих образцов.

Таким образом, полученные новые данные приводят к следующим выводам.

1. Полиметаллическое оруденение Ахтальского месторождения сформировалось в верхах верхней юры (140 ± 2 млн. лет).

2. Возраст полиметаллических руд по отношению к кварцевым плагиопорфирам Ахтальского рудного поля меньше, чем на 20 млн. лет, поэтому связь их может быть рассмотрена лишь как пространственная, но не генетическая.

3. Ахтальское полиметаллическое месторождение, судя по изложенным данным, формировалось в орогенной стадии развития региона, однако вопрос о его связи с тем или иным магматическим комплексом еще недостаточно ясен, хотя по радиологическим данным близкими по возрасту оруденения являются Ахпатский гранитоидный массив (142 ± 6) также мезозойские субвулканические альбитофиры района (140 ± 5).

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Գ. Պ. ԲԱԶԴԱՍԱՐՅԱՆ և Ս. Ա. ԶՈՂՐԱՐՅԱՆ

Ախթալայի հանքավայրի բազմամետաղային հանքայնացման հասակի մասին

Փոքր Կովկասի մետալոգենիայի կարևոր և դեռևս չպարզաբանված հարցերից է կոլչեղանային և Կոլչեղան-բազմամետաղային հանքավայրերի գոյացման ժամանակի հարցը:

Նրանց հասակի որոշումը կարևոր նշանակություն ունի կոլչեղանային հանքայնացման այս կամ այն մագմատիկ առաջացումների հետ ունեցած դեմատիկական կապի պարզաբանման համար:

Ախթալայի հանքավայրը գտնվում է Ալավերդի—Ղափանի հանքային գոտում, որտեղ լայն տարածում ունեն յուրայի հրաբխածին գոյացումները, որոնց մեջ ներդրված են վերին յուրաստորին կավիճ և երրորդական հասակի գրանիտոիդային ինտրուզիաները:

Հանքավայրերի բազմամետաղային հանքայնացման բացարձակ հասակի մասին նոր տվյալներ ստանալու նպատակով մի շարք նմուշներ հանքային նյութից և փոփոխված բնդրկող ապարներից ենթարկվել են ռադիոլոգիական հետազոտումների:

Աղյուսակում բերված տվյալները ուղղակի բնութագրում են Ախթալայի բազմամետաղային հանքայնացման բացարձակ հասակը (140 ± 2 մլն. տարի), որը համապատասխանում է վերին յուրայի վերին մասին:

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

1 Г. П. Багдасарян, Р. Х. Гукасян и др., «Известия АН АрмССР» (науки о Земле), XIX, № 5 (1966). 2 С. А. Зограбян, «Известия АН АрмССР» (науки о Земле), XVIII, № 6 (1965). 3 Г. П. Багдасарян, Р. Х. Гукасян, К. А. Карамян, Э. А. Сагателян, Абсолютное датирование тектоно-магматических циклов и этапов оруденения по данным 1964 г. Изд. «Наука», 1966.

МИНЕРАЛОГИЯ

К. А. Карамян

Стеллерит из Тейского золото-полиметаллического месторождения

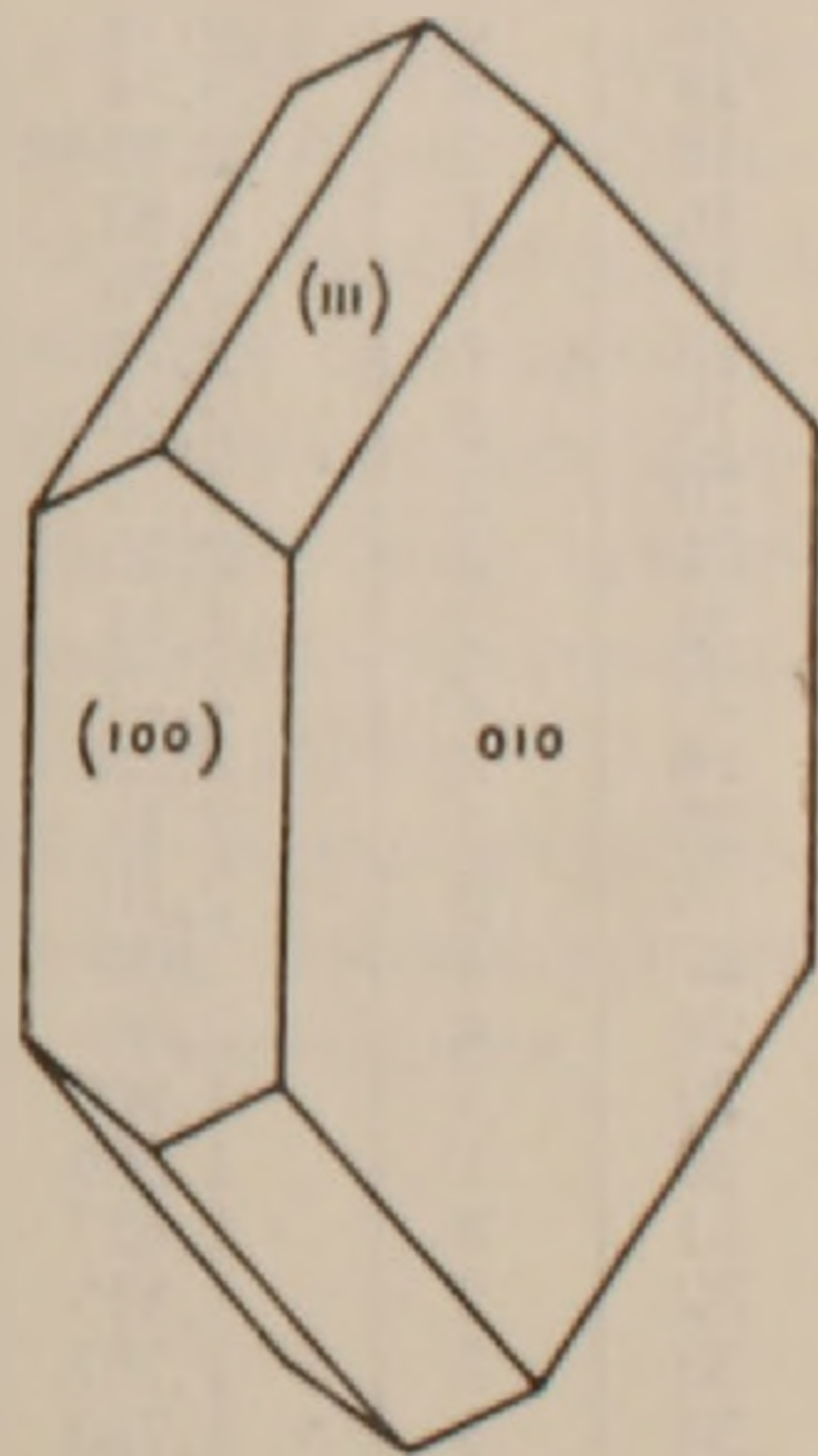
(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 7/VI 1967)

При документации выработок на Тейском золото-полиметаллическом месторождении автором были обнаружены прожилки неизвестного минерала белого цвета, прозрачного, кристаллического сложения.

Рентгенометрическое исследование образца этого минерала, любезно проведенное сотрудницей рентгеновской лаборатории ИГЕМ АН СССР А. С. Анисимовой, показало, что этот минерал является стеллеритом. Результаты рентгенометрического анализа стеллерита из Тейского месторождений приведены в табл. 1.



Фиг. 1. Прожилки стеллерита в порфиритах Тейского месторождения.



Фиг. 2. Кристалл стеллерита.

Стеллерит является редким цеолитом и впервые в Советском Союзе был обнаружен В. Ф. Барабановым ⁽¹⁾ на Букукинском месторождении и подвергнут им весьма детальному исследованию. До В. Ф. Барабанова описывался Морозевичем в 1909 г. на Командорских островах и позднее Виллером в 1927 г. с юго-восточного побережья Аляски.

Стеллерит на Тейском месторождении представлен прожилками мощностью до 1—2 см (фиг. 1), а также в виде налетов на стенках трещин. В сравнительно мощных прожилках он обычно имеет отчетливо кристаллическое строение. В некоторых прожилках в средних ее частях отмечаются жеоды с друзами кристаллов стеллерита, что свидетельствует о заполнении растворами открытых полостей. Стеллерит имеет отчетливо пластинчатое строение. Габитус кристаллов обычно таблитчатый, размер их достигает 3×2×1 мм. В прожилках они обычно не имеют правильного расположения. Единственная форма кристаллов

Таблица 1

Результаты рентгенометрического исследования стеллерита
Fe=излучении, 2R=57,3 d=0,6

№	l	d	Эталон	№	l	d	Эталон
			Стеллерит				Стеллерит
1	10	10,17	9—10,17	36	3	1,647	1—1,641
2	10	8,94	10—8,94	37	8	1,590	7—1,596
3	3	5,31	10—	38	8	1,558	6—1,555
4	3	5,18	4—5,20	39	1	1,522	
5	7	4,67	8—4,61	40	1	1,500	
6	5	4,48	6—4,41	41	1	1,469	
7	4	4,23	6—4,23	42	4	1,447	4—1,440
8	10	4,05	10—4,04	43	2	1,413	1—1,411
9	4	3,74	6—3,70	44	2	1,393	
10	4	3,49		45	2	1,381	
11	4	3,41		46	4	1,363	5—1,359
12	5	3,35	7—3,36	47	1	1,337	1—1,339
13	5	3,18	6—3,17	48	1	1,318	1—1,317
14	9	3,01	9—3,01	49	5	1,302	6—1,299
15	2	2,87	1—2,87	50	5	1,277	4—1,277
16	1	2,83		51	5	1,259	3—1,257
17	7	2,79	7—2,79	52	4	1,241	6—1,241
18	1	2,73		53	2	1,230	1—1,225
19	3	2,56	4—2,56	54	1	1,208	
20	2	2,45	2—2,47	55	1	1,200	1—1,200
21	3	2,35	3—2,35	56	1	1,190	1—1,188
22	2	2,31		57	1	1,179	
23	2	2,27		58	1	1,170	3—1,168
24	2	2,22	3—2,21	59	2	1,138	1—1,138
25	2	2,12		60	2	1,126	2—1,125
26	2	2,10		61	1	1,115	1—1,117
27	4	2,07	6—2,08	62	2	1,108	2—1,108
28	4	2,04	6—2,03	63	3	1,093	3—1,092
29	3	1,900	3—1,897	64	3	1,074	
30	1	1,880	1—1,8647	65	3	1,069	3—1,065
31	3	1,827		66	2	1,057	
32	2	1,815	4—1,815	67	3	1,045	1—1,045
33	3	1,787	3—1,785	68	3	1,031	1—1,034
34	3	1,733	1—1,731	69	4	1,014	3—1,015
35	3	1,675	2—1,673	70	4	1,000	4—0,999

стеллерита в прожилке, которую удалось зарисовать, представлена на фиг. 2.

В трещинах стеллерит образует налеты радиально-лучистого строения. Размер сферолитов достигает до 1—1,5 см в поперечнике.

Удельный вес стеллерита определенный пикнометрическим методом показал 2,12.

Показатели преломления стеллерита из Тейского месторождения, измеренные при 20° иммерсионными жидкостями, которые были проверены на рефрактометре, показали $N_p = 1,489$ и $N_g = 1,492$.

Исследования стеллерита в иммерсионной жидкости показали, что стеллерит принадлежит к ромбической сингонии, двуосный, отрицательный.

Химический анализ стеллерита, произведенный Т. Т. Авакян, показал следующее содержание компонентов (табл. 2).

Таблица 2

Химические анализы стеллерита			
	Среднее по 2 пробам Барабанова	По Морозевичу	Анализ тейского стеллерита
SiO ₂	59,60	59,23	56,72
Al ₂ O ₃	14,57	14,41	16,25
Fe ₂ O ₃	0,20	0,22	0,24
CaO	8,10	8,23	8,36
H ₂ O	18,15	18,15	18,33
	100,62	100,24	99,90

Как видно из табл. 2, химический анализ стеллерита из Тейского месторождения хорошо согласуется с анализами стеллерита, произведенными В. Ф. Барановым и Морозевичем, за исключением того, что в отличие от анализа Барабанова и Морозевича в анализе стеллерита из Тейского месторождения отмечается более высокое содержание Al₂O₃ и более низкое содержание SiO₂.

Формирование золоторудной минерализации на Тейском месторождении было обусловлено пространственным обособлением золотоносной полиметаллической стадии в пределах единого Айгедзорского рудного поля, которое является типичным представителем месторождений медно-молибденовой формации Армянской ССР. Находка прожилков стеллерита на Тейском месторождении представляет собой новинку для медно-молибденовых месторождений, и отложение его происходило в одну из безрудных стадий формирования месторождения.

Проявление цеолитовой стадии при формировании медно-молибденового месторождения свидетельствует о значительной дифференции источника оруденения в процессе гидротермальной деятельности.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Կ. Ա. ՔԱՐԱՄՅԱՆ

Ստեղծված թեյի ոսկու-բազմամետաղային հանքավայրից

Թեյի ոսկու-բազմամետաղային հանքավայրի փորվածքների բարտեզագրման ժամանակ հեղինակի կողմից գտնվեց անհայտ միներալի երակիկ, որը Ա. Ս. Անիսիմովայի կողմից նախարկվել է ռենտգենոմետրիկ անալիզի, և որոշվել է որպես ստեղծված-հազվագեղ ցեոլիտ։
Ռենտգենոգրամի արդյունքները բերված են աղյուսակում 1-ում։

Ստեղծարար հանքավայրում արտահայտված է երակիկի ձևով կարողությամբ 1—2 սմ, ինչպես նաև փառի ձևով:

Երակիկներում նա սովորաբար ունի բյուրեղային կառուցվածք տափակ և թիթեղային բյուրեղների ձևով, իսկ ձեղքերում առաջանում է սֆերուլիտներ:

Ստեղծարար երակիկները Թեյի հանքավայրում հավանաբար ներկայացնում են իրենցից հատուկ ցեոլիտային ստադիայի արդյունք, որի առկայությունը պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրում վկայում է հիդրոթերմալ գործունեության պրոցեսում, հանքայնացման աղբյուրի զգալի ֆերենցիացիայի:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 В. Ф. Барабанов, ДАН СССР, т. 100, № 1, стр. 151 (1955).

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. А. Давтян и В. В. Казарян

Об изменении корне-листового соотношения и физиологической активности листьев однолетних растений под действием питательного раствора различной концентрации

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В. О. Казаряном 16/V 1967)

Корреляция функциональной активности и массы корней и листьев, как показывают поверхностные наблюдения, в существенной степени зависит от условий среды. Одним из основных факторов, лимитирующих рост полярных органов, является водный режим. В неблагоприятных условиях водоснабжения изменяется соотношение массы надземных органов и корневой системы в пользу последних (¹⁻³). Для регулирования роста полярно расположенных органов имеют также важное значение и условия минерального питания. При нормальной обеспеченности корней минеральными веществами более интенсивно развиваются надземные органы, главным образом, общая листовая поверхность, тогда как недостаток минеральных веществ в почве стимулирует развитие корневой системы (⁴⁻⁸). Концентрация питательных веществ влияет также на жизнедеятельность корней и листьев. Повышенная концентрация, как правило, интенсифицирует поглотительную и метаболическую деятельность корней и фотосинтетическую активность листьев (⁹⁻¹² и др.).

Все эти наблюдения, однако, не дают возможности составить точное представление о степени пластичности растений в отношении коррелятивного регулирования массы и функциональной активности корней и листьев в зависимости от минерального питания. Именно с этой целью нами в вегетационных сезонах 1965—66 гг. были проведены серии опытов с подсолнечником (сорт «Гигант—549») и кукурузой (сорт «Картули круги»), выращенных в гидропонических условиях.

Растения подсолнечника в фазе одной пары настоящих листьев были разделены на два варианта. Первый в течение месяца поливался питательным раствором 0,5 дозы, а второй—1 дозы. Через месяц, в фазе 5 пар листьев, проводились морфо-физиологические определения: поверхность листьев—методом высечек (¹³), интенсивность фотосинтеза—прибором Чатского и Славика (¹⁴), содержание хлорофилла—по Мак-Кинни (¹⁵), поглотительная поверхность корней—по Колосову (¹⁶). В опытах применялся питательный раствор, разработанный Институтом

агрохимических проблем и гидропоники АН Армянской ССР (17). Приведенные данные являются средними из 4 повторностей.

Определения показали, что в результате месячной подкормки питательными растворами различной концентрации у обоих вариантов выявляются существенные различия в массе и поверхности корней и листьев (табл. 1).

Приведенные данные показывают, что снижение концентрации питательного раствора влияет отрицательно на увеличение, главным образом, мощности листьев. Это видно из величин отношения поверхностей корней к листьям. При понижении концентрации питательного раствора на единицу листовой поверхности приходится больше как общей адсорбирующей, так и рабочей поглощающей поверхности корней. Такую тенденцию, вероятно, можно объяснить тем, что при слабой концентрации питательного раствора растения развивают всасывающую корневую систему для интенсивного поглощения и метаболического превращения минеральных веществ.

Таблица 1

Влияние дозы питательного раствора на рост листьев и корней подсолнечника

Варианты опыта	К о р н и			Л и с т ь я		Отношение поверхности корень/лист	
	сухой вес (г)	поглотительная поверхность (дм ²)		поверхность (дм ²)	сухой вес (г)	по общей адсорбирующей поверхности	по рабочей поглощающей поверхности
		общая	рабочая				
Полив 0,5 дозой	1,22	390	191	5,2	0,93	75,1	36,7
Полив 1 дозой	3,44	462	230	10,2	1,93	45,3	22,5

Изменение массы корневой системы, вызываемое разными концентрациями питательного раствора, оставляет глубокий отпечаток на многие физиологические процессы, свойственные листьям. Исследованиями выяснилось, что изменение массы полярно расположенных метамеров сопровождалось и глубокими изменениями в отношении содержания хлорофилла в листьях и интенсивности фотосинтеза (фиг. 1).

Уменьшение содержания хлорофилла в листьях (на 14,7%) и падение интенсивности фотосинтеза (на 26,5%) у растений, получивших питательный раствор 0,5 дозы, является результатом сравнительно пониженной метаболической деятельности корней.

Изменение морфо-физиологических показателей растений является динамическим процессом, при котором они реагируют на любые колебания условий питания, выявляя весьма высокую пластичность. Для экспериментальной иллюстрации этого положения нами проведены опыты с кукурузой. Молодые растения, находящиеся в фазе вегетации, разделялись на две группы. Первая в течение 24 дней получила питательный раствор 0,5 дозы, а вторая—2 дозы. После указанного срока были уравни-

ны концентрации даваемого раствора (1 доза) и после 7 дней определялись некоторые показатели жизнедеятельности листьев (табл. 2).

Полив кукурузы питательным раствором 0,5 дозы привел к усилению роста корней, и в результате коррелятивного саморегулирования соответственно увеличивалась и общая листовая поверхность. У второго варианта вследствие наличия в корнеобитаемой среде достаточного количества питательных веществ замедлялся рост корней. После же изме-

Таблица 2

Изменение сухого веса листьев и корней кукурузы в зависимости от смены доз питательного раствора

Доза питательного раствора	Корни		Л и с т ь я			
	сухой вес (г)	прирост %	площадь		сухой вес	
			дм ²	прирост %	г	прирост %
а) Полив 0,5 дозой	0,456	100	2,644	100	0,637	100
б) Полив 2 дозами	0,355	100	2,347	100	0,558	100
7-дневный полив 1 дозой (а)	1,387	304,1	8,531	322,6	2,399	376,6
7-дневный полив 1 дозой (б)	1,401	394,6	7,308	311,3	3,756	673,1

нения концентрации питательного раствора менялся и темп роста корней: растения, перенесенные из питательного раствора высокой дозы в низкую, сильно развивали корневую систему и соответственно этому — листовой аппарат. У тех растений, которые из 0,5 дозы переносились в условия 1 дозы, наоборот, ослаблялся темп роста корней. Концентрация питательного раствора, помимо того, что привела к изменению массы:

Таблица 3

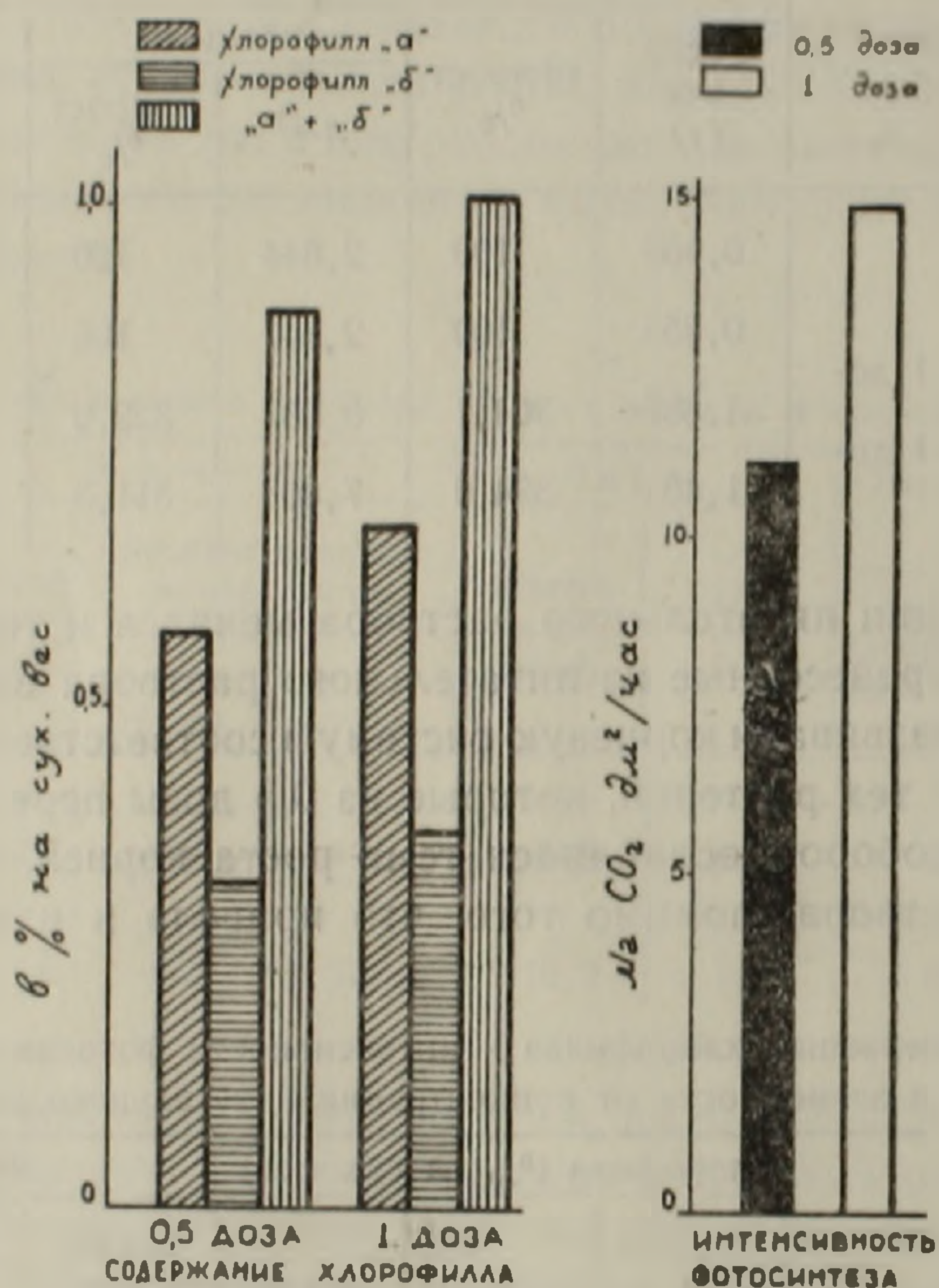
Изменение содержания хлорофилла и интенсивности фотосинтеза листьев кукурузы в зависимости от концентрации питательного раствора

Доза питательного раствора	Хлорофилл (‰ на сух. вес)			Фотосинтез		
	а	б	а+б	освещ. в тыс. люкс	мгСО ₂ дм ² / час	‰ прироста
а) Полив 0,5 дозой	0,483	0,134	0,617	22	6,9	100
б) Полив 2 дозами	0,598	0,213	0,811	22	14,6	100
7-дневный полив 1 дозой (а)	0,534	0,220	0,754	18	10,4	+51,0
7-дневный полив 1 дозой (б)	0,425	0,251	0,676	18	12,1	—16,7

корней и листьев, вызывала также резкие перестройки в физиологической активности последних. Исследования содержания хлорофилла и фотосинтетической активности листьев показали, что с уменьшением концентрации питательного раствора, при прочих равных условиях, уменьшается содержание хлорофилла и падает фотосинтетическая активность листьев (табл. 3).

Однако достаточно было изменить концентрацию питательного раствора, чтобы соответственно мощности корневой системы менялось содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза. Так, у растений, питавшихся 0,5 дозой, после уравнивания концентрации питательного раствора существенно повышается содержание хлорофилла.

Б. А. Рубин и сотр. (18-21) показали, что синтез хлорофилла в листьях осуществляется при непосредственном участии гемсодержащих корневых ферментов, поступающих в листья вместе с пасоккой. Отсюда следует, что интенсивность и количество синтезирующегося в листьях кукурузы хлорофилла зависит от мощности и метаболической активности корней.



Содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза у подсолнечника, выращенного в питательном растворе различной концентрации.

Аналогично изменению содержания хлорофилла в листьях происходят также изменения и в фотосинтетической активности листьев, хотя в последнем случае после уравнивания концентрации питательного раствора I группа растений все же отстает по величине этого показателя жизнедеятельности листьев. Однако наблюдаемая тенденция говорит о том, что повышение концентрации питательного раствора в пределах оптимума способствует усилению фотосинтетической активности листьев, тогда как уменьшение этой концентрации коррелятивно подавляет фотосинтетическую деятельность растений.

Изложенные выше данные приводят нас к следующим выводам.

1. При выращивании растений в питательном растворе пониженной концентрации усиливается развитие всасывающих корней и увеличивается тем самым соотношение поверхностей: корень/лист.

2. При смене доз питательного раствора листья за весьма короткий срок (7 дней) активно реагируют на это: увеличивается их поверхность, повышается фотосинтетическая активность и содержание хлорофилла. В результате уравнивается и соотношение массы корень/лист у растений обоих вариантов.

Ботанический институт и Институт агрохимических проблем
и гидропоники Академии наук Армянской ССР

Վ. Ա. ԴԱՎԹՅԱՆ և Վ. Վ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Տարբեր խտության սննդարար լուծույթների ազդեցության տակ միամյա
բույսերի արմատա-տերևային հարաբերության և տերևների ֆիզիոլոգիական
ակտիվության փոփոխության մասին

Հայտնի է, որ տերևների և արմատների մասսաների փոփոխությունը պայմանավորված է բույսի աճման պայմաններով։ Չոր և հանքային նյութերով աղքատիկ հողերում ինտենսիվ աճում է արմատային սիստեմը, իսկ խոնավ և պարարտ հողերում՝ առավելապես տերևային մասսան։ Սննդարար նյութերի ազդեցությունը զգալի չափով բարձրացնում է նաև արմատների կլանող և մետարոլիկ ֆունկցիան՝ դրանով իսկ դրական ազդեցություն թողնելով ֆոտոսինթեզի վրա։

Իսկոյ այս կարգի դիտողությունները սազայն հետազոտություն չեն տալիս զաղափար կազմելու արմատների և տերևների մասսաների ու ֆունկցիոնալ ակտիվության փոփոխության պլաստիկության մասին, կապված հանքային սննդառության հետ։ Այս նպատակով 1965—66 թթ. դրվել են մի շարք փորձեր հիդրոպոնիկային եղանակով մշակվող արևածաղկի «գիգանտ — 519» և եգիպտացորենի «թարթուլի կրուգի» սորտերի վրա։

Բույսերը երկու տարբեր խմբերով մշակվել են 0.5 և 1 դոզայի սննդարար լուծույթներում մինչև 5 զույգ տերևների առաջացումը։ Դրանից հետո բույսերի մի մասի մոտ որոշվել են մի շարք մորֆոլոգիական և ֆիզիոլոգիական ցուցանիշները։ Մյուս մասի բույսերին 7 օր տրվել է 1 դոզայի սննդարար լուծույթ, ապա որոշվել նույն ցուցանիշները։

Փորձերի արդյունքները հեղինակներին բերել են հետևյալ եզրակացությունների։

1. Ցածր խտության սննդարար լուծույթում աճեցման դեպքում ուժեղանում է բույսերի արմատների աճը և մեծանում է արմատ/տերև մակերեսների հարաբերությունը։

2. Սննդարար լուծույթների հերթափոխման դեպքում արագությամբ հավասարվում է արմատ/տերև մակերեսների հարաբերությունը, որի համապատասխան էլ փոխվում է ֆոտոսինթեզի ակտիվությունը ու քլորոֆիլի պարունակությունը տերևներում։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 П. И. Константинов, Научно-агроном. журн. 2, 1925. 2 И. М. Васильев, Тр. по приклад. бот., ген. и селекции 22, 1, 1929. 3 П. Е. Ярошенко, Дневник Всесоюз. съезда бот., 1926, М. 4 Д. М. Головки, Вестн. сельхоз. науки, «Агротехника», 2, 1940. 5 Д. М. Головки, Проблемы фотосинтеза, 1959, М. 6 И. И. Колосов, ДАН СССР, 58, 7, 1947. 7 Е. Б. Кириченко, Л. М. Дорохов, Тр. I респ. научн. конференции физиологов и биохимиков Молдавии, Кишинев, 1964. 8 П. М. Смирнов, Г. Маркграф, Изв. ТСХА, 5 (36), 1960. 9 В. П. Воскресенская, А. А. Ничипорович, ДАН СССР, 60, 8, 1948. 10 З. И. Жур-

бицкий, В. Н. Хуан, Физ. раст. 8, 5, 1961. 11 Н. С. Петин, Шань-Лунь, Физ. раст. 9, 1, 1962. 12 Л. Я. Ляпис, Л. Н. Дорохов, Тр. респ. научн. конференции физиологов и биохимиков Молдавии, Кишинев, 1964. 13 А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, С. М. Чмара, М. Т. Власова, Фотосинтетическая деятельность растений в посевах, М., 1961. 14 И. Чатский и Б. Славик, Biol. Plantarum. 51, 1, 1958. 15 Г. Мак Кинни, Ann. Rev. Bioch., 1940. 16 И. И. Колосов, Поглощительная деятельность корневых систем растений, М., 1962. 17 Г. С. Давтян, «Картофель и овощи», 4, 1964. 18 Б. А. Рубин и В. Ф. Германова, ДАН СССР, 107, 5 (1956). 19 Б. А. Рубин и В. Ф. Германова, ДАН СССР, 124, 4 (1959). 20 Б. А. Рубин и В. Ф. Германова-Гавриленко, ДАН СССР, 135, 2 (1960).

