

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

XLIII, № 1

1966

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտու-
թյունների բեկնածու, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ,
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
(սպատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ՄԻՐՉՈ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ս. Ս.
ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ.
ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (սպատ.
խմբագիր), Օ. Մ. ՍԱՊՈՆԺՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ
թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻԿԱԵԼՅԱՆ,
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 ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ

Ե Ր Ե Վ Ա Ն

Е Р Е В А Н

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Է. Ա. Միրզախանյան — Անվերջ չափանի հոմոտոպիկ խմբեր	3
Է. Մ. Քեհեյան — Շըրջանում տրված անալիտիկ ֆունկցիաների սահմանային բազմությունների մասին	6
Ռ. Վ. Համբարձումյան — Կետային կույտերի ուղուցիկ ենթակույտերի վերաբերյալ	12
Գ. Վ. Վիրաբյան — Անորոշ ձև ունեցող եզրային խնդիրների մի դասի սեփական ֆունկցիաների լրիվության մասին	15

ԲԻՈՖԻԶԻԿԱ

Վ. Մ. Ասլանյան, Ա. Գ. Գաբրիելյան, Մ. Ա. Նովոսելեբ և Է. Գ. Թովմասյան — Հուսույթի իռնական ուժի ազդեցությունը ԴՆԲ-ի ռենատուրացիայի վրա	21
---	----

ԱՍՏՂԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

Գ. Ա. Գուրգադյան, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ Բզրակից-անդամ — Ռենտգենյան ճառագայթման հզոր բռնկում Արեգակի վրա	23
---	----

ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Ա. Լ. Սամվելյան, Հ. Հ. Չալքիկյան, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ Բզրակից-անդամ, և Ն. Մ. Ռեյլերյան — Պոլիլինիլսպիրտի ջրային լուծույթում պերսուլֆատի քայքայման արագության վրա ջերմաստիճանի ազդեցությունը	32
---	----

ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԴԻԱ

Ա. Մ. Դասպարյան և Ռ. Մ. Միրզախանյան — Մխոցային պսևոհոհողուկացման ֆիզիկական էությունը	33
--	----

ՀԱՆՔԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Հ. Կոչոյան — Կոլոմորֆ սֆալերիտի ներքին կառուցվածքի որոշ առանձնահատկությունները	45
---	----

ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐ

Հ. Հ. Սարգսյան — Դիորիտային դալաների և կվարցային էպիդոդիտների փոխհարաբերության մասին Հայաստանի ոսկու հանքավայրերից մեկում	51
---	----

ՄԻՋԱՏԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ո. Մ. Ֆարլվիլդ-Խենոբյան — Առվակայինների նոր տեսակ Հայկական ՍՍՀ-ից (Coleoptera, Carabidae)	58
---	----

ԴԵՂԱԳՈՐԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ռ. Ա. Ալեկսանյան — Հիսլոթալամուսի մասնակցությունը սրտի պսակաձև անոթների վրա գանգլերոնի ունեցած անոթալայնիչ ազդեցության գործում	60
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
МАТЕМАТИКА	
Э. А. Мирзаханян — Бесконечномерные гомотопические группы	3
Э. М. Кегелян — О предельных множествах аналитических функций, заданных в круге	6
Р. В. Амбарцумян — О выпуклых подскоплениях точечных скоплений на плоскости	12
Г. В. Вирабян — О полноте системы собственных функций для одного класса краевых задач с индефинитной формой	15
БИОФИЗИКА	
В. М. Асланян, А. Г. Габриелян, М. А. Новоселер и Э. Г. Товмасын — Влияние ионной силы раствора на ренатурацию ДНК	21
АСТРОНОМИЯ	
Г. А. Гурзадян, чл.-корр. АН Армянской ССР — Мощная рентгеновская вспышка на Солнце	28
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	
А. Л. Самвелян, О. А. Чалтыкян, чл.-корр. АН Армянской ССР, Н. М. Бейлерян — Влияние температуры на скорость распада персульфата калия в водных растворах поливинилового спирта	32
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	
А. М. Гаспарян и Р. М. Мирзаханян — О физической сущности псевдооживления в поршневом режиме	38
МИНЕРАЛОГИЯ	
А. А. Коджоян — Некоторые особенности внутреннего строения колломорфного сфалерита	45
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ	
Г. А. Саркисян — О взаимоотношениях диоритовых даек и кварцевых эпидозитов на одном золоторудном месторождении Армении	51
ЭНТОМОЛОГИЯ	
С. М. Яблоков-Хнзорян — Новый вид канавочников из Армянской ССР (Coleoptera, Carabidae)	58
ФАРМАКОЛОГИЯ	
Р. А. Алексанян — Об участии гипоталамуса в коронарорасширяющем действии ганглерона	60

МАТЕМАТИКА

Э. А. Мирзаханян

Бесконечномерные гомотопические группы

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александряном 2/II 1966)

В заметке строятся гомотопические группы конечного индекса для множеств, лежащих в действительном гильбертовом пространстве H . Первоначальное их определение зависит от выбора некоторого ортонормированного базиса в H ; в дальнейшем показывается независимость построенных групп от выбора базиса и их коммутативность. Основным результатом заметки заключается в том, что гомотопическая группа индекса k единичной сферы S пространства H изоморфна стабилизирующей группе индекса k конечномерных сфер (т. е. группе $\pi_{k+n}(S^n)$ при больших n).

1. *Построение гомотопических групп.* Пусть $e_1, e_2, \dots$ — некоторый ортонормированный базис пространства H . Обозначим через H_1 подпространство, натянутое на векторы $e_1, e_2, \dots, e_n$, а через H_2 — его ортогональное дополнение. Далее, выберем в пространстве H_1 , натянутом на векторы $e_2, \dots, e_n$, единичный $(n-1)$ -мерный куб K , а в пространстве H_2 — некоторый выпуклый многогранник M (например, в смысле заметки (¹)), имеющий H_2 своей несущей плоскостью. Тогда в пространстве $H = H_1 + H_2$ определено топологическое (прямое) произведение P многогранников K и M , являющееся многогранником дефекта 1 в H . Многогранник P будем называть призмой (дефекта 1) в H ; размерность n подпространства H_1 будет в дальнейшем предполагаться достаточно большой.

Предположим теперь, что фиксирован некоторый класс F отображений гильбертова пространства H в себе. (Ниже мы сформулируем те требования, которым класс F должен удовлетворять). Пусть $X \subset H$ — некоторое множество и $x_0 \in X$ — фиксированная его точка. Отображение $f: P \rightarrow X$ назовем сфероидом индекса k множества X в точке x_0 ($k = 0, 1, 2, \dots$), если выполнены следующие два условия:

1) отображение f переводит всю границу P многогранника P в точку x_0 ;

2) существует такое отображение $\varphi \in F$, что отображение f совпадает с отображением $I^{-k} \varphi$ (рассматриваемым на P), где через I^{-k} обозначено линейное отображение $H \rightarrow H$, переводящее векторы $e_1, \dots, e_k$ в нуль, а вектор e_i в вектор e_i ($i = 1, 2, \dots$).

Во множестве $F(X, x_0)$ всех таких сферондов мы следующим образом введем отношение эквивалентности: $f \sim g$, если существует такая гомотопия $h_t: P \rightarrow X$, $0 \leq t \leq 1$, что $h_0 = f$, $h_1 = g$ и $h_t \in F_k(X, x_0)$ для всех $t \in I$. Множество получающихся классов эквивалентности мы обозначим через $\pi_k(X, x_0)$.

Как видно из этого определения, множество $\pi_k(X, x_0)$ зависит пока от выбора базиса $e_1, e_2, \dots$ и призмы P .

Пусть $\alpha, \beta \in \pi_k(X, x_0)$ и f, g — сферонды, принадлежащие классам α и β соответственно.

Определим сферонд h соотношением

$$h(0, x_2, \dots) = \begin{cases} f(0, 2x_2, x_3, \dots) & \text{при } 0 \leq x_2 \leq \frac{1}{2} \\ g(0, 2x_2 - 1, x_3, \dots) & \text{при } \frac{1}{2} \leq x_2 \leq 1 \end{cases} \quad (1)$$

(координаты берутся относительно базиса $l_1, l_2, \dots$). Отображение h непрерывно.

Первое требование на класс F заключается в том, чтобы отображение h снова принадлежало множеству $F_k(X, x_0)$, т. е. также было сферондом. Оказывается, что класс γ сфероида h не зависит от выбора представителей f и g , а полностью определяется классами α и β ; мы положим: $\gamma = \alpha + \beta$.

Относительно введенной таким образом операции сложения множество $\pi_k(X, x_0)$ представляет собою группу, которую мы и назовем гомотопической группой индекса k множества $X \subset H$. Обычным образом доказывается, что эта группа всегда коммутативна. (При этом новых требований на класс F накладывать не приходится).

II. *Инвариантность гомотопических групп.* Следующее утверждение представляет собой второе требование, накладываемое на класс F .

Пусть P и P' — два многогранника (дефекта 1) в H . Тогда существует отображение $\varphi \in F$, голоморфно отображающее многогранник P и переводящее границу $\dot{P}$ на границу $\dot{P}'$. Любые два отображения указанного вида гомотопны между собой (в классе F) на P .

Третье требование заключается в том, чтобы композиции $I^{-k} \circ J^k$ и $J^k \circ I^{-k}$ принадлежали классу F , где I^{-k} построено в ортонормированном базисе $l_1, l_2, \dots$ (как указано выше), а линейное отображение J^k определяется в некотором другом ортонормированном базисе $e'_1, e'_2, \dots$ формулой

$$J^k(e'_i) = e'_{i+k}, \quad i = 1, 2, \dots$$

При выполнении этих требований удастся доказать, что определенные выше гомотопические группы $\pi_k(X, x_0)$ не зависят от выбора призмы P и базиса $l_1, l_2, \dots$.

Указанным выше требованиям удовлетворяют разные классы отображений F и, прежде всего, класс всех непрерывных отображе-

ний. Однако этот класс оказывается неинтересным, поскольку, например, все гомотопические группы единичной сферы S пространства H оказываются равными нулю. Иными словами, класс всех непрерывных отображений оказывается слишком широким для построения содержательной бесконечномерной гомотопической теории. Напротив, значительное сужение класса отображений F позволяет установить некоторые содержательные результаты, к изложению которых мы и переходим.

III. *Гомотопические группы сфер.* Наконец, мы предположим дополнительно, что класс F позволяет построить понятие степени отражения ^(2, 3), а также обладает тем свойством, что существует отображение $\varphi \in F$, отображающее шар E_1 дефекта 1 на единичную сферу пространства H , причем вся граница E_1 переходит в одну точку $x_0 \in S$, а внутренность шара E_1 гомеоморфно отображается на $S \setminus x_0$. Всем этим требованиям удовлетворяет, например, класс отображений, локально имеющих вид $\lambda I + A$, где I — тождественный оператор, λ — положительное число (зависящее от точки $x \in H$), а A — почти конечномерный оператор. Некоторые другие классы отображений определены С. С. Рышковым ⁽⁴⁾.

При указанных требованиях, наложенных на класс F , справедлива следующая

Теорема. Пусть S — единичная сфера дефекта 1 в H (т. е. единичная сфера в плоскости дефекта 1—1). Тогда группа $\pi_k(S, x_0)$ изоморфна стабилизировавшейся группе индекса $k + l - 1$ конечномерных сфер, т. е. группе $\pi_{n+k+l-1}(S^n)$ при больших n .

В частности, если S — единичная сфера пространства H , то группа $\pi_k(S, x_0)$ изоморфна стабилизировавшейся группе $\pi_{n+k}(S^n)$.

Автор выражает глубокую благодарность В. Г. Болтянскому, под руководством которого выполнена эта работа.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Է. Ա. ՄԻՐՋԱԿԱՆՅԱՆ

Անվերջ չափանի հոմոտոպիկ խմբեր

Հոդվածում տրվում է իրական Գիլբերտյան տարածության ենթատարածությունների անվերջ չափանի հոմոտոպիկ խմբերի կառուցումը, ապացուցվում է այդ խմբերի ինվարիանտությունը տարածության բազիսի ընտրության նկատմամբ ու նրանց հոմոտոպիկությունը:

Հոդվածի հիմնական արդյունքը կայանում է հետևյալ թեորեմի ապացույցի մեջ.
Թեորեմ. Երե S -ը նանդիսմունք է Գիլբերտյան տարածության միավոր սֆերան, ապա S -ը սֆերայի k -ինդեքսի հոմոտոպիկ $\pi_k(S, x_0)$ խումբը իզոմորֆ է վերջավոր չափանի սֆերայի k ինդեքսի կայունացված խմբին:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱՇԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В. Г. Болтянский, ДАН СССР, 105, № 6 (1955). ² М. А. Красносельский, Топологические методы в теории нелинейных интегральных уравнений. Гостехиздат, 1956. ³ Ж. Лерэ, Ю. Шаудер, Топология и функциональные уравнения. УМН, 1, вып. 3—4, стр. 71—95. ⁴ С. С. Рышков, ДАН СССР, 114, № 5 (1957).

Э. М. Кегеян

О предельных множествах аналитических функций, заданных в круге

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Л. Шагиняном 3/II 1966)

Пусть D и S — соответственно единичный круг и единичная окружность комплексной плоскости Z , $\mu(r)$ — действительная функция, заданная в промежутке $[0,1)$, которая монотонно возрастая, стремится к $+\infty$ при $r \rightarrow 1$ и, кроме того, $\mu(0) > 0$.

Обозначим через $H(\mu, D)$ класс аналитических в области D функций, удовлетворяющих в ней условию

$$|f(z)| \leq \mu(|z|),$$

а через $A_r(\theta)$ — множество предельных значений функции $f(z)$ на радиусе $re^{i\theta}$ ($0 \leq r < 1$), т. е. — совокупность чисел A , для которых существуют последовательности $\{r_n\}$ такие, что

1. $r_n \rightarrow 1$
2. $\lim_{n \rightarrow \infty} f(r_n e^{i\theta}) = A$.

В работе (1) Мак Лейн доказал, что в каждом классе $H(\mu, D)$ существует функция $f(z)$, для которой множество $A_r(\theta)$ ($0 \leq \theta < 2\pi$) содержит значения 0 и ∞ .

В настоящей работе доказывается следующая

Теорема. В каждом классе $H(\mu, D)$ существует функция, множество предельных значений которой на каждом радиусе совпадает с полной плоскостью Z .

Доказательство. Пронумеруем всевозможные пары рациональных чисел

$$(a_1, b_1), \dots, (a_n, b_n), \dots$$

и пусть $c_n = a_n + ib_n$.

Далее, обозначим через

$$m_k = \frac{k(k+1)}{2}$$

и определим последовательность комплексных чисел $\{d_n\}$ следующим образом:

$$d_m = \begin{cases} c_k & \text{при } m = m_k \\ c_{m-m_k} & \text{при } m_k < m < m_{k+1} \end{cases}$$

$$k = 1, 2, \dots$$

Очевидно, для каждого m последовательность

$$d_m, d_{m+1}, d_{m+2}, \dots$$

всюду плотна на плоскости Z .

Обозначим через e^+ и e^- соответственно дуги

$$\frac{\pi}{4} \leq \arg z \leq \frac{7}{4} \pi \text{ окружности } |z| = 1 - \frac{1}{3}$$

и

$$-\frac{3}{4} \pi \leq \arg z \leq \frac{3}{4} \pi \text{ окружности } |z| = 1 - \frac{1}{6},$$

а через e_n^+ и e_n^- — совокупность значений функции

$$\sqrt[n]{z} = |z|^{\frac{1}{n}} e^{i \frac{1}{n} \arg z} \text{ при } z \text{ соответственно на } e^+ \text{ и } e^-. \text{ Круг}$$

$|z| \leq \sqrt[n]{\frac{1}{2}}$ обозначим через D_n и пусть

$$e_n = e_n^+ + e_n^-$$

$$E_n = D_n + e_n.$$

Рассмотрим функцию

$$\varphi(z) = \begin{cases} 0 & \text{при } z \in D_1 \\ d & \text{при } z \in e_1, \end{cases}$$

где d — произвольное комплексное число.

Так как она непрерывна на замкнутом множестве E_1 со связным дополнением и аналитическая в его внутренних точках, то, по теореме С. Н. Мергеляна (²), для каждого $\varepsilon > 0$ найдется полином $P(z)$, такой, что

$$|\varphi(z) - P(z)| < \varepsilon \text{ при } z \in E_1.$$

В дальнейшем такой полином будем обозначать через $P(z, d, \varepsilon)$. Он имеет следующие свойства

$$\text{а) } |P(z, d, \varepsilon)| < \varepsilon \text{ при } z \in D_1$$

$$\text{в) } |P(z, d, \varepsilon) - d| < \varepsilon \text{ при } z \in e_1. \quad (1)$$

Постараемся найти требуемую в теореме функцию в виде суммы полиномов. Последние выберем последовательно.

С этой целью рассмотрим полином $P\left(z, d_1, \frac{\mu(0)}{2}\right)$ и возьмем n_1 настолько большим, чтобы

$$\left| P\left(z^{n_1}, d_1, \frac{\mu(0)}{2}\right) \right| \leq \frac{\mu(|z|)}{2} \text{ при } z \in D_1.$$

Пусть $P_1(z) = P\left(z^{n_1}, d_1, \frac{\mu(0)}{2}\right)$, а $Q_1(z) \equiv 0$.

Начиная с некоторого номера N_1 , выполняется неравенство

$$\sqrt[n]{\frac{1}{2}} > \sqrt[n_1]{1 - \frac{1}{6}}.$$

Возьмем $n > N_1$, настолько большим, чтобы

$$\left| P\left(z^n, d_2, \frac{\mu(0)}{2^{2+1}}\right) \right| \leq \frac{\mu(|z|)}{2^{2+1}}.$$

Далее обозначим

$$M_1 = \max_{z \in \bar{D}} |P_1(z)| + 1$$

и рассмотрим полином

$$P\left(z, -1, \frac{\mu(0)}{2^{2+1} M_1}\right).$$

Очевидно, если n достаточно велико — $n > \bar{N}_1$, то

$$\left| P\left(z^n, -1, \frac{\mu(0)}{2^{2+1} M_1}\right) \right| \leq \frac{\mu(|z|)}{2^{2+1} M_1} \text{ при } z \in D.$$

Выберем $n_2 > \max\{N_1; \bar{N}_1\}$ и за $P_2(z)$ и $Q_2(z)$ возьмем полиномы

$$P_2(z) \equiv P\left(z^{n_2}, d_2, \frac{\mu(0)}{2^{2+1}}\right),$$

$$Q_2(z) \equiv P\left(z^{n_2}, -1, \frac{\mu(0)}{2^{2+1} M_1}\right) [P_1(z) + Q_1(z)].$$

Вообще, если уже найдены полиномы $\{P_k(z)\}$ и $\{Q_k(z)\}$ при $k = 1, 2, \dots, m$, мы построим $(m+1)$ -ый полином следующим образом.

Начиная с некоторого номера N_m ($n > N_m$)

$$\sqrt[n]{\frac{1}{2}} > \sqrt[n_m]{1 - \frac{1}{6}}. \quad (2)$$

Возьмем $n > N_m$ настолько большим, чтобы

$$\left| P\left(z^n, d_{m+1}, \frac{\mu(0)}{2^{m+2}}\right) \right| \leq \frac{\mu(|z|)}{2^{m+2}}. \quad (3)$$

Далее обозначим

$$M_m = \max_{z \in \bar{D}} \left| 1 + \sum_{k=1}^m \left(|P_k(z)| + |Q_k(z)| \right) \right| \quad (4)$$

и рассмотрим полином

$$P\left(z, -1, \frac{\mu(0)}{2^{m+2} M_m}\right). \quad (5)$$

Очевидно, если n достаточно велико — $n > \bar{N}_m$

$$\left| P\left(z^n, -1, \frac{\mu(0)}{2^{m+2} M_m}\right) \right| \leq \frac{\mu(|z|)}{2^{m+2} M_m}. \quad (6)$$

Выберем

$$n_{m+1} > \max\{N_m, \bar{N}_m\} \quad (7)$$

и за $P_{m+1}(z)$ и $Q_{m+1}(z)$ возьмем соответственно полиномы

$$P_{m+1}(z) = P\left(z^{n_{m+1}}, d_{m+1}, \frac{\mu(0)}{2^{m+2}}\right) \quad (8)$$

и

$$Q_{m+1}(z) = P\left(z^{n_{m+1}}, -1, \frac{\mu(0)}{2^{m+2}M_m}\right) \sum_{k=1}^m [P_k(z) + Q_k(z)]. \quad (9)$$

Пусть

$$\Phi(z) = \sum_{m=1}^{\infty} [P_m(z) + Q_m(z)]. \quad (10)$$

Из (8) и (3) следует, что для всех n

$$|P_n(z)| \leq \frac{\mu(|z|)}{2^{n+1}}.$$

А из (9), (4) и (6) — что

$$|Q_n(z)| \leq \frac{\mu(|z|)}{2^{n+1}}.$$

Эти неравенства с определением (10) функции $\Phi(z)$ приводят к заключению, что

$$|\Phi(z)| \leq \mu(|z|) \text{ при } z \in D,$$

т. е.

$$\Phi(z) \in H(\mu, D).$$

Теперь пусть d_m — один из членов последовательности $\{d_n\}$. Оценим разницу

$$\Phi(z) - d_m$$

при $z \in e_{n_m}$.

Имеем:

$$\begin{aligned} |\Phi(z) - d_m| &\leq \left| \sum_{k=1}^{m-1} [P_k(z) + Q_k(z)] + Q_m(z) \right| + \\ &+ |P_m(z) - d_m| + \sum_{k=m+1}^{\infty} [|P_k(z)| + |Q_k(z)|]. \end{aligned} \quad (11)$$

Для каждого $z \in e_{n_m}$ из (9), (4) и (1) получим:

$$\begin{aligned} \left| \sum_{k=1}^{m-1} [P_k(z) + Q_k(z)] + Q_m(z) \right| &= \left| \sum_{k=1}^{m-1} [P_k(z) + Q_k(z)] \right| \times \\ &\times \left| 1 + P\left(z^{n_m}, -1, \frac{\mu(0)}{2^{m+1}M_{m-1}}\right) \right| \leq M_{m-1} \frac{\mu(0)}{2^{m+1}M_{m-1}} = \frac{\mu(0)}{2^{m+1}}. \end{aligned} \quad (12)$$

Далее, из (8) и (1) следует, что

$$|P_m(z) - d_m| < \frac{\mu(0)}{2^{m+1}} \text{ при } z \in e_{n_m}. \quad (13)$$

Наконец, из (7) и (2) видно, что $e_{n_m} \subset D_{n_k}$ при $k > m$, так что из (8), (9) и (1) получим

$$\sum_{k=m+1}^{\infty} \left[|P_k(z)| + |Q_k(z)| \right] \leq \sum_{k=m+1}^{\infty} \left[\frac{\mu(0)}{2^{k+1}} + \frac{\mu(0)}{2^{k+1}} \right] = \frac{\mu(0)}{2^m}. \quad (14)$$

Из (11), (12), (13) и (14) окончательно получим

$$|\Phi(z) - d_m| \leq \frac{\mu(0)}{2^{m-1}} \quad (15)$$

при $z \in e_{n_m}$ ($m = 1, 2, \dots$).

Пусть теперь $\xi_0 = e^{i\theta_0}$ — произвольная точка окружности S , d — произвольное комплексное число, а ε и δ — произвольная пара положительных чисел.

Так как для каждого m множество e_{n_m} лежит на окружностях $|z| = \sqrt[n_m]{1 - \frac{1}{3}}$ и $|z| = \sqrt[n_m]{1 - \frac{1}{6}}$ и пересекается со всеми радиусами круга D , то существует номер m_0 такой, что при $m > m_0$ множество e_{n_m} пересекается с радиусом $\theta = \theta_0$ по крайней мере в одной точке (которую мы обозначим x_m), находящейся от точки ξ_0 на расстоянии меньше, чем δ :

$$x_m \in e_{n_m} \text{ и } |x_m - \xi_0| < \delta \text{ при } m > m_0. \quad (16)$$

Далее, из (15) следует, что при $m > 2 + \log_2 \frac{\mu(0)}{\varepsilon}$

$$|\Phi(x_m) - d_m| < \frac{\varepsilon}{2}. \quad (17)$$

Наконец, из того, что каждая из подпоследовательностей $\{d_m, d_{m+1}, \dots\}$ последовательности $\{d_m\}$ всюду плотна на плоскости Z , следует, что существует номер $\bar{m}$, такой, что

$$1. \quad \bar{m} > \max \left\{ m_0, 2 + \log_2 \frac{\mu(0)}{\varepsilon} \right\},$$

$$2. \quad |d_{\bar{m}} - d| < \frac{\varepsilon}{2}.$$

Из этих условий и из (16) и (17) получим

$$1. \quad |\Phi(x_{\bar{m}}) - d| \leq |\Phi(x_{\bar{m}}) - d_{\bar{m}}| + |d_{\bar{m}} - d| < \varepsilon$$

$$2. \quad |x_{\bar{m}} - \xi_0| < \delta.$$

Это и значит, что d принадлежит множеству предельных значений функции $\Phi(z)$ на радиусе $re^{i\theta_0}$ ($0 < r < 1$), т. е. $d \in A_{\Phi}(\theta_0)$. Если же $d = \infty$, то можно выбрать последовательность комплексных чисел $\{t_k\}$, стремящуюся к ∞ , и так как, по доказанному выше, каждое из чисел t_k принадлежит множеству $A_{\Phi}(\theta_0)$, то и $d = \infty$, будет принадлежать этому множеству.

Таким образом, теорема доказана.

Ереванский государственный
университет

Շրջանում տրված անալիտիկ ֆունկցիաների սահմանային
բազմությունների մասին

Թող $\mu(r)$ -ը ($\mu(0) > 0$) լինի $[0, 1)$ միջակայքում տրված մի դրական ֆունկցիա, որը
մոնոտոն աճելով ձգտում է $+\infty$ երբ $r \rightarrow 1$.

Այստեղ ցույց է տրվում, որ նման ամեն մի $\mu(r)$ -ի համար կարելի է $|z| < 1$ շրջանում
կառուցել մի $f(z)$ անալիտիկ ֆունկցիա, որը բավարարում է հետևյալ պայման-
ներին:

1. $|f(z)| < \mu(|z|)$ երբ $|z| < 1$

2. Ամեն մի A կոմպլեքս թվի համար (վերջավոր կամ անվերջ) և շրջանագծի յու-
րաքանչյուր $e^{i\theta_0}$ կետի համար գոյութուն ունի $\{r_n e^{i\theta_0}\}$ կետերի մի հաջորդականու-
թյուն, որի վրայով $f(z)$ ֆունկցիայի արժեքները ձգտում են A -ին:

Այս արդյունքը ապացուցված էր Mac Lane-ի կողմից, երբ $A=0$ կամ ∞ .

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

¹ Mac Lane G. R. Holomorphic functions, of arbitrary slow growth, without ra-
dial limits, Michigan Math. J., 21—24; 1962. ² С. Н. Мергелян. Равномерные прибли-
жения функций комплексного переменного, УМН, VII, вып. 2 (1952).

МАТЕМАТИКА

Р. В. Амбарцумян

О выпуклых подскоплениях точечных скоплений
 на плоскости

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александрияном 18/III 1966)

Точечными скоплениями на плоскости (в дальнейшем — просто скоплениями) мы называем произвольные конечные множества точек

$$P = (P_1, P_2, \dots, P_n),$$

расположенных на плоскости. Заимствование из астрофизики термина „скопление“ в данном контексте представляется оправданным тем, что именно фотографии астрофизических объектов доставляют множество примеров обширных ($n \approx \infty$) скоплений.

Скопление P назовем выпуклым, если все точки $P_1, \dots, P_n$ могут служить вершинами одного выпуклого многоугольника.

Определим функцию скопления.

$\varphi(P)$ = число точек в максимальном (по числу входящих точек) выпуклом подскоплении скопления P .

Основываясь на результатах Реньи и Суланке, легко дать нижнюю оценку порядка роста среднего значения $\varphi(P)$ для некоторых последовательностей случайных скоплений P .

В работе этих авторов (¹) в действительности исследуется асимптотическое поведение среднего числа вершин E_n в минимальной выпуклой оболочке случайных скоплений, получаемых путем независимого „бросания“ n точек в различные области K .

Оказывается, что порядок роста E_n существенно зависит от наличия или отсутствия изломов у границы области K . В частности, для областей, граница которых обладает непрерывной кривизной, устанавливается

$$E_n \approx O(\sqrt[3]{n}).$$

Отсюда вытекает.

Теорема 1. Пусть случайное скопление P_K строится путем независимого „бросания“ n точек в произвольную ограниченную область K . Тогда порядок возрастания среднего значения $\varphi(P_K)$ не меньше, чем $\sqrt[3]{n}$.

Доказательство следует из того, что в любой области K можно указать выпуклую подобласть K' с границей, имеющей непрерывную кривизну.

Легко видеть, что подходящим выбором области K для данного n можно добиться, чтобы среднее значение $\varphi(P_k)$ было близко к n . Представляет интерес поэтому выяснение существования скоплений P с малыми (по сравнению с $\sqrt[n]{n}$) значениями $\varphi(P)$. Класс таких скоплений, грубо говоря, всегда является маловероятным для случайных скоплений P_k , каким бы образом мы ни выбирали область K .

Поставим минимаксную задачу; именно определим функцию

$$f(n) = \min \varphi(P),$$

где минимум берется по всем возможным n — точечным скоплениям P , при дополнительном ограничении, что никакие три точки скопления P не лежат на одной прямой. Задача состоит в нахождении верхней оценки для $f(n)$.

Отметим некоторые свойства функций φ и f .

1) Существуют такие скопления P , что $\varphi(P) = f(n)$,

2) $f(n+1) \geq f(n)$,

3) $f(n+m) \leq f(n) + f(m)$.

Выводу более сильного неравенства в теореме 2 предположим две геометрические леммы.

Лемма 1. Пусть $\varphi(P) = f(n)$. Можно указать такие малые круги $C_1 \dots C_n$ с центрами в $P_1 \dots P_n$, что для любых точек $Q_1 \in C_1$, $Q_n \in C_n$

$$\varphi(Q) = f(n) \text{ где } Q = \{Q_1 \dots Q_n\}.$$

Легко видеть, что лемма 1 является следствием принятого ограничения на множество рассматриваемых скоплений.

Лемма 2. Пусть P — произвольное скопление точек. Можно построить дуги $\beta_1 \dots \beta_n$, $P_1 \in \beta_1 \dots P_n \in \beta_n$, обладающие свойством: любые три точки $A_1, B_1, C_1 \in \beta_1$, вместе с любыми тремя точками $A^j, B^j, C^j \in \beta_j$ (i и j произвольные) не порождают выпуклого скопления.

Доказательство легко получить, беря в качестве $\beta_1 \dots \beta_n$ „достаточно короткие“ дуги окружностей „достаточно большого“ радиуса, ориентируя их в подходящим образом выбранном направлении.

Теорема 2. $f(N) \leq \min_{mn=N} (2\varphi(n) + m - 2)$

Пусть $mn = N$. Возьмем n — точечное скопление $\{P_1 \dots P_n\}$ такое, что $\varphi(P_1 \dots P_n) = f(n)$ и построим круги $C_1 \dots C_n$ согласно лемме 1 и дуги $\beta_1 \dots \beta_n$ согласно лемме 2. Поместим по m точек (с общим именем Q) на каждую из дуг

$$\alpha_1 = \beta_1 \cap C_1, \dots, \alpha_n = \beta_n \cap C_n$$

и оценим число точек x в максимальном выпуклом подскоплении L точечного скопления, состоящего из N точек Q . Нетрудно видеть, что число различных дуг α_i , для которых существует $Q \in \alpha_i$, $Q \in L$

не превосходит $f(n)$. Кроме того, с $f(n) - 1$ из таких дуг α_i может входить в L не более чем по две точки Q , и лишь для одной из дуг α_i в L могут входить все m лежащих на ней точек Q . Таким образом,

$$x \leq 2 |f(n) - 1| + m.$$

Так как $s(N) \leq x$, то теорема доказана.

Следствие. $f(N) = o(N^\alpha)$ при любом $\alpha > 0$.

Թ. Վ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ

Կետային կույտերի ուռուցիկ ենթակույտերի վերաբերյալ

Կետային կույտ տվյալ հոդվածում մենք անվանում ենք հարթության վրա գտնվող կետերի լամեն մի վերջավոր բազմությունը: Կույտը անվանում ենք ուռուցիկ, եթե տվյալ կույտ կազմող կետերը կարող են ծառայել որպես մի ուռուցիկ բազմանկյան գագաթներ:

Կետային կույտերի համար դիտարկվում է մինիմալացիան խնդիրը՝ քանի կետ է պարունակում n -կետանի կույտերից ընտրվող մաքսիմալ ուռուցիկ ենթակույտերի մինիմումը ($f(n)$ ֆունկցիան): Ցույց է տրվում, որ

$$f(n) = o(n^2)$$

կամայական $\alpha > 0$ համար:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Реньи и Р. Суланке, Über die konvexe Hülle von n zufällig dewählten Punkten. Z. Wahrscheinlichkeits theorie 2. 75—84 (1963).

МАТЕМАТИКА

Г. В. Вирабян

О полноте системы собственных функций для одного класса
 краевых задач с индефинитной формой

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александрияном 4/IV 1966)

В настоящей заметке рассматривается следующая однородная
 краевая задача на собственные значения

$$Mu + 2\lambda Nu + i^2 Lu = 0, \quad (I)$$

$$u \Big|_{\Gamma} = \frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = \dots = \frac{\partial^{v-1} u}{\partial n^{v-1}} \Big|_{\Gamma} = 0, \quad (II)$$

где M, N, L — однородные дифференциальные операторы с постоянными коэффициентами порядка $2v$ от независимых переменных $x_1, \dots, x_m$ (целое число $v \geq 1$).

Γ — граничная поверхность m -мерного эллипсоида Ω ,
 в котором рассматривается краевая задача (I), (II).

n — внешняя нормаль к Γ .

Задача (I), (II) в случае, когда оператор L отсутствует, первоначально изучена в работах Р. А. Александрияна ^(1,2) (случай $v=1$, $m=2$, N — эллиптический оператор). Случай произвольных v и m , а также краевые задачи более общего вида были изучены в работах ряда других авторов ^(3,4,5). В одном частном случае $\left(M = \frac{\partial^2}{\partial y^2},\right.$

$N = \frac{\partial^2}{\partial x \partial y}, \quad L = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$) задача (I), (II) рассмотрена в работе ⁽⁶⁾, в которой получены рекуррентные формулы, определяющие полную систему полиномиальных собственных функций этой задачи.

Обозначим через R пространство всех полиномов от $x_1, \dots, x_m$, а через $\hat{R}_l$ — пространство тех полиномов из R , степени которых не превышают l и которые удовлетворяют граничным условиям (II). Положим $\hat{R} = \bigcup_{l=2v}^{\infty} \hat{R}_l$.

Очевидно, что операторы M и L отображают $\hat{R}$ в R . Относительно операторов M и L предполагается следующее:

$$(A) (-1)^{\nu} \int_{\Omega} MP \cdot Pd\Omega \leq 0 \text{ и } (B) (-1)^{\nu} \int_{\Omega} LP \cdot Pd\Omega > 0$$

для всех $P \neq 0 \in R$. Легко заметить, как это следует из сделанного предположения, что отображения $R \xrightarrow{M} R$ и $R \xrightarrow{L} R$ являются изоморфизмами и поэтому операторы M и L имеют обратные M^{-1} и L^{-1} , отображающие R на R .

Пусть $W_2^{(\nu)}$ соболевское пространство функций, имеющих обобщенные производные до ν -ого порядка, суммируемых с квадратом модуля в области Ω и обращающихся в нуль почти везде на Γ вместе с производными до $\nu-1$ -ого порядка.

Теорема. При условии (A) и (B) однородная краевая задача (I), (II) допускает полную систему полиномиальных собственных функций в $W_2^{(\nu)}$.

Доказательство этой теоремы непосредственно вытекает из двух вспомогательных предложений, для установления которых необходимы некоторые предварительные построения.

Применяя с обеих сторон равенства (I) оператор L^{-1} , обратный к оператору L , мы можем однородную краевую задачу (I), (II) в классе полиномов R переписать в виде операторного уравнения

$$\Pi_1 u + 2\lambda \Pi_2 u - \lambda^2 E u = 0, \quad (3)$$

где $\Pi_1 = -L^{-1}M$, $\Pi_2 = -L^{-1}N$.

Введем прямую сумму пространств $R \times R = \dot{H}$. Тогда уравнение (3) можно представить в виде

$$(A - I) \vec{u} + \mu B \vec{u} = 0, \quad \mu = \frac{1}{\lambda}, \quad (4)$$

где $\vec{u} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix}$ элемент пространства $\dot{H}$, а операторы A , B , I заданы с помощью операторных матриц

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 2\Pi_2 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & \Pi_1 \\ E & 0 \end{pmatrix}, \quad I = \begin{pmatrix} E & 0 \\ 0 & E \end{pmatrix}.$$

E — единичный оператор в R .

В самом деле, легко убедиться в том, что если $u \in R$ удовлетворяет уравнению (3), то $\vec{u} = \begin{pmatrix} u \\ 1/\lambda \cdot u \end{pmatrix} \in \dot{H}$ является решением матричного уравнения (4) и, наоборот, если $\vec{u} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix} \in \dot{H}$ является решением матричного уравнения (4), то каждая из компонент вектора $\vec{u}$ удовлетворяет операторному уравнению (3).

Через H_l обозначим прямую сумму пространств $R_l \times R_l$. H_l есть подпространство пространства H со скалярным произведением

$$\langle \vec{p}, \vec{q} \rangle = (p_1, q_1)_R + (\Pi_1 p_2, q_2)_R = (-1)^v \cdot \left\{ \int_{\Omega} L p_1 \cdot q_1 d\Omega - \int_{\Omega} M p_2 \cdot q_2 d\Omega \right\},$$

$$\vec{p} = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}, \vec{q} = \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \end{pmatrix} \in H_l.$$

Из того, что пространство R_l является инвариантным относительно операторов Π_1 и Π_2 (1), очевидно, следует, инвариантность пространства H_l относительно операторных матриц A и B . Далее, поскольку отображение $\tilde{R} \xrightarrow{M} R$ есть изоморфизм, то оператор Π_1 отображает пространство R_l на себя и имеет обратный Π_1^{-1} . Отсюда получаем, что операторная матрица B имеет обратную в виде

$$B^{-1} = \begin{pmatrix} 0 & E \\ \Pi_1^{-1} & 0 \end{pmatrix}.$$

В самом деле, имеем

$$B \cdot B^{-1} = \begin{pmatrix} 0 & \Pi_1 \\ E & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & E \\ \Pi_1^{-1} & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E & 0 \\ 0 & E \end{pmatrix} = I.$$

Аналогично $B^{-1} B = I$.

Применяя с обеих сторон равенства (4) оператор-матрицу B^{-1} , запишем в виде

$$\Pi \vec{u} - \vec{u} = 0,$$

где

$$\Pi \vec{u} = -B^{-1} (A - I) \vec{u} = \begin{pmatrix} u_2 \\ \Pi_1^{-1} u_1 - 2 \Pi_1^{-1} \Pi_2 u_2 \end{pmatrix},$$

для всех $\vec{u} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix} \in H$.

Перейдем теперь к доказательству вспомогательных лемм.

Лемма 1. Оператор Π для любого числа $l \geq 2v$ в H_l имеет полную систему собственных вектор-функций.

Доказательство. Поскольку конечномерное пространство H_l является инвариантным относительно оператора Π , то для доказательства леммы достаточно установить симметричность оператора Π в H_l .

Для любых $\vec{u} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix}$ и $\vec{v} = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix}$ из H_l имеем

$$\langle \Pi \vec{u}, \vec{v} \rangle = (u_2, v_1)_R + (\Pi_1 [\Pi_1^{-1} u_1 - 2 \Pi_1^{-1} \Pi_2 u_2], v_2)_R = (u_2, v_1)_R +$$

$$\begin{aligned}
& + (u_1 - 2\Pi_2 u_2, v_2)_R = (u_1, v_2)_R + (u_2, v_1 - 2\Pi_2 v_2)_R = \\
& = (u_1, v_2)_R + (\Pi_1 u_2, \Pi_1^{-1} v_1 - 2\Pi_1^{-1} \Pi_2 v_2)_R = \langle \vec{u}, \Pi \vec{v} \rangle. \quad (5)
\end{aligned}$$

Здесь мы воспользовались симметричностью операторов Π_1 и Π_2 относительно скалярного произведения $(\cdot, \cdot)_R$.

Равенство (5) означает, что оператор Π в H_1 является симметрическим относительно скалярного произведения $\langle \cdot, \cdot \rangle$ и, следовательно, $(\cdot)$ имеет простую структуру. Лемма доказана.

Лемма 2. Первые компоненты полиномиальных собственных векторов оператора Π являются собственными функциями для краевой задачи (I), (II).

Доказательство. Пусть $\vec{p} = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \end{pmatrix} \in H$ является полиномиальным собственным вектором оператора Π с собственным значением μ , т. е. $\vec{p}$ тождественно не равняется нулю и

$$\Pi \vec{p} - \mu \vec{p} = 0,$$

или в раскрытой форме

$$\begin{cases} p_2 = \mu p_1 \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} \Pi_1^{-1} p_1 - 2\Pi_1^{-1} \Pi_2 p_2 = \mu p_2; \end{cases} \quad (7)$$

p_1 тождественно не равняется нулю, так как в противном случае $\vec{p} = 0$.

Применяя с обеих сторон равенства (7) оператор Π_1 и подставляя значение p_2 , из (6) получим

$$\Pi_1 p_1 + 2\lambda \Pi_2 p_1 - \lambda^2 E p_1 = 0, \quad \lambda = \frac{1}{\mu}.$$

А это значит, что p_1 является собственной функцией для краевой задачи (I), (II).

Сопоставляя леммы 1 и 2, заключаем, что краевая задача (I), (II) имеет полную систему полиномиальных собственных функций в классе всех полиномов, удовлетворяющих граничным условиям (II). А поскольку полиномы, удовлетворяющие условиям (II), образуют плотное множество в $W_2^{(v)}$, то сформулированная выше теорема доказана.

Проиллюстрируем полученный результат на примере.

Пусть в задаче (I), (II) $M = - \sum_{l=1}^r \frac{\partial^{2v}}{\partial x_l^{2v}}, (r \leq m), L = \left(\frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \dots + \frac{\partial^2}{\partial x_m^2} \right)^v = \Delta^v$, а N — произвольный однородный дифференциальный оператор с постоянными коэффициентами порядка $2v$.

Покажем, что оператор M удовлетворяет условию (A), а оператор L условию (B).

В самом деле, для всех $p \in R$ имеем

$$(-1)^{\nu+1} \int_{\Omega} \sum_{i=1}^r \frac{\partial^{2\nu} p}{\partial x_i^{2\nu}} \cdot p d\Omega = - \sum_{i=1}^r \int_{\Omega} \left(\frac{\partial^{\nu} p}{\partial x_i^{\nu}} \right)^2 d\Omega \leq 0, \quad (8)$$

$$(-1)^{\nu} \int_{\Omega} \Delta^{\nu} p \cdot p d\Omega = \sum_{|\alpha|=\nu} \frac{2^{\nu}!}{\alpha_1! \cdots \alpha_m!} \int_{\Omega} \left(\frac{\partial^{\nu} p}{\partial x_1^{\alpha_1} \cdots \partial x_m^{\alpha_m}} \right)^2 d\Omega \geq 0. \quad (9)$$

Из равенства нулю интеграла (9) следует, что p полином степени не выше $\nu-1$, а из принадлежности $p \in R$ следует: $p \equiv 0$. Следовательно, оператор L удовлетворяет условию (B).

Далее из равенства нулю интеграла (8) заключаем

$$\frac{\partial^{\nu} p}{\partial x_i^{\nu}} = 0, \text{ т. е. } p = \sum_{k=0}^{\nu-1} d_k(x') \cdot x_i^k, \quad x' = (x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_m).$$

Отсюда и из того, что p удовлетворяет граничным условиям (II), легко усмотреть, что все коэффициенты $d_k(x')$ равны нулю и поэтому $p \equiv 0$.

Это значит, что оператор $-\sum_{i=1}^r \frac{\partial^{2\nu}}{\partial x_i^{2\nu}}$ удовлетворяет условию (A).

Таким образом, в этом примере существование полной системы собственных функций в $W_2^{(\nu)}$ краевой задачи (I), (II) следует из вышедоказанной теоремы.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР.
Ереванский государственный
университет

Գ. Վ. ՎԻՐԱՔՅԱՆ

Անոտոշ ձև ունեցող եզրային խնդիրների մի դասի սեփական ֆունկցիաների
լրիվություն մասին

Աշխատանքում դիտարկվում է սեփական արժեքների վերաբերյալ հետևյալ համա-
սեռ եզրային խնդիրը՝

$$Mu + 2\lambda Nu + \lambda^2 Lu = 0, \quad (I)$$

$$u \Big|_{\Gamma} = \frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = \dots = \frac{\partial^{\nu-1} u}{\partial n^{\nu-1}} \Big|_{\Gamma} = 0, \quad (II)$$

որտեղ M, N, L -ը $x_1, \dots, x_m$ անկախ փոփոխականների նկատմամբ 2ν ($\nu \geq 1$) կարգի հաստատուն գործակիցներով համասեռ դիֆերենցիալ օպերատորներ են: (I), (II) խնդիրը դիտարկվում է Γ եզրային մակերևույթ ունեցող m -չափանի Ω էյդպսոնիդում. n -ը Γ -ի առ-
տաքին նորմալն է: $\bar{R}$ -ով նշանակենք $x_1, \dots, x_m$ փոփոխականներից կախված բոլոր այն
բազմանդամների բազմությունը, որոնք բավարարում են (II) եզրային պայմաններին:
 M և L օպերատորների վրա դրվում են հետևյալ պայմանները՝

$$(U) \quad (-1)^{\nu} \int_{\Omega} M p \cdot p d \Omega < 0; \quad (F) \quad (-1)^{\nu} \int_{\Omega} L p \cdot p d \Omega > 0;$$

բոլոր այն p -երի համար, որոնք նույնաբար զրո չեն և պատկանում են $\bar{R}$ -ին:

Ապացուցվում է, որ (U) և (F) պայմանների առկայության դեպքում, (I) , (II) համասեռ եզրային խնդիրը թույլ է տալիս բազմանդամային սեփական ֆունկցիաների լրիվ սխեմի սորոկեյան $\bar{W}_2^{(\nu)}(\Omega)$ տարածությունում:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՇԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Р. А. Александрян, Диссертация, МГУ (1949). ² Р. А. Александрян, Докторская диссертация, МГУ (1962). ³ Р. Т. Денчев, Диссертация, МГУ (1959). ⁴ Г. В. Вирабян, Диссертация, ЕГУ (1964). ⁵ С. Г. Овсепян, Диссертация, ЕГУ (1964). ⁶ Т. И. Зеленьяк, ДАН СССР, т. 158, № 6 (1964). ⁷ Ф. Р. Гантмахер, Теория матриц (1954).

БИОФИЗИКА

В. М. Асланян, А. Г. Габриелян, М. А. Новоселер и Э. Г. Товмасян

Влияние ионной силы раствора на ренатурацию ДНК

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятыном 1/V1965 г.)

В настоящее время можно считать установленным, что процесс транскрипции, т. е. матричного синтеза информационной РНК на молекуле ДНК, идет через предварительную частичную денатурацию биспирального комплекса ДНК. При этом каждая макромолекула ДНК может служить матрицей для синтеза большого числа РНК. Отсюда следует, что после каждого акта синтеза ДНК полностью восстанавливает свою нативную структуру. В этой связи возникает ряд вопросов, связанных с ренатурацией макромолекул ДНК.

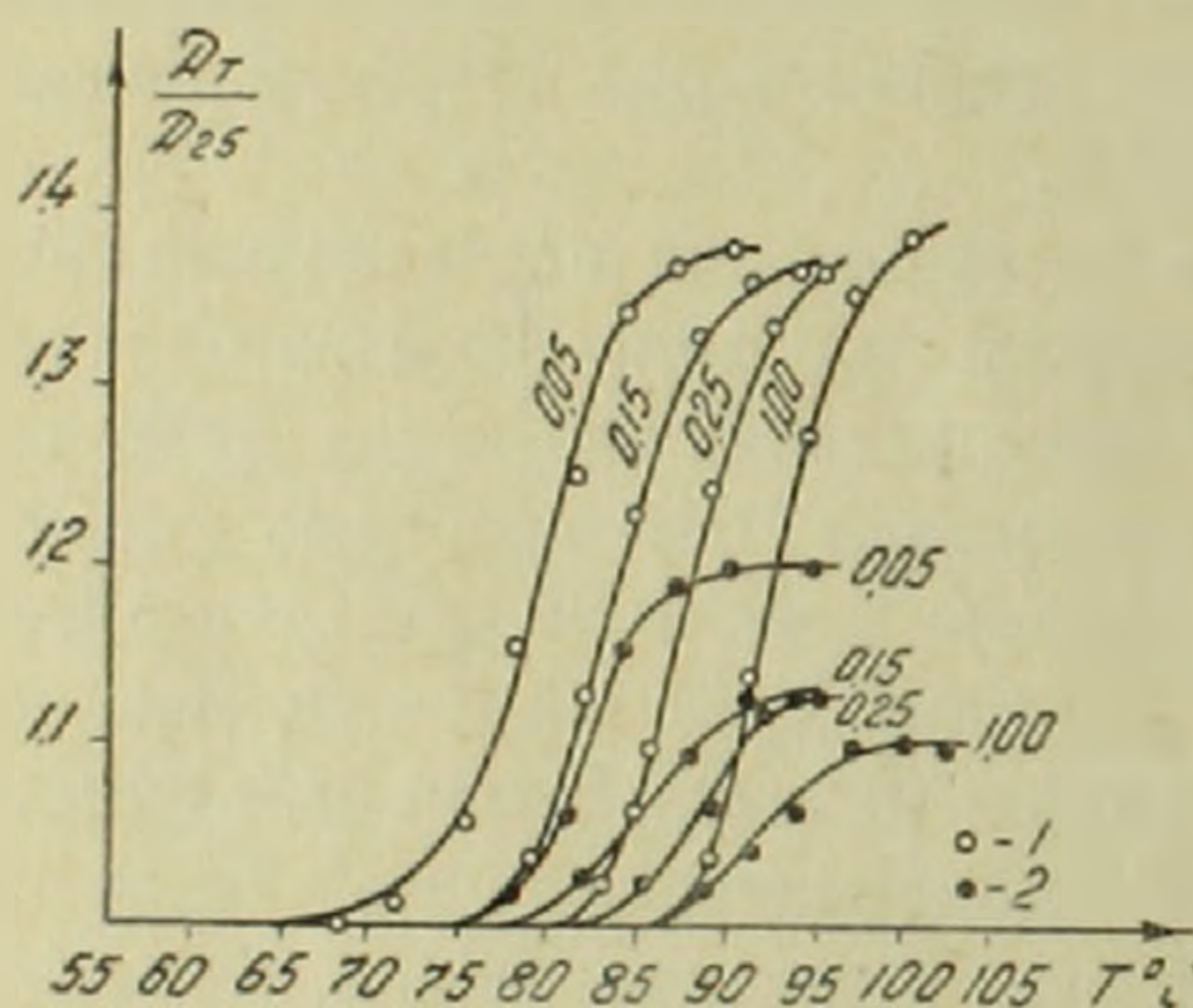
Изучению процесса ренатурации посвящен ряд исследований. Известно, что процесс образования биспиральных комплексов из простых модельных полинуклеотидных цепей, имитирующих структуру ДНК, является обратимым (¹). В случае макромолекул ДНК проблема существенным образом осложняется. Ренатурация в этом случае затруднена из-за гетерогенности ДНК. Исследуемая нами ДНК тимуса телят состоит из нескольких десятков тысяч сортов молекул. Тогда вероятность столкновения двух денатурированных комплементарных нитей будет порядка 10^{-10} . Поэтому ренатурация по сути дела невозможна. Согласно современным представлениям (^{2, 3}), процесс перехода спираль—клубок в растворах ДНК осуществляется в два этапа. На первой стадии происходит частичное расхождение тяжелой биспиральной структуры ДНК и образуются так называемые петли, фиксированные резистентными участками, которые плавятся при более высоких температурах. На второй стадии денатурации происходит полное разделение цепей. Очевидно, что ренатурация частично деспирализованных ДНК вполне возможна и определяется только размерами петель и режимом охлаждения. Затруднение, связанное с нахождением дополнительных друг к другу нитей, снимается. На второй же стадии по вышеуказанной причине денатурация необратима.

Систематическое исследование необратимой тепловой денатурации проводилось Гейдушеком (⁴). Как известно, денатурация хорошо прослеживается по гипохромному сдвигу. Критерием восстановления струк-

туры биополимеров служит остаточный гипохромизм. Остаточный гипохромизм, сопровождающий охлаждение полностью денатурированной гетерогенной ДНК, является в основном результатом мономолекулярной ренатурации, т. е. образования случайных дефектных спиральных участков в пределах одной цепи. Такие спиральные участки характерны для высокомолекулярных РНК.

В последние несколько лет появилась серия работ по изучению переходов спираль—клубок в растворах ДНК в присутствии ионов металлов. Исследование явления тепловой денатурации в солевых растворах интересно по ряду причин. Известно, что в клетке содержится большое число металлических ионов и все биологические процессы, по-видимому, протекают при их участии. Изучение процессов плавления и восстановления биспиральной структуры ДНК в присутствии ионов позволяет составить определенное представление о роли этих ионов в биологических процессах, в частности репликации и транскрипции.

Нами проводилось последовательное исследование обратимости тепловой денатурации растворов ДНК тимуса телят в присутствии ионов Na^+ . Восстановление структуры прослеживалось по сопоставлению кривых гипохромного сдвига и остаточного гипохромизма. При этом кривые гипохромизма были получены двумя способами (⁵). Одновременно проводилось измерение температурной зависимости вязкости.



Фиг. 1. Кривые, характеризующие обратимость денатурации ДНК при разных молярных концентрациях ионов Na^+ . 1 — кривые зависимости относительной оптической плотности растворов ДНК от температуры (кривые гипохромного сдвига); 2 — кривые остаточного гипохромизма.

Подробное изложение методики эксперимента приведено в работе (⁵).

Явление ренатурации исследовалось нами в солевых растворах ДНК при ионных силах ниже 0,4 М NaCl (⁹). На фиг. 1 приведены кривые, характеризующие обратимость денатурации при разных концентрациях ионов Na^+ . Бросается в глаза, что в некоторой температурной области, где уже проявляется гипохромный эффект, кривая остаточного гипохромизма не претерпевает изменения. Последнее означает, что в этой температурной области денатурация полностью обратима, поглощение нативной ДНК и охлажденной полностью совпадают. Это обстоятельство может найти свое объяснение в рамках теории Птицы-

на (³), посвященной выяснению роли взаимодействий дальнего порядка в денатурации ДНК. В работе устанавливается связь между изменением свободной энергии ΔF при переходе спираль—клубок с температурой T и числом сегментов в цепи N :

$$\Delta F = F_{\text{кл}} - F_{\text{сп}} = \Delta F_0 + AT \left(1 - \frac{B}{\sqrt{N}} \right), \quad (1)$$

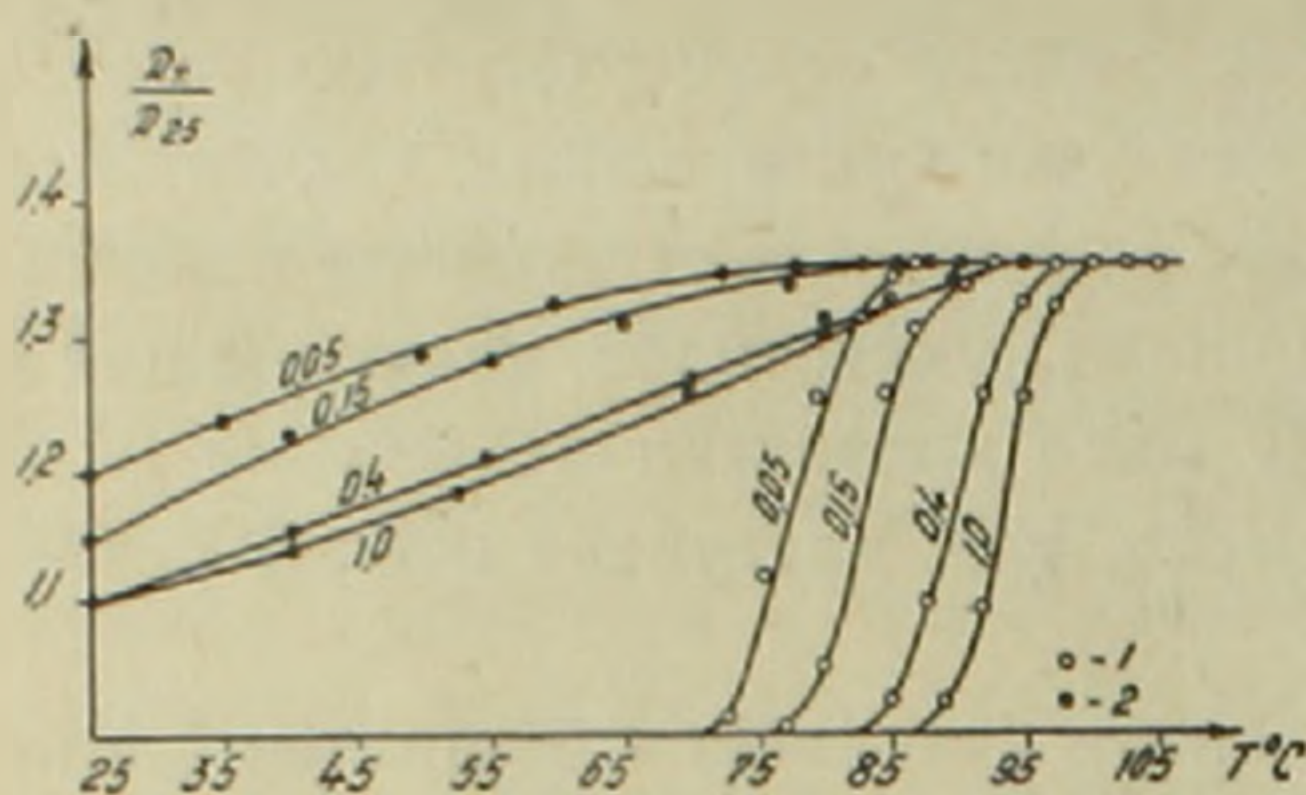
где ΔF_0 — изменение свободной энергии при плавлении без учета сил дальнего действия, A и B — некоторые параметры. Из уравнения (1) следует, что при повышении температуры от значений, при которых $\Delta F > 0$ для любых N , мы вначале должны попасть в область, в которой ΔF положительно для больших N , но отрицательно для малых N . Очевидно, что в этой области полное разрушение биспиральной структуры ДНК термодинамически невыгодно. В то же время частичная денатурация, при которой образуются локальные петлеобразные структуры, оказывается выгодной. Размеры петель определяются теми критическими значениями N , при которых изменение свободной энергии ΔF становится положительным. С повышением температуры число нуклеотидов, участвующих в петлеобразных структурах, возрастает, пока критические значения N не совпадают с полным числом нуклеотидов, т. е. наступает полное разделение нитей ДНК.

С этой точки зрения можно объяснить результаты, приведенные на фиг. 1, из которых следует, что охлаждение солевых растворов ДНК от температур $T \leq T_m$ приводит к почти полному восстановлению оптической плотности нативной ДНК. Очевидно, что в области перехода молекулы ДНК находятся на стадии частичной денатурации. Петлеобразная структура должна ренатурировать значительно легче, чем полностью денатурированная ДНК.

Наблюдаемое на фиг. 1 уменьшение интервала полной обратимости ренатурации с увеличением ионной силы объясняется, по-видимому, тем, что с увеличением ионной силы понижается ΔF . В самом деле, ионы Na^+ экранируют заряды фосфатных групп ДНК и тем самым понижают электростатическое отталкивание нитей. Очевидно, что с повышением ионной силы величина ΔF должна уменьшаться за счет уменьшения $F_{\text{кл}}$, обусловленного экранированием зарядов фосфатных групп. При этом $F_{\text{сп}}$ остается практически неизменной. А это обстоятельство должно облегчить образование петель с большим числом нуклеотидов N и тем самым уменьшить интервал обратимой денатурации. Существование петель определяется, по-видимому, наличием сшивок между нитями ДНК. Такими сшивками в принципе могут быть участки молекулы ДНК, обогащенные Г-Ц парами. Это означает, что в макромолекуле ДНК существуют участки с различной резистентностью. Возникновение необратимости процесса денатурации при нагревании до температур выше T может определяться разрушением участков с повышенной стабильностью. Следовательно, кривая остаточного гипохромизма должна характеризовать плавление более стабильных участков спирали. В пользу этого свидетельствуют два факта. Во-первых, полная денатурация должна характеризоваться разрушением всех водородных связей. Тогда максимальные значения кривых гипохромного сдвига и остаточного гипохромизма должны достигаться при одной температуре. В этом нетрудно убедиться из фиг. 1. Во-вторых, средние точки кривых $\frac{D_T}{D_{25}}$ и $\frac{D_{25}^T}{D_{25}}$

должны быть смещены друг относительно друга. В самом деле, разрушение резистентных участков, т. е. сшивок, должно проходить при более высоких температурах, что также видно на фиг. 1.

Медленное охлаждение растворов ДНК, нагретых до максимальных значений гипохромного эффекта, также сопровождается значительным снижением оптической плотности (фиг. 2). Нагревание растворов ДНК

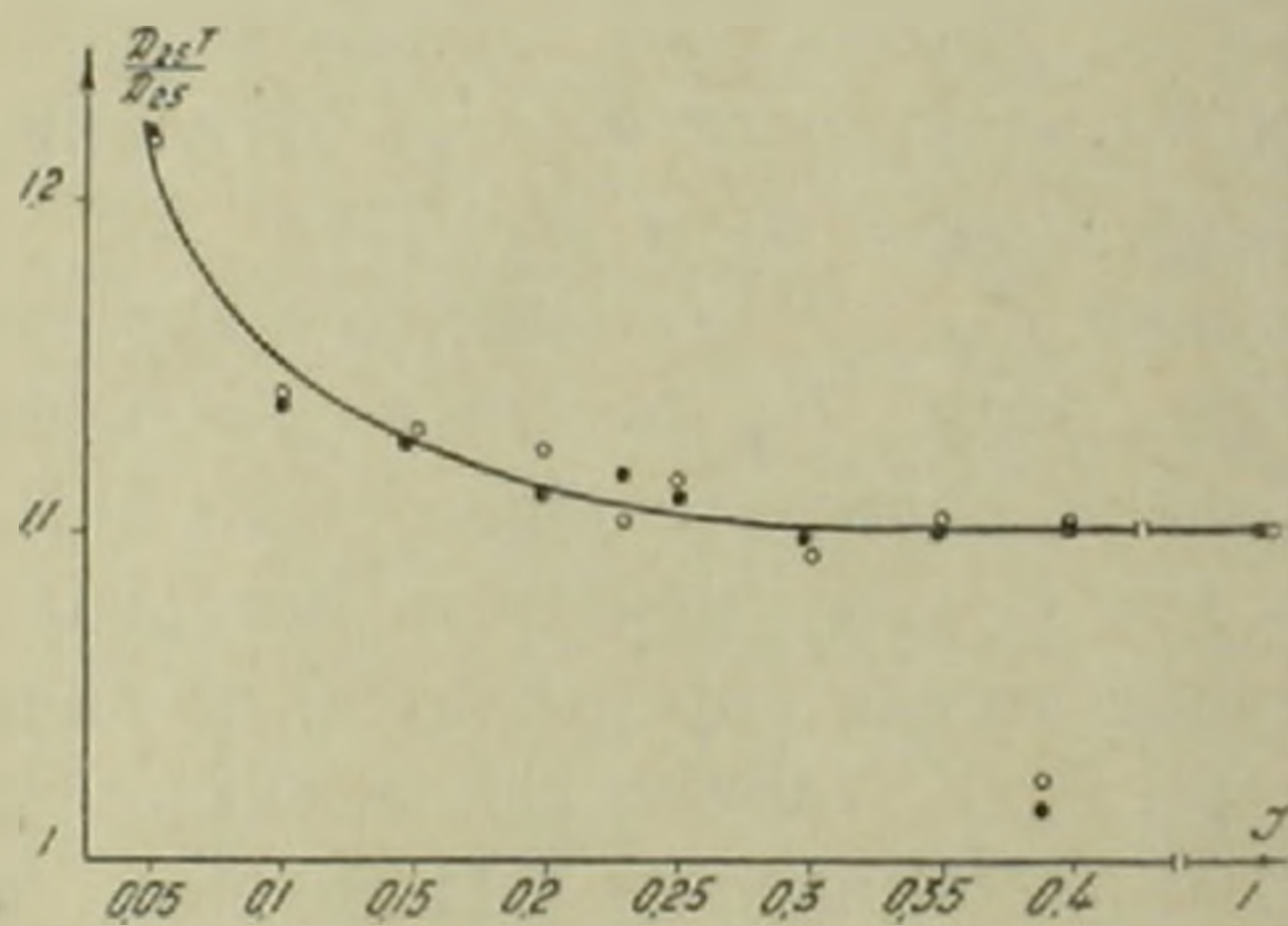


Фиг. 2. Зависимости относительной оптической плотности растворов ДНК разных ионных сил от температуры при нагреве до температур денатурации (1) и медленное охлаждение от этих температур (2).

до максимального сдвига производилось непрерывным способом. При этом наблюдается существенная зависимость остаточного гипохромизма от ионной силы. Чем выше концентрация ионов Na^+ , тем меньше величина оптической плотности охлажденной ДНК. Это вполне естественно, так как при малых ионных силах, когда степень диссоциации нитей макромолекулы ДНК выше, электростатическое отталкивание будет препятствовать образованию как внутри-, так и межмолекулярных водородных связей. Такой же эффект прослеживается по кривым остаточного гипохромизма на фиг. 1, где его максимальное значение понижается с увеличением ионной силы. Можно думать что при большом разбавлении ДНК после охлаждения осуществляются конформации, аналогичные конформации РНК. Для сравнения результатов, полученных нашими двумя методами, на фиг. 3 приведены зависимости относительного остаточного гипохромизма от ионной силы для обоих режимов охлаждения. Видно, что величина остаточного гипохромизма в обоих случаях с увеличением концентрации связываемых ионов стремится к одному и тому же предельному значению, которое заведомо больше оптической плотности, характерной для нативной ДНК. Предельное значение остаточного гипохромизма вероятнее всего характеризует ренатурацию, происходящую по мономолекулярному механизму.

Интересно, что минимальное значение остаточного гипохромизма достигается уже при ионной силе 0,3 М NaCl. Для контроля брался раствор с 1,0 М NaCl. Значение остаточного гипохромизма оставалось неизмен-

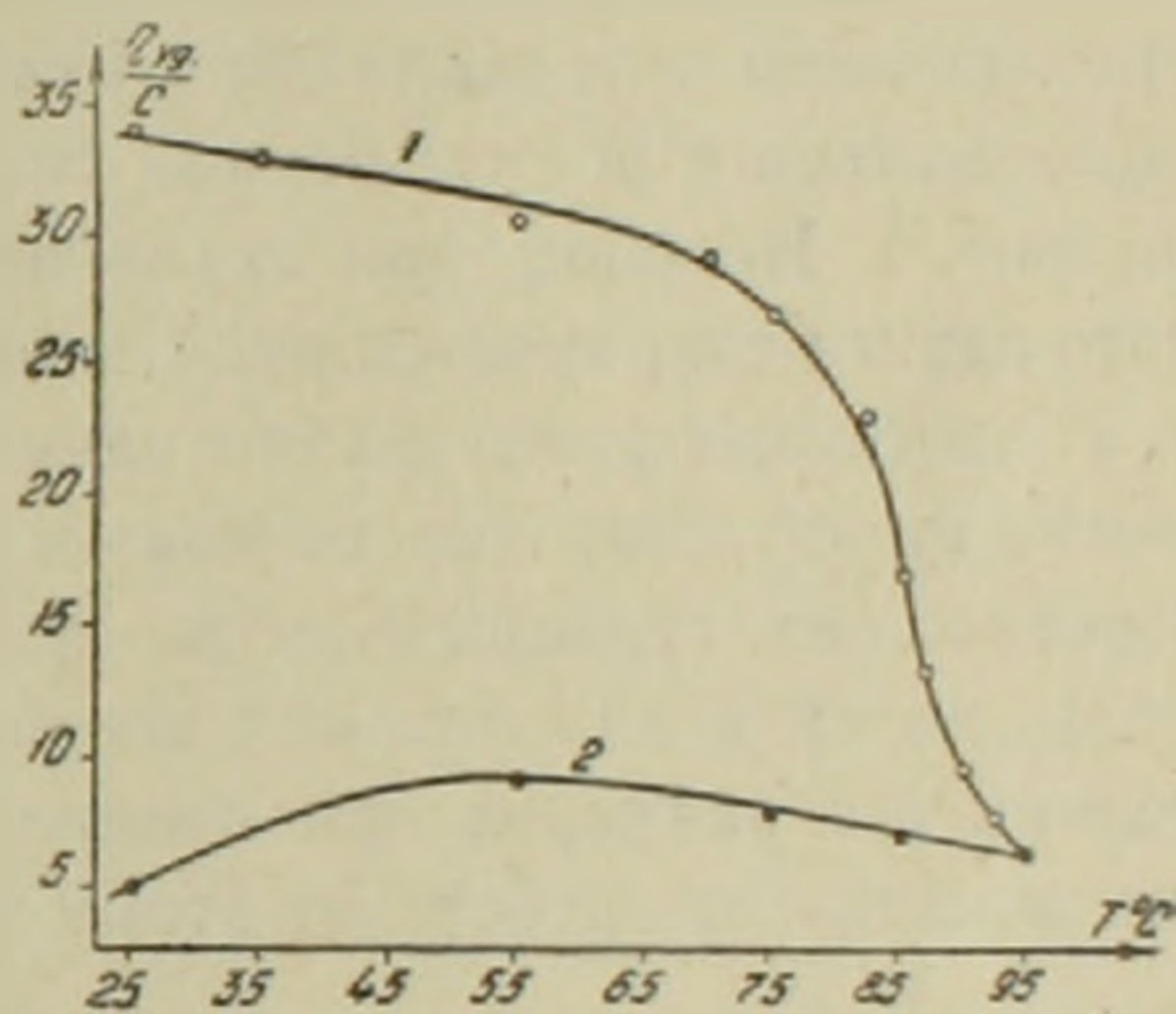
Фиг. 3. Зависимость предельного относительного остаточного гипохромизма от ионной силы для обоих режимов охлаждения; 1 — значение относительной оптической плотности после медленного охлаждения от температуры полной денатурации до 25°C; 2 — максимальное значение остаточного гипохромизма, полученное при нагреве с возвратами к 25°C.



Фиг. 3. Зависимость предельного относительного остаточного гипохромизма от ионной силы для обоих режимов охлаждения; 1 — значение относительной оптической плотности после медленного охлаждения от температуры полной денатурации до 25°C; 2 — максимальное значение остаточного гипохромизма, полученное при нагреве с возвратами к 25°C.

ным. Все вышесказанное позволяет считать, что электростатическое отталкивание, вносящее существенный вклад во взаимодействие дальнего порядка, перестает эффективно влиять на вторичную структуру разделившихся нитей. Тогда предельное значение остаточного гипохромизма соответствует отдельным незаряженным нитям ДНК. Следовательно, уже при ионных силах 0,3М NaCl молекулы образуют максимально возможное число внутримолекулярных водородных связей, т. е. приобретают структуру с максимально возможной степенью спирализации. Об этом же должна свидетельствовать и величина гипохромного эффекта обсуждаемых структур, мерой которой является разность между максимальными значениями гипохромного сдвига и остаточного гипохромизма. И действительно, эта разность приобретает свое предельное постоянное значение в той же области ионных сил.

Охлаждение растворов ДНК от температур, при которых достигается минимальное значение вязкости (фиг. 4), оставляет неизменной ее значение. Видимо, охлаждение сопровождается ренатурацией по мономолекулярному механизму с образованием коротких спиральных «шпильек» (3). Гибкость разделившихся цепей, которой определяются гидродинамические свойства макромолекул, сохраняется за счет хаотически свернутых участков, чередующихся со спиральными отрезками. Таким образом, и температурный ход вязкости также приводит к заключению, что ренатурация в основном проходит по мономолекулярному механизму. В пользу мономолекулярной ренатурации свидетельствует и независимость остаточного гипохромизма от режима охлаждения (фиг. 3). В самом деле, если восстановление структуры шло бы по бимолекулярному механизму, следовало бы ожидать четко выраженную зависимость ренатурации от режима охлаждения, так как число соударений в единицу времени резко падает с понижением температуры. Следовательно, комплементарное сшивание нитей ДНК должно существенно зависеть от скорости охлаждения, что было показано, для бактериальных нуклеиновых кислот (6, 7). В то же время ренатурация по мономолекулярному механизму протекает весьма быстро и не зависит поэтому от режима охлаждения (7). Таким образом, результаты наших экспериментов свидетельствуют в пользу мономолекулярного механизма ренатурации. Однако эти эксперименты не позволяют полностью исключить возможность агрегаций молекул, хотя и исследовались достаточно разбавленные растворы ДНК.



Фиг. 4. Проведение приведенной вязкости при охлаждении растворов ДНК (концентрация 80 г/мл) от температур полной денатурации — кривая 2. Кривая 1 характеризует температурную зависимость вязкости при нагреве.

Весьма интересна прослеженная нами зависимость между температурами, соответствующими средним точкам кривых гипохромного сдвига и остаточного гипохромизма. С повышением ионной силы обе температуры плавления возрастают. При этом, по мере увеличения концентрации ионов Na^+ , значения их сближаются. С ростом ионной силы понижается энергия электростатического отталкивания как А—Т, так и Г—Ц пар. Одним из возможных объяснений сближения температур плавления может быть следующее. Очевидно, что разрыв сшивок в значительной степени должен ускоряться тепловым движением денатурировавших нитей петель, стабилизированных этими сшивками. С ростом ионной силы возрастает температура плавления ДНК, т. е. интенсифицируется тепловое движение частично денатурировавших нитей. Следовательно, должна возрасти и вероятность флюктуаций теплового движения, ведущих к разрыву сшивок. Если к тому же отжиг проводится в течение конечного времени, то при очень высоких температурах плавления T_m можно предполагать, что значения T_m и T'_m должны совпасть. Кроме того, при высоких температурах понижается стабильность Г—Ц пар, что также облегчает разрывы сшивок под воздействием теплового движения нитей. Сближение T_m и T'_m должно сопровождаться уменьшением интервала обратимой денатурации δT , т. е. δT должно уменьшаться с ростом ионной силы, что видно из кривых, приведенных на фиг. 1. Наконец, при охлаждении максимальное значение гипохромного сдвига сохраняется вплоть до температуры плавления T_m (фиг. 2), т. е. частичная ренатурация начинается при температурах ниже T_m , что опять же обусловлено тепловым движением деспирализованных цепей. Процесс ренатурации идет по пути столкновения комплементарных участков нитей и образования центра спирализации с постепенным увеличением его размеров при понижении температуры. Тепловое движение активно противодействует этому процессу.

ВЦ Академии наук Армянской ССР и ЕрГУ

Վ. Մ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Ա. Կ. ԳԱՐՐԻԵԼՅԱՆ, Մ. Ա. ՆՈՎՈՍԵԼՆԵՐ Ե Է. Դ. ԽՈՎՍԱՅԱՆ

Լուծույթի իոնական ուժի ազդեցությունը ԴՆԹ-ի ռենատուրացիայի վրա

Տվյալ աշխատանքը նվիրված է ԴՆԹ-ի ռենատուրացիայի պրոցեսի ուսումնասիրությանը ազդյին լուծույթներում: NaCl աղի կոնցենտրացիան փոփոխվել է լայն սահմաններում: Համաձայն Ջիմի և Պարիցինի տեսական պատկերացումներին՝ հաստատված է, որ դենատուրացիայի պրոցեսը անցնում է երկու փուլ: Առաջին փուլում ռենատուրացիան հիմնականում ընթանում է ռիմոլեկուլյար մեխանիզմով, երկրորդում՝ մոնոմոլեկուլյար: Ցույց է տրված, որ NaCl 0,3 M լուծույթի իոնական ուժի դեպքում մնացորդային հիպոխրոմիզմի մեծությունը հասնում է իր սահմանային արժեքին, որը համապատասխանում է ԴՆԹ-ի լրիվ շիջքավորված թելերի կլանմանը: Այդ նշանակում է, որ էլեկտրոստատիկ վանումը, որը մեծ ներդրում է տալիս հեռազդեցությունների մեջ, այդ իոնական ուժերի դեպքում դադարում է էֆեկտիվ կերպով ազդել մոլեկուլների ստրուկտուրայի վրա: Մանրակրկիտ կերպով քննարկվում է ԴՆԹ-ի մասնակի դենատուրացված թելերի ցերմային շարժման դերը նուկլեինյան թթուների ստրուկտուրայի հալման և վերականգնման պրոցեսներում:

ЛИТЕРАТУРА — ГИЩЦЪЛЪРЪ ВПЪРЪ

- ¹ Дж. Фреско, Б. Альбертс, *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 46, 31 (1960).
² Б. Зимм, *J. Chem. Phys.*, 33, 1349 (1960). ³ О. Б. Птицын, „Биофизика“ 7, 257, 1962. ⁴ Е. П. Гейдушек, *J. Mol. Biol.*, 4, 467 (1962). ⁵ В. М. Асладян, А. Г. Габриелян, М. А. Новоселер, Э. Г. Товмасын, ДАН АрмССР, в печати, 1966. ⁶ П. Доти, Дж. Мармур, Дж. Эйгнер, К. Шильдкраут, *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 46, 461 (1960).
⁷ А. Дж. Ковидл, Д. О. Жордан, *J. Mol. Biol.*, 7, 700 (1963).

АСТРОНОМИЯ

Г. А. Гурзаян, чл.-корр. АН Армянской ССР

Мощная рентгеновская вспышка на Солнце

(Представлено 25/1 1966)

Во время пуска высотной ракеты 1 октября 1965 года зафиксировано появление рентгеновской вспышки на Солнце. Приемниками рентгеновского излучения служили блоки широкоугольных ($\sim 30^\circ$) камер-обскур с очень коротким фокусным расстоянием, равным 10 мм, и сравнительно широким входным отверстием, равным 1 мм в диаметре. В одном блоке было смонтировано девять камер-обскур, по три камеры в одном ряду. Перед входным отверстием каждой камеры были установлены фильтры, представляющие собой алюминиевые фольги разной толщины; в первом ряду толщиной 5 м, во втором—0,5 м, в третьем—0,2 м. Это значит, что первый ряд камер дает изображение Солнца в диапазоне длин волн 0—8 А, второй и третий—длиннее 8 А и примерно до 60 А. Всего было установлено на верхней площадке ракеты, примерно на расстоянии 35 см от ее оси, два блока рентгеновских камер—А и В, направленных в разные стороны; засечки блоков А и В с Солнцем при сканировке, т. е. при вращении ракеты, происходят последовательно, а интервал времени между ними будет зависеть от скорости сканирования. Оба блока были заряжены одинаковой фотографической пленкой УФ-Р НИКФИ.

Засечка Солнца блоком А произошла в 06 часов 58 минут по московскому времени; в это время ракета находилась на высоте 120—130 км. Однако никаких следов рентгеновских изображений Солнца на фотографической пленке не удалось обнаружить. Спустя некоторое время, примерно в 07 часов 04 минуты, происходит засечка Солнца блоком В (при высоте ракеты около 400 км). При этой засечке появляются четкие следы дрейфа изображения Солнца на пленке в области длин волн 8—60 А. Плотность почернения этих следов порядка 0,2. Угловая скорость сканирования ракеты в это время была около 5 градусов в 1 сек. Зная, кроме того, геометрические параметры камеры, можно определить эффективную экспозицию фотографирования; она оказалась около одной секунды. Отсюда уже следует, что засечка Солнца блоком В произошла в тот момент, когда

незадолго до этого на нем появилась рентгеновская вспышка, причем довольно большой мощности.

След от дрейфа Солнца в области $0-8 \text{ \AA}$ во время этой вспышки не вышел, но вышли сильно передержанные (с плотностью $\sim 1,5$) изображения Солнца в этом диапазоне в моменты реверса вращения ракеты. Еще больше оказались плотности почернения — порядка 2,5 — в изображениях $8-60 \text{ \AA}$. Эти данные, а также ряд косвенных соображений приводят к выводу, что в момент реверса ракеты экспозиция была порядка нескольких секунд. Примем для дальнейших расчетов, что она была равна 5 секундам.

К сожалению, мы не располагаем данными об абсолютной чувствительности использованной нами фотопленки в области рентгеновских лучей. Однако, учитывая, что разброс в абсолютных чувствительностях аналогичных фотоматериалов не очень велик (¹⁻²), можно приблизительно принять для пленки УФ-Р: $N_* \approx 5 \cdot 10^7 \text{ фотон/см}^2$ — для области $0-8 \text{ \AA}$ и $N_* \approx 10^8 \text{ фотон/см}^2$ — для области $8-60 \text{ \AA}$, где N_* есть число фотонов, падающих на 1 см^2 поверхности фотопленки, при котором плотность почернения будет 0,2. Приняв коэффициент пропускания алюминиевых фольг в обоих диапазонах равным приблизительно 0,5, найдем отсюда для наблюдаемых потоков рентгеновских фотонов во время вспышки 1 октября 1965 г.: $N \approx 10^9 \text{ фотон/см}^2 \text{ сек}$ — в области $0-8 \text{ \AA}$ и $N \approx 10^{10} \text{ фотон/см}^2 \text{ сек}$ — в области $8-60 \text{ \AA}$. Нормальный поток невозмущенного Солнца в области $0-8 \text{ \AA}$ в среднем порядка $I_0 \approx 0,0004 \text{ эрг/см}^2 \text{ сек}$ или $N_0 \approx 10^5 \text{ фотон/см}^2 \text{ сек}$, а для области $8-60 \text{ \AA}$ порядка $I_0 \approx 0,5 \text{ эрг/см}^2 \text{ сек}$ или $N_0 \approx 10^9 \text{ фотон/см}^2 \text{ сек}$ (³⁻⁵). Абсолютный рост интенсивности рентгеновского излучения во время вспышки 1 октября 1965 г. составляет поэтому примерно один порядок — для области $8-60 \text{ \AA}$ и три-четыре — в области $0-8 \text{ \AA}$.

Хотя приведенные выше оценки интенсивности рентгеновской вспышки носят весьма приближенный характер, порядок величины полученных результатов трудно ставить под сомнение. Тогда приходится сделать вывод о необычной мощности рентгеновской вспышки 1 октября 1965 г.; во всяком случае рентгеновская вспышка подобной мощности, насколько нам известно, раньше не была зарегистрирована. В какой-то степени эту вспышку можно сравнить со вспышками 31 августа 1959 г. (⁶) и 11 августа 1960 г. (⁷); они, однако, зарегистрированы в диапазоне очень высоких энергий фотонов — выше 20 кэВ , т. е. в области волн, короче $1 \text{ \AA}$.

Рентгеновская вспышка 1 октября 1965 г., конечно, вызвана сильным повышением активности в сравнительно небольших, локальных областях поверхности Солнца. Приняв величину площади, ответственной за эту вспышку, равной $\sim 10^{-4} \odot$ (вспышка балла 1—2), можно найти отсюда локальный рост интенсивности; он получается

порядка 10^8 —для области 0—8 Å, и $\sim 10^9$ —для 8—60 Å. Если перейти отсюда к эффективным температурам, то они получаются равными:

$T_{eff} \sim 10^9$ °K — для области 8—60 Å и $T_{eff} \geq 10^9$ °K — для 0—8 Å.

Сводка основных данных, относящихся к рентгеновской вспышке 1 октября 1965 г., приведена в табл. 2.

Для выявления полной картины вспышки 1 октября 1965 г., разумеется, следовало бы привлечь и данные, относящиеся к другим формам проявления активности Солнца, а также данные о некоторых геофизических явлениях. Такими данными мы в настоящее время не располагаем, за исключением сообщения Е. К. Харадзе и Ц. С. Хечуриани, любезно присланного нам, о том, что ими была зарегистрирована хромосферная вспышка балла 1 утром 30 сентября. Эта вспышка была связана с активной областью, находящейся в северо-восточном квадрате Солнца, которая прошла через меридиан 2—3 октября, оставаясь активной в течение всех этих дней. Кроме того, было зарегистрировано усиление полного потока радиоизлучения на волне 1.43 м с 29 сентября по 4 октября с максимумом 2-го октября, когда полный поток на этой волне оказался в два раза больше по сравнению с излучением спокойного Солнца.

Таблица 1

Рентгеновская вспышка на Солнце 1 октября 1965 г.

Диапазон Å	Поток от невозмущенного Солнца		Поток во время вспышки N $\frac{\text{фотон}}{\text{см}^2 \text{ сек}}$	Локальный рост интенсивности $\frac{N}{N_0} \times 10^4$	Эффектив. температура T_e °K
	I_0 эрг/см ² сек	N_0 $\frac{\text{фотон}}{\text{см}^2 \text{ сек}}$			
0—8	0,0004	$\sim 10^5$	$\sim 10^9$	$\sim 10^3$	$> 10^9$
8—60	0,5	$\sim 10^9$	$\sim 10^{10}$	$\sim 10^5$	$\sim 10^9$

Рентгеновская вспышка 1 октября 1965 г., безусловно, имеет нетепловую природу; во всяком случае, попытка объяснить это излучение обычным bremsstrahlung-ом будет связана с непреодолимыми трудностями и, прежде всего, с необходимостью иметь исключительно высокую электронную температуру—порядка 10^9 °K—в том объеме среды, где происходит генерация излучения. Магнитотормозный (синхротронный) механизм, как наиболее распространенный способ генерации излучения нетепловой природы, вряд ли мог быть ответственным за эту вспышку; при тех величинах магнитных полей, которые имеются в солнечных пятнах (10^2 — 10^3 гаусс), энергия релятивистских электронов должна быть порядка 10^{10} эв (!). Не исключена возможность, что рентгеновская вспышка 1 октября 1965 г. вызвана появлением в атмосфере Солнца, вероятно, в его надхромосферных слоях так называемых быстрых электронов с энергией 10^6 — 10^7 эв, рассея-

ние которых на обычных световых квантах (в основном инфракрасных) и может порождать рентгеновские фотоны (обратный комптон-эффект). Как показывает предварительный анализ, для объяснения наблюдаемого потока рентгеновского излучения в диапазоне 8—60 Å (табл. 1) достаточно перехода в указанный диапазон 10^{-1} части общего количества длинноволновых квантов, испускаемых активной (локальной) областью фотосферы. Эта доля для диапазона 0—8 Å составляет 10^{-5} от общего количества длинноволновых квантов.

Что касается быстрых электронов с энергией 10^6 — 10^7 эв, то они могут появляться в атмосфере Солнца, по всей вероятности, в результате ядерных распадов вещества, выброшенного из недр Солнца, преимущественно из областей солнечных пятен.

Выражаю глубокую благодарность Э. А. Казаряну и Р. А. Епремяну, принявшим участие в подготовительных работах эксперимента, а также В. М. Уваровой и М. Р. Шпольскому за поставку фотопленки.

Филиал Бюраканской астрофизической обсерватории
Академии наук Армянской ССР

Գ. Ա. ԳՈՒՐԶԱԴՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ

Ռեկտգեոյան ճառագայթման հզոր բոնկում Արեգակի վրա

1965 թ. հոկտեմբերի 1-ին արձակված հրթրոի օգնությամբ արձանագրվել է բացառիկ հզոր բոնկում Արեգակի վրա՝ ռենտգենյան ճառագայթներում: Բոնկման ինտենսիվությունը գերազանցել է սովորական պայմաններում Արեգակի ռենտգենյան ճառագայթման ինտենսիվությանը մոտ տասն հազար անգամ՝ 0—8 անգամորո՞ւմ հատվածում, և մոտ հարյուր անգամ՝ 8—60 անգամորո՞ւմ: Էֆեկտիվ ջերմաստիճանը այս դեպքում կազմում է մոտ 10^9 °: Այստեղից ակնհայտ է դառնում հիշյալ բոնկման ոչ ջերմային բնույթը: Ամենայն հավանականությամբ բոնկումը հարուցվում է հակառակ կոմպտոնյան էֆեկտիվ, պայմանավորված սրագ էլեկտրոններով, որոնք իրենց հերթին հայտնվում են Արեգակի մթնոլորտում միջուկային տրոհման հետևանքով:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. П. Лукирский, И. А. Карпович, Оптика и спектроскопия, VI, вып. 5, 685, 1959. ² М. А. Руми, В. Н. Щемелев, А. П. Лукирский, Известия АН СССР, XXV, № 8, 1066 (1961). ³ Т. А. Чабб, Х. Фридман, Р. В. Креплин, Дж. Е. Купперман, J. Geophys. Res., 62, 389, 1957. ⁴ Х. Фридман, Сб. „Космическая астрофизика“, И—Л, М., стр. 136, 1963. ⁵ С. Л. Мандельштам, И. П. Тиндо, Ю. К. Воронько, А. И. Шурегин, Б. Н. Васильев, Искусственные спутники Земли, вып. 10, 12, 1961; вып. 11, 3, 1961. ⁶ Т. А. Чабб, Х. Фридман, Р. В. Креплин, J. Geophys. Res., 65, 1831, 1960. ⁷ Дж. Р. Уинклер, Т. К. Май, А. Дж. Месли, I. Geophys., Res., 66, 316, 1961.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Л. Самвелян, О. А. Чалтыкян, чл.-корр. АН Армянской ССР, и Н. М. Бейлерян

Влияние температуры на скорость распада персульфата калия
 в водных растворах поливинилового спирта

(Представлено 28/IV 1966)

Очень мало работ посвящено изучению кинетики окисления спиртов персульфатами, а данных о кинетике реакции персульфатов с поливиниловым спиртом в литературе вообще не имеется.

Бартлеттом и Котманом ⁽¹⁾ предполагается, что окисление метанола персульфатом при 79,5°C инициируется двумя возможными актами (а) и (б): ион-радикалами $SO_4^{\cdot -}$, образующимися термическим распадом персульфата по акту (а) SO_4^{2-} и непосредственной реакцией, протекающей между персульфатом и метанолом:



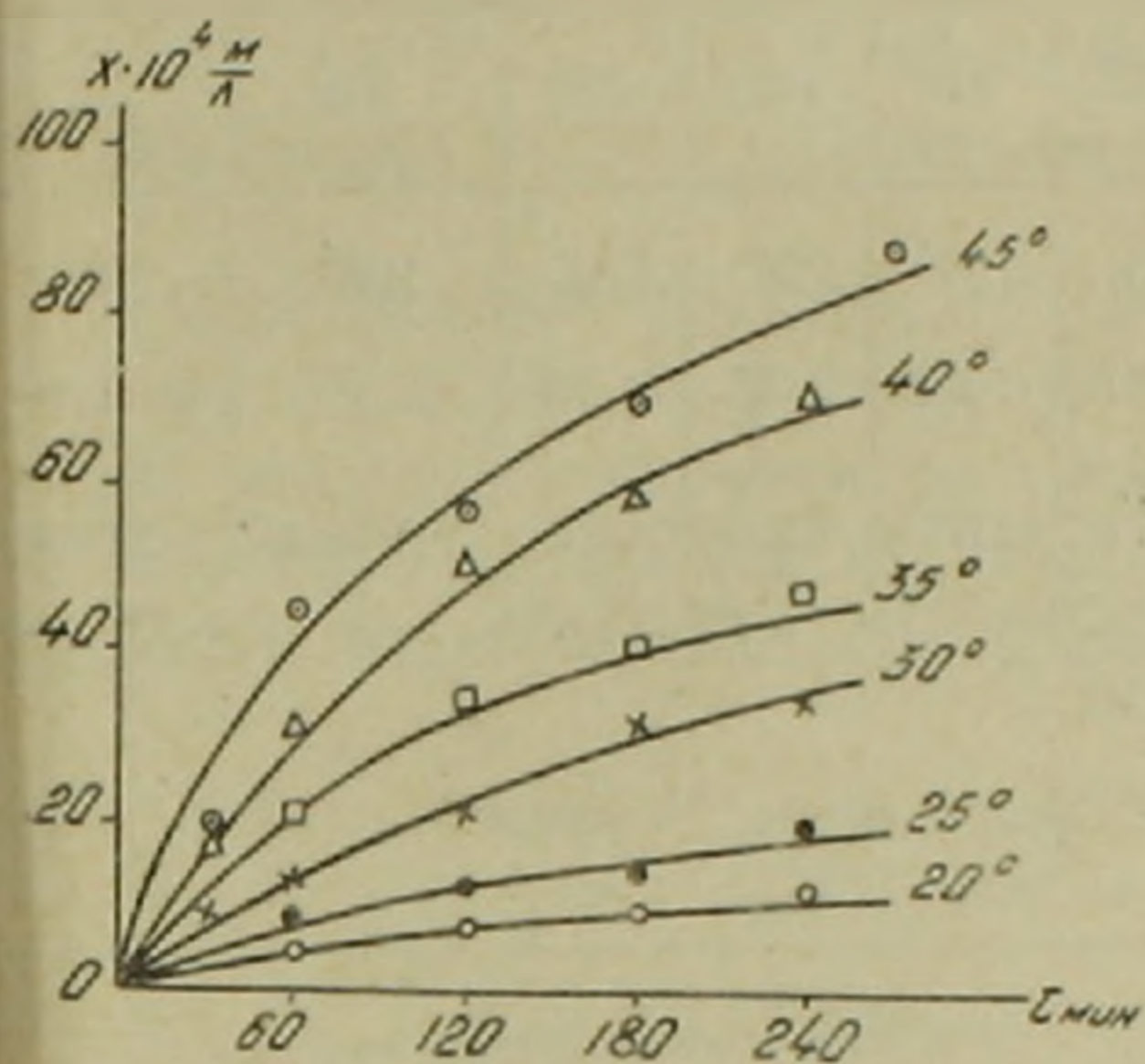
Боун и Марджерисон ⁽²⁾, исследуя окисление этанола в 50-процентных водных растворах персульфата, установили, что окисление в отсутствие катализаторов протекает при температурах выше 40°C с энергией активации, равной 28,3 ккал/моль.

Изучая окисление изопропилового спирта персульфатом при 40°C, Левитт и Малиновский ⁽³⁾ предполагают нерадикальный механизм реакции. Однако в работе ⁽⁴⁾ показано, что аллилацетат значительно ингибирует реакцию персульфат—изопропанол. Автором предполагается, что упомянутая реакция радикальная.

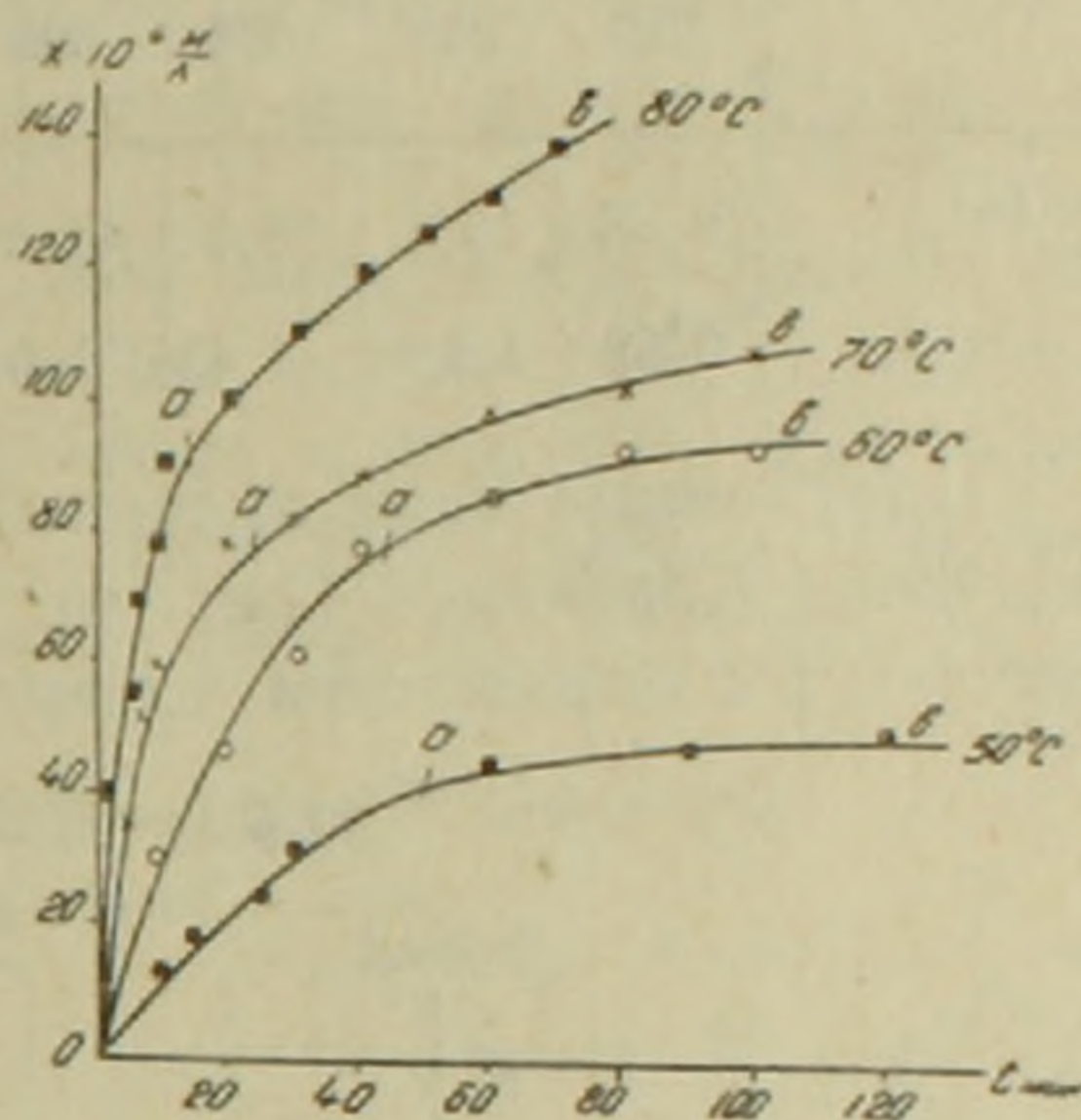
Исследованием кинетики термического распада персульфата калия в водных растворах поливинилового спирта (ПВС) при 60°C авторами данной работы установлен радикальный характер указанной реакции ⁽⁵⁾. Предложена кинетическая схема, предполагая, что в первичном акте реакции имеет место гомолитический распад персульфата, а ПВС включается в следующие акты цепного распада персульфата. Кроме того, установлена также независимость скорости этой реакции от pH среды и наличия кислорода. В ходе реакции образуется ни в чем не растворимый полимер, по-видимому, сшитый ПВС

Цель настоящей работы изучить кинетику распада персульфата в водных растворах ПВС в широком интервале температур от 20° до 80°С.

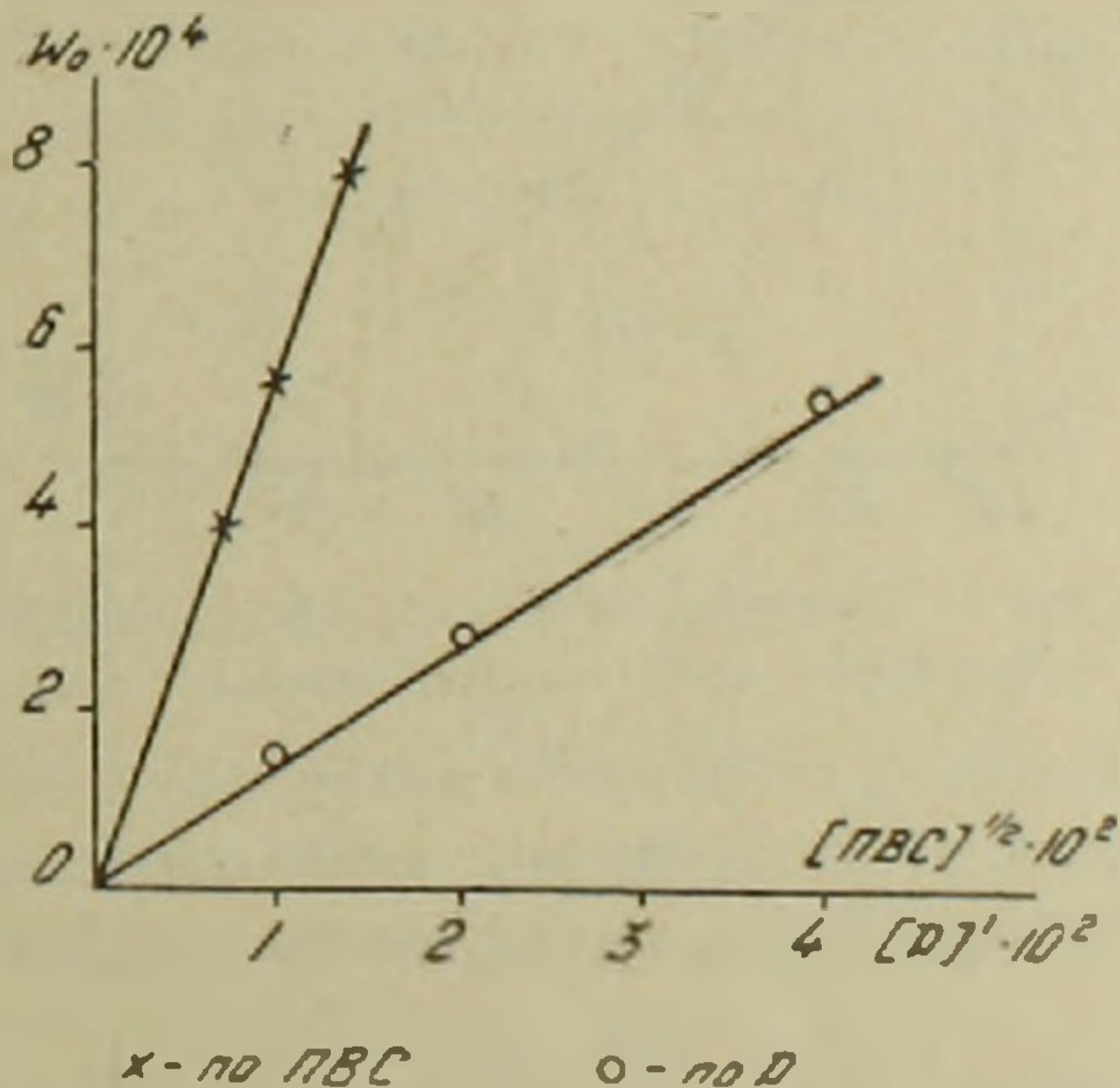
Методика работы описана нами ранее (5). На фиг. 1 и 2 приведены кинетические кривые, полученные при температурах от 20° до 80°С. На оси ординат отложены вошедшие в реакцию иодометрически определенные количества персульфата в молях/литр, на оси абсцисс—время в минутах.



Фиг. 1. Влияние температуры на скорость реакции персульфат калия—поливиниловый спирт ниже 50°С.



Фиг. 2. Влияние температуры на скорость реакции персульфат калия—поливиниловый спирт выше 45°С.



Фиг. 3. Определение порядка реакции персульфат калия—поливиниловый спирт по отдельным компонентам.

Фиг. 3 показывает зависимость начальной скорости реакции от начальных концентраций персульфата и ПВС. Из фиг. 3 следует, что при всех приведенных температурах скорость начального периода реакции описывается уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = k_{эфф} (P) (\text{ПВС})^{1/2} \quad (1)$$

Из фиг. 1 и 2 видно, что независимо от температуры после некоторого превращения персульфата наступает самоторможение.

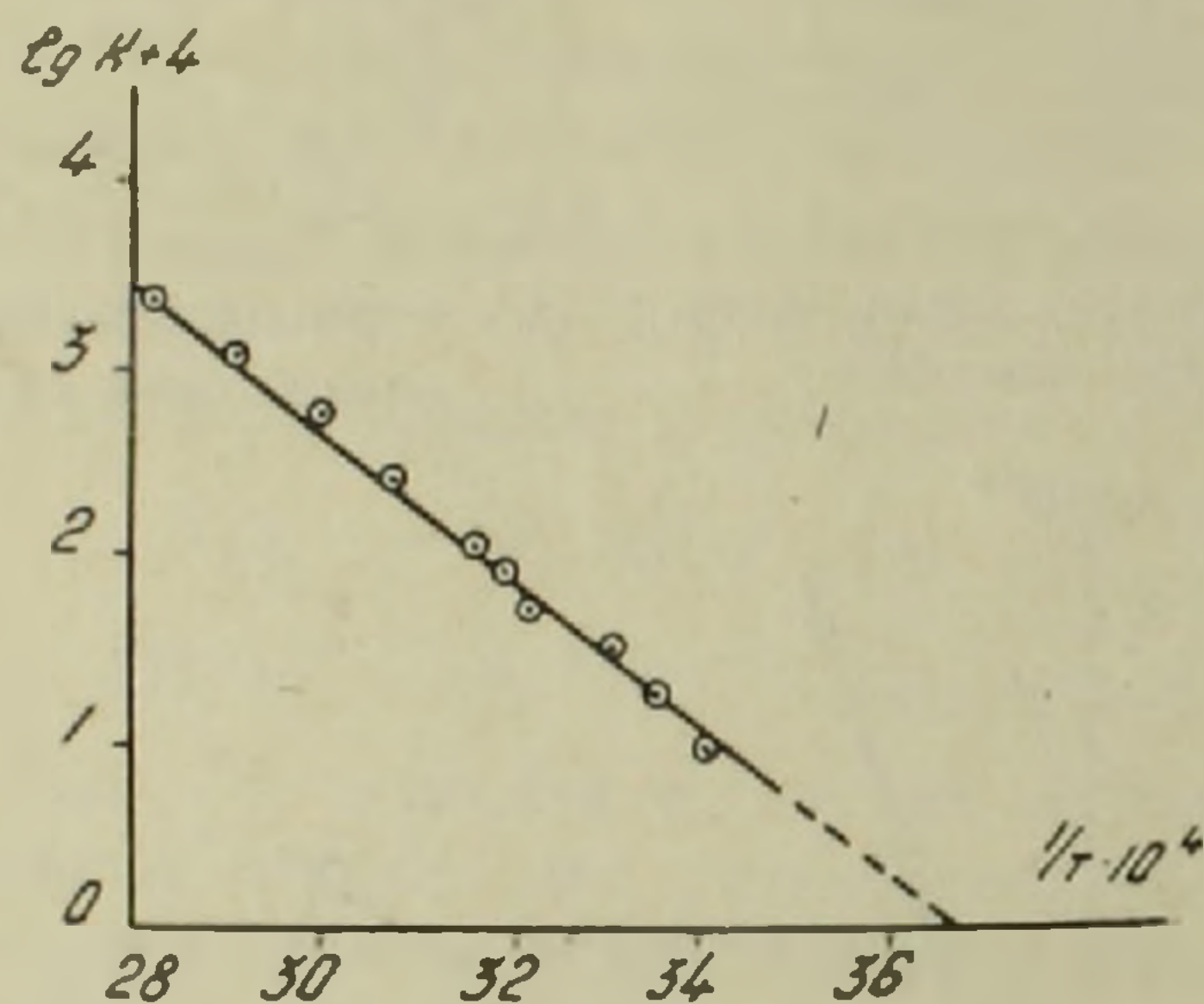
Нами был построен график в координатах $\frac{1}{\sqrt{p-x}}$ — время, где $(p-x)$ текущая концентрация персульфата в молях/литр и вычислены константы скорости k при различных температурах. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

T°K	293	298	303	308	313	318	323	333	343	353
$k \cdot 10^4$	6,66	13,8	28,6	44,4	75	104	226	544	1065	2460
$\lg k+4$	0,82	1,14	1,45	1,65	1,87	2,02	2,35	2,75	3,02	3,4

Полученные нами значения константы скорости удовлетворяют уравнению Аррениуса (фиг. 4). Зависимость константы скорости от температуры выражается уравнением:

$$k = 4,4 \cdot 10^{10} \exp(-18200/RT) \text{ л}^{1/2} \text{ моль}^{-1/2} \text{ мин}^{-1} \quad (2)$$



Фиг. 4. Температурная зависимость реакций персульфат калия—поливиниловый спирт.

Из фиг. 4 вытекает, что в большом интервале температур механизм реакции не меняется. В этом случае закономерности, установленные при температурах выше 50°C, должны соблюдаться и при более низких температурах.

В табл. 2 приведены кинетические данные, полученные при различных pH раствора.

Таблица 2

T=30°C (P) ₀ =(ПВС) ₀ =0,02 моль/л							
pH	Время в мин	0	30	60	120	180	250
0,8	$x \cdot 10^4 \text{ моль/л}$	0	20	31	50	58	69
4,6		0	22	31	48	58	68
10,5		0	17	30	49	57	69

Как следует из приведенных данных рН среды и при 40°C не влияет на скорость распада персульфата в водных растворах ПВС.

Данные табл. 3 указывают на отсутствие влияния кислорода на скорость реакции при 30°C.

Таблица 3

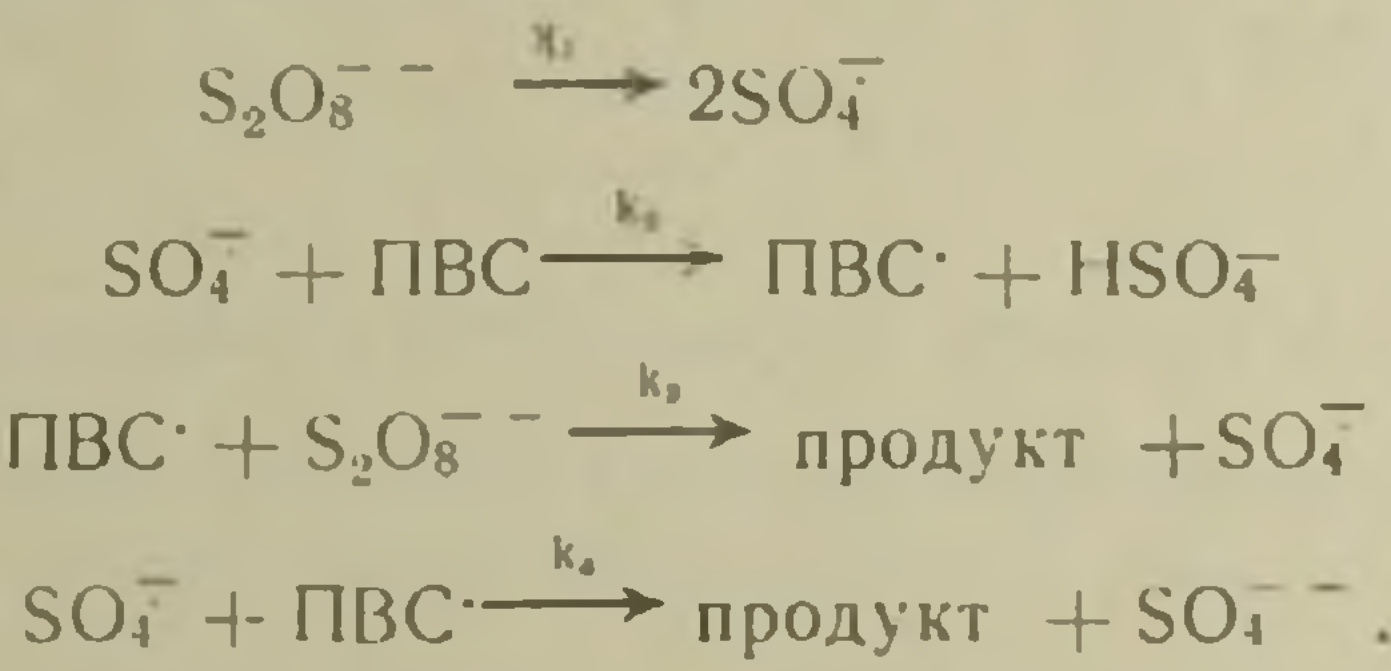
T=30°C, (P) = (ПВС) = 0,02 моль/л							
	Время в мин	0	30	60	120	180	240
В атмос. воздуха	$x \cdot 10^4$ моль/л	0	9	13	21	31	34
В атмос. азота	$x \cdot 10^4$ моль/л	0	10	12,5	21	30	35

При ведении реакции при 60°C нами было установлено ⁽⁵⁾ образование ни в чем не растворимого желтого осадка. Уменьшение вязкости реакционной смеси во времени также и при 60°C указывает на то, что ПВС сшивается и осаждается. При 30°C также образуется осадок и вязкость раствора уменьшается (табл. 4).

Таблица 4

T = 30°C; P = 0,02 моль/л 0,176 г ПВС в 10 мл реак. смеси						
Время измерения в минутах	0	12	110	170	230	2880
Время истечения раствора в вискозиметре Оствальда ($d = 0,6$ мм) в секундах	198	156	154	152	148	120

Из вышеприведенных экспериментальных данных следует, что предполагаемую нами кинетическую схему ⁽⁵⁾ можно считать применимой в интервале температур от 20° до 80°C



Такая кинетическая схема приводит для начального периода реакции к выражению скорости реакции, аналогичному с уравнением (1);

$$W = k_{эфф} (P) (ПВС)^{1/2},$$

$$\text{где } k_{эфф} = \sqrt{\frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{k_4}}, \tag{3}$$

$$\text{или } \lg k_{эфф} = \frac{1}{2} (\lg k_1 + \lg k_2 + \lg k_3 - \lg k_4),$$

$$\text{откуда } E_{эфф} = \frac{1}{2} (E_1 + E_2 + E_3 - E_4). \tag{4}$$

По нашим данным $E_{\text{персульф}} = 18,2 \text{ ккал/моль}$, по литературным данным $E_1 = 26 - 33,5 \text{ ккал/моль}$. (6)

Можно считать, что $E_1 = 30 \text{ ккал/моль}$, $E_1 \approx 0$. Подставляя эти значения в (4) мы получаем:

$$18,2 = \frac{1}{2} (30 + E_2 + E_3),$$

$$36,4 - 30 = 6,4 = E_2 + E_3,$$

получается, что сумма энергий активации элементарных актов продолжения цепи около 7 ккал/моль — приемлемое для актов свободный радикал + молекула.

Выводы. 1. Показано, что в большом интервале температур от $20^\circ - 80^\circ \text{C}$ скорость реакции персульфата с поливиниловым спиртом описывается одним и тем же уравнением:

$$W = k (P) (\text{ПВС})^{1/2}.$$

Зависимость константы скорости от температуры выражается уравнением:

$$k = 4,4 \cdot 10^{10} \exp \left(- \frac{18200}{RT} \right) \text{ л}^{1/2} \cdot \text{моль}^{-1/2} \cdot \text{мин}^{-1}.$$

2. Во всем указанном интервале температуры кислород, а также pH среды не влияют на скорость реакции. В ходе реакции образуется ни в чем не растворимое вещество, приводящее к уменьшению вязкости реакционного раствора. Предполагается, что реакция персульфат + поливиниловый спирт при температурах от 20° до 80°C протекает одним и тем же механизмом. Предполагается также, что первичный акт реакции — это гомолитический распад персульфата.

Ереванский государственный
университет

Ա. Լ. ՍԱՄՎԵԼՅԱՆ, Հ. Հ. ՉԱԼԹԻԿՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ԲՊՐԱԿԻԳ-անդամ, Ե Ն. Մ. ԲԵՅԼԵՐՅԱՆ

Պոլիվինիլսպիրտի ջրային լուծույթում պերսուլֆատի ֆայֆայման արագության վրա ջերմաստիճանի ազդեցությունը

Ուսումնասիրվել է պոլիվինիլսպիրտի ջրային լուծույթում կալիումի պերսուլֆատի քայքայման արագության վրա ջերմաստիճանի ազդեցությունը: Ցույց է տրվել, որ $20-80^\circ \text{C}$ ջերմաստիճանային միջակայքում պերսուլֆատ-պոլիվինիլսպիրտ ռեակցիայի արագությունը արտահայտվում է հետևյալ հավասարումով՝

$$W = k (P) (\text{ПВС})^{1/2}.$$

Արագության հաստատունի կախվածությունը ջերմաստիճանից արտահայտվում է հետևյալ հավասարումով՝

$$k = 4,4 \cdot 10^{10} \exp \left(- \frac{18200}{RT} \right) \text{ л}^{1/2} \cdot \text{մոլ}^{-1/2} \cdot \text{րոպե}^{-1}$$

Ջերմաստիճանային ամբողջ միջակայքում թթվածինը և միջավայրի pH-ը ռեակցիայի արագության վրա չեն ազդում: Ռեակցիայի ընթացքում առաջանում է ոչ մի լուծիչի մեջ չլուծվող պրոդուկտ, որը բերում է միջավայրի մածուցիկության փոքրացման: Ենթադրվում է, որ $20-80^\circ \text{C}$ ջերմաստիճանային միջակայքում ռեակցիայի մեխանիզմը չի փոխվում և որ ռեակցիայի սկզբնական ակտը պերսուլֆատի հոմոլիտիկ քայքայումն է:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՇՈՒՄ ԵՎ ԶՈՒՆ

¹ Бартлетт и Котман, J. Am. Chem. Soc. 71, 1419 (1949). ² Боун и Марджерисон, Tr. Far. Soc. 51, pt. 7, 925 (1955). ³ Левитт и Малиновский, J. Am. Chem. Soc. 77, 4517 (1955). ⁴ Виберг, J. Am. Chem. Soc. 81, 252 (1959). ⁵ Бейлерян, Самвелян, Чалтыкян, Варданян, Арм. хим. журнал (в печати).

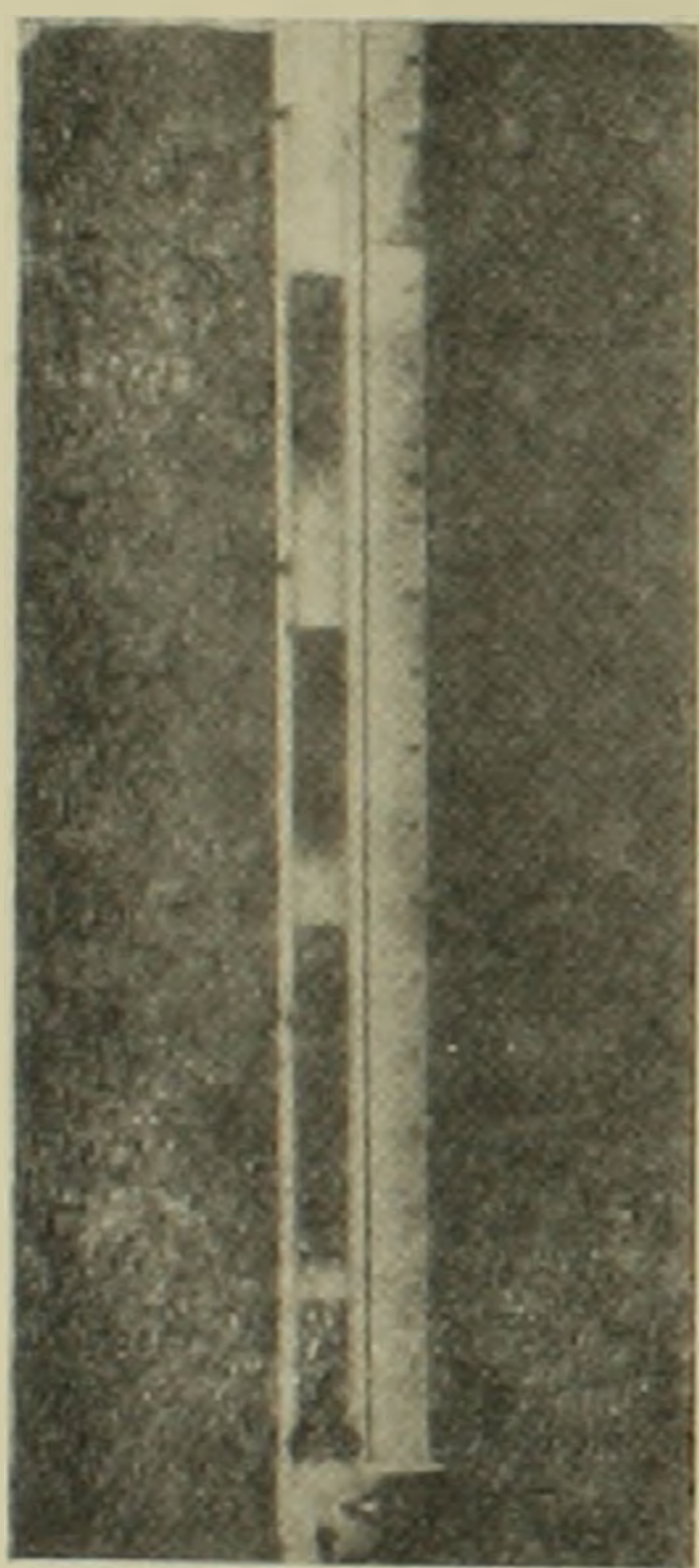
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. М. Гаспарян и Р. М. Мирзаханян

О физической сущности псевдооживления в поршневом режиме

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. В. Егiazаровым 10/II 1966)

Если в цилиндрическую колонку со сетчатым дном засыпать зернистый материал и потоком воздуха привести его в псевдооживленное (ПО) состояние, то получится картина, приведенная на фиг. 1. Такое



Фиг. 1.

псевдооживление (ПО), когда в колонке образуются сгустки частиц (темные участки), называемые «поршнями», и пустоты, заполненные воздухом и называемые «пузырями», представляет собой неравномерное ПО в поршневом режиме. Это явление исследовано многими авторами, но его теория еще нуждается в дальнейшей разработке.

Литература, посвященная псевдооживлению, обобщена в монографиях М. Лева (1), С. С. Забродского (2) и Дэвидсона и Харрисона (3). Забродский (4) впервые указал, что неподвижный столб материала оживляется постепенно, начиная с верхних слоев, однако данное им объяснение этого явления, на наш взгляд, неправильно.

Высказанное многими авторами предположение о том, что непрерывная фаза неравномерно псевдооживленного слоя (в нашем случае поршни) имеет концентрацию, характерную для начала псевдооживления, нами подтверждено прямыми измерениями.

Авторами вышеупомянутых работ подчеркивается, что объяснение зарождения пузырей в ПО системах остается недостаточным. Нам кажется, что настоящее сообщение ликвидирует этот пробел.

Лева, Дэвидсон и Харрисон и другие авторы высказывают мнение, что на степень равномерности ПО влияют плотность и вязкость оживающего агента. В подтверждение этого приводятся данные Льюнга (5), который показал, что сферы из фенольных пластмасс, при обычном давлении

зии, углекислотой ожижаются неравномерно, а при давлении 42,2 ат. псевдооживление становится равномерным. Дэвидсон и Харрисон склонны это объяснить увеличением плотности углекислоты в 70 раз. Нам кажется, что опыты Льюнга являются подтверждением изложенного в пункте 4 настоящего сообщения о влиянии давления на степень неоднородности ПО.

Дэвидсон и Харрисон наиболее полно развили теорию двухфазного псевдооживления. При этом, как подчеркивают они, «в качестве исходного положения принято, что поведение псевдооживленных систем может быть объяснено на основе анализа поведения пузырей ожижающего агента, движущихся через слой частиц». Нам же кажется, что поведение псевдооживленного слоя обуславливается свойством твердой фазы — образовать сгустки (поршни, «непрерывная фаза») постоянной концентрации, а также динамикой процесса и закономерностями стесненного падения, как это видно из настоящего сообщения.

1. *О процессе псевдооживления неподвижного слоя.* Если сразу прекратить подачу воздуха в колонку, то частицы, осаждаясь, образуют неподвижный слой. Нашими опытами установлено, что при этом образуется наиболее рыхлый неподвижный слой с концентрацией частиц φ_0 . Если вновь начинать подачу воздуха с постепенным увеличением его скорости V , то наступит момент, когда верхний слой осадка с небольшой толщиной придет в ПО состояние. Скорость воздуха в этот момент, в верхнем ПО слое, где давление P_0 , пусть равняется V_0 . В более нижних слоях скорость воздуха будет меньше V_0 , эти слои еще не ожижены. Дальнейший рост скорости воздуха приводит к ПО следующих слоев материала, но при этом в верхнем слое скорость воздуха становится больше V_0 и в результате этого происходит зарождение первого поршня и первого пузыря под ним. Когда дальнейшим ростом V весь слой приводится в ПО состояние, то возникает картина, приведенная на фиг. 1.

Таким образом, неподвижный слой материала значительной высоты псевдооживляется постепенно, сверху вниз, и поршневой режим возникает еще до полного ПО всего слоя.

2. *Зарождение и исчезновение поршней.* Общая высота ПО слоя (сумма высот поршней и пузырей) зависит от скорости подачи воздуха и при данной V колеблется в определенных пределах. Разность в максимальной и минимальной высотах равна, приблизительно, высоте самого верхнего пузыря. При установившемся режиме непрерывно имеет место следующее: все поршни и пузыри двигаются вверх; с нижней стороны поршней отдельные частицы и их группы отрываются и, проходя сквозь пузырь, падают на нижерасположенный; в результате самый нижний поршень, опирающийся на дно колонки, только растет и, доходя до определенной высоты, зарождает новый поршень и пузырь. Самый верхний поршень только уменьшается и, дойдя до определенной минимальной высоты, вдруг рассыпается (как бы взрывается) и исчезает вместе с самым верхним пузырем.

Так происходит непрерывное зарождение поршней и пузырей внизу, и их исчезновение вверху колонки.

3. *Объемная концентрация частиц в поршнях.* Экспериментально нами было установлено, что общая высота ПО слоя меняется только за счет высоты пузырей. Независимо от скорости V и общей высоты слоя, сумма высот поршней постоянна и практически равна высоте неподвижного рыхлого слоя. Отсюда следует очень важный вывод: объемная концентрация (доля) φ_n частиц в поршнях ПО слоя постоянна и практически равна концентрации рыхлого неподвижного слоя φ_0 .

Наши многочисленные опытные измерения φ_n и φ_0 различных материалов различными методами не обнаружили ощутимую разницу в них.

Таким образом, при ПО слоя воздухом (газом) частицы материала практически не удаляются друг от друга или удаляются так мало, что экспериментом не обнаруживаются, и хотя они приобретают некоторую подвижность относительно друг друга, плотность их подвижной упаковки меняется неощутимо.

4. *Пропускная способность поршней по воздуху.* Допустим, что несмотря на поступательное движение поршней вверх, трение между поршнем и стенками колонки отсутствует. Тогда разность давлений в поршне ΔP определится только весом поршня:

$$\Delta P = h \cdot \gamma \cdot \varphi_n, \quad (1)$$

где h — высота поршня, а γ — удельный вес частиц.

Благодаря наличию этого ΔP воздух протекает через поршень с определенной средней скоростью V_n . Очевидно, последняя должна быть равной скорости стесненного падения C взвеси с концентрацией φ_n . С или V_n и будет объемной пропускной способностью поршня по воздуху, через единицу поперечного сечения. Эта способность при ламинарности режима падения частиц одинакова для всех поршней и не зависит от их местонахождения в слое. Но давление в поршне зависит от этого: чем ниже расположен поршень, тем больше давление в нем. Следовательно, весовая пропускная способность поршней разная; у самого нижнего поршня она максимальная, а у самого верхнего поршня она минимальная.

Можно показать, что в турбулентной области падения частиц весовая пропускная способность поршней с высотой их расположения также уменьшается, пропорционально степени 0,5 от давления. При ламинарности же эта способность пропорциональна давлению.

Если данный поршень пропускает, скажем, G г/сек воздуха, а расположенный над ним поршень пропускает $G' = G - \Delta G$, то естественно, что между этими двумя поршнями должен накапливаться ΔG г/сек воздуха в виде пузыря.

Таким образом, становится очевидным, что возникновение пузырей и, как следствие этого, образование поршней являются прямым следствием одинаковости объемной концентрации частиц во всех поршнях, приводящей к неодинаковости весовой пропускной способности по воздуху этих поршней.

Для вышеизложенного гипотетического случая (когда трение поршней о стенки отсутствует) решен пример, результаты которого приведены в табл. 1. Условия примера таковы: слой материала в колонке равен 0,8 м $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$, C или V_n при $P = 1 \text{ ата}$ равна 1,25 м/сек режим падения частиц турбулентен, при псевдоожигении всего слоя образуются 4 устойчивых по времени поршня с высотой по 0,2 м. Скорость подачи воздуха равна скорости стесненного падения C самого нижнего слоя, находящегося под давлением $P_0 + \Delta P$, где P_0 давление над слоем а ΔP — приращение давления из-за веса слоя материала. Согласно условиям примера, разрушение и возникновение новых поршней не будет иметь места: нижний все время находится на дне колонки, а остальные идут вверх по колонке из-за увеличения высоты трех пузырей.

Таблица 1

Расчетные значения роста пузырей гипотетического примера в см/сек

№ пузырей	$P_0 \text{ ата}$				
	0,5	1	2	10	100
1	2	3	4	5	6
1	1,98	0,79	0,291	0,028	0,0
2	2,14	0,81	0,296	0,028	0,0
3	2,32	0,83	0,302	0,028	0,0
Сумма		2,43	0,889	0,084	0,0

Примечание: В столбце 1 таблицы приведены номера пузырей, считая снизу. В остальных столбцах приведены значения роста высоты пузырей в см/сек.

Хотя решенный пример не является реальным по ряду причин, тем не менее по данным табл. 1 можно сделать уверенные выводы: а) с увеличением давления в колонке резко уменьшается разница в весовых пропускных способностях отдельных поршней по воздуху и б) для любого слоя материала, псевдоожигаемого воздухом, в цилиндрическом аппарате существует такое давление P_0 , при котором псевдоожигение становится равномерным.

5. *Размер пузыря*, очевидно, зависит от продолжительности его существования и от разности пропускных способностей двух соседних поршней. Этот размер меняется от нуля (при зарождении) до некоторого максимума (при исчезновении).

На основании табл. 1 можно сделать вывод, что суммарная высота пузырей в ПО слое при минимальном псевдоожигении (когда самый нижний слой только что приходит в ПО состояние) зависит от давления P_0 . Это обстоятельство было подтверждено экспериментом: в стеклянную колонку $D = 21 \text{ мм}$ были засыпаны частицы с $d = 2 \text{ мм}$, с высотой неподвижного рыхлого слоя в 72,5 см. При $P_0 = 0,5 \text{ ата}$ общая высота ПО слоя доходила до 85 см, а при $P_0 = 5 \text{ ата}$ до 78 см, то есть суммарная высота пузырей составляла 12,5 и 5,5 см.

6. Влияние трения поршней о стенки колонки на пропускную способность очень значительно. Наличие трения приводит к возрастанию перепада давления в поршне и взамен уравнения (1) будем иметь:

$$\Delta P = h\gamma\varphi_n + \Delta P_{\text{тр.}} \quad (2)$$

Ввиду того, что, как это показали измерения, скорость движения поршня не влияет ощутимым образом на среднюю величину φ_n , то, следовательно, с ростом этой скорости должна расти также пропускная способность поршня по воздуху, в результате наличия и роста $\Delta P_{\text{тр.}}$. В таком утверждении как будто есть противоречие: трудно представить возможность постоянства φ_n при различных скоростях прохождения воздуха сквозь поршень. Причем эти скорости превышают скорость стесненного падения для φ_n . Поршень себя ведет так, как будто составляющие его частицы какими-то силами удерживаются вместе и возрастающий поток воздуха не приводит к изменениям среднего расстояния между частицами. Не вдаваясь в объяснение этого явления, ограничимся констатацией факта. Обработка 885 кадров киносъемки ПО слоя в поршневом режиме показала следующее: за 27,7 секунды установившегося режима верхний поршень и находящийся под ним пузырь исчезали 21 раз. Высота этих пузырей в момент исчезновения колебалась от 10 до 65 см. Суммарная высота всех исчезнувших пузырей составляла 640 см (средняя высота 30,5 см) с объемом 8050 см³ или 290 см³/сек. Общий расход воздуха составлял 2442 см³/сек, из которого сквозь верхний поршень прошел 2442—290=2152 см³/сек. Скорость стесненного падения верхнего поршня составляла $C=125$ см/сек. Его пропускная способность при отсутствии $\Delta P_{\text{тр}}$ была бы 125·12,6=1570 см³/сек (12,6 см² — сечение колонки), а в виде пузырей должно было пройти 2442—1570=872 см³/сек.

Фактически в виде пузырей ушло 290 см/сек, т. е. в 3 раза меньше, а сквозь верхний поршень прошло 2152, т. е. в 1,37 раза больше.

Таким образом, наличие непрерывного движения поршней вверх и возникновение при этом сил трения между поршнем и стенками колонки приводит к увеличению пропускной способности поршней по воздуху и, следовательно, к уменьшению избытка воздуха, проходящего через слой в виде пузырьков.

7. О путях получения равномерного ПО слоя воздухом. Из изложенного выше следует, что получение равномерного слоя в цилиндрической колонке теоретически невозможно из-за непрерывного уменьшения весовой пропускной способности слоя по высоте. В пункте 4 показано, что все же можно добиться практически почти равномерного ПО путем повышения P_0 до такой степени, когда перепад давления в слое по сравнению с P_0 становится ничтожным и скорость движения воздуха через слой почти постоянной.

Можно показать, что существует другой, теоретически обоснованный и практически осуществимый способ получения равномерного ПО слоя воздухом. Для этого нужно обеспечить выполнение одного условия:

постоянство весовой пропускной способности слоя по воздуху по всей высоте слоя. Не трудно заметить, что это условие можно выполнить путем непрерывного увеличения поперечного сечения колонки по определенной закономерности. Эта закономерность определяется в зависимости от ряда свойств неподвижного слоя и составляющих его частиц и может быть представлена в виде системы уравнений. Не останавливаясь на этих уравнениях, только укажем, что нами были рассчитаны и изготовлены три следующие колонки:

1) для свинцовых сфер $d = 1-1,6$ мм, высотой 90 см, с начальным и конечным диаметрами в 15 и 17 мм;

2) для кварцевого песка $d = 0,25-0,35$ мм, высотой 120 см и диаметрами 32,8 и 34 мм;

3) для алюмосиликатных сфер $d = 3-5$ мм, с удельным весом частиц 1,26, высотой 70 см и диаметрами 102,5 и 104 см.

Экспериментально было показано, что в этих колонках слои, состоящие из соответствующих частиц, воздухом псевдоожижаются сразу по всей высоте и равномерно, при скорости подачи воздуха, соответствующей скорости стесненного падения слоя.

Институт органической химии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Մ. ԿԱՍՊԱՐՅԱՆ Ե Ռ. Մ. ՄԻՐՋԱԽԱՆՅԱՆ

Մխոցային պսևդոհեղուկացման ֆիզիկական էությունը

Ներկա հաղորդման մեջ տրված է մխոցային ուժիմում անհամասեռ պսևդոհեղուկացման ֆիզիկական էության բացատրությունը: Այդպիսի պսևդոհեղուկացում ստացվում է, երբ հատակին ցանց ունեցող և հատիկավոր նյութով լցված զլանաձև խողովակի ներքևից տրվում է օդի հոսանք: Այդ դեպքում ստացվում են մասնիկների կուտակումներ՝ «մխոցներ» և օդային տարածություններ՝ «բշտիկներ» (նկ. 1), որոնք առաջանում են խողովակի ներքևում և վերև բարձրանալով անհայտանում են:

Կատարված հետազոտություններից պարզվել է, որ

1. Որոշակի բարձրության հատիկավոր նյութի անշարժ շերտը պսևդոհեղուկացվում է աստիճանաբար, վերևից ներքև, և մխոցային ուժիմը առաջանում է դեռևս նախքան ամբողջ շերտի պսևդոհեղուկացումը:

2. Մասնիկների ծավալային կոնցենտրացիան φ_n պսևդոհեղուկացված շերտի մխոցներում հաստատուն է և պրակտիկորեն հավասար է ամենանոսր անշարժ շերտի (նոստվածքի) φ_0 կոնցենտրացիային:

3. Մխոցների օդ անցկացնելու կշռային ունակությունը տարբեր է ամենաներքևի մխոցի ունակությունը ամենամեծն է, ամենավերևի մխոցինը՝ ամենափոքրը: Այս հանգամանքը անհրաժեշտորեն բերում է մխոցների ու բշտիկների գոյացման:

4. Խողովակում ճնշման մեծացման հետ փոքրանում է առանձին մխոցների օդ անցկացնելու ունակությունների տարբերությունը: Կլանաձև խողովակում օդով պսևդոհեղուկացված ամեն մի նյութի համար գոյություն ունի այնպիսի ճնշում, որի դեպքում պսևդոհեղուկացումը դադարում է համասեռ:

Հիմնվելով այս եզրակացությունների վրա առաջարկված է տեսականորեն հիմնավորված և պրակտիկորեն իրագործելի մեթոդ՝ գազով հավասարաչափ պսևդոհեղուկացում ստանալու համար: Դրա համար անհրաժեշտ է ապահովել մի պայման՝ շերտի ամբողջ երկարությամբ օդի անցկացման կշռային ունակության հաստատունություն: Այդ պայմանը հնարավոր է իրագործել խողովակի ընդլայնական կտրվածքի անընդհատ մեծացմամբ, որոշակի օրինաչափությամբ: Հաշված և

պատրաստված են երեք ալգորիսի խողովակներ, երեք տարրեր նյութերի համար, որոնցում ալ
նյութերի շերտերը պսևդոհեղուկացել են միանգամից ամբողջ բարձրությամբ և համասեռ:

Այս հետազոտությունների արդյունքները համեմատվել են պսևդոհեղուկացմանը նվիրված
դրականության մեջ բերված տվյալների հետ:

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

¹ Макс Лева, Псевдооживление, М., 1961. ² С. С. Забродский, Гидродинамика и теплообмен в псевдооживленном слое, М., 1963. ³ Дэвидсон и Харрисон, Псевдооживление твердых частиц, М., 1965. ⁴ С. С. Забродский, Гидродинамика и теплообмен в псевдооживленном слое, стр. 56, 1963. ⁵ Дэвидсон и Харрисон, Псевдооживление твердых частиц, стр. 100, 1965.

МИНЕРАЛОГИЯ

А. А. Коджоян

**Некоторые особенности внутреннего строения колломорфного
 сфалерита**

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 13/V1966)

В литературе описанию колломорфного сфалерита посвящено ограниченное количество работ (¹⁻⁵).

Генерации сфалерита были изучены нами на барито-свинцово-цинковом рудопроявлении Круглая Шишка, залегающем в туфах липарито-лацитового состава средне-верхнеэоценового возраста.

В свинцово-цинковых рудах ранний сфалерит представлен колломорфными и кристаллически-зернистыми агрегатами в парагенетической ассоциации с галенитом, пиритом, халькопиритом, энаргитом, люцитом, теннантитом и кварцем. Последняя форма выделения сульфида цинка рассматривается нами как производная от перекристаллизации колломорфного сфалерита.

На месторождении разновидности сфалерита, как правило, встречаются разрозненно. Если в единичных прожилках они и наблюдаются вместе, то обычно образуют постепенные переходы одной разновидности в другую.

Колломорфный сфалерит представлен в виде мелкозернистых агрегатов и образует неравномерную вкрапленность в окварцованных туфах. Изредка наблюдаются коротенькие прожилки и цепочные выделения изолированных почек сфалерита вдоль тонких трещин.

Под микроскопом в прозрачно-полированных шлифах метаколлоидный сфалерит характеризуется тонкозернистым строением и образует концентрически-зональные почки и сферические агрегаты размером до 1,5 см. Отдельные зоны роста почки имеют светло-желтую, медово-желтую, буровато-красную и бурую окраску.

На фиг. 1 колломорфный сфалерит состоит из серии тесно срастающихся друг с другом почковидных образований размером до 2,2 мм. В правой части снимка отчетливо видно зональное строение, обусловленное чередованием различно окрашенных зон. Почковидное образование состоит в основном из медово-желтого сфалерита, а зоны представлены буровато-красной разностью. Нередко буровато-красная окраска сфалерита сгущается и плавно переходит в бурые, а иногда в темно-серые тона.

Возможно, что зональное строение почковидных агрегатов сфалерита является следствием ритмичной коагуляции рудного вещества. При

этом различная окраска отдельных зон сфалерита, очевидно, связана с изменением количественного соотношения ионов-хромофоров, одновременно участвующих в коагулятах, в зависимости от достигнутой концентрации. Последняя является функцией от изменяющегося температурного режима флюида.



Фиг. 1. Зональное строение почковидных образований сфалерита, состоящих из медово-желтой (1) и буровато-красной (2) разностей. Сфалерит с периферии частично разъедается пиритом (3). Светлое — кварц. Прозрачный шлиф. Ник. II. Ув. 30.

Зональное строение почек сфалерита не всегда выражено четко. Часто наблюдается пятнистое, неравномерное распределение окраски.

Под микроскопом в шлифе колломорфный сфалерит разъедается агрегатами пирита поздней генерации. Пирит в виде небольших бухтообразных участков проникает в почку сфалерита. Для агрегатов пирита характерна неправильная форма выделений. В свою очередь пирит вместе со сфалеритом корродируется и частично замещается агрегатами мелкозернистого кварца.

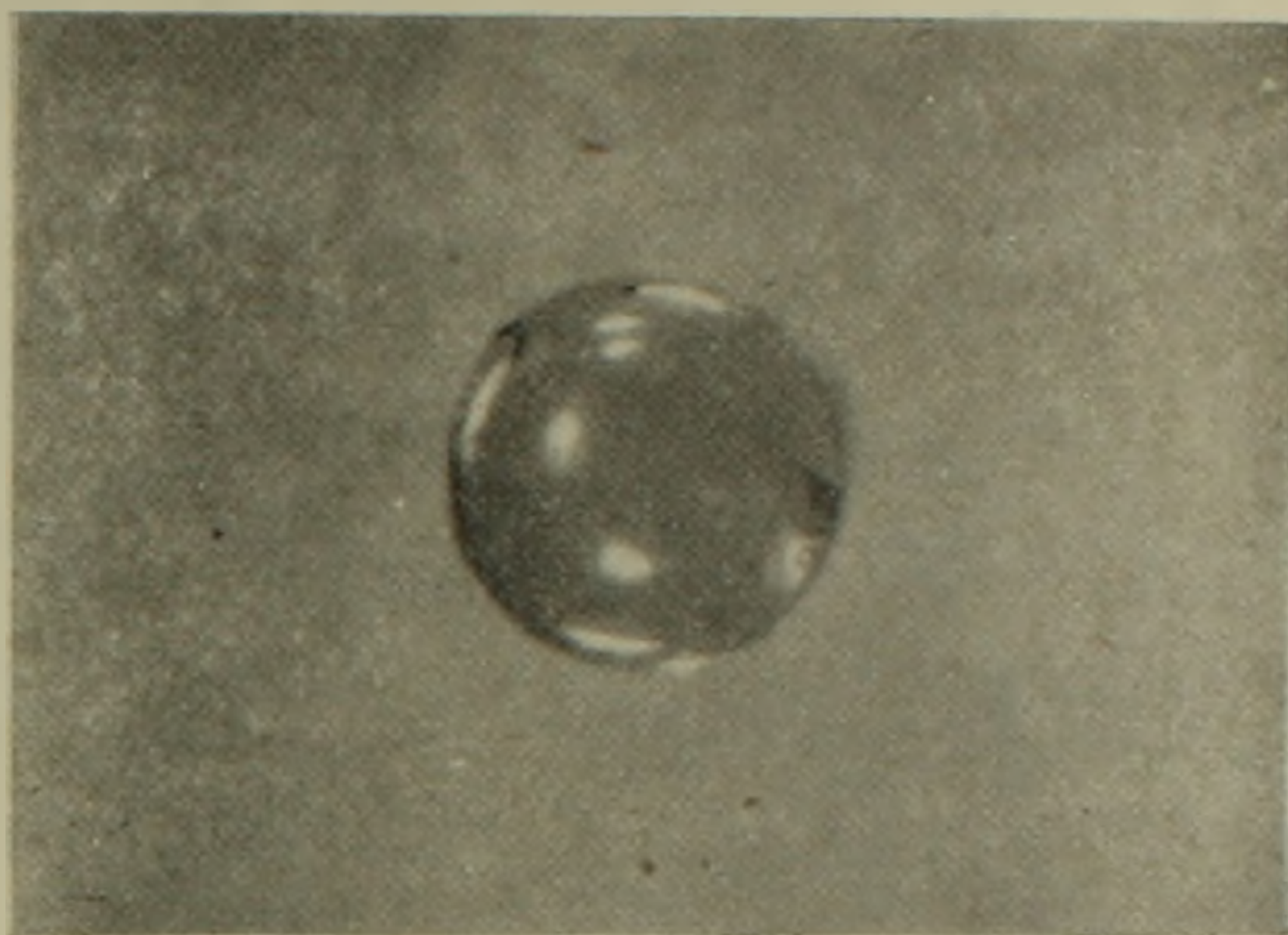
Изредка на поверхности почек сфалерита наблюдается тонкая каемка галенита, мощностью 0,08 мм.

В одном случае в колломорфном сфалерите были обнаружены включения мельчайших зерен пирита размером до 0,12 мм, которые приурочены только к одной определенной зоне роста почки. Форма зерен пирита в основном неправильная, реже — изометрическая. Интересно отметить, что кристаллы пирита распределяются в зоне роста сфалерита неравномерно, местами образуют небольшие скопления. В участках скопления пирита светло-желтая окраска сфалерита постепенно сменяется темно-серой.

Появление кристаллов пирита в полях сфалерита в литературе объясняется своеобразным экстрагированием железа из сфалерита в процессе его кристаллизации (6).

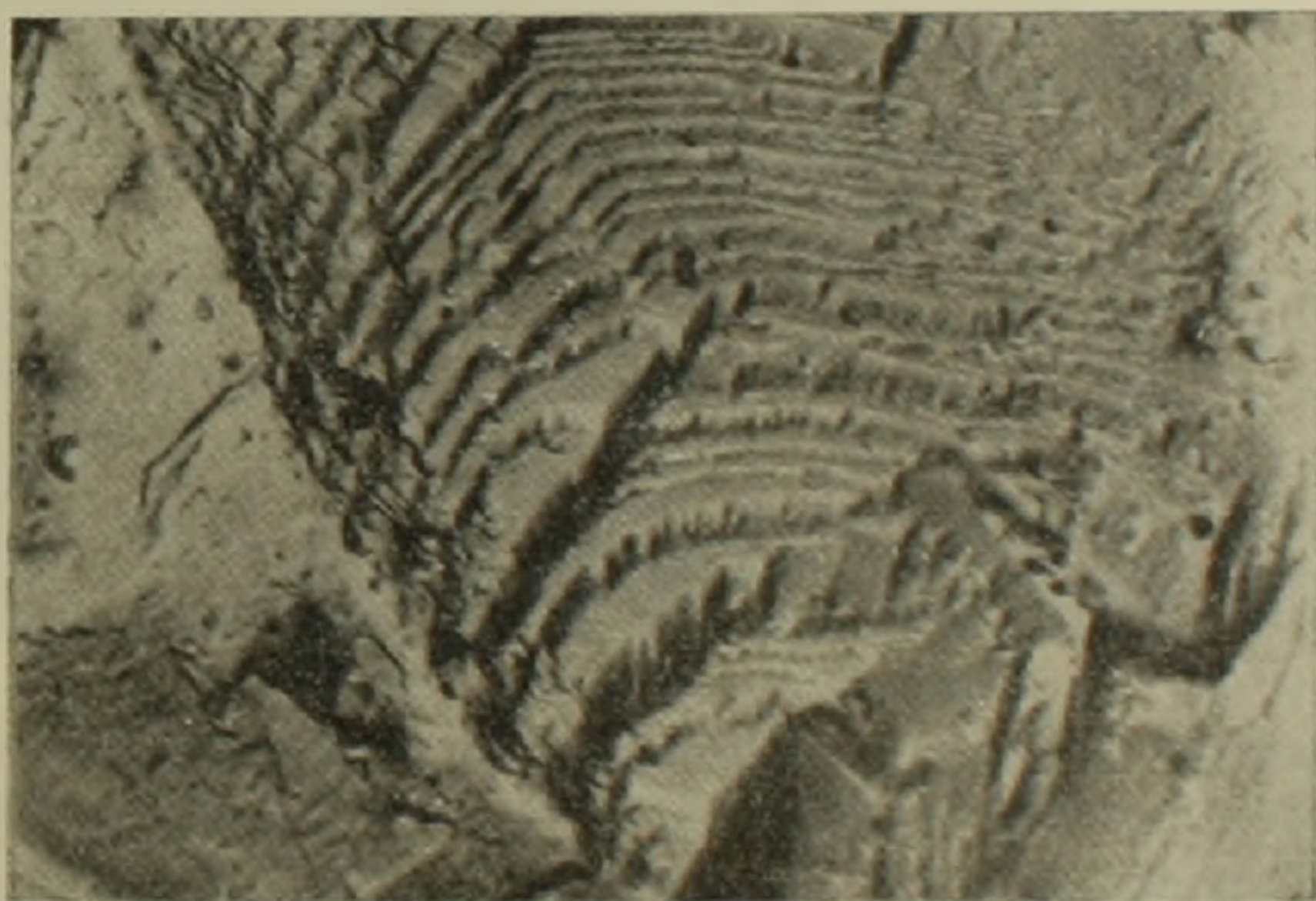
Однако новообразованные кристаллы пирита могут быть и продуктом самоочистки раннего момента процесса перекристаллизации колломорфного сфалерита.

Наряду с почковидными образованиями сфалерита в вкрапленных рудах изредка встречаются и глобули (фиг. 2). Глобули сфалерита, как правило, имеют правильную форму шара и светло-желтую окраску. Размеры глобуль обычно не превышают 0,3 мм. Поверхность глобуль под бинокулярным микроскопом гладкая. Внутренняя структура — равномернозернистая.



Фиг. 2. Глобуль сфалерита. Ув. 100.

Известно, что шаровидная форма глобуль обусловлена поверхностным натяжением гелевых сгустков, возникших в результате коагуляции коллоидных растворов.



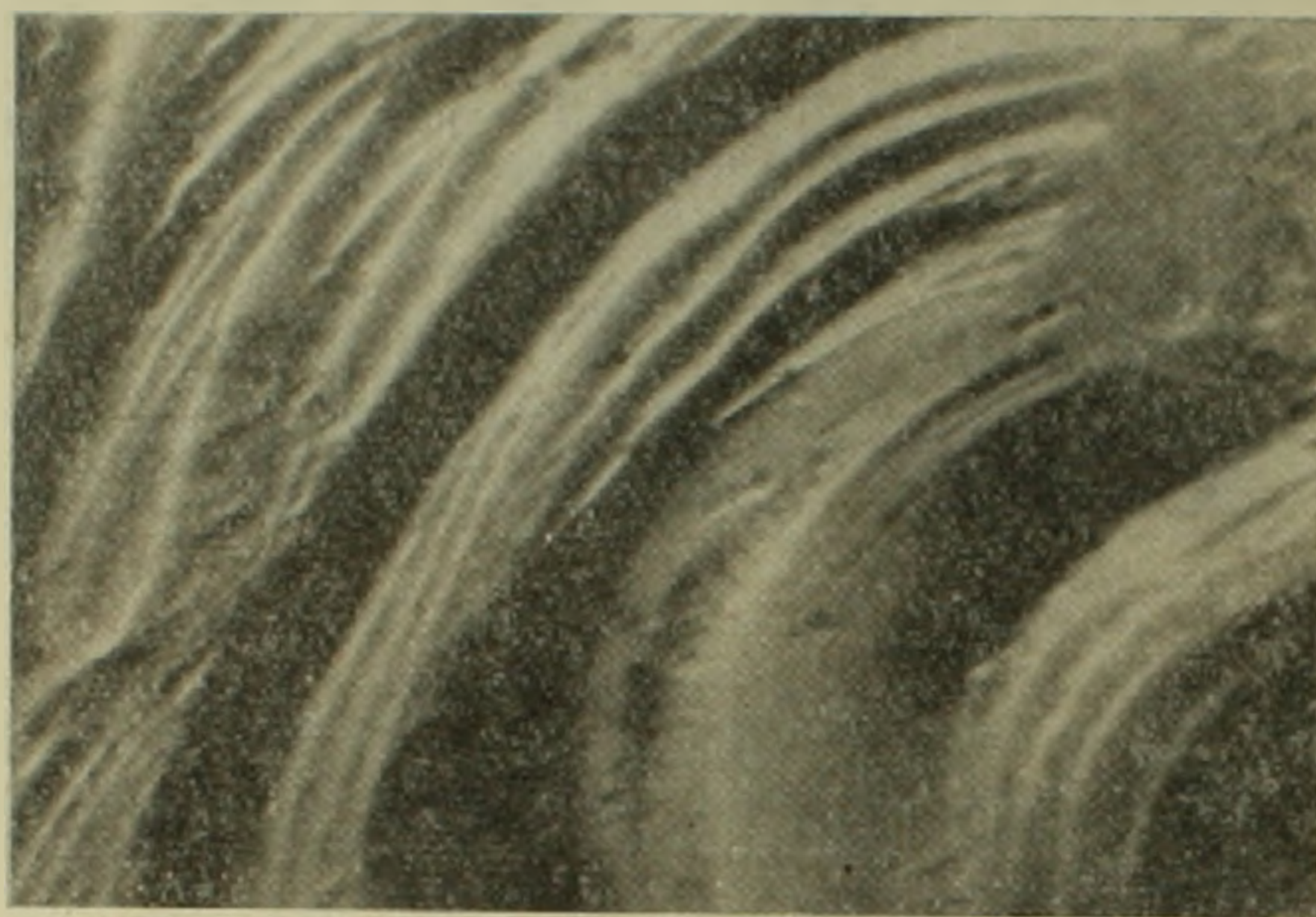
Фиг. 3. Скорлуповатое строение колломорфного сфалерита, содержащего в себе микропоры. Двухступенчатая угольно-коллодиевая реплика с естественного скола. Ув. 9 000 (электронный микроскоп). 1 мм на фото = 0,037 мк.

Под микроскопом в прозрачных шлифах часто глобули сфалерита разъедаются и замещаются мелкозернистым кварцем. Очевидно, этим и объясняется их редкая встречаемость в рудах.

Глобулярные выделения сфалерита отмечают Т. В. Иваницкий (3), Л. М. Лебедев (5).

Изучение угольно-коллоидных реплик с естественных сколов колломорфного сфалерита под электронным микроскопом позволило выявить ряд особенностей внутреннего строения сульфида цинка.

Как подтвердилось, почковидные образования сфалерита имеют концентрически-зональное, скорлуповатое строение, которое проявляется еще в момент зарождения минерала (фиг 3, 4). Число зон роста, составляющих колломорфный сфалерит, составляет до нескольких десятков. При этом ширина отдельных зон не всегда одинакова, но в основном она варьирует в пределах 0,18—0,32 мк.



Фиг. 4. Концентрически-зональное строение колломорфного сфалерита. Двухступенчатая угольно-коллоидная реплика с естественного скола. Ув. 18 000 (электронный микроскоп).
1 мм на фото = 0,019 мк.

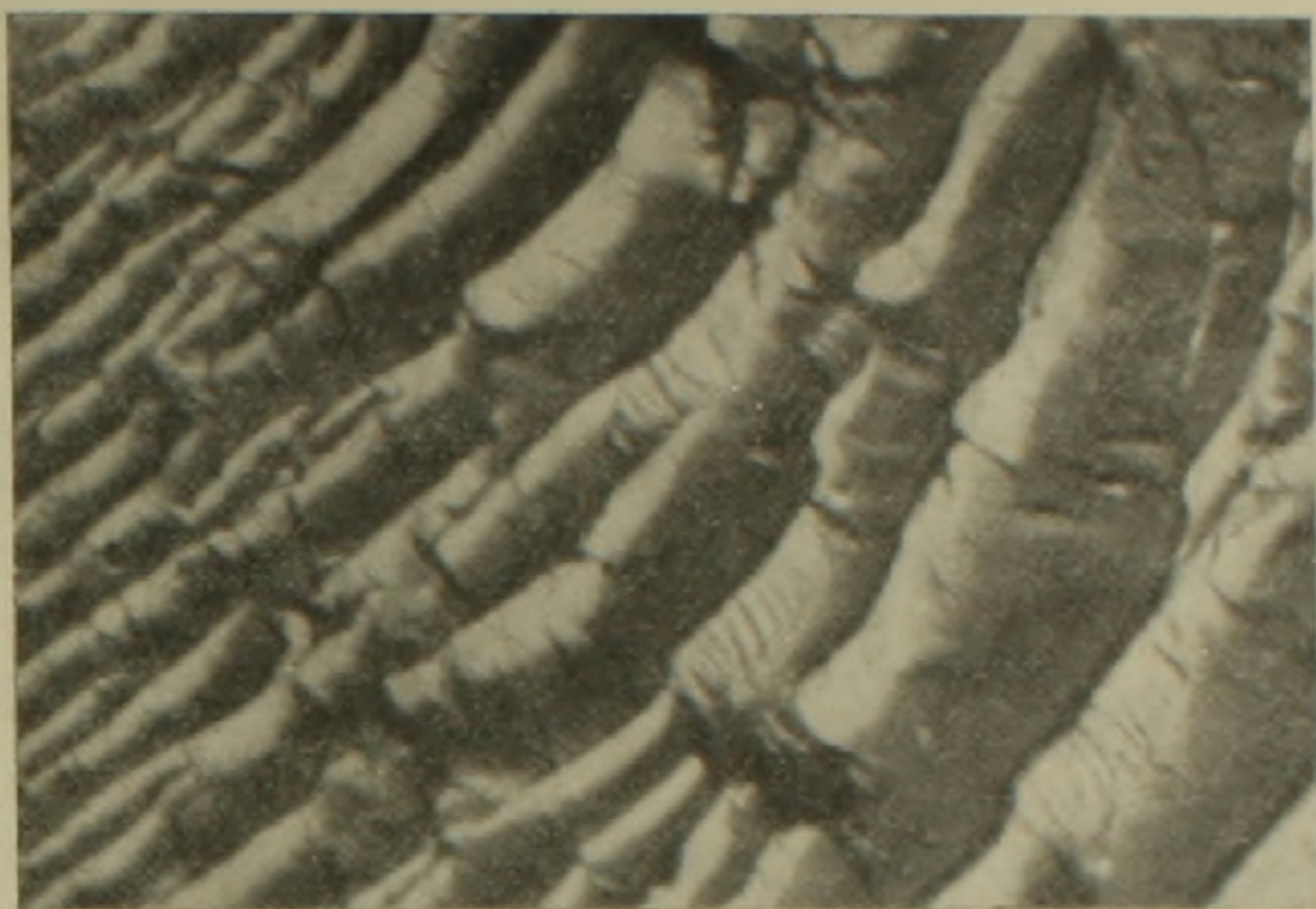
Кроме того, выяснилось, что зоны роста сфалерита состоят из серии поперечных сегментов (фиг. 5). Причем отдельные сегменты нередко несколько отстоят относительно друг друга и поэтому на поверхности зон наблюдается характерная для сфалерита микроступенчатость роста.

Зоны роста не всегда едины, часто они расщеплены на две части, каждая из которых в свою очередь также делится.

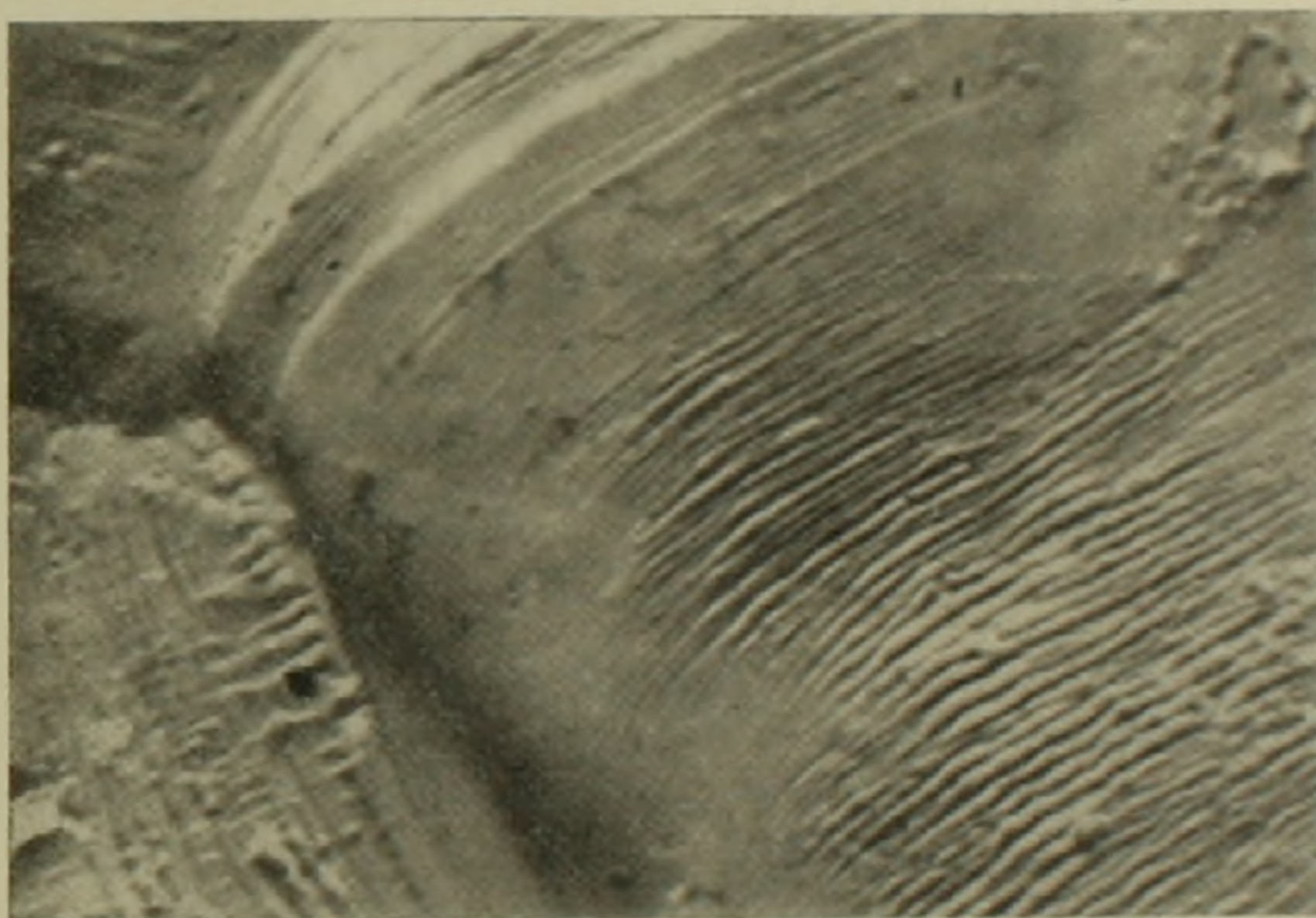
Вопреки представлению, сложившемуся на основании светового микроскопа, выяснилось, что поверхность зон не гладкая, а покрыта извилинами (фиг. 6). Извилины линейно вытянуты и расположены параллельно друг другу. Часто на поверхности зон наблюдается неравномерное распределение извилин, местами они прерывисты.

Нередко в колломорфном сфалерите встречаются микропоры. Количественное содержание микропор в сфалерите не одинаковое и какой-либо закономерности в их распределении не наблюдается. Отдельные участки одного и того же зерна сфалерита часто имеют различную степень пористости. В одних местах они образуют скопления, в других — вовсе

отсутствуют. Форма микропор в основном округлая, иногда — эллипсоидная. По размеру микропоры обычно не превышают 0,06 мкм. Очевидно, что величина и количество микропор в сфалерите непосредственно связаны с температурой и давлением минералообразующей среды.



Фиг. 5. Расщепление зоны роста коллоидного сфалерита, состоящего из серии поперечных сегментов. Двухступенчатая угольно-коллодиевая реплика с естественного скола. Ув. 18 000 (электронный микроскоп). 1 мм на фото = 0,019 мкм.



Фиг. 6. Линии стыка отдельных зон коллоидного сфалерита. Видно сложное извилистое строение поверхности зоны. Двухступенчатая угольно-коллодиевая реплика с естественного скола. Ув. 9 000 (электронный микроскоп). 1 мм на фото = 0,037 мкм.

Следовательно, детальное исследование микропор может иметь важное значение для выяснения условий образования минералов и особенностей их роста.

Изучение коллоидного сфалерита при увеличениях до 18000 показало, что по строению они однородны и не содержат в себе минералов — примесей.

Результаты количественного спектрального анализа различно окрашенных зон роста метаколлоидного сфалерита приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Содержание элементов-примесей в разноокрашенных сфалеритах*

Элементы	Светло-желтый	Медово-желтый	Буровато-красный	Бурый
Fe	0,45	0,6	1,0	1,3
Mn	0,01	0,01	0,04	0,1
Co	0,001	0,001	0,001	0,001
Mo	—	—	—	0,0008
Sb	0,008	0,02	0,08	0,17
As	—	—	—	0,035
Cd	0,23	0,27	0,17	0,23
Cu	0,012	0,03	0,12	0,2
Pb	0,005	0,05	0,1	0,5
Ge	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Ga	0,0006	0,0005	0,0006	0,0005
Ag	0,013	0,018	0,035	0,10

* Анализы выполнены в спектральной лаборатории ИГН АН Армянской ССР М. Я. Мартirosяном.

Рентгенографические исследования колломорфного сульфида цинка показали, что он представлен сфалеритом и не содержит в себе вюртцитовой молекулы.

Э. Шроль⁽⁷⁾ обращает внимание на то, что колломорфный сульфид цинка из растворов сначала выделяется в виде вюртцита, который затем перекристаллизуется в сфалерит.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ա. Հ. ԿՈՉՈՅԱՆ

Կոլոմորֆ սֆալերիտի ներքին կառուցվածքի որոշ առանձնահատկություններ

Կրուզյա Շիշկա բարիտ-կապար-ցինկի հանքավայրի հանքանյութերի միներալային կազմի ուսումնասիրելիս մեր կողմից անդրադարձնող մանրադիտակի հետ մեկտեղ օգտագործվել է նաև էլեկտրոնային մանրադիտակ, որը թույլ է տվել բացահայտել կոլոմորֆ սֆալերիտի ներքին կառուցվածքի մի շարք առանձնահատկություններ:

Հաստատվում է, որ սֆալերիտի բոլորողանման լուսաչափումները դեռևս միներալի սաղմնավորման պահից ունեն համակենտրոն-զոնալ կառուցվածք և պարունակում են մանր ծակոտիներ:

Սֆալերիտի աճման զոնաները միասնական չեն և սովորաբար բաժանվում են երկու մասի, որոնցից յուրաքանչյուրն իր հերթին նույնպես ստորաբաժանվում է:

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

¹ В. П. Панков, Зап. Всес. минер. об-ва, ч. 80, вып. 1, 1951. ² Т. В. Иванецкий, Тр. Геол. ин-та ГрузССР, сер. минер. и петрогр., вып. 3, 1953. ³ Б. С. Кормилицын, В кн. „Проблемы постмагматического рудообразования“, т. 1. Прага, 1963. ⁴ Т. Н. Шадлун и А. Д. Генкин, Свинцово-цинковые руды, сб. А. Г. Бетехтин, А. Д. Генкин, А. А. Филимонова, Т. Н. Шадлун, М., 1964. ⁵ Л. М. Лебедев, Метаколлоиды в эндогенных месторождениях, М., 1965. ⁶ В. В. Щербина и К. И. Якубович, Сб. „Химия земной коры“, т. 1, М., 1963. ⁷ E. Schroll, Sitzungsber osterr. Akad. Wiss. Math. nat. Kl. Abt. 1, H. 5, 1953.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Г. А. Саркисян

О взаимоотношениях диоритовых даек и кварцевых эпидозитов
 на одном золоторудном месторождении Армении

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 9/XI 1965)

Исследования гидротермально-метасоматических процессов центрального участка месторождения привели к выводу о том, что широко развитые в пропилитизированных габброидах кварцевые жилы и линзы с эпидотом, клиноцонзитом, пиритом, халькопиритом и обломками вмещающих пород, относимые предыдущими исследователями к первой стадии минерализации—кварцевой безрудной, на самом деле являются не только дорудными, но и дайковыми образованиями.

Золотое оруденение пространственно приурочено к ядру крупной асимметричной антиклинальной складки северо-западного простирания и локализовано в зонах дробления и гидротермального изменения преимущественно в ультраосновных и основных и в меньшей мере в кислых (дайковых) и вулканогенно-осадочных породах.

Процесс рудообразования характеризуется многостадийностью и широким проявлением площадных и интенсивных околожильных изменений, в целом сводящихся к пропилитизации основных и лиственитизации ультраосновных пород (¹).

Среднетемпературная пропилитизация основных пород (главным образом разнообразных габброидов) выражена в широком развитии серии прожилков эпидотового, клиноцонзитового, пренитового состава, рассекающих вмещающие их габброиды в основном в северо-западном и северо-восточном направлениях. Наибольшее развитие эти прожилки имеют в южных частях центрального участка месторождения, где слагают более или менее ясно выраженные, часто прерывистые полосы симметрично и асимметрично многополосчатого строения протяженностью до 100—200 м. Мощность различных по составу прожилков разная: от долей миллиметра до 2,5—3,5 см для пренитов и розовых клиноцонзитов до 15—30 см (до 60—70 см) для эпидотов. В распространении прожилков на территории центрального участка месторождения наблюдается горизонтальная зональность (впервые подмеченная Л. С. Меликяном), обусловленная уменьшением их количества с приближением к рудонос-

ным зонам. Как правило, в ореолах околожильноизмененных пород указанные минералы прожилок и сами прожилки встречаются спорадически и, что важнее, в парагенезисе с другими минералами: кварцем, кальцитом, доломитом, пирротинном, пиритом.

С другой стороны, замечается определенное тяготение полос развития прожилок к участкам развития маломощных даек микродиоритпорфиритов, где эти прожилки приурочены к тем же системам направления трещин, что и дайки (СЗ и СВ). Однако необходимо отметить, что случаев явных пересечений диоритовых даек прожилками нами не наблюдалось; но, в то же время отметим, что процессы метасоматического изменения пород дайковой фации аналогичны габбровым и представлены тем же комплексом пропилитовых минералов: актинолитом, эпидотом, альбитом, клиноцоизитом, пренитом, хлоритом и т. п.

Однотипный характер продуктов метасоматического изменения габброидов и пород дайкового комплекса, тесная пространственная связь прожилковой серии с диоритовыми дайками, дорудный характер последних и ряд других соображений позволяют выделить вышеуказанную прожилковую серию как образование последайково-предрудного этапа, характеризующее собой процесс среднетемпературной пропилитизации.

Ниже вкратце рассматривается вопрос возрастных взаимоотношений диоритовых даек и кварцевых жил с эпидотом, пиритом, халькопиритом и обломками вмещающих пород, определяемых нами как кварцевые эпидозиты, которые имеют значительное распространение в пределах рудного поля и, в частности, среди габброидов, подвергнутых среднетемпературной пропилитизации.

Кварцевые эпидозиты рудного поля представлены жилами и вытянутыми линзами субширотного простирания мощностью 0,5—1,5 м (на глубоких горизонтах до 3—5 м и более) с углами падения 20—40° на СЗ и СВ. По простиранию на поверхности они прослеживаются на 50—75 м. Сложены они массивным молочно-белым кварцем, скоплениями зеленого эпидота, обильной вкрапленностью и прожилками пирита и халькопирита и многочисленными обломками в различной степени переработанных вмещающих габброидов. Контакты обломков с кварцем и кварца с габброидами резкие, но уже в поле замечается потемнение контактовой полосы на расстоянии до 4—6 см, выраженное более или менее полной эпидотизацией и актинолитизацией габбро. Размеры обломков различны и колеблются от долей миллиметра до десяти сантиметров в поперечнике. Формы их большей частью остроугольные, но иногда встречаются и эллипсоидальные обломки, ориентированные длинной осью параллельно зальбандам жил.

Микроскопическим изучением в кварцевых эпидозитах установлены кварц, эпидот, клиноцоизит, актинолит, альбит, хлорит, сфен, магнетит, пирит и халькопирит.

Кварц составляет 85—90% объема породы и представлен микротрещиноватыми неравномернозернистыми зернами. Нередко образует идеальные шестигранники и удлиненные призмы с хорошо ограниченными

концевыми гранями. Интересной деталью строения кварцевых зерен является наличие в краевых частях их прямолинейных микротрещинок (в точности подобных граням кварцевых зерен), обильно усыпанных призматическими кристалликами кварца и эпидота.

Эпидот (7—10%) представлен слабо плеохроирующими в зеленоватых тонах скоплениями короткопризматических агрегатов и шестиугольными разрезами, параллельными оси Nm. $2v = - (80-84)$, $Ng-Np = 0,040-0,045$. Структурные взаимоотношения кварца и эпидота свидетельствуют о более позднем образовании последнего: эпидот заполняет интерстиции кварцевых зерен, замещая их; идиоморфные призмы его пересекают границы кварцевых зерен.

Клиноцоизит в виде идиоморфных копьевидных призмочек встречается как в кварце, так и в эпидоте. $2v = +68$. Интерференционная окраска серо-синяя с желтоватым оттенком.

Хлорит образует мельчайшие бесцветные чешуйки, переполняющие агрегаты кварцевых зерен. Он возникает за счет темноцветных минералов обломков.

Альбит развивается в виде лапчатых расплывчатых зерен в кварц—хлорит-эпидотовых скоплениях по обломкам габбро.

Магнетит и сфен крайне редки. В основном приурочены к эпидотовым скоплениям.

Пирит и халькопирит развиты очень неравномерно. Отдельными зернами, их сrostками и цепочками развиты в кварце, эпидоте и обломках.

Изучение обломков габброидов в кварцевых эпидозитах показало, что они состоят, главным образом, из кварца и эпидота с той или иной примесью актинолита, хлорита, альбита, магнетита и сульфидов.

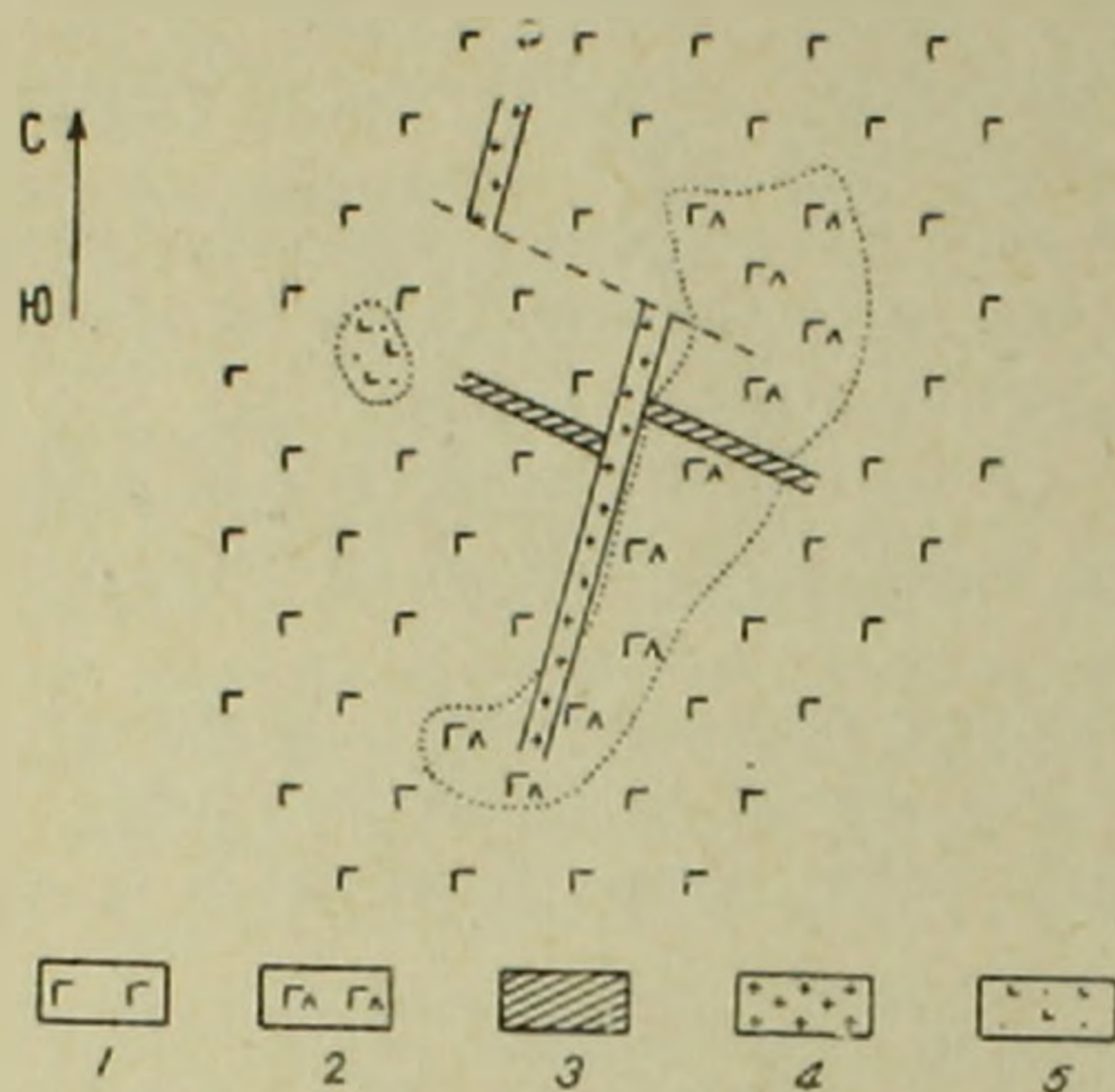
Контактовые воздействия кварцевых эпидозитов на габброиды, как выше уже отмечалось, выражены в образовании реакционной оторочки актинолит-эпидотового состава с незначительной примесью альбита, хлорита, магнетита.

Работами предыдущих исследователей вышеописанные кварцевые эпидозиты под разными названиями (кварцевая дорудная по Ш. А. Амрияну⁽²⁾, кварц-эпидотовая по Д. Г. Салия⁽³⁾) относились к началу собственно рудного гидротермального процесса и, таким образом, создавалось впечатление о довольно значительном площадном развитии первой стадии минерализации в пределах золоторудного поля, которое может привести к ошибочным выводам при решении ряда таких вопросов, как выделение и оконтуривание перспективных площадей, горизонтальная и вертикальная зональность и ряд других.

Сравнительное изучение метасоматических процессов рудного поля в связи с различными кварцевыми жилами позволило выделить, по крайней мере, две группы их, резко различных по своему возрасту, генезису и околожильным изменениям вмещающих пород.

Первая группа—это вышеописанные кварцевые эпидозиты. В структурном отношении они приурочены к системам субширотных и, реже, субмеридиональных трещин, в которых локализованы также и дайки

микродиорит-порфириров. Причем это обстоятельство при первом рассмотрении наводит на мысль о контролирующем влиянии даек на размещение кварцевых эпидозитов (особенно при их субширотном залегании). Однако взаимоотношения субширотных кварцевых эпидозитов с дайками север — северо-восточного простирания свидетельствуют о более молодом возрасте последних (фиг. 1). Следовательно, учитывая дорудный возраст диоритовых даек кварцевые эпидозиты следует рассматривать не только как дорудные, но и как додайковые образования.



Фиг. 1. Пересечение дайкой микродиоритпорфирита жильного тела кварцевого эпидозита. Зарисовка обнажения. М 1:100. Усл. обозначения: 1 — габбро меланократовое; 2 — габбро лейкократовое; 3 — кварцевый эпидозит, 4 — микродиорит-порфирит; 5 — габбро-норит.

Анализ околожильных изменений, развитых у кварцевых эпидозитов показывает, что их формирование сопровождалось привнесением значительного количества кремнезема и переотложением существенных количеств алюминия, железа, кальция, магния, меди. Сам процесс сопровождался амфиболизацией (актинолитизацией), эпидотизацией, хлоритизацией вмещающих пород.

Вторая группа кварцевых жил соответствует первой стадии минерализации, выделяемых предшествующими исследователями, и характеризуется повышенной золотоносностью в связи с наложением продуктивных стадий. Околожильные изменения этой группы кварцевых жил в основных породах представлены более или менее четко выраженной метасоматической зональностью с образованием двух зон: аргиллитовой (внутренней) — кварц-каолинит-диккитовые породы с гидрослюдами и пропилитовой (внешней) — с эпидотом, пренитом, хлоритом, кварцем, карбонатами, разнообразными сульфидами. При залегании тех же жил в перидотитах или же на контакте последних с габброидами наблюдается лиственитизация с образованием кварцево-карбонатной и тальково-карбонатной зон.

Расчеты выноса—привноса вещества на единицу объема породы показывают, что вышеотмеченные околожилные изменения сопровождаются выносом таких оснований, как натрий, кальций, магний, железо и, отчасти, алюминий и соответствуют стадии кислотного выщелачивания (по Д. С. Коржинскому).

Таким образом, сравнительная характеристика вышеуказанных групп кварцевых жил (табл. 1) выявляет резкое различие в физико-химических условиях их образования (температуре, свойствах и составе растворов), возраста и, возможно, источника.

Таблица 1

Сравнительная характеристика кварцевых эпидозитов и золотоносных кварцевых жил

Показатели	Кварцевые эпидозиты	Кварцевые жилы
Возраст	Додайковый	Последайковый (допродуктивный)
Парагенезис	Пирит, халькопирит, эпидот, клиноцоизит, альбит, хлорит	Каолинит, диаксит, пирофиллит, гидрослюда, магнетит
Изменения	Актинолитизация, эпидотизация и хлоритизация габброидов	Аргиллизация габброидов и лиственитизации ультраосновных пород
Ширина ореола	0,04—0,06 м	0,3—1,5 м
Инертные компоненты	Na, Ca, Fe, Mg, Al	Al, Ti
Подвижные компоненты	H ₂ O, CO ₂ , S, Cu, Si	H ₂ O, CO ₂ , S, Na, K, Ca, Mg, Fe, Si
Характер метасоматоза	Щелочной	Углекислый метасоматоз (кислотное выщелачивание)
Генезис	Генетически (?) связаны с постмагматической деятельностью плагиогранитов	Парагенетически и генетически (?) связаны с малыми интрузиями диоритового ряда

На широкое развитие кварц-эпидотовых жил и прожилков с пиритом и халькопиритом в пропилитизированных породах в литературе имеются указания Д. С. Коржинского, Е. А. Елисеева и др.

Д. С. Коржинский ⁽⁴⁾ пишет: «Кварц-эпидотовые жилы среди пропилитизированных пород нередко содержат рудные минералы, в особенности халькопирит, и иногда имеют промышленное значение. Часть рудных минералов таких жил, быть может, одновременна с процессом пропилитизации, но более богатое оруденение, вероятно, всегда является несколько более поздним. От ранних кварц-эпидотовых жил, одновременных с пропилитизацией, необходимо отличать более поздние низкотемпературные кварцевые жилы, с которыми бывает связано главное оруденение районов пропилитизированных пород, в особенности золото-серебряное».

Остается неясным, в какой связи находятся эти группы кварцевых жил и существует ли вообще между ними какая-нибудь генетическая связь? Вышеизложенные данные свидетельствуют лишь о пространственной связи кварцевых эпидозитов и золотоносных кварцевых жил. Однако в пределах рудного поля месторождения имеются случаи повышенной золотоносности кварцевых эпидозитов в связи с наложением продуктивных стадий минерализации, свидетельствующие о том, что при соответствующей геолого-структурной обстановке кварцевые эпидозиты являются благоприятными образованиями для локализации золотого оруденения как с физико-химической (способность к осаждению сульфидов и золота), так и с физико-химической точки зрения (как локализаторы трещиноватости).

Вопрос генезиса кварцевых эпидозитов в настоящее время не может считаться окончательно решенным.

Кварцевые эпидозиты рудного поля прорывают серпентиниты, разнообразные габброиды (меланократовые, мезократовые, лейкократовые) и, по-видимому, моложе также и плагиогранитов. В пользу последнего обстоятельства говорит ряд фактов, наблюдаемых как в пределах рудного поля, так и в обнажающемся здесь габбро-перидотитовом массиве, а именно: интенсивная эпидотизация плагиогранитов (особенно их эндо-контактных частей) и прорываемых ими вулканогенно-осадочных пород, постепенно ослабевающая с удалением от выходов плагиогранитов, исключительная характерность этого процесса для плагиогранитных интрузий; почти полное отсутствие окварцевания с эпидотизацией в интрузивных породах при отсутствии интрузий плагиогранитов.

Таким образом, наиболее вероятной нам кажется генетическая связь кварцевых эпидозитов с постмагматической деятельностью плагиогранитных интрузий, которые по данным ряда исследователей, являются наиболее поздними дифференциатами габбро-плагиогранитной формации.

Вышеизложенные данные по изучению возрастных взаимоотношений между различными по условиям образования кварцевыми жилами и дайковой фацией диоритовых пород позволяют отметить следующее.

1. Между кварцевыми эпидозитами и пространственно приуроченными к ним кварцевыми жилами с золото-серебряным оруденением установлен значительный разрыв во времени, отмеченный внедрением даек микродиоритпорфиров.

2. Разрыв во времени между внедрением дайковой фации и образованием кварцевых жил фиксируется развитием прожилковой серии типичных пропилитовых минералов, выделяемой в последайково-предрудный этап.

3. Кварцевые эпидозиты рудного поля являются додайковыми образованиями и генетически, возможно, связаны с постмагматической деятельностью очагов интрузий габбро-плагиогранитной формации.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ինտրիտային դաշկանների և կվարցային էպիդոդիտների փոխհարաբերության մասին Հայաստանի ոսկու հանքավայրերից մեկում

Հանքավայրի կենտրոնական տեղամասի հիդրոթերմալ-մետասոմատիկ պրոցեսների ուսումնասիրությունը բերել է հեղինակին այն եզրակացության, որ պրոպիլիտիզացիայի ենթարկված դարրոներում լայն տարածում ունեցող կվարցային մարմինները, որոնք պարունակում են էպիդոդ, կլինոքլիտ, պիրիտ, խալկոպիրիտ, ներփակող ապարների բեկորներ և ըստ նախորդ ուսումնասիրողների վերագրվում էին հիդրոթերմալ պրոցեսի առաջին ստադիային, փաստորեն հանդիսանում են ոչ միայն մինչհանքային, այլև մինչդաշկային առաջացումներ:

Կվարցային էպիդոդիտների և կվարցային երակների համեմատական ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ նրանք խիստ տարբերվում են իրենց առաջացման ֆիզիկո-քիմիական պայմաններով (հիդրոթերմալ յուծույթների ջերմաստիճանով, կազմությամբ և հատկություններով), հասակով և հնարավոր է, ծագումով:

Միկրոդիորիտային դաշկանների և ըստ առաջացման պայմանների տարբեր կվարցային մարմինների հասակային փոխհարաբերությունները թույլ են տալիս գալ հետևյալ եզրակացությունների՝

1. Կվարցային էպիդոդիտների և տարածականորեն նրանց հետ կապված ոսկեբեր կվարցային երակների մեջ որոշված է ժամանակի մեծ ընդմիջում, որը նշված է կվարցային միկրոդիորիտ-պորֆիրիտային դաշկանների ներդրումով:

2. Կվարցային միկրոդիորիտ-պորֆիրիտային դաշկանների ներդրման և ոսկեբեր կվարցային երակների առաջացման մեջ ընկած ժամանակաշրջանը բնորոշվում է տիպիկ պրոպիլիտային միներալների երակիկային սերիայի առաջացումով, որը անջատվում է որպես հետդաշկային-մինչհանքային էտապ:

3. Հանքադաշտի կվարցային էպիդոդիտները դիտվում են որպես մինչդաշկային առաջացումներ և գեներտիկորեն կապված են գարրո-պլազիոգրանիտային ֆորմացիայի հետմագմատիկ զործունեության հետ:

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

¹ Г. А. Саркисян, Роль вмещающих пород при метасоматозе и зональность его продуктов на примере золоторудного месторождения, доклад на Всесоюзной теоретической конференции „Метасоматические изменения боковых пород их роль в рудообразовании“, М., 1963. ² Ш. О. Амирян, „Известия АН АрмССР“ (геол. и геогр. науки), т. XIII, № 3—4 (1960). ³ Д. Г. Салия, Минералогический сборник, № 12, Тр. КИМСа, 1962. ⁴ Д. С. Коржинский, В кн. Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. Изд. АН СССР, М., 1955.

С. М. Яблоков-Хнзорян

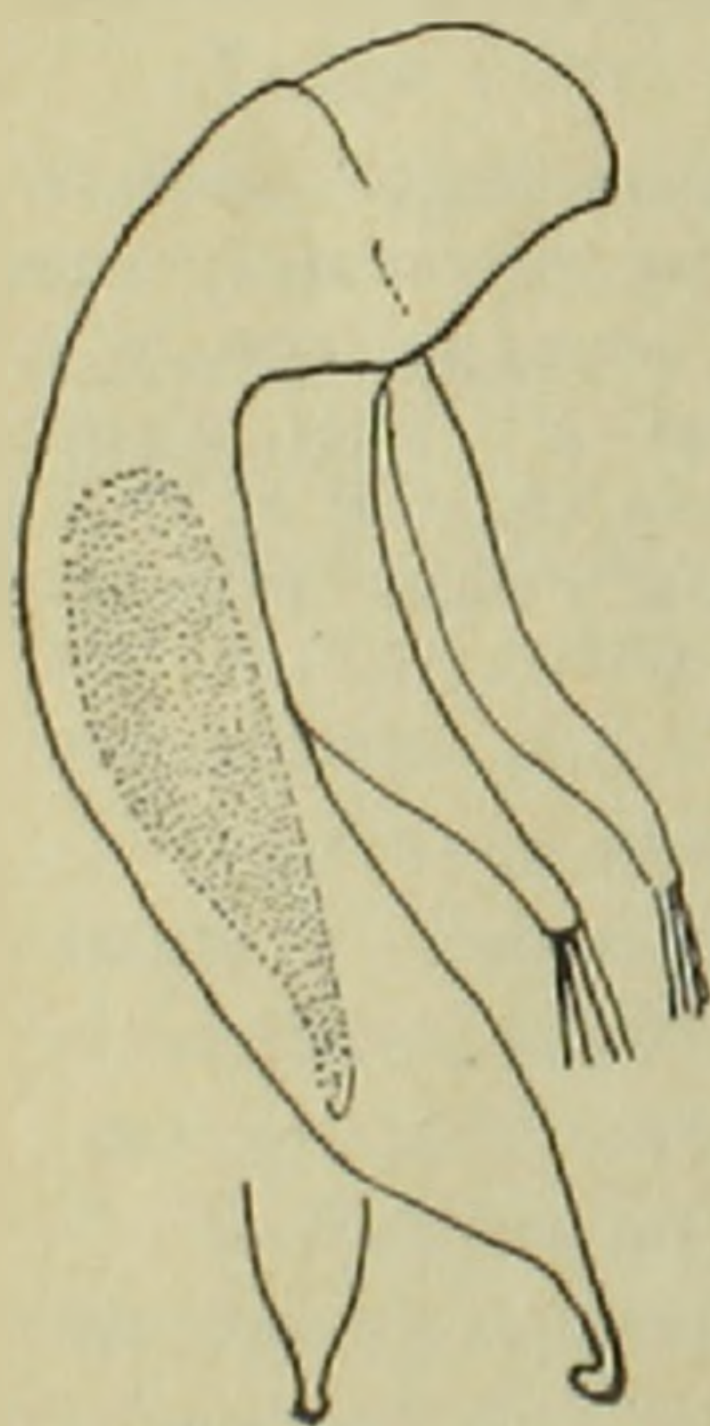
Новый вид канавочников из Армянской ССР (Coleoptera, Carabidae)

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Гулканяном 16/III 1966)

Род канавочников (*Trechus* Clairv.) представляет большой интерес для биогеографов, так как насчитывает много видов, расселенных на небольших ареалах, в особенности в горных странах. В Армении до сих пор было обнаружено 10 видов этого рода, из них 8 эндемичных. Ниже приводится описание еще одного вида. Его тип хранится в коллекциях Зоологического института Академии наук Армянской ССР.

Trechus zangezuricus Iablokoff-Khnzorian sp. nov. Армянская ССР Боротанский перевал, 2300 м, в норах обыкновенной полевки, 30/VII 1963, тип (самец) и паратип; там же, 23/VII 1950, 4 паратипа; Шагаш (Сисианский р-н), у ручья, в норе полевки, 2 паратипа; 11/VI 1963 (Г. Аветисян).

Черно-бурый, усики красные, ноги светлые. Длина 3,5—3,6 мм.



Фиг. 1.

Этот вид настолько близок к *T. dzermukensis* m., что габитуально от него трудно отличим, но его глаза немного более выступающие, задние углы переднеспинки слегка более острые и первая щетинконосная пора на третьей бороздке надкрылий расположена немного дальше от основания, чем у этого вида. У самца первый членик передних лапок менее треугольный, расширен слабее, без явственного бокового зубца. Пенис (фиг. 1) характерный, много уже, чем у *dzermukensis*, его основание сильно расширено и удлинено, вершина вытянута в длинный зубец, кончающийся пуговкой, вооружение внутреннего мешка состоит из одной большой пластинки, расположенной ребром и вытянутой спереди в длинную коническую лопасть.

Этот вид принадлежит к группе *T. caucasicus* Jeann, отличается от всех ее видов строением пениса, габитуально ближе всего стоит к *T. luteolus* Jeann. из Абхазии и *dzermukensis* Khnz. с Саяр Сарцали.

Зоологический институт
Академии наук Армянской ССР

Ս. Մ. ՅԱՐԼՈՎՈՎ-ԽԵՂՈՐՅԱՆ

Առվակայինների նոր տեսակ Հայկական ՍՍՀ-ից
(Coleoptera, Carabidae)

Առվակայինների սեռը մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում բիոաշխարհագրագետների համար, քանի որ դրանից շատ տեսակներ ոչ մեծ արևայով տարածված են հատկապես լեռնային ձրերներում։ Հայաստանում մինչև այժմ հայտնաբերված է այդ սեռից 10 տեսակ, որից 8 էնդեմիկ են։ Ստորև նկարագրվում է նա մեկ տեսակ — *Trechus zangezuricus* sp. n. բռնված Սիսիանի շրջանի լեռնա-տափաստանային գոտում՝ սովորական դաշտամկան բներում։

Տիպը հայտնաբերված է Որոտանի լեռնանցքում։

Р. А. Алексанян

Об участии гипоталамуса в коронарорасширяющем действии ганглерона

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Л. Миджояном 17/III 1966)

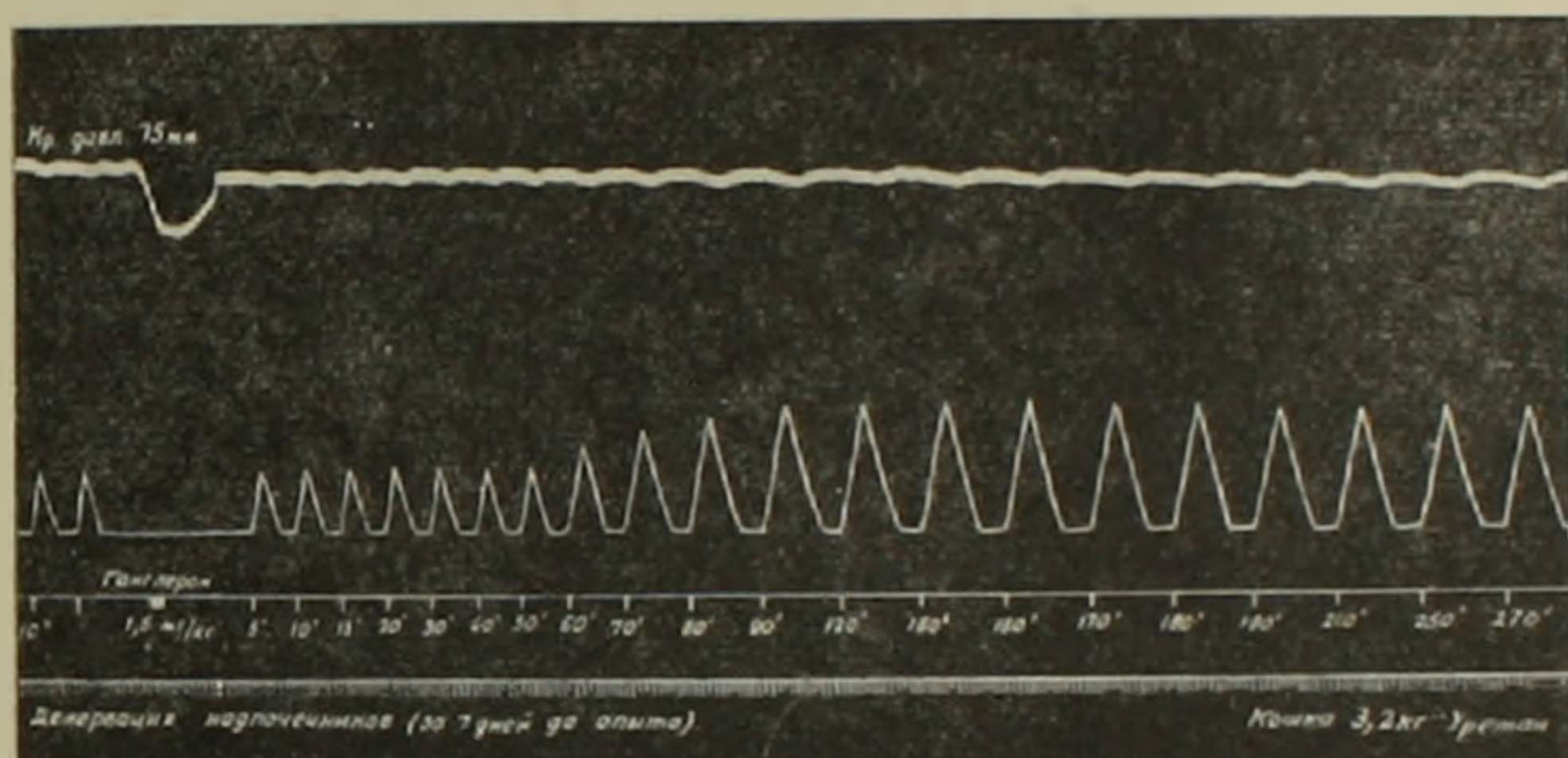
Целью данной работы было выяснение некоторых сторон механизма коронарорасширяющего действия препаратов, разработанных Институтом тонкой органической химии Академии наук Армянской ССР,—ганглерона и кватерона, прочно вошедших в медицинскую практику для лечения коронарной недостаточности. Анализ экспериментального материала предыдущих наших работ ⁽¹⁾ показывает, что в коронарорасширяющем действии ганглерона и кватерона определенное участие принимают надпочечники, так как после их удаления коронарорасширяющий эффект препаратов исчезает. При использовании фармакологических анализаторов было установлено, что в этом существенная роль принадлежит мозговому слою надпочечников.

Общезвестно, что гипоталамус, будучи высшим адаптационно-трофическим центром нервной системы, играет важную роль в регуляции физиологических функций желез внутренней секреции. Многочисленными авторами и, в частности, Мэгуном ⁽²⁾ описана непосредственная связь между гипоталамусом и надпочечниками. В связи с этим вполне справедливо подчеркивает Тонких ⁽³⁾, что в организме нет ни одной железы внутренней секреции, деятельность которой протекала бы вне влияния гипоталамуса, причем в отношении мозгового слоя надпочечников это влияние осуществляется в виде прямых нервных связей. Следовательно, отсутствие коронарорасширяющего действия ганглерона и кватерона у адреналэктомированных животных еще не говорит о точке приложения этих препаратов в симпато-адреналовой системе. Для решения этой задачи нами было исследовано влияние указанных веществ до и после выключения отдельных участков периферической нервной системы, иннервирующей надпочечники, и на фоне сечения головного мозга на различных его уровнях.

Исследования были проведены на 55 наркотизированных уретаном кошках. В первой серии опытов производилась денервация надпочечников за 6—8 дней до начала исследования. Во второй серии производилась перерезка спинного мозга под продолговатым по методу, предложенному нами ⁽⁴⁾. В третьей серии перерезка мозга проводилась между передними и задними бугорками четверохолмия. В четвертой серии меха-

ническим путем разрушалась передняя часть гипоталамуса у основания мозга по средней линии между крыловидными крючками роstralно от гипофиза. Во всех сериях опытов критерием действия препаратов служило изменение объемной скорости крови, оттекающей из коронарного синуса за единицу времени, по методу, описанному Н. В. Кавериной (5). Изучаемые препараты вводились внутривенно: ганглерон—в дозе 1,5 мг/кг, кватерон—в дозе 0,5 мг/кг.

Опыты по изучению влияния ганглерона на кровоснабжение миокарда показали, что после денервации надпочечников отсутствует первоначальная фаза уменьшения количества крови, оттекающей из коронарного синуса, что обычно наблюдается при применении препарата с интактной иннервацией надпочечников. Коронарорасширяющий эффект ганглерона у кошек с денервированными надпочечниками наступает сравнительно позже, через 55—60 мин. и продолжается значительно дольше, 4—5 часов (фиг. 1), тогда как эффект у кошек с интактной иннервацией надпочечников наступает через 15 минут и длится 45—50 минут.



Фиг. 1. Влияние ганглерона на кровоснабжение сердца после хронической денервации надпочечников. Кошка 3,2 кг под уретановым наркозом. Регистрация сверху вниз: кровяное давление; отток крови из коронарного синуса, где высота столбиков соответствует объемной скорости кровотока за 10"; отметка введения вещества и отметка времени.

Таким образом, при применении ганглерона после денервации надпочечников коронарорасширяющий эффект наступает позже и продолжается дольше.

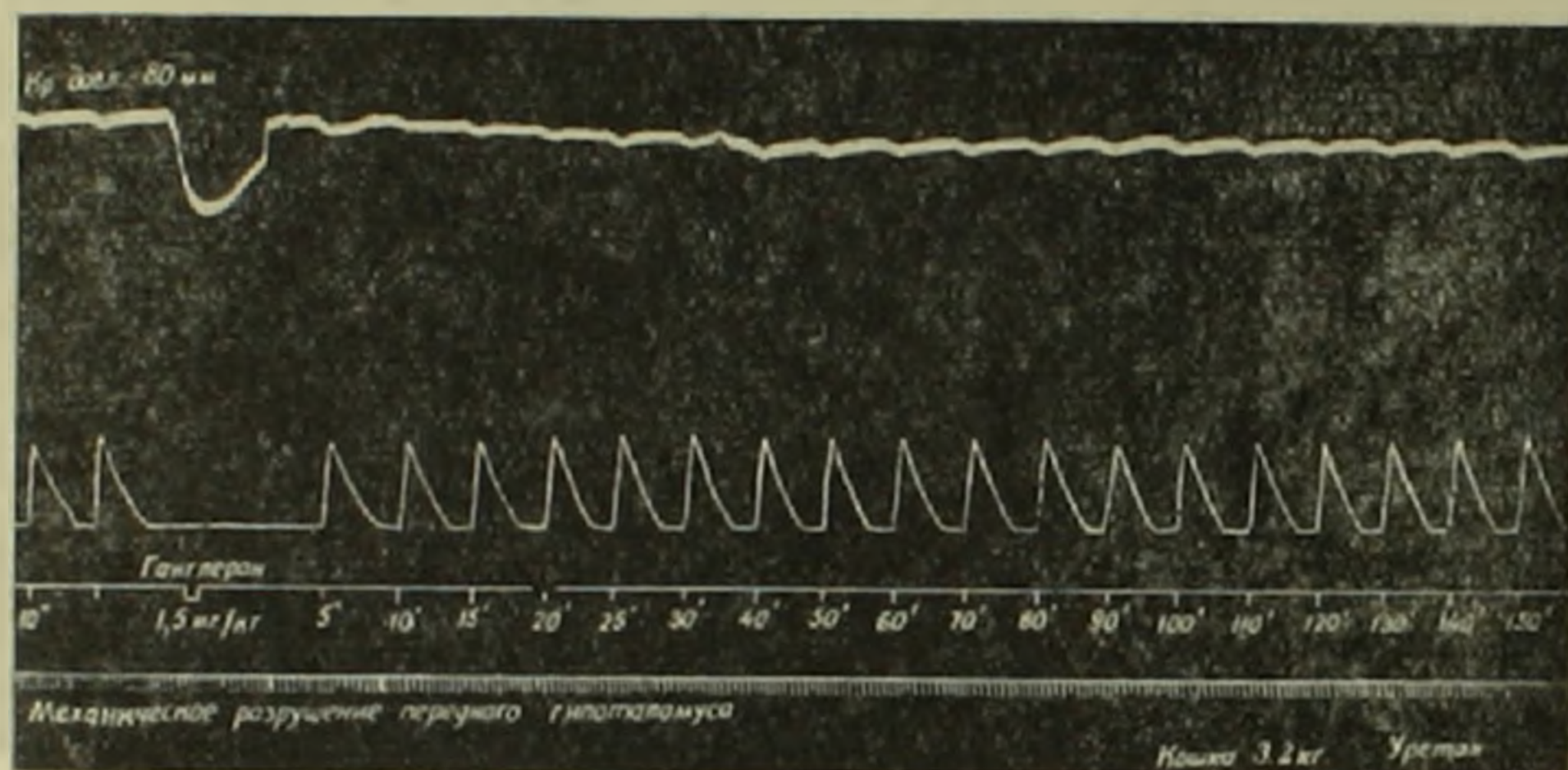
Денервация надпочечников не отразилась на коронарорасширяющем эффекте кватерона, так как кватерон с одинаковой силой и продолжительностью расширяет коронарные сосуды сердца как у кошек с денервированными, так и с интактными надпочечниками.

Подобный эффект нами был обнаружен также и после перерезки спинного мозга под продолговатым, а именно расширение венечных сосудов сердца под влиянием ганглерона в дозе 1,5 мг/кг наступает сравнительно позже (на 1 час) и продолжается в течение четы-

рех и более часов. Перерезка спинного мозга не влияет на эффект кватерона, так как кватерон в дозе 0,5 мг/кг увеличивает объем крови, оттекающей из коронарного синуса на 35—40% в течение 1 часа, как до, так и после перерезки спинного мозга.

Последующие перерезки головного мозга были произведены между передними и задними бугорками четверохолмия (децеребрация). Оказалось, что после децеребрации последующее введение как ганглерона в дозе 1,5 мг/кг, так и кватерона в дозе 0,5 мг/кг уже не вызывают расширения коронарных сосудов сердца подопытных животных.

При децеребрации, как известно, сечение головного мозга производится ниже промежуточного мозга, где наряду с другими образованиями мозга удаляется также и гипоталамус. При этом отсутствие коронарорасширяющего действия ганглерона и кватерона позволяет первым делом предполагать об участии гипоталамуса в фармакодинамике испытуемых препаратов. Экспериментальные исследования подтвердили наши предположения. Оказалось, что после механического разрушения переднего гипоталамуса совершенно исчезает коронарорасширяющий эффект ганглерона (фиг. 2).



Фиг. 2. Отсутствие коронарорасширяющего действия ганглерона после механического разрушения переднего гипоталамуса. Обозначения те же, что и на фиг. 1.

При этом кватерон в дозе 0,5 мг/кг вызывает расширение венечных сосудов сердца, однако этот эффект не наблюдается во всех опытах (из 20 лишь в 12 опытах он вызывает увеличение объема крови, оттекающей из коронарного синуса, на 30% в течение 30—35 минут). Следует отметить также, что коронарорасширяющий эффект препарата наступает позже, через 20—25 минут.

Пока не представляется возможным полностью интерпретировать изложенный экспериментальный материал, поскольку работа еще не завершена. Однако на основании полученных данных следует высказать некоторые предположения, которые, естественно, послужат основой для дальнейших исследований.

Как было указано выше, ганглерон в дозе 1,5 мг/кг при внутривенном введении наркотизированным кошкам расширяет венечные сосуды

сердца в течение 1 часа. На основании этих данных можно было предположить, что ганглерон в течение этого времени либо выделяется из организма, либо разрушается в нем под воздействием различных ферментов. Между тем в предпринятых нами исследованиях были получены совершенно иные результаты: после денервации надпочечников или перерезки спинного мозга под продолговатым коронарорасширяющий эффект ганглерона развивается позднее 1 часа и продолжается несколько часов. Результаты этих исследований привели к мысли, что ганглерон по истечении часа не выделяется из организма. Скорее всего надо предполагать, что при интактной иннервации надпочечников под влиянием ганглерона в организме животного образуются вещества, которые препятствуют дальнейшему коронарорасширяющему эффекту ганглерона. Для подтверждения этих предположений имеется хотя косвенный, но достаточно убедительный довод, а именно: в прежних наших работах ⁽⁶⁾ было установлено, что ганглерон на фоне действия адреналина не проявляет своего коронарорасширяющего эффекта. По данным Е. П. Павловского, ⁽⁷⁾ при ослаблении функции чревных нервов значительно снижается содержание адреналина в крови и надпочечниках. Следовательно, можно допустить, что при денервации надпочечников адреналин сравнительно меньше выделяется и не препятствует коронарорасширяющему эффекту ганглерона. Однако следует отметить, что эти доводы далеко еще не полностью выясняют непродолжительное коронарорасширяющее действие ганглерона у животных с интактной иннервацией надпочечников. Нам кажется, что более достоверный ответ на это могут дать только глубокие биохимические исследования.

Отсутствие коронарорасширяющего действия ганглерона после денервации и разрушения переднего гипоталамуса позволяет заключить, что в фармакодинамике ганглерона определенное участие принимает гипоталамус. Какие же именно клеточные образования участвуют в этом, будет изучаться в дальнейшем. Остается также выяснить, ганглерон непосредственно влияет на центральные образования симпато-адреналовой системы или этот эффект осуществляется рефлекторным путем.

В ы в о д ы. 1. После денервации надпочечников или перерезки спинного мозга под продолговатым коронарорасширяющий эффект ганглерона наступает через час и длится 4—5 часов. Денервация и перерезка спинного мозга не сказывается на коронарорасширяющем эффекте кватерона.

2. Коронарорасширяющий эффект ганглерона и кватерона отсутствует при перерезке головного мозга между передними и задними бугорками четверохолмия.

3. После механического разрушения переднего гипоталамуса исчезает коронарорасширяющее действие ганглерона и в большинстве опытов этот эффект сохраняется при введении кватерона.

4. В коронарорасширяющем действии ганглерона определенное участие принимает гипоталамус.

Հիպոթալամուսի մասնակցությունը սրտի պսակաձև անոթների վրա գանգլիերոնի ունեցած անոթալայնիչ ազդեցության գործում

Նախորդ հետազոտություններում մեզ հաջողվեց պարզել, որ փորձնական կենդանիների մոտ մակերիկամները հեռացնելուց հետո գանգլիերոնը և քվատերոնը այլևս չեն լայնացնում սրտի պսակաձև անոթները: Այժմ անհրաժեշտ էր պարզել, թե այդ պրեպարատների անոթալայնիչ էֆեկտը հասունանում է ի հաշիվ մակերիկամի վրա ունեցած անմիջական ներգործությամբ, թե՛ այն պայմանավորված է այդ պրեպարատների կենտրոնական ազդեցությամբ: Այդ նպատակով փորձնական կենդանիների մոտ աստիճանական կտրվածքներ են կատարվել պերիֆերիկ և կենտրոնական ներվային սիստեմի ամբողջ երկարությամբ մինչև պրեպարատների ներմուծումը և նրանց ներմուծումից հետո:

Պարզվեց, որ գանգլիերոնի և քվատերոնի (սրտի սնող անոթների) անոթալայնիչ ազդեցությունը պահպանվում է մակերիկամի ներվիրը և ողնուղեղը հատելուց հետո և այդ ազդեցությունը բացակայում է գանգուլեզի քառաբլրակների սահմանում կտրվածք անելուց և առաջնային հիպոթալամուսը ոչնչացնելուց հետո: Վերջինիս ղեպքում այն է՝ հիպոթալամուսը ոչնչացնելուց հետո քվատերոնի անոթալայնիչ ազդեցությունը սրտի սնող անոթների հանդեպ պահպանվում է 60% -ի ղեպքում:

Ստացված տվյալները թույլ են տալիս ասելու, որ սրտի սնող անոթների վրա գանգլիերոնի ունեցած անոթալայնիչ ազդեցության մեջ բացի մակերիկամից մասնակցում է նաև հիպոթալամուսը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ P. A. Алексанян, ДАН АрмССР, т. 38, № 4, 239—242 (1964). ² H. B. Мэгун, Res. Publ. Ass. nerv. a ment. Dis. 20:270, 1940. ³ A. B. Тонких, 9 съезд Всесоюзного общества физиологов, биохимиков и фармакологов. Изд. АН СССР, Москва — Минск 143—147, 1959. ⁴ P. A. Алексанян, Бюлл. эксперимент. биологии и медицины, т. 54, № 9, 122—123, изд. Медгиз, М., 1963. ⁵ H. B. Каверина, Фармакология и токсикология, т. 21, № 1, 39—43, изд. Медицина, М., 1958. ⁶ P. A. Алексанян, в кн. „Ганглерон и опыт его клинического применения“, Изд. АН АрмССР, 110—119, Ереван, 1959. ⁷ E. H. Павловский, О значении гуморальных факторов в симпатической передаче возбуждения. Материалы симпозиума, 116—117, Казань, 1965.

