

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XXXVIII, № 3

1964

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գի-
տությունների բեկնաձու, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ,
ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱՌԱ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ, Վ. Հ.
ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ.
ՂԱԶԱՐՅԱՆ, կենսաբանական գիտու-
թյունների դոկտոր (պատ. խմբագրի տե-
ղակալ), Գ. Մ. ՂԱՐԻՐՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղ-
րակից-անդամ, Ս. Հ. ՄԻՐՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ
քղրակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՐ
ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՐ
ԳԱ ակադեմիկոս, Մ. Մ. ԶՐԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՐ
ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Օ. Մ.
ՍԱԳՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ:

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г.
АФРИКЯН, кандидат биологических
наук, А. Т. БАБАЯН, чл.-корресп. АН
АрмССР, Г. М. ГАРИБЯН, чл.-корресп.
АН АрмССР, М. М. ДЖРБАШЯН, ака-
демик АН АрмССР (отв. редактор), В. О.
КАЗАРЯН, доктор биологических наук
(зам. отв. редактора), С. А. МИР-
ЗОЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, С. С.
МКРТЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г.
НАЗАРОВ, академик АН АрмССР, О. М.
САПОНДЖЯН, чл.-корресп. АН АрмССР,
В. М. ТАРАЯН, чл.-корресп. АН АрмССР

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Մարեմաօիկա

Ֆ. Գ. Հարությունյան—Հաարի սիստեմով շարքերի միակության մասին . . . 111

Սողիի եեսություն

Կ. Ս. Կարապետյան—Մասշտաբի գործոնի ազդեցությունը բետոնի սողիի վրա
սեղման և ձգման ժամանակ 114

Տեսական ֆիզիկա

Է. Դ. Դադադյան և Հ. Ս. Մերգելյան—Անցումային ճառագայթումը հիդրոտրոպ
ֆերիտում 117

Պոլիմերների ֆիզիկա

Ն. Ս. Քոչարյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Պ. Հ. Բեգիրզանյան
և Ս. Ա. Նավասարդյան—Նաիրիտ կառուցուկի բյուրեղայնությունը 119

Օրգանական բիմիա

Վ. Ի. Իսագուլյանց, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, և Ախմեդ Ս. Դես-
սուկի—Բոդամիլենների պոլիմերիզացիայի ուեակցիայի հետազոտությունը K₂S-2 կա-
տալիզատորի ներկայությամբ 123

Ա. Թ. Բաբայան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Կ. Մ. Թահմազյան և
Է. Ս. Անանյան—2,3-դիքթում չհագեցած կապ պարունակող 1,5 երկամոնիակային
ադերի ջրահիմնային ճեղքումը 127

Քիմիական եեինություն

Ա. Մ. Գոսպարյան և Ն. Ս. Իկարյան—Կոշտ մասնիկների ձևի և հիդրոդինա-
միկական ընթացքի մասին 129

Մեկրաբանություն

Ռ. Ա. Մանդարյան և Լ. Ս. Չոլախյան—Աղստև և Թավուշ գետերի աճազանների
վերին յուրայի նստվածքների զննային լավանների մասին 129

Հրաբխագիտություն

Ռ. Տ. Ջրբաշյան—Հայնակի բարձրացումների հետ հրաբխային գործունեու-
թյան կապի մասին 134

Միջառարանություն

Մ. Ա. Տեր-Դրիգորյան—Ալրափոր որդանների (Homoptera, Cocoldea, Pseudo-
coccidae) նոր տեսակներ Հայաստանի լեռնա-տափաստանային և ալպյան գոտի-
ներից 138

Ֆիզիոլոգիա

Վ. Վ. Ֆանարջյան և Ռ. Ի. Պողոսյան—Գլխուղեղի կեղևի սենսոմոտոր զոնան
եղող ուղեղիկային և սերիֆերիկ իմպուլսների փոխադրեցություն մասին 138

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Математика

- Ф. Г. Арутюнян—О единственности рядов по системе Хаара 129

Теория ползучести

- К. С. Карапетян—Влияние масштабного фактора на ползучесть бетона при сжатии и растяжении 135

Теоретическая физика

- Э. Д. Газазян и О. С. Мергелян—Переходное излучение в гиротропном феррите 143

Физика полимеров

- Н. М. Кочарян, чл.-корр. АН Армянской ССР, П. А. Безирганян и М. А. Навасардян—Кристалличность каучука наириг 149

Органическая химия

- В. И. Исагулянц, академик АН Армянской ССР, и Ахмед М. Дессуки—Исследование реакции полимеризации изоамиленов на катализаторе КУ-2 . . . 153
А. Т. Бабаян, чл.-корр. АН Армянской ССР, К. Ц. Такмазян и Э. С. Аванян—Воднощелочное расщепление 1,5-диаммониевых солей, содержащих кратную связь в 2,3-положении общей группы 157

Химическая технология

- А. М. Гаспарян и Н. С. Икарян—О форме и гидродинамической характеристике твердых частиц 162

Геология

- Р. А. Мандалян и Л. С. Чолахян—О шаровых лавах из верхнеюрских отложений территории междуречья рр. Агстев и Тавуш 169

Вулканология

- Р. Т. Джрбашян—О связи вулканизма с поперечными поднятиями . . . 175

Энтомология

- М. А. Тер-Григорян—Новые виды мучнистых червецов (*Homoptera*, *Coccidae*, *Pseudococcidae*) из горно-степной и альпийской зон Армении 181

Физиология

- В. В. Фанарджян и Р. И. Погосян—О взаимодействии мозжечковых и периферических импульсов, поступающих в сенсомоторную область коры головного мозга 189

Ф. Г. Арутюнян

О единственности рядов по системе Хаара

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Л. Шагиняном 16/XII 1963)

В 1914 году Хааром ⁽¹⁾ была сформулирована следующая

Теорема 1. Если ряд $\sum_{n=1}^{\infty} a_n \chi_n(x)$ по системе Хаара для всех $x \in [0,1]$ сходится к нулю, то все коэффициенты a_n ($n = 1, 2, \dots$) равны нулю.

Однако приведенное Хааром доказательство этой теоремы ошибочно, и его метод не может привести к цели. В этом доказательстве не принимается во внимание поведение ряда в двоично рациональных точках, что и в некоторых его рассуждениях приводит к неправильному выводу. В дальнейшем мы увидим, что основная трудность доказательства теоремы 1 связана именно с поведением ряда в двоично рациональных точках.

В настоящей работе, применяя метод, отличный от метода Хаара, доказывается более общая теорема, из которой, в частности, следует также теорема 1. А именно, справедлива следующая

Теорема 2. Пусть ряд по системе Хаара

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \chi_n(x) \tag{1}$$

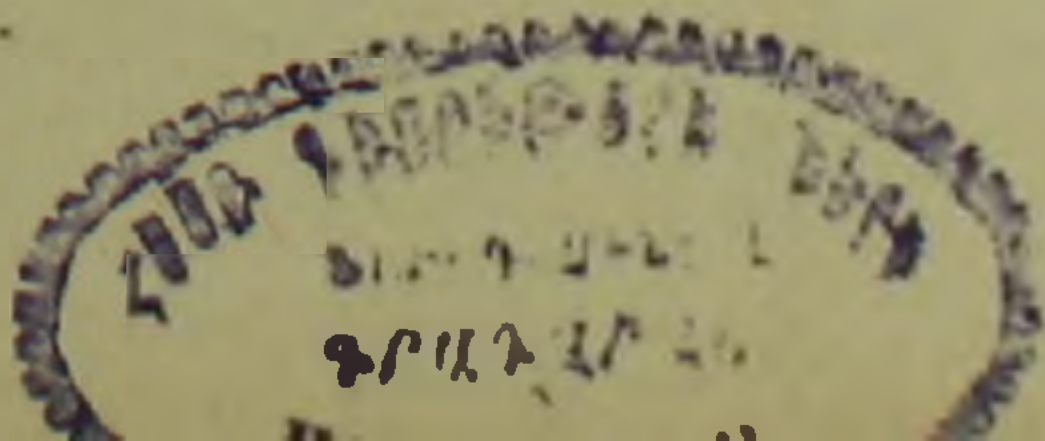
обладает следующими свойствами

1) $\sum_{n=1}^{\infty} a_n \chi_n(x) = 0$ почти для всех $x \in [0,1]$.

2) Последовательность $a_n \chi_n(x)$ ($n = 1, 2, \dots$) ограничена в каждой точке отрезка $[0,1]$, то есть для любого $x \in [0,1]$ существует число $M(x) > 0$ такое, что $|a_n \chi_n(x)| < M(x)$ ($n = 1, 2, \dots$).

3) Ряд (1) сходится к конечной сумме всюду, кроме, быть может, счетного множества точек $\{x_k\}$ из $[0,1]$. Тогда все коэффициенты a_n ($n = 1, 2, \dots$) ряда (1) равны нулю.

Прежде чем приступить к доказательству теоремы 2, напомним определение системы Хаара.



$$\chi_0^{(0)}(x), \chi_0^{(1)}(x), \chi_1^{(1)}(x), \chi_1^{(1)}(x), \dots, \chi_n^{(1)}(x), \dots, \chi_n^{(2^n)}(x), \dots \quad (2)$$

определяется следующим образом (см. (1), стр. 625)

$$\chi_0^{(0)}(x) = 1 \quad \text{при} \quad 0 \leq x \leq 1.$$

$$\chi_0^{(1)}(x) = 1 \quad \text{при} \quad 0 \leq x < \frac{1}{2},$$

$$= -1 \quad \text{при} \quad \frac{1}{2} < x \leq 1,$$

$$= 0 \quad \text{при} \quad x = \frac{1}{2}.$$

Для определения функций $\chi_n^{(k)}(x)$ ($n = 1, 2, \dots; k = 1, 2, \dots, 2^n$) разделим отрезок $[0, 1]$ на 2^{n+1} равных частей. Пусть $\Delta_n^{(i)}$ ($n = 1, 2, \dots; k = 1, 2, \dots, 2^{n+1}$) интервалы, полученные разбиением отрезка $[0, 1]$ вышеуказанным способом. Определим $\chi_n^{(k)}$ следующим образом

$$\chi_n^{(k)}(x) = \sqrt{2^n} \quad \text{при} \quad x \in \Delta_n^{(2k-1)},$$

$$= -\sqrt{2^n} \quad \text{при} \quad x \in \Delta_n^{(2k)}, \quad (4)$$

$$= 0 \quad \text{при} \quad x \in \bigcup_i \Delta_n^{(i)}, \text{ где } i \neq 2k-1 \text{ и } 2k.$$

В точках $x = 0$ и $x = 1$ полагаем значения функции $\chi_n^{(k)}(x)$ равными ее значениям, соответственно, на интервалах $\Delta_n^{(1)}$ и $\Delta_n^{(2^{n+1})}$. В тех точках, где $\chi_n^{(k)}(x)$ еще не определена (очевидно, они образуют конечное множество), значения функции принимаются равными среднему арифметическому левого и правого пределов в соответствующей точке.

Пусть

$$\chi_1(x), \chi_2(x), \dots, \chi_n(x), \dots \quad (5)$$

все функции системы Хаара, расположенные в порядке (2).

Доказательство теоремы 2. Предположим, что утверждение теоремы 2 не верно, то есть ряд (1) имеет отличные от нуля коэффициенты. Обозначим через $\{n_k\}$ последовательность тех номеров n , для которых $a_n \neq 0$. Ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_{n_k} \chi_{n_k}(x), \quad (6)$$

очевидно, удовлетворяет условиям 1), 2) и 3) теоремы 2 и, кроме того, $a_{n_k} \neq 0$ ($k = 1, 2, \dots$).

Через $\delta_{n_k, 1}$ и $\delta_{n_k, 2}$ обозначим те интервалы, где функция $a_n \chi_{n_k}(x)$ принимает, соответственно, отрицательное и положительное значения.

Обозначим через $\delta_{n_k, i}(\chi)$ ($k = 1, 2, \dots; i = 1, 2$) все те функции из системы $\{\chi_{n_k}(x)\}$, которые равны нулю вне $\bar{\delta}_{n_k, i}^*$.

Отметим некоторые свойства ряда (6) и системы Хаара.

а) Система $\delta_{n_k, i}(\chi)$ при $k > 1$ является ортогональной системой, построенной на отрезке $\delta_{n_k, i}$, функции которой ортогональны к постоянной, то есть интегралы этих функций на интервале $\delta_{n_k, i}$ при $k > 1$ равны нулю.

б) Для любой точки $x_0 \in [0, 1]$ и для любой последовательности интервалов

$$\delta_{n_{k_1}, i_1} \supset \delta_{n_{k_2}, i_2} \supset \dots \supset \delta_{n_{k_j}, i_j} \supset \dots, \quad (7)$$

где $k_1 < k_2 < \dots < k_j < \dots$ и $i_j = 1$ или 2 , существует число p такое, что

$$x_0 \in \bar{\delta}_{n_{k_p}, i_p} \quad \text{или} \quad x_0 \in \bar{\delta}_{n_{k_p}, i_p}^*, \quad (8)$$

с) Если ряд по функциям $\delta_{n_k, i}(\chi)$ ($k > 1, i = 1, 2$) почти везде на интервале $\delta_{n_k, i}$ сходится к постоянному числу, отличному от нуля, то для любого числа $M > 0$ существует некоторая частная сумма этого ряда, которая на некотором интервале $\delta_{n_{k'}, i'} \subset \delta_{n_k, i}$ постоянна и по абсолютной величине больше M .

д) Если для некоторого $k_0 > 1$ сумма

$$\sum_{j=1}^{k_0} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) \quad (9)$$

тождественно не равняется нулю на интервале $\delta_{n_{k_0}, i}$, $i = 1$ или 2 , то для любой точки $x_0 \in [0, 1]$ и числа M существуют числа $k' > k_0$ и i' , $i' = 1$ или 2 такие, что

$$\delta_{n_{k'}, i'} \subset \delta_{n_{k_0}, i}; \quad x_0 \in \bar{\delta}_{n_{k'}, i'}, \quad (10)$$

$$\left| \sum_{j=1}^{k'} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) = \text{const} \right| > M \quad \text{для всех } x \in \delta_{n_{k'}, i'}.$$

Свойства а) и б) очевидны. Свойство с) непосредственно следует из свойства а). В самом деле, в силу условия а), если ряд по функциям системы $\delta_{n_k, i}(\chi)$ почти всюду на интервале $\delta_{n_k, i}$ сходится к отличному от нуля постоянному числу, то частные суммы этого ряда

$\bar{\delta}_{n_k, i}$ есть замыкание интервала $\delta_{n_k, i}$.

не могут быть ограниченными на множестве полной меры, лежащем в интервале $\delta_{n_{k_0}, i}$. Следовательно, некоторые частные суммы этого ряда по абсолютному значению будут больше, чем заданное число $M > 0$ на некоторых множествах положительной меры. Среди этих частных сумм возьмем первую. Очевидно, эта частная сумма по абсолютному значению будет больше, чем M , всюду на некотором интервале вида $\delta_{n_{k_1}, i'}$; $i' = 1$ или 2 . Докажем утверждение d).

Пусть сумма (9), как это предполагалось в условии d), отлична от нуля хотя бы в одной точке интервала $\delta_{n_{k_0}, i}$. Тогда, очевидно, эта сумма на интервале $\delta_{n_{k_0}, i}$ равняется отличному от нуля постоянному числу. Так как из всех функций $\chi_{n_k}(x)$ при $k > k_0$ на интервале $\delta_{n_{k_0}, i}$ отличны от нуля только функции системы $\delta_{n_{k_0}, i}(\chi)$, то, учитывая условие 1) теоремы 2 и условие c), найдем $k_1 > k_0$ и $i_1, i_1 = 1$ или 2 такие, что

$$\left| \sum_{j=1}^{k_1} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) = \text{const} \right| > M \text{ для всех } x \in \delta_{n_{k_1}, i_1}. \quad (11)$$

Предположим теперь, что определены числа $k_1 < k_2 < \dots < k_p$, $i_1, i_2, \dots, i_p$, где $k_1 > k_0$, $i_j = 1$ или 2 , $1 \leq j \leq p$, которые удовлетворяют следующим условиям:

$$\delta_{n_{k_0}, i} \supset \delta_{n_{k_1}, i_1} \supset \delta_{n_{k_2}, i_2} \supset \dots \supset \delta_{n_{k_p}, i_p} \quad (12)$$

и

$$\left| \sum_{j=1}^{k_q} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) = \text{const} \right| > qM \text{ при } x \in \delta_{n_{k_q}, i_q}; \quad 1 \leq q \leq p.$$

Определим k_{p+1} и i_{p+1} . В силу c) и (12) существуют числа k_{p+1} и $i_{p+1} = 1$ или 2 такие, что

$$\delta_{n_{k_{p+1}}, i_{p+1}} \subset \delta_{n_{k_p}, i_p} \quad (13)$$

и

$$\left| \sum_{j=1}^{k_{p+1}} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) = \text{const} \right| > (p+1)M \text{ для всех } x \in \delta_{n_{k_{p+1}}, i_{p+1}}.$$

Таким образом, можно определить последовательность числа

$$k_1 < k_2 < \dots < k_p < \dots; i_1, i_2, \dots, i_p, \dots; k_1 > k_0; i_p = 1 \text{ или } 2,$$

для которых

$$\delta_{n_{k_0}, i} \supset \delta_{n_{k_1}, i_1} \supset \delta_{n_{k_2}, i_2} \supset \dots \supset \delta_{n_{k_p}, i_p} \supset \dots \quad (14)$$

$$\left| \sum_{j=1}^{k_p} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) = \text{const} \right| > pM \text{ для всех } x \in \delta_{n_{k_p}, i_p}.$$

Существует точка ξ , принадлежащая всем $\delta_{n_{k_p}, i_p}$. Следовательно, по условию 2) теоремы 2 существует $M_1 > 0$ такое, что

$$|a_{n_{k_p}} \chi_{n_{k_p}}(\xi)| < M_1 \quad (p = 1, 2, \dots). \quad (15)$$

Из (15), в силу определения системы Хаара, имеем

$$|a_{n_{k_p}} \chi_{n_{k_p}}(x)| < 2M_1 \text{ для всех } x \in [0, 1] \text{ и } (p = 1, 2, \dots). \quad (16)$$

Пусть число Q удовлетворяет условию

$$Q > M + 2M_1. \quad (17)$$

Тогда из b), (14), (16) и (17) получим, что для некоторой пары чисел (p', i') $p'M > Q$; $i' = 1$ или 2 имеет место

$$\delta_{n_{k_{p'}}, i'} \subset \delta_{n_{k_0}, i_0}; \quad x_0 \in \delta_{n_{k_{p'}}, i'} \quad (18)$$

$$\left| \sum_{j=1}^{k_{p'}} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) = \text{const} \right| > M \text{ для всех } x \in \delta_{n_{k_{p'}}, i'}.$$

Если обозначим $k_{p'}$ через k' , то получим (10). Утверждение d) доказано.

Теперь завершим доказательство теоремы 2.

Пусть $r_1, r_2, \dots, r_n, \dots$ — совокупность всех точек последовательности $\{x_k\}$ (см. формулировку теоремы 2) и всех двоично рациональных точек отрезка $[0, 1]$. Существуют числа n_k и i_0 ($k_0 > 1$; $i_0 = 1$ или 2), для которых

$$\left| \sum_{j=1}^{k_0} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) = \text{const} \right| > 0 \text{ при } x \in \delta_{n_{k_0}, i_0}. \quad (19)$$

В силу (19) и d) существуют числа n_{k_1} и i_1 , $i_1 = 1$ или 2 такие, что

$$\delta_{n_{k_1}, i_1} \subset \delta_{n_{k_0}, i_0}; \quad r_1 \in \delta_{n_{k_1}, i_1} \quad (20)$$

$$\left| \sum_{j=1}^{k_1} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) = \text{const} \right| > 1 \text{ для всех } x \in \delta_{n_{k_1}, i_1}.$$

Предположим, что определены числа $k_1 < k_2 < \dots < k_p$ и $i_1, i_2, \dots, i_p$ так, что

$$r_1, r_2, \dots, r_q \in \delta_{n_{k_q}, i_q}; \quad (q = 1, 2, \dots, p); \quad i_q = 1 \text{ или } 2) \\ \delta_{n_{k_1}, i_1} \supset \delta_{n_{k_2}, i_2} \supset \dots \supset \delta_{n_{k_p}, i_p}, \quad (21)$$

$$\left| \sum_{j=1}^{k_q} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) = \text{const} \right| > q \text{ для всех } x \in \delta_{n_{k_q}, i_q}.$$

В силу d) находим числа $k_{p+1} > k_p$ и i_{p+1} ($i_{p+1} = 1$ или 2) такие, что $r_1, r_2, \dots, r_{p+1} \in \delta_{n_{k_{p+1}}, i_{p+1}}$, $\delta_{n_{k_{p+1}}, i_{p+1}} \subset \delta_{n_{k_p}, i_p}$, и на интервале

$\delta_{n_{k_{p+1}}, i_{p+1}}$ выполняется (21) для $q = p + 1$. Таким образом, мы находим последовательность $k_1 < k_2 < \dots < k_q < \dots; i_1, i_2, \dots, i_q, \dots$, для которых будет иметь место (21) для всех $q = 1, 2, \dots$.

Пусть $\bar{x}$ точка, принадлежащая всем $\delta_{n_{k_q}, i_q}$. По конструкции $\bar{x}$ не есть двоично рациональная точка, и поэтому $\bar{x} \in \delta_{n_{k_q}, i_q}$ ($q = 1, 2, \dots$). Отсюда в силу (21)

$$\left| \sum_{j=1}^{k_q} a_{n_j} \chi_{n_j}(x) \right| > q \text{ для всех } q = 1, 2, \dots \quad (22)$$

То есть в точке $\bar{x}$ ряд (6) расходится. С другой стороны, в силу 2) теоремы 2, ряд (6) в точке $\bar{x}$ должен сходиться. Полученное противоречие показывает, что теорема 2 верна.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ֆ. Գ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Հատրի սխտեմով շարքերի միակություն մասին

1914 թվականին Հատրը ձևակերպել է առաջին

թեորեմ 1. Եթե $\sum_{n=1}^{\infty} a_n \chi_n(x)$ շարքը ըստ Հատրի սխտեմի ամենուրեք զուգամիտում է գերոյի, ապա բոլոր a_n ($n = 1, 2, \dots$) գործակիցները հավասար են գերոյի: Հատրի կողմից տրված ապացույցը սխալ է: Ներկա հոդվածում ապացուցվում է աղելի ընդհանուր թեորեմ, որից մասնավորապես հետևում է Հատրի թեորեմը:

թեորեմ 2. Թող ըստ Հատրի սխտեմի $\sum_{n=1}^{\infty} a_n \chi_n(x)$ շարքը բավարարի հետևյալ պայմաններին՝

- 1) $\sum_{n=1}^{\infty} a_n \chi_n(x) = 0$ համարյա բոլոր x -երի համար $[0,1]$ -ից:
 - 2) $a_n \chi_n(x)$ -ֆունկցիաները սահմանափակ են $[0,1]$ -—հատվածի բոլոր կետերում:
 - 3) Շարքը զուգամիտում է վերջավոր զուգարի ամենուրեք, բացի զուգե $[0,1]$ հատվածի $\{x_k\}$ հաշվելի բով կետերում:
- Այդ դեպքում բոլոր a_n ($n = 1, 2, \dots$) գործակիցները հավասար են գերոյի:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А Хаар, Gesammelte Arbeiten, Budapest, p. 625, 1959.

ТЕОРИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ

К. С. Карапетян

Влияние масштабного фактора на ползучесть бетона при сжатии и растяжении

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 7/XII 1953)

Влияние масштабного фактора на ползучесть бетона мало исследовано. На основании существующих немногочисленных исследований ползучесть бетона при сжатии, как и усадка, с увеличением размеров бетонного элемента уменьшается. Поэтому расчетные величины деформаций усадки и ползучести бетона должны устанавливаться в зависимости от размеров сечений конструкций.

В силу технических затруднений в лабораторных условиях обычно усадка и ползучесть определяются на образцах сравнительно малых сечений. Поэтому получаемые при этом данные применительны только к элементам конструкций таких же сечений. Учитывая необходимость оценки усадки и ползучести бетона для конструкций любых размеров, нами ⁽¹⁾ был предложен обоснованный метод. Он был применен И. И. Улицким, который путем обобщения опытных данных различных исследователей установил коэффициенты масштабности усадки и ползучести бетона ⁽²⁾.

Цель настоящей работы заключалась в исследовании влияния масштабного фактора на ползучесть бетона при сжатии и растяжении.

Опыты были поставлены над легким бетоном, приготовленным на песке и щебене из литонидной пемзы. В качестве вяжущего был применен пуцолановый портландцемент Араратского завода активностью 471 кг/см². Состав бетона по весу 1 : 1.85 : 3.0, В/Ц = 1.

Влияние масштабного фактора на ползучесть бетона при сжатии и растяжении исследовалось на призматических образцах и восьмерках сечениями 7 × 7, 10 × 10, 15 × 15 и 20 × 20 см. Высота всех призм и восьмерок сечениями 7 × 7 и 10 × 10 составляла 60 см, а остальных восьмерок — 70 см.

Приготовление бетона производилось вручную, а уплотнение на виброплощадке при продолжительности вибрации 30 секунд.

Образцы бетонировались в горизонтальных металлических формах. Всего было приготовлено 36 призматических образцов и 36 вось-

мерок. Для определения кубиковой прочности были также приготовлены кубики размерами ребер 7, 10, 15 и 20 см.

Нагружение образцов длительной нагрузкой было осуществлено при возрасте бетона 28 дней. Всего под длительную нагрузку были установлены 12 призм и 12 восьмерок. На таком же количестве образцов-близнецов определялись усадочные деформации. Напряжение длительно нагруженных призм составляло 20 кг/см^2 , а в восьмерках — 4 кг/см^2 .

Наблюдение за деформациями нагруженных и ненагруженных образцов продолжалось 260 дней.

С момента изготовления все образцы хранились в помещении, где температура в период длительных испытаний составляла $T = 21 \pm 5^\circ \text{C}$, а относительная влажность — $\rho = 62 \pm 12\%$.

Перед загрузкой образцов длительной нагрузкой 12 призм и 12 восьмерок были испытаны для определения призмной прочности, предела прочности при осевом растяжении и модуля деформации бетона в зависимости от размеров образца. Испытывались также кубики размерами ребер 7, 10, 15 и 20 см.

Испытания призм и восьмерок производились ступенчатым нагружением образцов и измерением деформаций после каждой ступени нагрузки, составляющих примерно 0,1 от предела прочности бетона. Деформации измерялись до нагрузки 0,8—0,9 от предела прочности бетона.

Прочностные характеристики бетона приведены в табл. 1.

Таблица 1

Размеры сечения образцов в см	R в кг/см^2	$\frac{R_{20}}{R}$	$R_{\text{пр.}}$ в кг/см^2	$\frac{R_{\text{пр.}}}{R}$	R_p в кг/см^2	$\frac{R_{\text{пр.}}}{R_p}$	$\frac{R_p}{R}$
7 × 7	177	0,90	135	0,76	12,5	0,73	0,07
10 × 10	180	0,88	125	0,70	10,4	0,88	0,063
15 × 15	165	0,96	138	0,83	8,3	1,11	0,05
20 × 20	159	1,00	128	0,80	9,2	1,0	0,055

Как видно из табл. 1, несмотря на заметное изменение отношения h/a (h — высота призмы, a — размер стороны сечения призмы), призмные прочности разных размеров образцов получились практически одинаковыми. Что касается предела прочности бетона при осевом растяжении, то он в большей мере зависит от размеров сечения образца. Чем больше сечение образца, тем меньше прочность бетона на растяжение. На основании данных табл. 1 отношение предела прочности бетона на растяжение к кубиковой прочности с увеличением сечения образца уменьшается. Модули деформации бетона месячного возраста приведены в табл. 2.

Таблица 2

Размеры сечения образцов в см	Модуль деформации при сжатии в тыс. кг/см ²					Модуль деформации при растяжении в тыс. кг/см ²				
	по касательной при $\frac{\sigma}{R_{пр}}$				по хорде при $\frac{\sigma}{R_{пр}} = 0,5$	по касательной при $\frac{\sigma}{R_p}$				по хорде при $\frac{\sigma}{R_p} = 0,5$
	0	0,25	0,5	0,75		0	0,25	0,5	0,75	
7×7	155	115	80	52	112	134	120	106	93	118
10×10	162	130	102	78	129	173	138	107	79	136
15×15	160	123	91	64	121	214	163	119	82	159
20×20	160	122	90	62	120	175	154	134	116	151

Как следует из табл. 2, модуль деформации по хорде при $\frac{\sigma}{R_{пр}} = 0,5$ равен модулю деформации по касательной при $\frac{\sigma}{R_{пр}} = 0,25$. Причем сказанное имеет место независимо от размеров образца и при том как при сжатии, так и при растяжении.

В наших опытах призмные прочностные разных размеров призм получились практически одинаковые. Данные табл. 2 показывают, что и модуль деформации бетона при сжатии не зависит от размеров сечения призм. Между тем анализ данных табл. 1 и 2 показывает, что при растяжении как прочность, так и модуль деформации бетона в большей мере зависят от размеров сечения образца. С увеличением сечения образца предел прочности бетона на растяжение уменьшается, а модуль деформации возрастает.

На фиг. 1 приведены экспериментальные кривые ползучести бетона при сжатии, на основании которых ползучесть бетона с увеличением размеров сечения образца уменьшается. Так, например, как это следует из фиг. 1, ползучесть бетона при призмах сечением 20×20 см в два раза меньше, чем при призмах сечением 7×7 см.

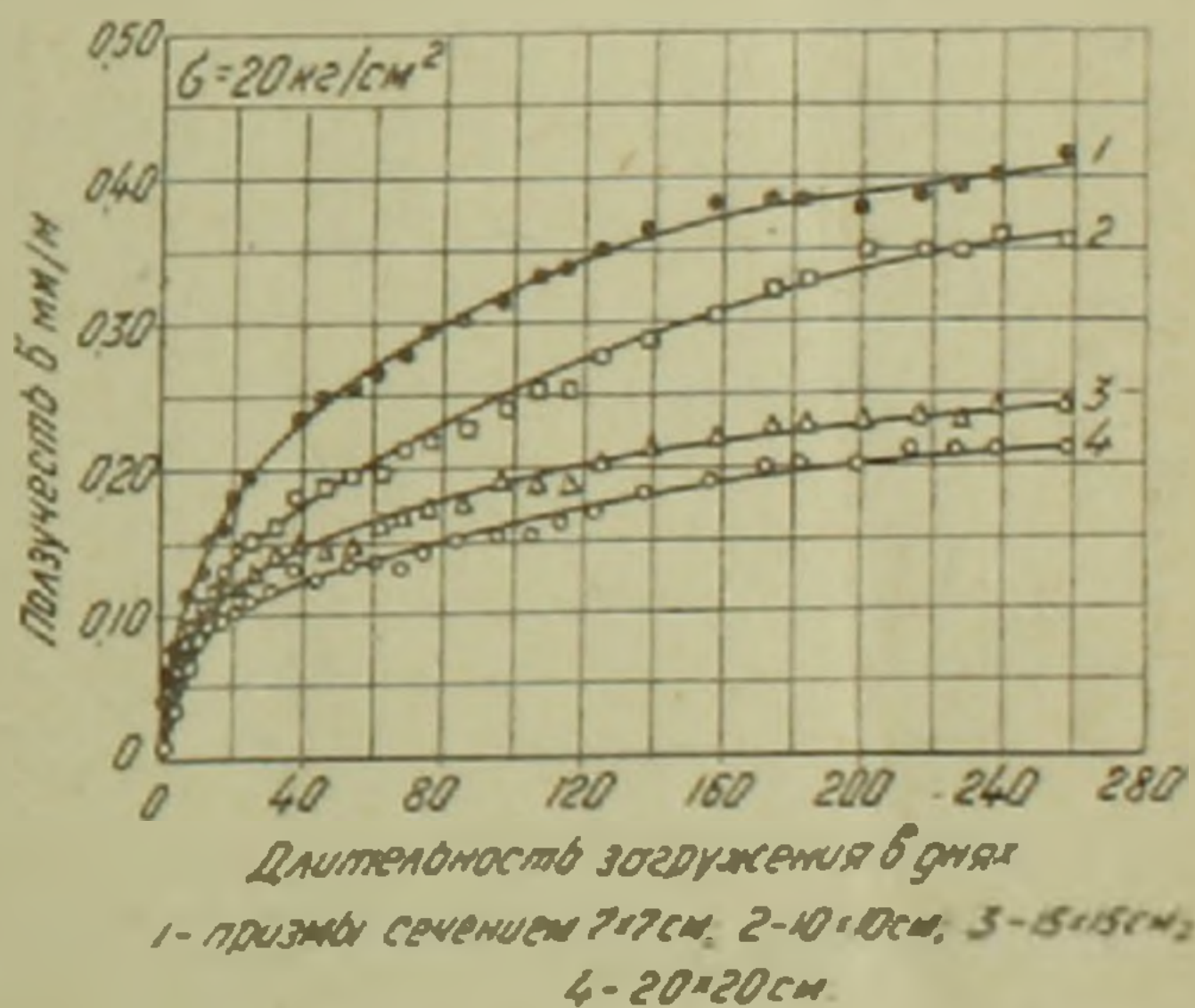
Как известно, аналитическое выражение меры ползучести бетона, которое предложил Н. Х. Арутюнян, имеет следующий вид

$$C(t, \tau) = \varphi(\tau) f(t - \tau). \quad (1)$$

где $\varphi(\tau)$ — функция старения, $f(t - \tau)$ — функция длительности нагружения (τ).

В раскрытом виде формула (1) пишется так

$$C(t, \tau) = \left(C_0 + \frac{A}{\tau} \right) [1 - e^{-\gamma(t-\tau)}]. \quad (2)$$



Фиг. 1.

Достоинства указанной формулы, которая весьма просто отражает основные явления ползучести бетона во времени, общеизвестны. Однако, как утверждают некоторые исследователи, формула (2) не всегда хорошо описывает опытные кривые ползучести, в особенности в начальный период опытов (4, 5). Чтобы устранить указанный недостаток, для функции $C(t, \tau)$ был предложен ряд новых выражений. Авторы этих предложений пошли по пути осложнения выражения меры ползучести. Так, в рекомендованном А. В. Яшиным выражении меры ползучести бетона число опытных параметров доходит до 7 (5).

Н. Х. Арутюнян считает, что иногда для более лучшего описания опытных кривых ползучести может оказаться необходимым в выражениях $\varphi(\tau)$ и $f(t - \tau)$ сохранить не два, а больше членов ряда или даже для $\varphi(\tau)$ принять другой вид зависимости (1).

Наши исследования показали, что для лучшего описания кривых ползучести выражение меры ползучести (2) с некоторым изменением следует представить в следующем виде

$$C(t, \tau) = \left(C_0 + \frac{A}{\tau} \right) [1 - 0.5 (e^{-\gamma_1(t-\tau)} + e^{-\gamma_2(t-\tau)})]. \quad (3)$$

В таком виде выражение становится весьма гибким и лишено того недостатка, о котором указывалось выше. Такое выражение $C(t, \tau)$ нами ранее применялось для описания кривых ползучести бетона при кручении и растяжении, и во всех случаях получалось хорошее соответствие с опытными данными.

Наши исследования показали также, что мера ползучести бетона с учетом влияния масштабного фактора на ползучесть бетона может быть представлена в следующем виде

$$C(t, \tau, a) = \varphi(\tau, a) f(t - \tau), \quad (4)$$

где a — наименьший размер поперечного сечения бетонного элемента.

Для описания экспериментальных кривых ползучести бетона, приведенных на фиг. 1, получена следующая зависимость

$$\varepsilon_n = (t, 28, a) = \left(0.006 + \frac{0.13}{a} \right) [1 - 0.5 (e^{-0.105t} + e^{-0.05t})] \times 20, \quad (5)$$

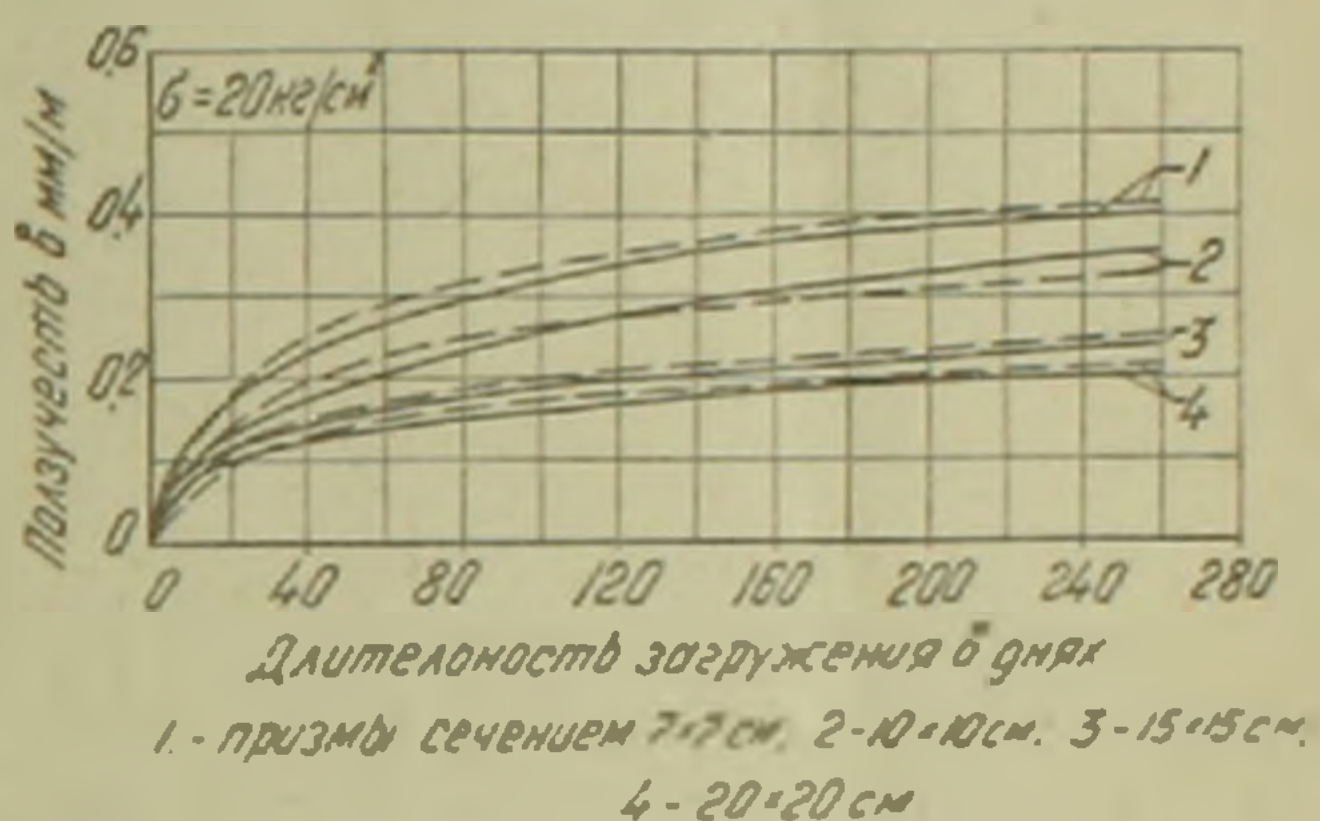
где

$$\varphi(28, a) = 0.006 + \frac{0.13}{a}. \quad (6)$$

Рассматривая выражение (6), нетрудно заметить, что $\varphi(28, \infty) = 0.006$. Таким образом, 0,006 представляет предельную меру ползучести бетона для бетонного массива с размерами, равными бесконечности при $\tau = 28$ дней. Однако с практической точки зрения уже при $a > 200$ см влияние масштабного фактора настолько незначительно, что вторым членом $\varphi(\tau, a)$ можно пренебречь.

На фиг. 2 нанесены опытные кривые ползучести и кривые по формуле (5) (пунктиром), которые дают хорошую сходимость с опытными кривыми.

На фиг. 3 приведены экспериментальные кривые ползучести бетона при растяжении, которые показывают, что в данном случае нет определенной закономерности во влиянии масштабного фактора на ползучесть бетона, как это имело место при сжатии. Деформации образцов разных размеров отличаются незначительно лишь в начальный период опытов, а в дальнейшем приобретают практически одинаковые значения. На основании этих опытов скорее можно прийти к выводу, что масштабный фактор не оказывает влияния на ползучесть бетона при растяжении. Однако, чтобы убедиться, действительно ли это так, несколько детальнее проанализируем результаты этих опытов.



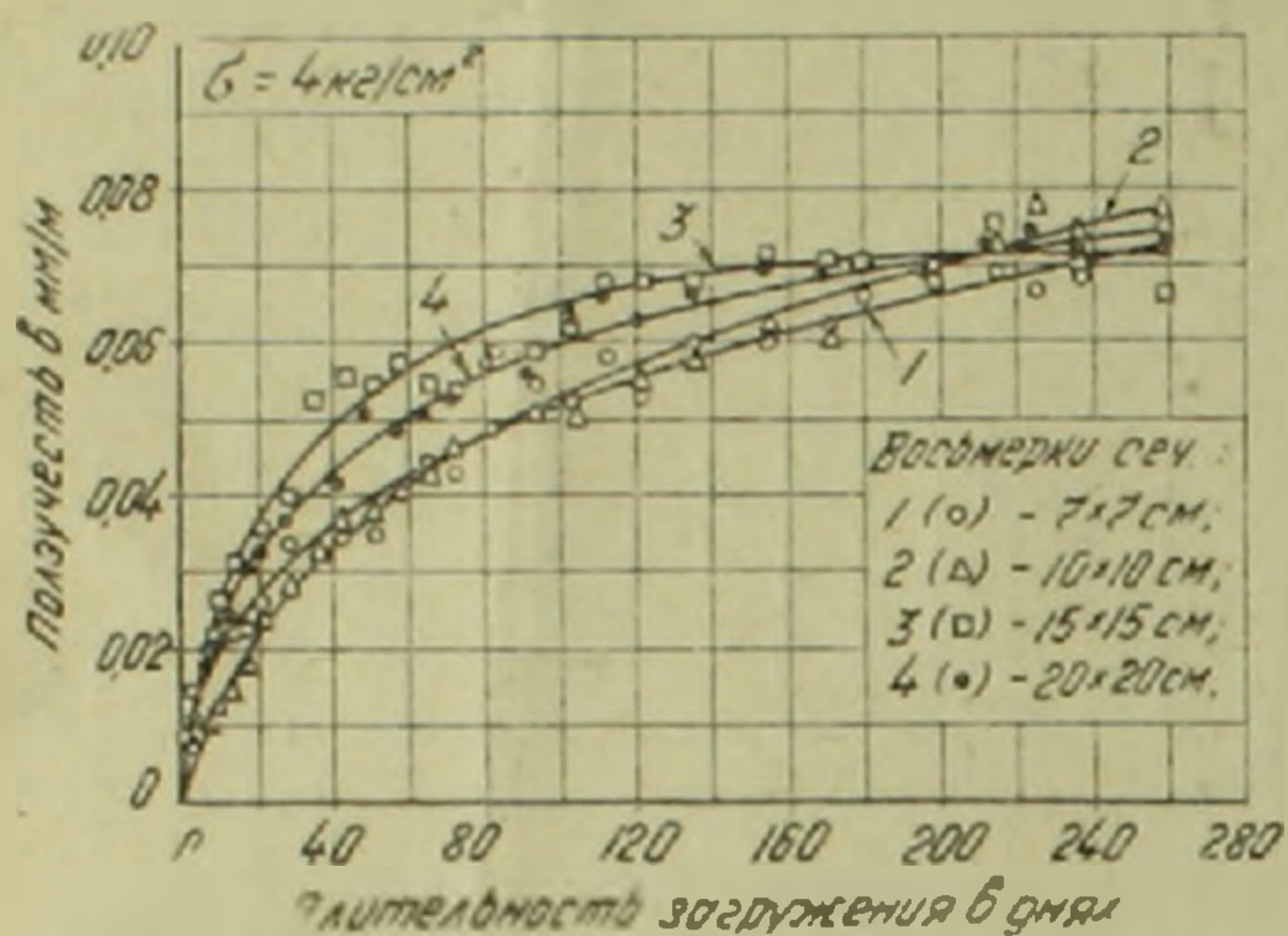
Фиг. 2.

До длительности нагружения 180 дней кривые ползучести образцов разных сечений в отношении друг друга расположились (кроме кривой 4) так, что чем больше сечение образца, тем больше деформации ползучести. Такое расположение кривых, конечно, никак нельзя отнести к влиянию масштабного фактора, а скорее это является следствием неодинакового относительного напряжения в образцах разных сечений как в момент их длительного нагружения, так и в процессе нахождения их под нагрузкой. Неодинаковость относительных напряжений обусловлена тем, что все образцы разных сечений были нагружены численно одинаковым напряжением (4 кг/см^2), а их пределы прочности на растяжение отличались (табл. 1).

Относительные напряжения в момент нагружения в восьмерках сечениями 7×7 , 10×10 , 15×15 и $20 \times 20 \text{ см}$ соответственно составляли 0,32; 0,38; 0,48 и 0,43. Эти данные показывают, что чем больше сечение образца, тем больше было относительное напряжение. Исключение составляет лишь относительное напряжение в восьмерках сечением $20 \times 20 \text{ см}$, которое должно было быть наибольшим, однако фактически получилось меньше, чем относительное напряжение в восьмерках сечением $15 \times 15 \text{ см}$. Такое отклонение могло быть вызвано тем, что восьмерки сечением 7×7 , 10×10 и $15 \times 15 \text{ см}$ были приготовлены из одного замеса бетона, а восьмерки сечением $20 \times 20 \text{ см}$ из другого.

Таким образом, вполне понятно, что в начальный период опытов в тех образцах, в которых относительное напряжение было больше, деформации ползучести должны были развиваться более интенсивно и получить большее значение. Именно этим и следует объяснить то расположение кривых, которое получилось на фиг. 3 в начальный период опытов.

После длительности нагружения 180 дней наблюдается дальнейшее сближение кривых ползучести и изменение их расположения по отношению друг к другу. В конце опытов хотя деформации разных размеров образцов практически получились одинаковыми, однако в пределах их разницы кривые ползучести расположились так, что чем больше сечение образца, тем меньше ползучесть. Изменение расположения кривых объясняется изменением во времени относительных напряжений благодаря нарастанию прочности бетона во времени.



Фиг. 3.

В табл. 3 приведены прочностные характеристики исследуемого бетона по результатам испытаний в годичном возрасте.

При рассмотрении данных табл. 1 мы отметили, что как кубиковая прочность, так и прочность бетона на растяжение с увеличением размеров сечения образца уменьшаются. Рассматривая данные годичных испытаний, мы уже наблюдаем обратное явление. В этом случае

Таблица 3

Размеры сечения образцов в см	R в кг/см^2	$\frac{R_{\text{н}}}{R}$	$R_{\text{пр.}}$ в кг/см^2	$\frac{R_{\text{пр.}}}{R}$	$R_{\text{р}}$ в кг/см^2	$\frac{R_{\text{р}}}{R}$
7 × 7	168	1,16	146	0,87	13,9	0,083
10 × 10	170	1,15	151	0,88	15,2	0,090
15 × 15	197	0,99	173	0,88	17,3	0,083
20 × 20	195	1,0	169	0,86	15,2	0,078

как кубиковая, так и призмная прочность с увеличением размеров сечения образца увеличивается. То же самое имеет место и с прочностью бетона на растяжение. Указанное явление объясняется тем, что в процессе твердения, в обычных условиях, образцы малых сечений благодаря испарению теряли больше воды, чем образцы больших сечений, и поэтому оставшаяся вода была недостаточна для дальнейшего нормального твердения бетона.

Как уже указывалось выше, относительные напряжения в момент нагружения восьмерек сечениями 7×7 , 10×10 , 15×15 и 20×20 см соответственно составляли 0,32; 0,38; 0,48 и 0,43, а к концу опытов — 0,29; 0,26; 0,23 и 0,26. Как показывают последние цифры, нарастание прочности бетона во времени привело к заметному падению относительных напряжений и к их выравниванию. Именно по этой причине

к концу опытов деформации ползучести образцов разных сечений приобретают одинаковые значения.

В начале опытов наибольшее относительное напряжение было в восьмерках сечением 15×15 см (0,48) и наименьшее в восьмерках сечением 7×7 см (0,32). И, несмотря на такую большую разницу относительных напряжений, в итоге их деформации получились одинаковые. Это обстоятельство также приводит к выводу, что при растяжении масштабный фактор не оказывает влияния на ползучесть бетона. В опытах по исследованию влияния масштабного фактора на ползучесть бетона при сжатии разницу деформаций образцов разных сечений мы целиком отнесли к влиянию масштабного фактора, потому что относительные напряжения в начале опытов для всех образцов были одинаковы и во времени изменились незначительно. Так, например, в момент нагружения в призмах сечением 7×7 и 20×20 см относительные напряжения соответственно составляли 0,15 и 0,16, а в конце опытов 0,14 и 0,12. Между тем деформации ползучести указанных образцов, как это видно на фиг. 1, отличаются в 2 раза.

В табл. 4 приведены мгновенные упругие деформации в момент нагружения, предельные деформации ползучести (при $t = 260$ дней), меры ползучести и характеристики ползучести при сжатии и растяжении.

Таблица 4

Размеры сечения образцов в см	Наименование напряженного состояния								$\frac{C_p}{C_c}$
	с ж а т и е				р а с т я ж е н и е				
	$\epsilon_0 \times 10^3$	$\epsilon_n \times 10^3$	$C_c \times 10^6$	η_t	$\epsilon_0 \times 10^3$	$\epsilon_n \times 10^3$	$C_p \times 10^6$	η_t	
7 × 7	14,0	40,5	20,2	2,89	3,2	7,2	18,0	2,25	0,90
10 × 10	13,1	36,0	18,0	2,75	2,8	7,8	19,5	2,79	1,08
15 × 15	13,5	24,0	12,0	1,78	2,5	7,4	18,5	2,96	1,54
20 × 20	13,5	21,0	10,5	1,56	2,6	7,2	18,0	2,77	1,71

Тот факт, что влияние масштабного фактора на ползучесть бетона существенно при сжатии и отсутствует при растяжении, весьма закономерен и исходит из физической природы данного явления. Эти исследования еще раз подтверждают правильность выдвинутой нами в свое время обобщенной гипотезы механизма ползучести бетона (4, 6).

На основании проведенных исследований могут быть сделаны следующие выводы.

1. Масштабный фактор оказывает большое влияние на ползучесть бетона при сжатии. С увеличением размеров сечения бетонного элемента ползучесть уменьшается.

2. Масштабный фактор не оказывает влияния на ползучесть бетона при растяжении.

3. Характеристика ползучести бетона при сжатии с увеличением размеров сечения бетонного элемента уменьшается.

4. Характеристика ползучести бетона при растяжении с увеличением размеров бетонного элемента увеличивается.

5. Отношение меры ползучести бетона при растяжении к мере ползучести при сжатии с увеличением размеров бетонного элемента увеличивается.

6. Влияние масштабного фактора (α) и возраста бетона к моменту длительного нагружения (τ) на меру ползучести бетона в теории упруго-ползучего тела может быть выражено функциональной зависимостью.

7. Расчетные величины ползучести бетона при сжатии для конструкций должны быть установлены в зависимости от размеров их сечений.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Կ. Ս. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

Մասշտաբի գործոնի ազդեցությունը բետոնի սողի վրա սեղման և ձգման ժամանակ

Հոգովածը նվիրված է մասշտաբի գործոնի ազդեցությանը բետոնի սողի վրա սեղման և առանցքային ձգման ժամանակ:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ մասշտաբի գործոնի ազդեցությունը բետոնի սողի վրա սեղման ժամանակ բավականաչափ մեծ է: Բետոնե էլեմենտի կտրվածքի մեծացման հետ սողը մեծանում է: Ինչ վերաբերվում է ձգմանը, ապա այդ դեպքում մասշտաբի գործոնի ազդեցությունը բետոնի սողի վրա բացակայում է: Հաստատված է նաև, որ սողի խարակտերիստիկան էլեմենտի կտրվածքի չափսերի մեծացման հետ, սեղման ժամանակ փոքրանում է, իսկ ձգման ժամանակ մեծանում:

Մասշտաբի գործոնի ազդեցությունը, ինչպես նաև բետոնի հասակի ազդեցությունը երկարատև բեռնավորման մոմենտին, ելնելով նյութի առաձգա-սողքային առանձնահատկությունից, արտահայտված է ֆունկցիոնալ կապով:

Այսպիսով սողի հաշվարկային մեծությունները պետք է ընտրվեն կախված կոնստրուկցիայի ընդլայնական կտրվածքի չափսերից:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ К. С. Карапетян, „Известия АН АрмССР, сер. физ.-мат., ест. и техн. наук“, 9, № 1 (1956). ² И. И. Улицкий, „Бетон и железобетон“, № 4, 1962. ³ Н. Х. Арутюнян, Некоторые вопросы теории ползучести. Гостехиздат, 1952. ⁴ С. В. Александровский, О методике исследования ползучести и влажностных деформаций бетона. „Методика лабораторных исследований деформаций и прочности бетона, арматуры и железобетонных конструкций“, Труды координационного совещания. Госстройиздат, 1962. ⁵ А. В. Яшин, Ползучесть бетона в раннем возрасте. В сборнике „Исследование свойств бетона и железобетонных конструкций“. Труды НИИЖБ АС и А СССР, вып. 4, Госстройиздат, 1959. ⁶ К. С. Карапетян, „Известия АН АрмССР, серия физ.-мат., ест. и техн. наук“, 6, № 2, 1953.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Э. Д. Газазян и О. С. Мергелян

Переходное излучение в гиротропном феррите

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. М. Гарибяном 30/X 1963)

В работе рассмотрено переходное излучение точечного заряда при влете его из намагниченного ферродиелектрика (обладающего магнитной гиротропией) в идеальный проводник. Рассмотрен простейший, но наиболее интересный случай движения частицы вдоль магнитного поля. Исследованы спектр и поляризация излучения. При $g=0$ результаты совпадают с известными ранее ⁽¹⁾. Пусть плоскость $z=0$ является границей раздела феррита с постоянными ϵ и μ и идеальным проводником. Вдоль оси z наложено внешнее магнитное поле H_0 , под влиянием которого феррит становится гиротропным. Материальные уравнения примут вид ⁽²⁾.

$$\begin{aligned}\vec{D} &= \epsilon \vec{E}, \\ \vec{B} &= \mu \vec{H} + i [\vec{H} \vec{g}], \\ \vec{g} &= f(\omega) \vec{H}_0.\end{aligned}\tag{1}$$

Дисперсионное соотношение в такой среде для плоской волны с параметрами $\vec{k}$ и ω имеет вид

$$\left(k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \epsilon \mu\right)^2 + \frac{g^2}{\mu^2} \left(x^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \epsilon \mu\right) = 0\tag{2}$$

где

$$x^2 = k^2 - \frac{1}{g^2} (\vec{k} \vec{g})^2.$$

Пусть теперь в нашей среде движется вдоль оси z из $-\infty$ в $+\infty$ точечный заряд e с постоянной скоростью v , который в момент $t=0$ пересекает границу раздела с идеальным проводником. Поле заряда имеет вид

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \int \vec{E}(\vec{k}) e^{i(\vec{k} \vec{r} - \omega t)} d\vec{k},$$

$$\vec{E}(\vec{k}) = \frac{ie}{2\pi^2\varepsilon} \frac{1}{\Delta} \left\{ \frac{\omega v}{c^2} \varepsilon_{\mu} \left[\left(k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} \right) \left(1 - \frac{1}{\beta^2 \varepsilon_{\mu}} \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{g^2}{\mu^2} \left(z^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} \right) \right] - z \left(k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} \right) - i \frac{[z g]}{\mu} \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} \right\}, \quad (3)$$

$$\Delta = \left(k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} \right)^2 + \frac{g^2}{\mu^2} \left(z^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} \right) \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu},$$

$$\omega = k v.$$

Из дисперсионного соотношения (2) следует, что решение однородных уравнений поля состоит из суммы двух слагаемых, которые мы обозначим соответственно $\vec{E}_1$ и $\vec{E}_2$, и поля излучения будем искать в виде

$$\vec{E}' = \vec{E}_1 + \vec{E}_2,$$

$$\vec{E}_{1,2}(\vec{r}, t) = \int \vec{E}_{1,2}(\vec{k}) e^{i(\vec{r} \cdot \vec{k} - t_{1,2} z - \omega t)} d\vec{k}, \quad (4)$$

где

$$t_{1,2} = \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} - z^2 \pm \frac{g}{\mu} \frac{\omega}{c} n \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} - z^2}, \quad (5)$$

$$n^2 = \varepsilon_{\mu}.$$

Из граничных условий имеем

$$E_z + E_{1z} + E_{2z} = 0, \\ E_{\vec{r} \cdot \vec{v}} + E_{1 \vec{r} \cdot \vec{v}} + E_{2 \vec{r} \cdot \vec{v}} = 0. \quad (6)$$

Кроме того, однородные уравнения Максвелла дают

$$-i \frac{\omega}{c} n E_{1,2z} + \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} - z^2} E_{1,2 \vec{r} \cdot \vec{v}} = 0. \quad (7)$$

Из уравнений (6) и (7) легко получить выражения для фурье-компонент полей излучения, которые имеют вид

$$E_{1,2z} = \frac{ie}{4\pi^2\varepsilon} \frac{1}{\Delta} z \left\{ k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} \pm \frac{g}{\mu} \frac{\omega}{c} n \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} - z^2} \right\}. \quad (8)$$

Представив детерминант Δ в виде

$$\Delta = \left[k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} + \frac{g}{\mu} \frac{\omega}{c} n \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} - z^2} \right] \times \\ \times \left[k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} - \frac{g}{\mu} \frac{\omega}{c} n \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{\mu} - z^2} \right], \quad (9)$$

Фурье-компоненты полей излучения запишем в виде

$$E_{1,2} = \frac{ie}{4\pi^2 z} \frac{1}{k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon \mu \mp \frac{g}{\mu} \frac{\omega}{c} n \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon \mu - k^2}} \quad (10)$$

Поля излучения имеют вид

$$E_{1,2}(\vec{r}, t) = \int \vec{E}_{1,2}(\vec{k}) e^{i(x\rho \cos \varphi - t_{1,2} z - \omega t)} \rho d\rho d\varphi \frac{d\omega}{v}, \quad (11)$$

где интегрирование по φ производится от 0 до 2π , по z от 0 до $+\infty$ и по ω от $-\infty$ до $+\infty$.

Выражения (11) с Фурье-компонентами (10) дают нам точные выражения для полей излучения. Для более детального их исследования будем считать $\frac{g}{\mu}$ малым и отбросим члены $\sim \frac{g^2 \varepsilon}{\mu^2} \ll 1$. Тогда

$$\begin{aligned} \lambda_{1,2} &= \left\{ \lambda \mp \frac{1}{2} \frac{g}{\mu} \frac{\omega}{c} n \right\}, \\ \lambda &= \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon \mu - k^2}, \\ &= \frac{1}{k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon \mu \mp \frac{g}{\mu} \frac{\omega}{c} n \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon \mu - k^2}} = \\ &= \frac{1}{k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon \mu} \left[1 \pm \frac{g}{\mu} \frac{\omega}{c} n \frac{\sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon \mu - k^2}}{k^2 - \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon \mu} \right] = r_{1,2}. \end{aligned} \quad (12)$$

Интегрирование по φ и z произведем с учетом (12)

$$E_{1,2} = -\frac{e}{2\pi v} \int \frac{\rho^2}{z} r_{1,2} J_1(x\rho) e^{-i\left(\lambda \pm \frac{1}{2} \frac{g}{\mu} \frac{\omega}{c} n\right)z - i\omega t} dx d\omega. \quad (13)$$

Введя координаты

$$\rho = R \sin \theta, \quad z = -R \cos \theta \quad (14)$$

и взяв для функций Бесселя их асимптотику, проинтегрируем (13) по z методом перевала. Тогда для полей на больших расстояниях получим

$$E_{1,2} = \frac{ev}{2\pi R c^2} \int \mu \sin \theta \cos \theta r_{1,2} e^{i\left(\frac{\omega}{c} n R - \frac{g}{2\mu} \frac{\omega}{c} n z - \omega t\right)} d\omega, \quad (15)$$

где

$$r_{1,2} = \frac{1}{1 - \beta^2 \varepsilon \mu \cos^2 \theta} \left\{ 1 \pm g \frac{\beta^2 \varepsilon}{1 - \beta^2 \varepsilon \mu \cos^2 \theta} \right\}, \quad (16)$$

$E_{2\varphi}$ получается из $E_{1\rho}$ заменой $g \rightarrow -g$. Введя направление φ единичным вектором $\vec{n}_\varphi = \frac{[\vec{\rho}, \vec{v}]}{\rho v}$, для $E_{1,2\varphi}$ получим

$$E_{1,2\varphi} = \int E_{1,2[\varphi]} \cos \varphi e^{i(z\varphi \cos \theta - t_{1,2} - \omega t)} r dr d\varphi \frac{d\omega}{v}. \quad (17)$$

Для полных полей получим

$$\begin{aligned} E_\varphi &= \frac{ev \sin \theta \cos \theta}{\pi R c^2} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\mu e^{i\left(\frac{\omega}{c} nR - \omega t\right)}}{1 - \beta^2 \varepsilon_\mu \cos^2 \theta} \left[\cos \left(\frac{g}{2\mu} \frac{\omega}{c} nR \cos \theta \right) + \right. \\ &\quad \left. + ig \frac{\beta^2 \varepsilon}{1 - \beta^2 \varepsilon_\mu \cos^2 \theta} \sin \left(\frac{g}{2\mu} \frac{\omega}{c} nR \cos \theta \right) \right] d\omega, \\ E_\varphi &= \frac{ev \sin \theta}{\pi R c^2} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\mu e^{i\left(\frac{\omega}{c} nR - \omega t\right)}}{1 - \beta^2 \varepsilon_\mu \cos^2 \theta} \left[- \sin \left(\frac{g}{2\mu} \frac{\omega}{c} nR \cos \theta \right) + \right. \\ &\quad \left. + ig \frac{\beta^2 \varepsilon}{1 - \beta^2 \varepsilon_\mu \cos^2 \theta} \cos \left(\frac{g}{2\mu} \frac{\omega}{c} nR \cos \theta \right) \right] d\omega, \\ E_z &= \frac{ev \sin^2 \theta}{\pi c^2 R} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\mu e^{i\left(\frac{\omega}{c} nR - \omega t\right)}}{1 - \beta^2 \varepsilon_\mu \cos^2 \theta} \left[\cos \left(\frac{\omega}{c} nR \cos \theta \frac{g}{2\mu} \right) + \right. \\ &\quad \left. + i \frac{g}{2\mu \cos \theta} \left(1 + \frac{2\beta^2 \varepsilon_\mu \cos \theta}{1 - \beta^2 \varepsilon_\mu \cos^2 \theta} \right) \sin \left(\frac{\omega}{c} nR \cos \theta \frac{g}{2\mu} \right) \right] d\omega. \quad (18) \end{aligned}$$

Из формул (18) видно, что переходное излучение назад имеет 2 компоненты. Первая из них состоит из поляризованных по кругу влево волн, вектор поляризации которых имеет величину

$$E = \frac{ev \sin \theta}{\pi c^2 R} \frac{\mu}{1 - \beta^2 \varepsilon_\mu \cos^2 \theta} \quad (19)$$

и плоскость поляризации вращается влево, делая полный оборот на расстоянии

$$R_0 = 4\pi \frac{\mu}{g \cos \theta}, \quad (20)$$

где λ — длина волны излучения.

Интенсивность его в телесном угле $d\Omega = \sin \theta d\theta d\varphi$ равна

$$\frac{dW}{d\Omega} = \frac{e^2 \beta^2 \sin^2 \theta}{\pi^2 c} \int_0^\infty V \varepsilon_\mu \left| \frac{1}{1 - \beta^2 \varepsilon_\mu \cos^2 \theta} \right|^2 d\omega. \quad (21)$$

Вторая компонента излучения, которая состоит из поляризованных эллиптически вправо волн, несущественна, так как ее интенсивность

есть величина порядка $\frac{g^2}{u^2}$ от интенсивности левополяризованных волн.

В заключение авторы выражают благодарность А. Ц. Амагунни и Б. М. Болотовскому за полезные обсуждения.

ЦНИ физико-техническая лаборатория
Академии наук Армянской ССР

Է. Դ. ԳԱԶԱՋՅԱՆ ԵՎ Ն. Ս. ՄԵՐԳԵԼՅԱՆ

Անցումային ճառագայթումը հիբրիդային ֆերիտում

Անցումային թափումը դիտարկված է կետային լիցքի ճառագայթումը, երբ այն հասնում է հիբրիդային ֆերիտի և իզոլյացիայի հաղորդիչ միջավայրերի սահմանը: Լիցքի շարժումը վերցված է զուգահեռ արտաքին մագնիսական դաշտին: Դիտարկված են առաջացած ճառագայթման սպեկտրն ու բևեռացումը: Ստացված է բանաձև ճառագայթման ինտենսիվության համար: Հաշվումները կատարված են $\frac{g}{u} \ll 1$ մոտավորությամբ:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՎԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Г. М. Гарибян, ЖЭТФ 33, 1403, 1957. - А. Д. Фокс, С. Е. Миллер, М. Т. Вейс, Свойства ферритов и их применение в диапазоне СВЧ, Изд. "Советское радио", М., 1956.

ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

Н. М. Кочарян, чл.-корр. АН Армянской ССР, П. А. Безирганян
 и М. А. Навасардян

Кристалличность каучука наирит

(Представлено 12/X 1963)

Физические свойства и структура натурального и синтетического каучуков изучены многочисленными советскими и иностранными исследователями (^{1—4}). В частности, на основании этих исследований авторы приходят к заключению, что:

1) как натуральный, так и хлоропреновый каучуки при комнатной температуре аморфны—при температуре, превышающей 15°C, степень кристаллизации настолько мала, что ею можно пренебречь;

2) при растяжении этих каучуков не происходит ориентации уже имеющихся в затвердевшем каучуке кристаллов, а непосредственно возникают ориентированные в направлении растяжения кристаллы.

Однако, вопреки этим утверждениям, на основании наших исследований мы пришли к следующим выводам:

1) в зависимости от технологии получения хлоропреновый каучук при комнатной температуре (20—25) может иметь достаточно высокую степень кристалличности;

2) при растяжении этого каучука происходит ориентация уже имеющихся мелких кристалликов.

Нами подверглись рентгенографическим исследованиям различные образцы хлоропренового каучука наирит, полученные в различных технологических условиях. Эти исследования показали, что свежий хлоропреновый каучук наирит в зависимости от технологии полимеризации при комнатной температуре может существовать в следующих модификациях:

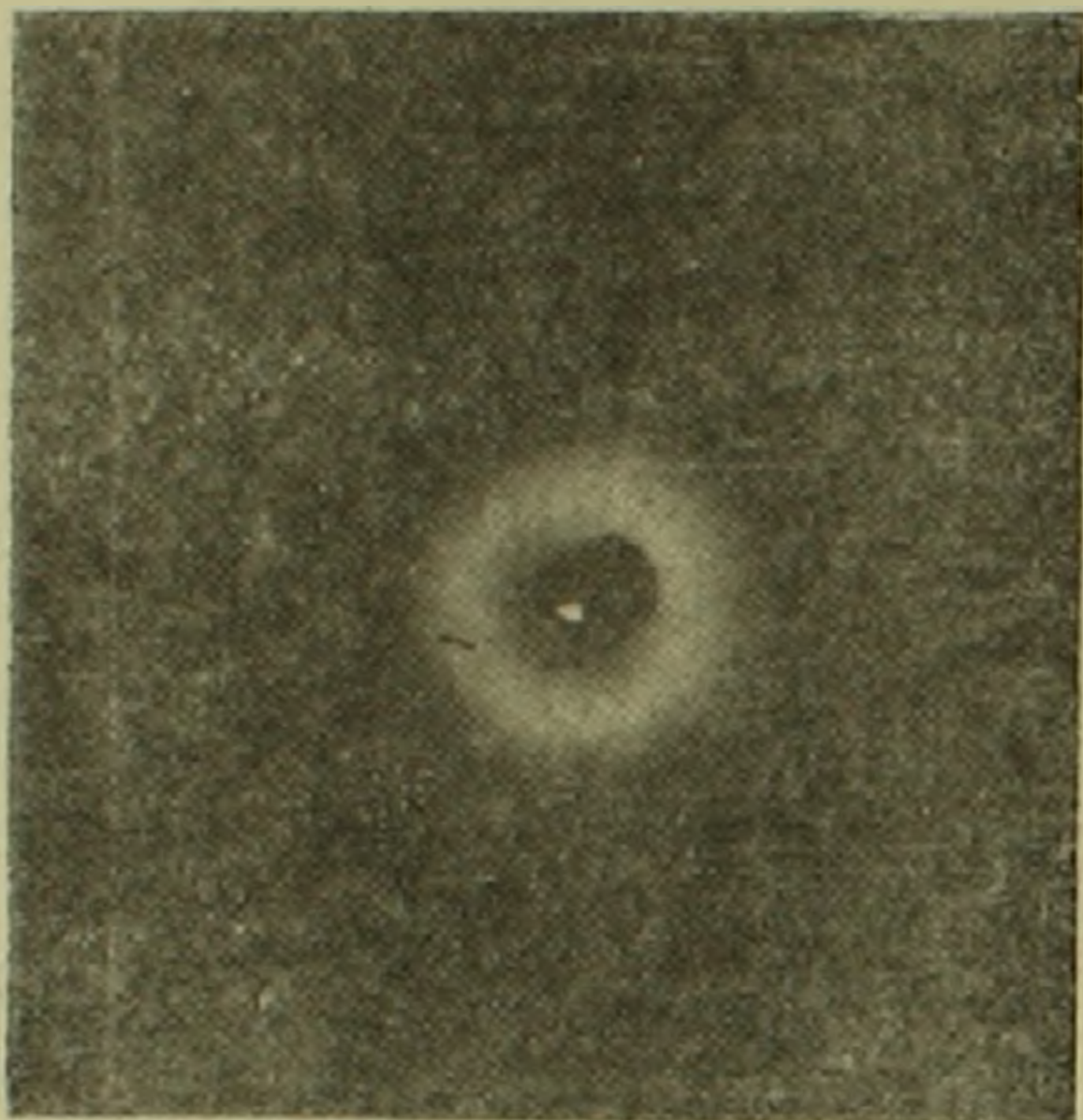
1) в аморфной (фиг. 1);

2) в частично кристаллической, когда кристаллы так малы и несовершенны, что дифракционное кольцо, соответствующее кристаллическому состоянию, по ширине почти не отличается от кольца, соответствующего аморфному состоянию (фиг. 2);

3) в частично кристаллической, когда кристаллы так велики и совершенны, что дифракционные кольца, соответствующие кристаллическому состоянию, достаточно резки (фиг. 3).

Рассмотрим отдельные модификации:

1. *Аморфный наирит*. На рентгеновских снимках полностью аморфного наирита независимо от длительности экспозиции получается только одно аморфное гало (фиг. 1), которое соответствует $d=10,35 \text{ \AA}$

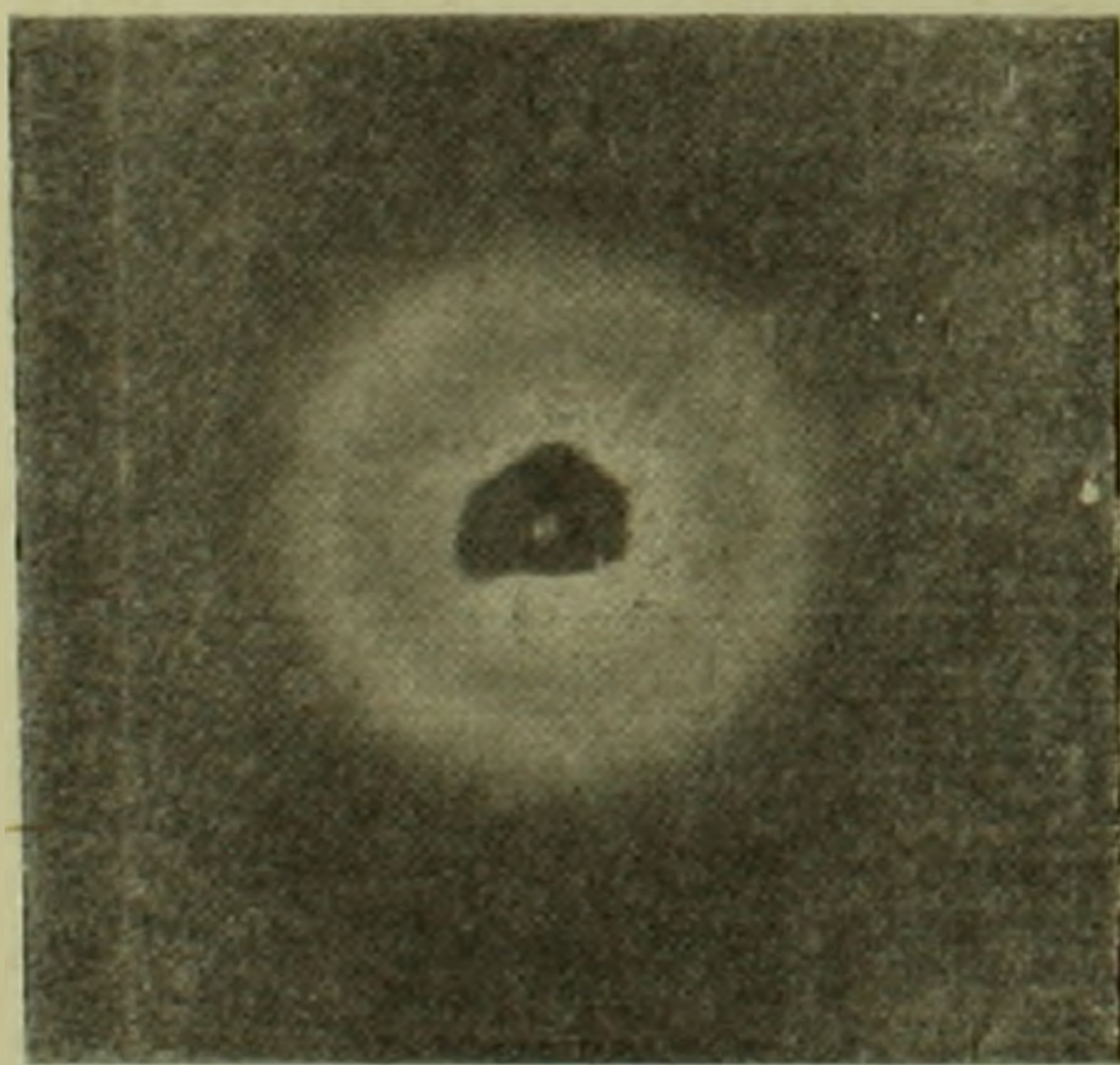


Фиг. 1.

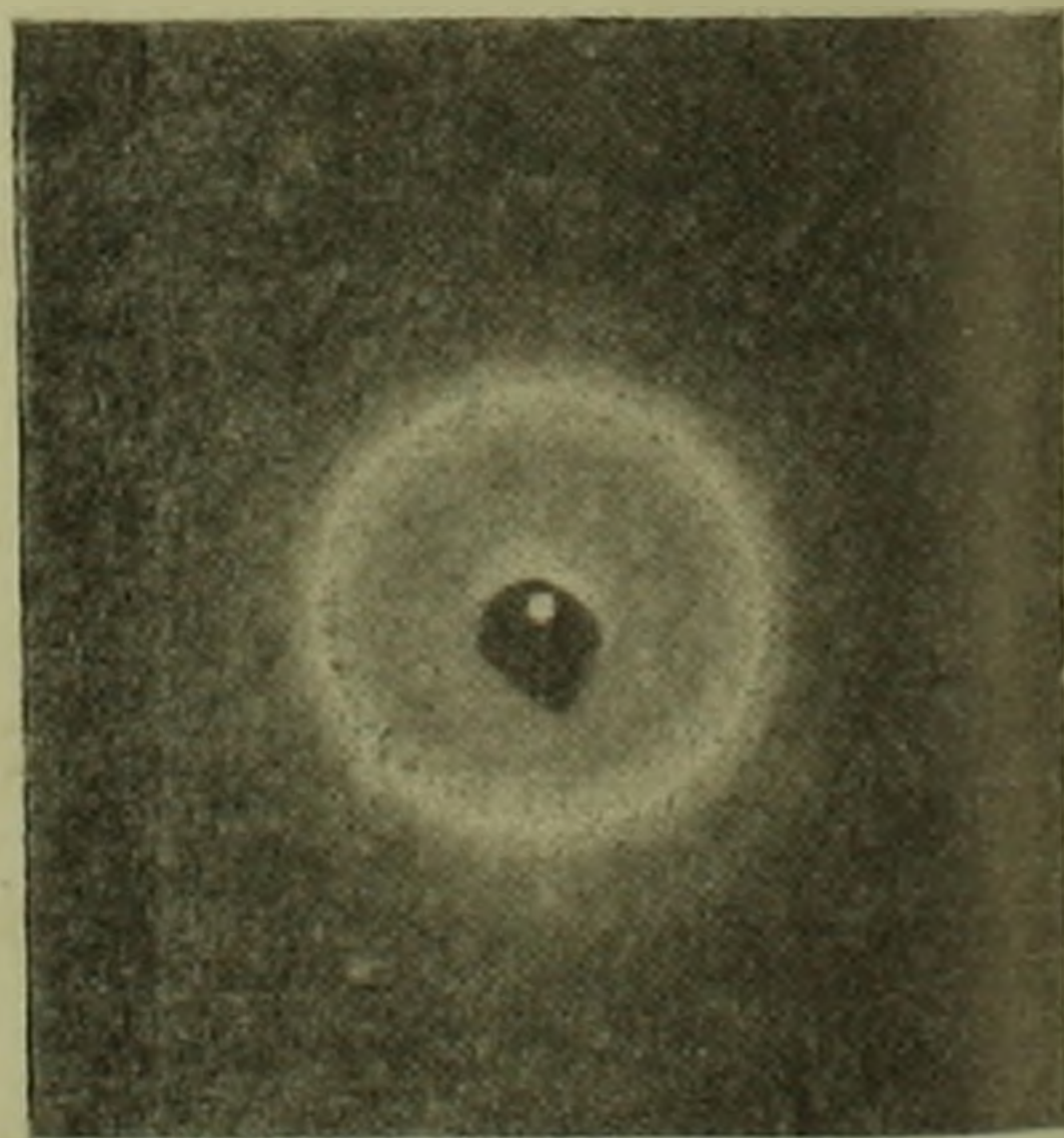
межплоскостному расстоянию. Такой наирит плохо растворяется в растворителях каучука и при комнатной температуре явление „дубления“ (кристаллизация при длительном лежании) почти не происходит.

2. *Частично кристаллический наирит*. В частично кристаллической модификации, когда кристаллики малы и несовершенны, на рентгенограмме получается как бы второе аморфное кольцо, соответствующее межплоскостному расстоянию $d=8,29 \text{ \AA}$ (фиг. 2). Од-

нако детальное исследование показало, что это кольцо является кристаллическим спектром с расширенными интерференционными линиями.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Действительно, при хранении этих образцов при сравнительно низких температурах второе широкое кольцо расщепляется на три резких кольца, кристаллическое происхождение которых не вызывает сомнения.

Следовательно, так как линии, характеризующие кристалличность, лежат на тех же местах, что и широкая линия, кажущаяся характеристикой аморфности, то нужно принять, что спектр, кажущийся аморфным, в действительности является кристаллическим спектром с расширенными интерференциями⁽¹⁾. Таким образом, второе широкое кольцо (фиг. 3) состоит из трех колец, которые из-за

малости и несовершенства кристалликов расширялись и сливались в одно.

В случае, когда кристаллики достаточно велики и совершенны, даже от свежего образца при комнатной температуре на рентгенограмме вместо второго широкого кольца получаются три достаточно резких кольца (фиг. 3). Более того, как видно на этих рентгенограммах, получаются и некоторые другие (2—3, иногда даже больше) достаточно резкие кольца с большими радиусами, что, несомненно, является признаком достаточно высокой ориентации.

3. *Растянутый наирит*. При растяжении каучука наирит сперва расщепляется второе широкое кольцо на три резких кольца, а потом на этих кольцах появляются более интенсивные дуги. С увеличением растяжения наирита, с одной стороны, увеличиваются интенсивности этих дуг, и они стягиваются в точку, с другой стороны, уменьшаются интенсивности колец.

На основании сказанного можно сделать следующие выводы:

1. Если при растяжении широкое кольцо расщепляется на три кольца, это значит, что с растяжением увеличиваются размеры или повышается совершенство существующих до растяжения (или одновременно и то и другое) кристалликов.

2. Если при растяжении интенсивность колец уменьшается, то с растяжением не только образуются ориентированные кристаллы, но и часть существующих до растяжения кристалликов ориентируется в направлении растяжения. Очевидно, что такая ориентация может происходить только тогда, когда кристаллики достаточно малы.

Ն Ա ՔՈԶԱՐՅԱՆ, Պ. Հ. ԲԵԶԻՐԳԱՆՅԱՆ, Մ Ա ՆԱՎԱՍԱՐԴՅԱՆ

Նաիրիտ կաուչուկի բյուրեղայնությունը

Իննտղենոգրաֆիկ եղանակով ուսումնասիրված է նաիրիտ կաուչուկի բյուրեղայնությունը: Աւսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ հակառակ դոյություն ունեցող կարծիքի նաիրիտ կաուչուկը կարող է ունենալ բավականաչափ բարձր առաիճանի բյուրեղայնություն:

Տվյալ աշխատանքի նեղինակների կողմից տպագրւղված է, որ բյուրոսրենային կաուչուկը կախված ստաղման տեխնոլոգիայից, սենյակային ջերմաստիճանում կարող է ունենալ բարձր առաիճանի կողմնորոշվածություն և ձգման դեպրում տեղի է ունենում դոյություն ունեցող փոքրիկ բյուրեղիկների վերադասավորում:

Պարզված է, որ երկրորդ՝ առաջին հայացքից դիֆուզիոն թվացող ոգակը իրենից ներկայացնում է բյուրոսրենային կաուչուկի բյուրեղայնությունը բնորոշող դիֆրակցիոն մարտիմում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. И. Р. Катц, Рентгенография коллоидов и тканей, ОНТИ, 1937. 2. Б. А. Доганкин, Химия и физика каучука, М., 1947. 3. А. И. Китайгородский, Рентгеноструктурный анализ мелкокристаллических и аморфных тел, М., 1952. 4. Л. Треолар, Физика упругости каучука, М., 1953.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. И. Исагулянц, академик АН Армянской ССР, и Ахмед М. Дессуки

Исследование реакции полимеризации изоамиленов
 на катализаторе КУ-2

(Представлено 30/VII 1963)

Полимеризация амиленов в присутствии различных кислотных катализаторов широко освещена в литературе (¹⁻⁸).

В настоящей работе впервые изучена полимеризация изоамиленов на обезвоженной смоле КУ-2 (Н-форма).

Изоамилены получались дегидратацией изоамилового спирта (т. кип. 128—132° и d_4^{20} 0,8108—0,8115) над окисью алюминия при 400°. Полимеризации подвергалась фракция изоамиленов с температурой кипения от 21 до 38°. По данным хроматографического анализа использованная газовая смесь содержала 26% 3-метилбутена-1; 26,4% 2-метилбутена-1 и 47,6% 2-метилбутена-2. Таким образом, в амиленовой фракции содержалось 74% третичных амиленов. Реакция полимеризации амиленов проводилась во вращающемся автоклаве. После опыта продукт реакции отфильтровывался от катализатора и подвергался разгонке с отбором фракций до 45°; 45—145°; 145—156°; 156—176° и выше 176°. Для димерной фракции определены физико-химические константы и дана спектральная характеристика.

В табл. 1 приводятся результаты опытов.

Таблица 1

Результаты полимеризации изоамиленов с катализатором КУ-2

Условия полимеризации			Выход полимеров, г	Выход димера, г	Выход димера	
количество амилена, г	температура, °С	давление, ат			на прореагировавший амилен, %	на взятый амилен, %
70	90	1,5	Реакция не идет			
70	115	8	18.3	8.0	43.7	11.4
70	125	12	27.7	12.6	45.5	18.8
70	135	13	36.4	17.5	48.1	25.0
70	155	20	29.7	14.1	47.5	20.1

Примечание: Продолжительность всех опытов 0,5 час., количество катализатора во всех опытах 20 г/моль.

В результате полимеризации амиленовой фракции, содержащей 74% третичных амиленов, в присутствии КУ-2 максимальный выход димера (при температуре 135° и давлении 13 ат) составил 48.1% на прореагировавший амилен и 25.0% на взятый амилен. Из табл. 1 видно, что с повышением температуры до 155 выход димера снизился до 20.1%, по-видимому, в этих условиях катионит КУ-2 заметно подвергается термическому десульфированию (разложению).

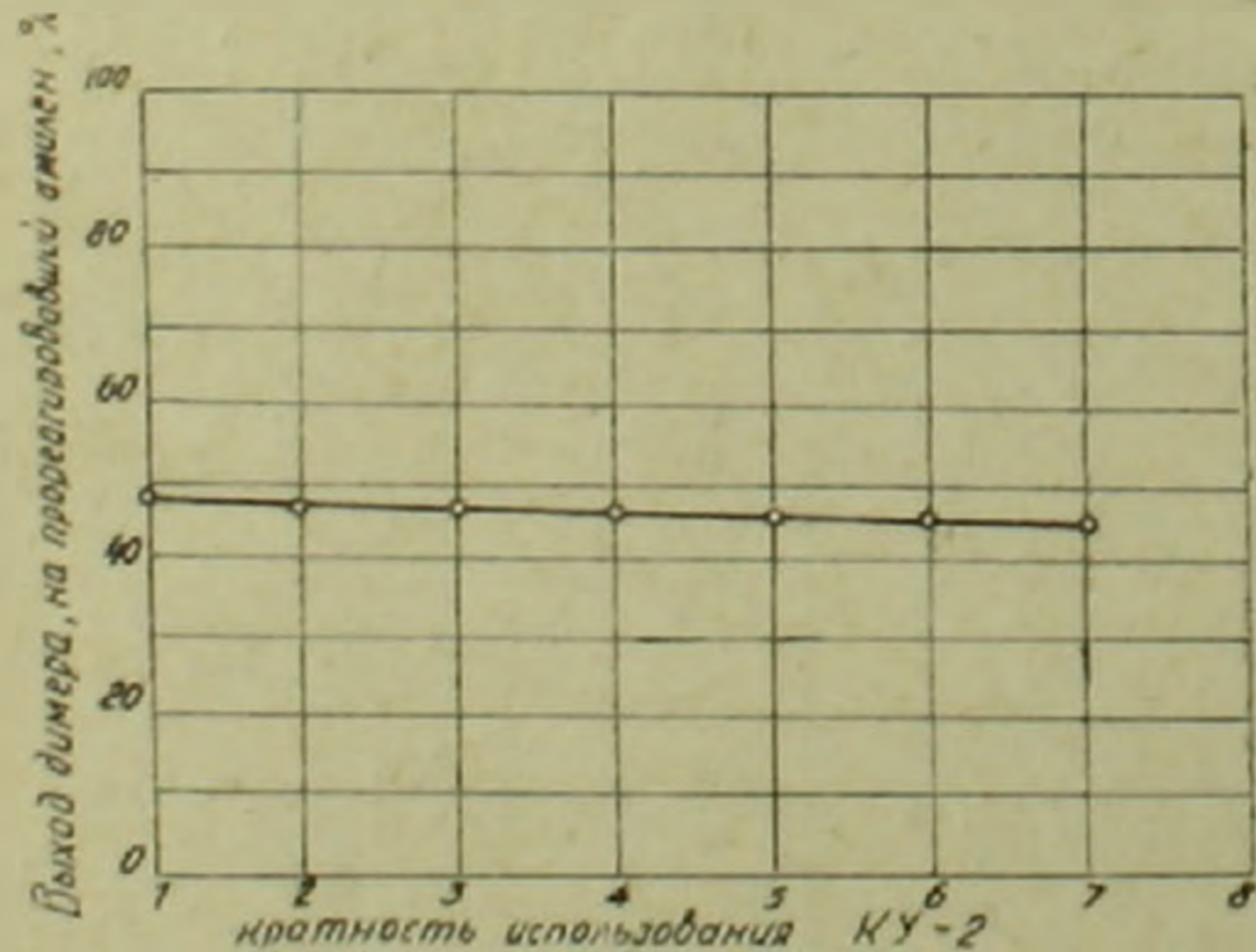
Таблица 2

Влияние количества катализатора на процесс полимеризации

Условия полимеризации				Выход полимеров, г	Выход димера, г	Выход димера	
количество амиленов, г	температура, °С	давление, ат	количество катализатора, г			на прореагировавший амилен, %	на взятый амилен, %
70	135	18	10	25.6	9	35.2	12.9
70	135	13	20	36.4	17.5	48.1	25.0
70	135	12.5	30	34.8	16.6	47.7	23.7

Примечание: Продолжительность всех опытов 0,5 час.

В интервале от 10 до 30 г/моль показано, что оптимальное количество катализатора (20 г/моль) составляет 28.6% от сырья. Дальнейшее увеличение количества катализатора не влияет на выход диамиленов. Невступившие в реакцию амилены снова подвергались повторной полимеризации. Установлена возможность многократного использования катионита, без регенерации и без заметного падения его эффективности (фиг. 1).



Фиг. 1.

Таблица 3

Конверсия амиленов (в %) в присутствии катионита КУ-2

Продолжительность опыта, час	Температура, 135°
0,5	52,0
1,5	62,6
4,0	76,0

Как видно из табл. 3, проведение реакции в течение 4 час. (температура 135°) способствует увеличению конверсии амиленов до 76.0% и образованию высших полимеров. Выход димера при этом не изменяется.

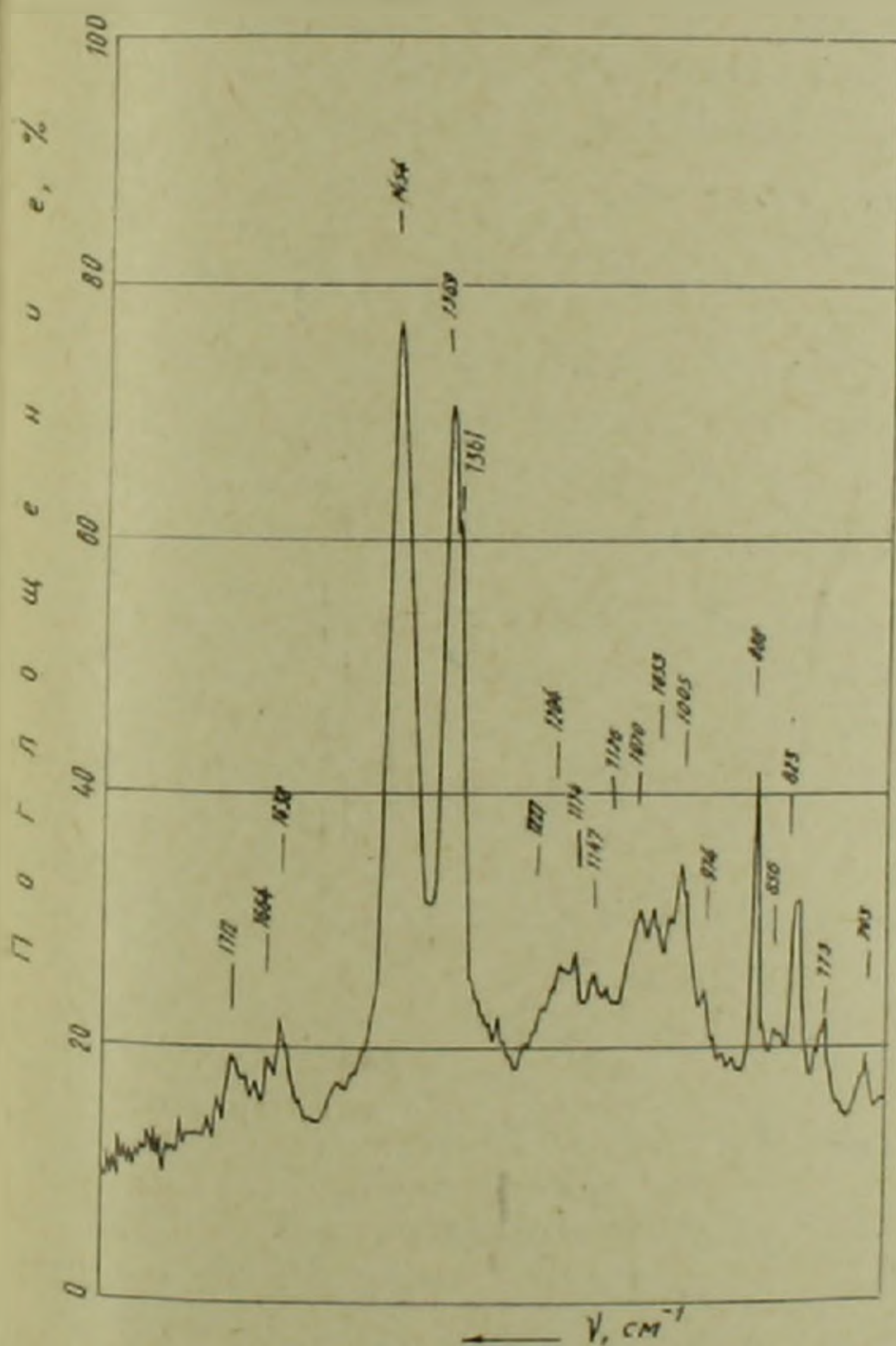
В табл. 4 приведены физико-химические константы диамиленов.

Инфракрасные спектры диамиленов снимали на спектрофотометре ИКС-14 в области от 400 до 2100 см^{-1} в кювете с толщиной слоя 0,012 мм

Таблица 4
Физико-химические константы диамиленов

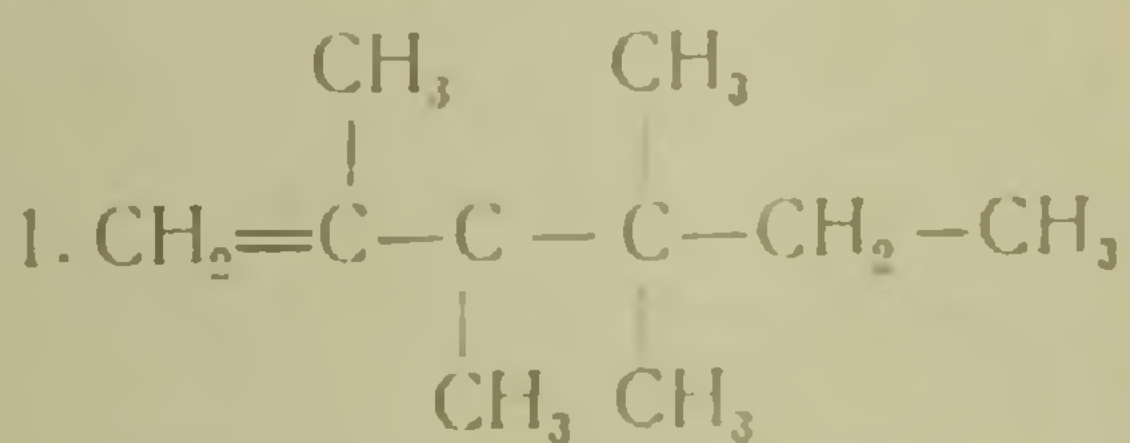
№	Фракция C_{1760} мм рт. ст.	n_D^{20}	d_4^{20}	MR_D	
				найдено	вычислено
1	145—156	1.4325	0.755	48.2	48.05
2	156—176	1.4360	0.765	—	—

(фиг. 2). ИК-спектры поглощения фракций № 1 и 2 имеют идентичный вид и, следовательно, близкий состав.

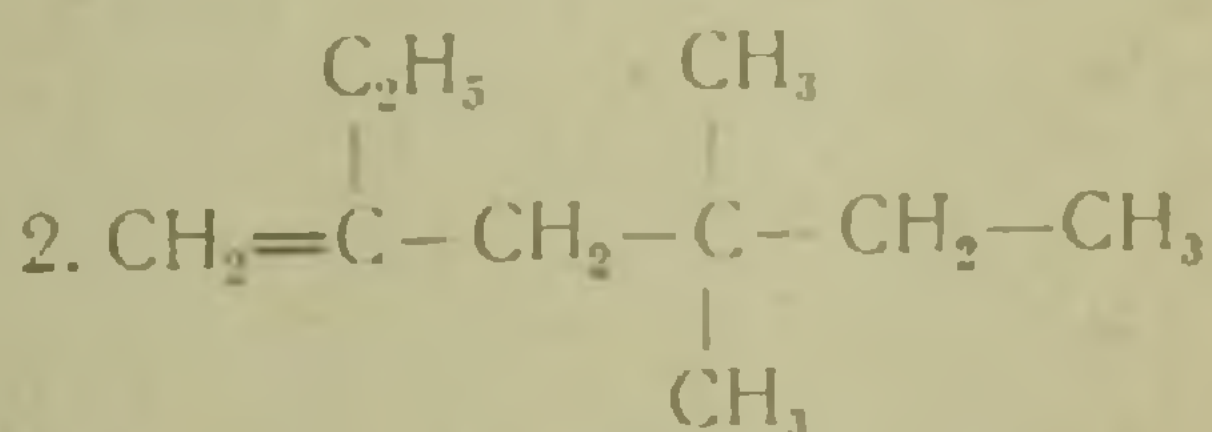


Фиг. 2.

По полосе 888 см^{-1} можно судить о присутствии углеводородов с группами $\text{CR}_1\text{R}_2=\text{CH}_2$, т. е. соединений

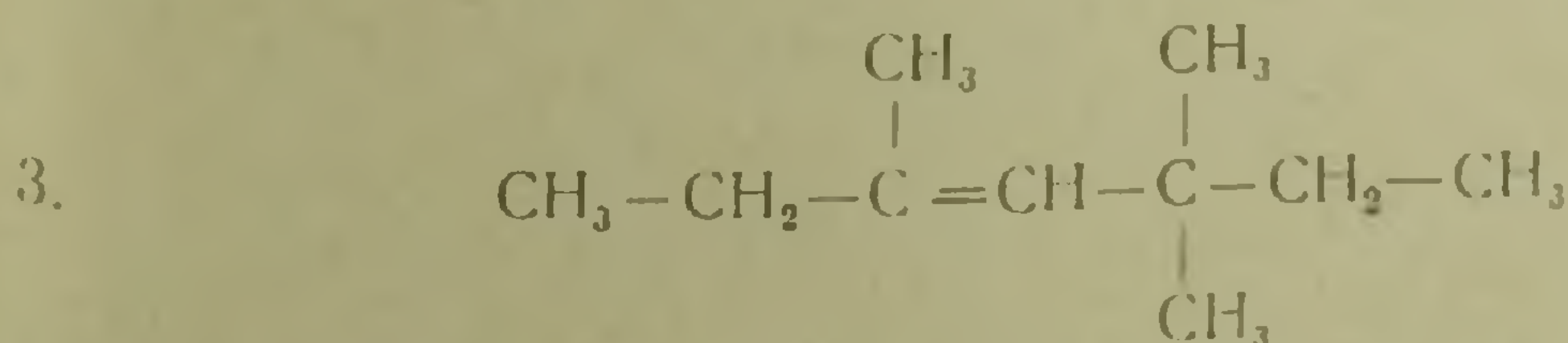


2,3,4,4-тетраметилгексен-1

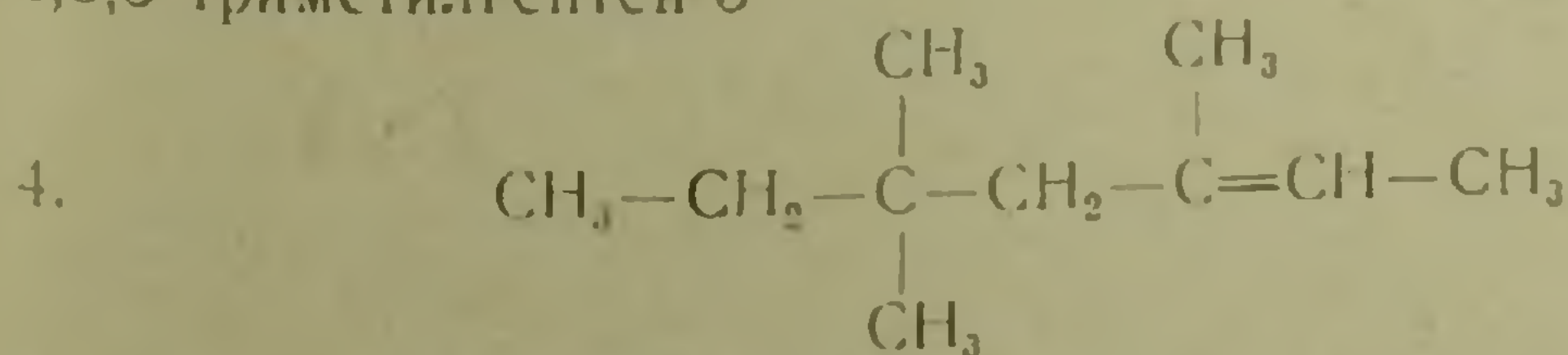


4,4-диметил-2-этилгексен-1

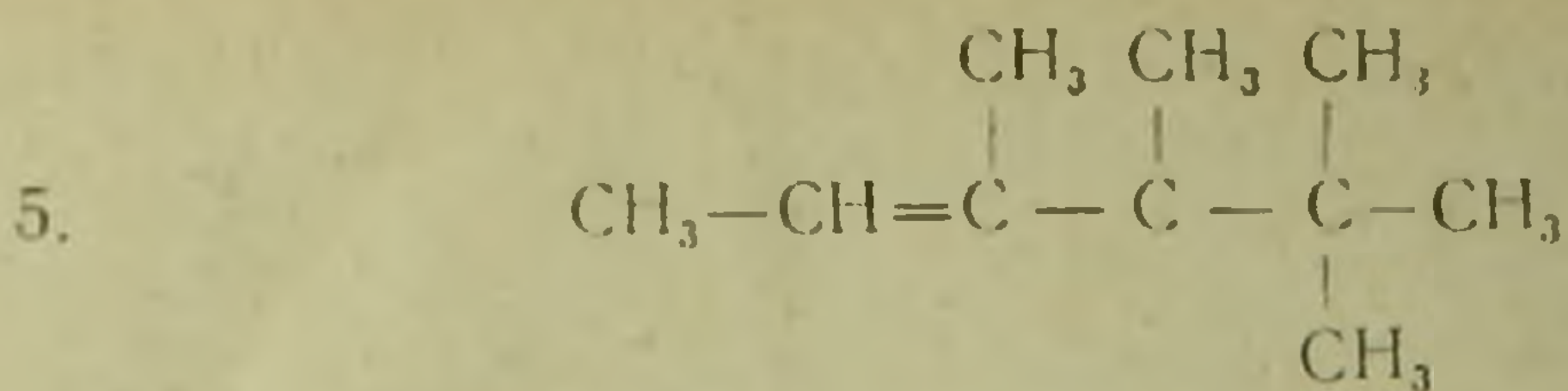
Полоса 823 см^{-1} указывает на структуры $-\text{CH}_3\text{C}=\text{CRH}$, т. е. углеводородов типа



3,5,5-триметилгептен-3



3,5,5-триметилгептен-2



3,4,5,5-тетраметилгексен-2.

Однако присутствие углеводорода 5 маловероятно, так как в спектрах отсутствуют интенсивные полосы в области $1200-1250 \text{ см}^{-1}$, характеризующие группировку $(\text{CH}_3)_3\text{C}-$ — наличие же двух метильных групп у одного атома углерода подтверждается двойной полосой $1369-61 \text{ см}^{-1}$.

Выводы. 1. Исследована возможность применения катионита КУ-2 в качестве катализатора полимеризации амиленов.

2. Установлено, что полимеризация амиленов в присутствии КУ-2 протекает в более мягких условиях (температура $130-140^\circ$ и давление $13-14 \text{ ат}$) по сравнению с фосфорной кислотой (температура $170-180$ и давление $50-60 \text{ ат}$), что может представить в дальнейшем практический интерес.

Московский институт
нефтехимической и газовой промышленности
им. академика Н. М. Губкина

Վ. Ի. ԻՍԱԳՈՒԼՅԱՆՑ ԵՎ ԱԽՄԵԴ Մ. ԴԵՍՍՈՒԿԻ

Իզոամերիզացիայի պոլիմերիզացիայի սեռական հեռացումներ
КУ-2 կատալիզատորի ներկայությամբ

Ներկա աշխատանքում տրամադրված է քննարկել և քննարկել է կրթության միջոցների պոլիմերիզացիայի կատալիզատորների խեղճ КУ-2-ի ներկայությամբ:

Յուրյ է տրամադրված, որ այդ կատալիզատորի պոլիմերիզացիայի և ավելի մեծ պայմաններում, բան ուրիշ թիվը կատալիզատորների ներկայությամբ, ինչ որ կարող է ներկայացնել պրակտիկ նշանակություն:

Ստացված զինգարիզացիայի կատալիզատորը հստակապես է սպեկտրալ անալիզով:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Н. М. Бутлеров, А. 189, 75 (1878). ² А. Вышнеградский, В. 8, 434 (1875).
- ³ А. Кондаков, ЖРХО 24, 312, 315 (1892). ⁴ С. Энглер, Рутала, В. 42, 4613 (1909).
- ⁵ С. В. Лебедев, Е. П. Филопенко, ЖРХО, 57, 127 (1925). В. 58, 163 (1925). ⁶ И. Ф. Норрис, И. М. Юберт, J. Am. Chem. Soc. 49, 873 (1927).
- ⁷ Н. Л. Драке, Ж. И. Клиг, В. Г. Розе, J. Am. Chem. Soc. 56, 2076 (1934). ⁸ В. Н. Ипатьев, Р. Е. Шварц, Ind. Eng. Chem. 40, 78 (1948).

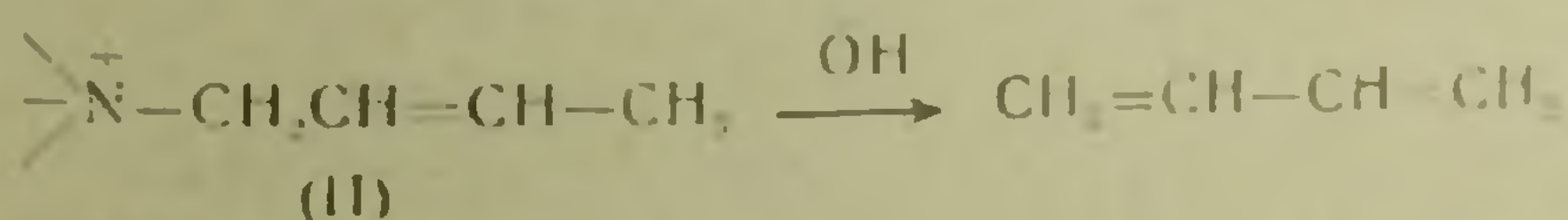
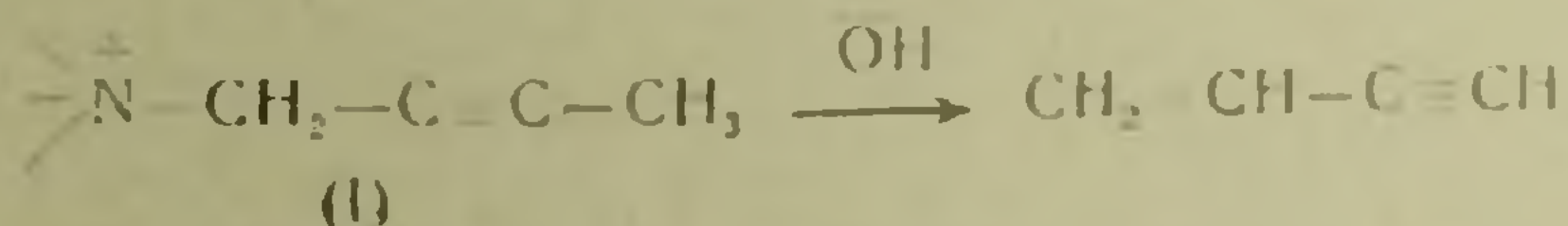
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Т. Бабаян, чл.-корр. АН Армянской ССР, К. Ц. Такмазян
 и Э. С. Ананян

Воднощелочное расщепление 1,5-диаммониевых солей,
 содержащих кратную связь в 2,3-положении
 общей группы

(Представлено 30/XI 1963)

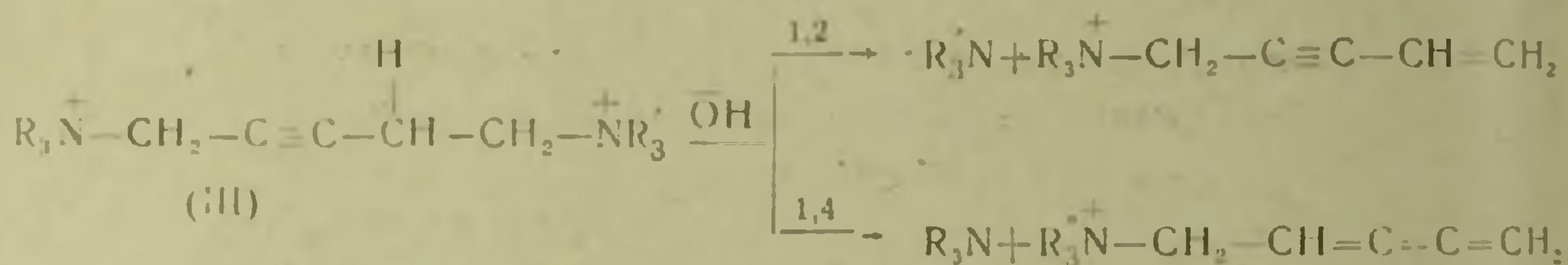
Четвертичные аммониевые соли, содержащие наряду с другими алкильными группами также и этильную, под действием водной щелочи подвергаются 1,2-отщеплению преимущественно за счет этильной группы. Картина меняется при наличии β, γ-непредельной группы, имеющей водород в δ-положении к азоту. Так, например, реакция расщепления солей общей формулы I и II протекает за счет непредельной группы и приводит к 1,4-отщеплению с образованием соединения с сопряженными кратными связями (¹):



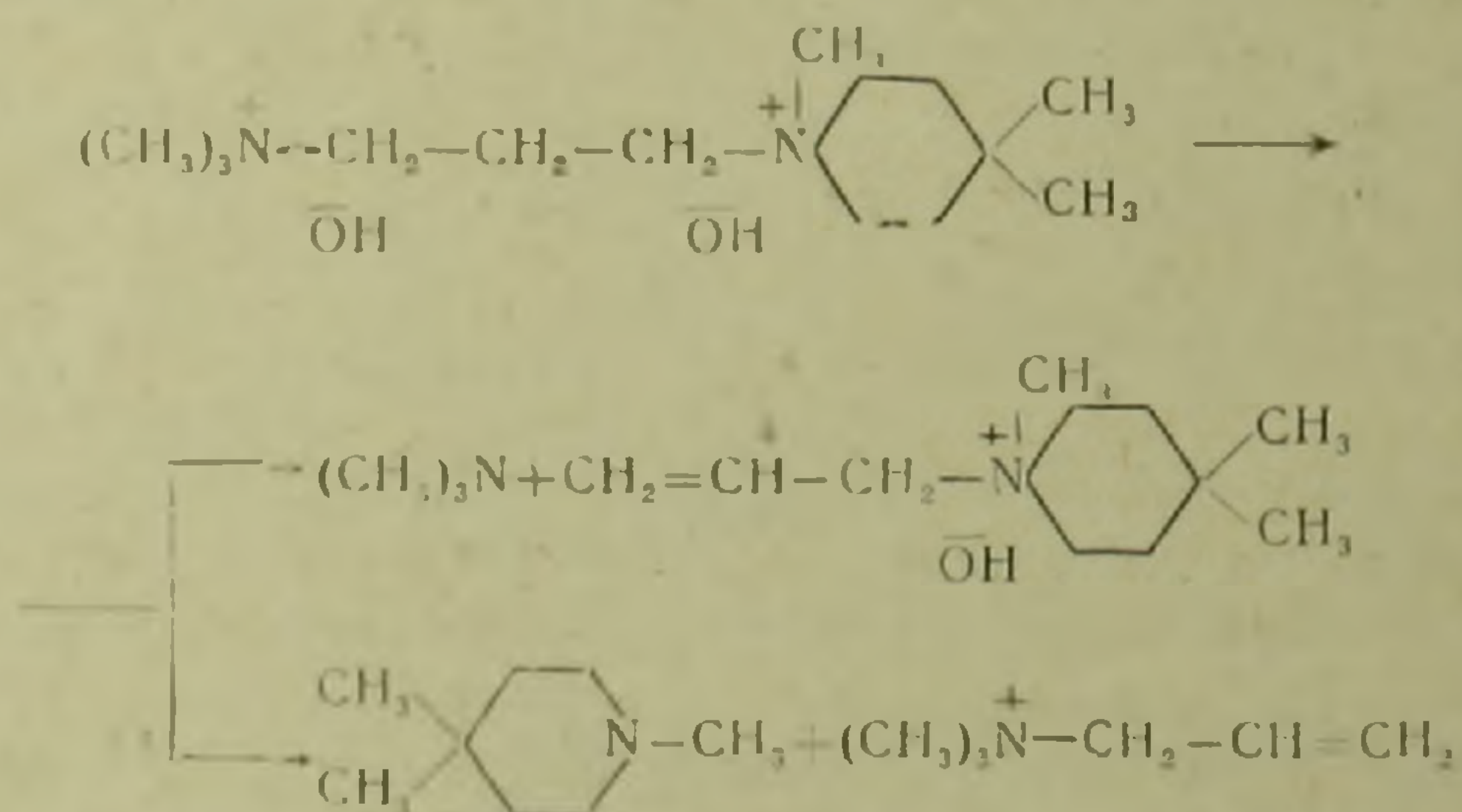
Предпочтительное 1,4-отщепление перед 1,2- в этих солях согласуется с представлением о том, что в реакции отщепления непредельного соединения из аммониевой соли решающим фактором является склонность к протонизации соответствующего водородного атома. В названных солях в этильной группе протонизации β-Н способствует лишь отрицательный индукционный эффект положительного заряда аммониевого азота, в то время как в β, γ-непредельной группе протонизация δ-Н облегчается как названным эффектом, передаваемым через кратную связь (винилология или этинилогия соответственно), так и отрицательным индукционным эффектом винильной или соответственно этинильной группы.

Нас интересовал вопрос, какой из путей 1,2- или 1,4- окажется предпочтительным при прочих равных условиях. С этой целью в качестве объекта исследования мы избрали соли 1,5-диаммонийпентина-2,

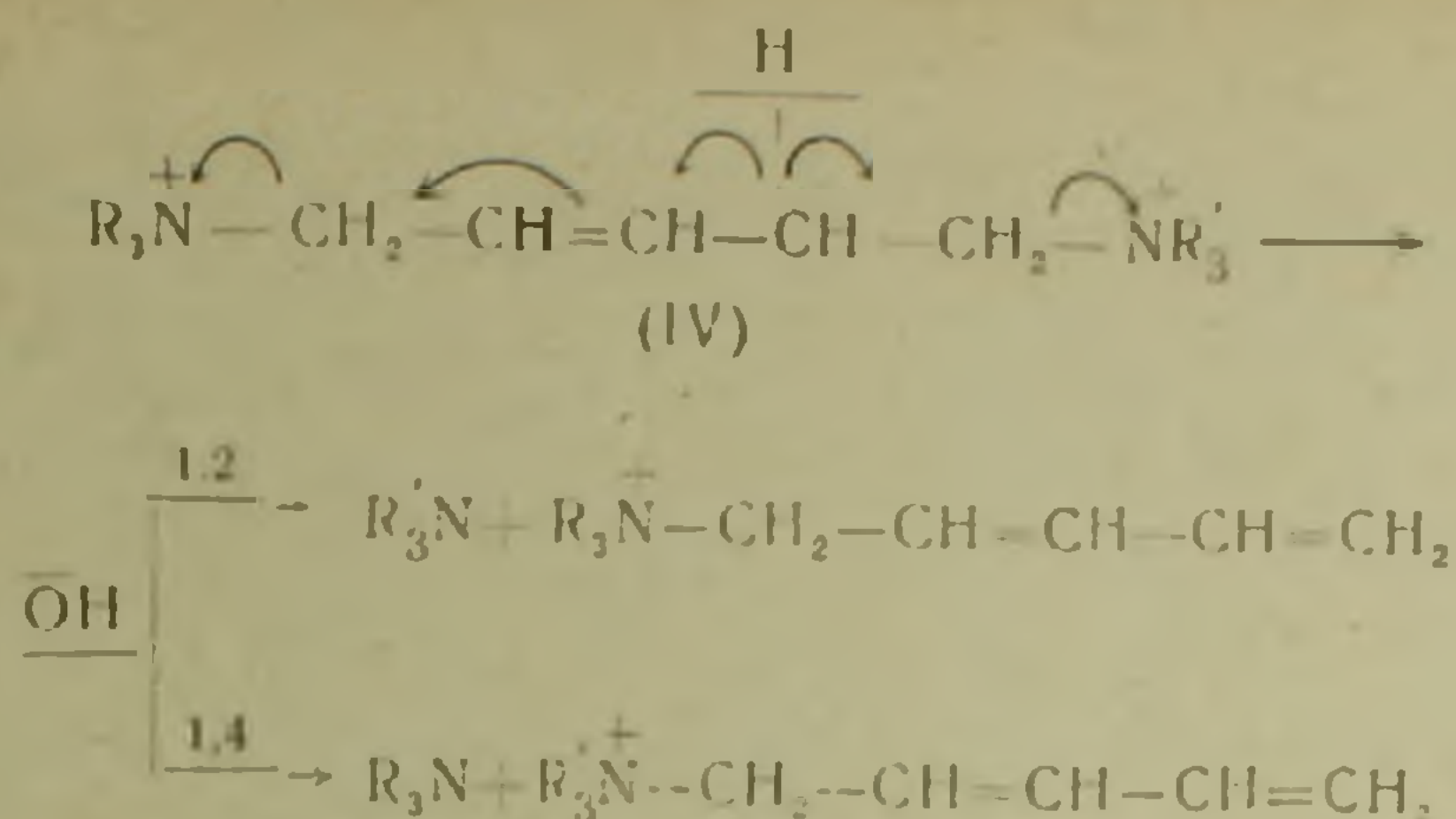
в которых аммонийные группы обоих положений отличались друг от друга. Строение общей группы в этих солях обеспечивало возможность обоих путей отщепления за счет протонизации одного и того же водородного атома. Кроме того, оно обеспечивало и другое необходимое условие. Уже заранее можно было уверенно сказать, что щелочное расщепление этих солей будет протекать ступенчато и что отщепление первой молекулы амина произойдет при значительно более мягких условиях, чем отщепление второй. Таким образом, проводя реакцию в мягких условиях, мы могли остановить ее на первой стадии расщепления и по природе отщепившегося третичного амина судить о направлении реакции:



Согласно литературным данным ⁽²⁾, термическое расщепление гидроокиси 1-триметиламмоний-3-(N-метил-4'-диметилпиперидиний)-пропана протекает ступенчато, и в результате первой стадии реакции получаются: 1,4,4-триметилпиперидин и триметиламин, почти в эквимолекулярных количествах согласно схеме:



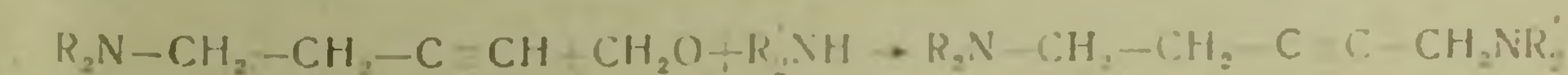
На этом основании мы надеялись, что и в нашем случае отличие отщепляющихся третичных аминов по 1,2- и 1,4- существенно не скажется на ходе реакции. Однако, как это видно из ранее приведенной схемы расщепления, выбранные нами соли общей формулы III имеют другой недостаток: в результате отщепления третичного амина по химизму 1,2- и 1,4- получаются моноаммониевые соли, в которых образовавшиеся в результате реакции отщепления непредельные группы имеют разное строение. Поэтому, наряду с этими солями, мы исследовали также и соли 1,5-диаммонийпентена-2, расщепление которых должно привести к моноаммониевым солям с одним и тем же пентадиенильным радикалом согласно схеме:



Следует признаться, что первоначально мы склонны были думать, что наличие гиперконъюгации между кратной связью и метиленовой группой, теряющей протон во время реакции, будет способствовать отщеплению по 1,4-, скрадывая преимущества краткости пути 1,2-. Однако, как это видно из полученных данных, приведенных в табл. 1, природа дала предпочтение кратчайшему пути, т. е. 1,2.

Учитывая возможность влияния остальных радикалов на направление реакции, мы синтезировали и исследовали также и по одному примеру солей III и IV с обратным расположением аммониевых групп. Полученные данные приведены в табл. 1. Из этих данных видно, что природа остальных радикалов, входящих в состав аммониевого комплекса, имеет определенное влияние на направление реакции. Так, при наличии в положении 1-диэтилалкиламмониевой группы имеет место, правда в незначительном количестве, также и 1,4-отщепление.

Исходные диамины, нужные для получения солей III, были получены по реакции Маниха согласно прописи (3) по схеме:



1-диалкиламинобутины-3 в свою очередь были получены изомеризацией 1-диалкиламинобутинов-2 под действием металлического натрия (4). Каталитическим гидрированием ацетиленовых диаминов в присутствии палладия были получены диамины, нужные для синтеза солей IV. Данные относительно диаминов, описываемых впервые, приведены в табл. 2. Диаммониевые соли получались взаимодействием диаминов с соответствующими алкилгалогенидами.

Щелочное расщепление диаммониевых солей проводилось при комнатной температуре смешением аммониевой соли с четырехкратным молярным количеством 25% водного раствора едкого кали. Смесь оставлялась на ночь. В случае отщепления летучего амина реакционная колба соединялась с промывалкой, содержащей титрованный раствор соляной кислоты. На следующий день амин экстрагировался из реакционной смеси эфиром, сушился и подвергался разгонке.

Таблица 1

Результаты расщепления 1,5-диаммониевых солей под действием 25% водного раствора едкого кали при 20–25

№ по порядку	Исходная соль	Общий выход амина в г-молях на 1 г-моль взятой соли	Отщепившиеся амины (% содержания в смеси)	% соотношение отщепления по	
				1,2	1,4
1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ (\text{CH}_3)_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{C}_2\text{H}_5)_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Br} \qquad \qquad \qquad \text{Br} \end{array}$	0,85	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}-\text{CH}_3$ (100)	100	0
2	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Br} \qquad \qquad \qquad \text{Br} \end{array}$	0,83	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ (95) $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ (5)	95	5
3	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Cl} \qquad \qquad \qquad \text{Cl} \end{array}$	0,93	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$ (95,5) $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$ (4,5)	95,5	4,5
4	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Br} \qquad \qquad \qquad \text{Br} \end{array}$	0,78	$(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ (95) $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ (5)	95	5
5	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Cl} \qquad \qquad \qquad \text{Cl} \end{array}$	0,90	$(\text{C}_2)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$ (97) $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$ (3)	97	3
6	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ (\text{CH}_3)_2\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{C}_2\text{H}_5)_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Cl} \qquad \qquad \qquad \text{Cl} \end{array}$	0,82	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$ (100)	100	0

Таблица 2

Данные об исходных 1,5-диаминах

Амины	Выход в %	Температура кипения в (давление в мм)	n_D^{20}	d_4^{20}	Брутто формула	Данные анализа						Темп. плавл. пикрата в °
						С		Н		N		
						найд.	выч.	найд.	выч.	найд.	выч.	
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{N}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	35	112—113 (9)	1,4589	0,8510	$\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{N}_2$	72,00	72,53	12,20	12,10	15,20	15,37	151—152
$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \text{N}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array}$	55	102—104 (10)	1,4562	0,85016	$\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{N}_2$	72,90	72,53	12,48	12,10	15,50	15,37	186—187
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	90	100—104 (9)	1,4490	0,82804	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}\text{N}_2$	71,60	71,74	12,98	13,04	14,98	15,22	120—121
$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \text{CH}_3 \end{array}$	90	88—90 (8)	1,4520	0,8280	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}\text{N}_2$	71,82	71,74	13,03	13,04	14,96	15,22	139—140

2.3-դիրքում չհազեցած կապ պարունակող 1,5 երկամոնիակային աղբյուրի ջրահիմնային ճեղքումը

Տարբեր ալկիլային խմբերի թվում էթիլ խումբ պարունակող ամոնիակային աղերը հիմքի ջրային լուծույթի ներկայությամբ հեթարկվում են 1,2 պոկման հիմնականում էթիլ խմբի հալվին: Ամոնիակային կոմպլեքսում ծ-ջրածին պարունակող β , γ -չհազեցած խմբի առկայության դեպքում դիտվում է այլ պատկեր, ձևըքումը հիմնականում զնում է β , γ -չհազեցած խմբի հալվին առաջացնելով 1,4-պոկման արդյունք հանդիսացող զուգորդված չհազեցած կապերով միացություն: Սակայն այս օրինակները հնարավորություն չեն տալիս նախապատվություն տալ նշված ուղիներից որևէ մեկին, քանի որ ոեակցիայի ընթացքում պոկվող ջրածինները (β և γ) ունեն պրոտոնացման տարրեր հնարավորություններ:

Հետաքրքիր էր պարզել, թե հավասար պայմանների դեպքում նշված ուղիներից որը կգերակշռի:

Այդ նպատակով ուսումնասիրեցինք III և IV ընդհանուր ֆորմուլա ունեցող 1,5 երկամոնիակային աղերը, որտեղ ամոնիակային խմբերը 1 և 5 դիրքերում միմյանցից տարրերվում են: Ընդհանուր խմբի կառուցվածքը ապահովում է նշված երկու ուղղություններով պոկման հնարավորությունը ի հաշիվ միևնույն ջրածնային ատոմի պրոտոնացման, ինչպես նաև ոեակցիայի աստիճանական ընթացքը:

Ռեակցիան տանելով մեղմ պայմաններում մենք ի վիճակի ենք իրականացնել ձևըքման միայն 1 աստիճանը և պոկված երրորդային ամինի բնույթով գաղափար կազմել պոկման ոեակցիայի 1,2-թե 1,4-քիմիզմով ընթանալու մասին:

Համաձայն գրական տվյալների (2) պետք էր ենթադրել, որ մեր ուսումնասիրած դեպքերում ամոնիակային խմբերի մեջ եղած ոչ մեծ տարրերությունը էական նշանակություն չպետք է ունենա ոեակցիայի ընթացքի վրա:

Ուսումնասիրման արդյունքներից պարզվեց, որ ոեակցիայի գերակշռող ուղղությունը հանդիսանում է 1,2-պոկումը (աղ. 1), երևում է նաև, որ ամոնիակային կոմպլեքսում պարունակվող ռադիկալները ունեն որոշակի աղդեցություն ոեակցիայի ուղղության վրա:

Դիտարկենք սինթեզված են դրականության մեջ հայտնի եղանակով (3, 4), տվյալները նրանց մասին զետեղված են աղյուսակ 2-ում: Չորրորդային ամոնիակային աղերը ստացվել են դիամինների և համապատասխան ալկիլ հալոգենիդի փոխազդեցությամբ:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՇԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Т. Бабаян, Г. М. Мкрян, И. Я. Зурабов, Изв. АН АрмССР (физ.-мат. естеств. науки), IX, 8, 25 (1956); А. Т. Бабаян, Ж. Г. Гегелян и М. Г. Инджикян, ЖОХ 31, 611 (1961). ² Я. Поспишек и Я. Траянек, Collect., 28, 463 (1963). ³ Я. Маршак и Р. Эпштейн, Bull. soc. chim. France, 952 (1953). ⁴ А. Т. Бабаян, Г. М. Мкрян и Н. Г. Вартамян, ДАН Армянской ССР, XIX, 3, 83 (1954); А. Т. Бабаян, Н. Г. Вартамян, ЖОХ, 26, 2789 (1956).

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. М. Гаспарян и Н. С. Икарян

О форме и гидродинамической характеристике твердых частиц

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. В. Егиазаровым 10/XI 1963)

Гидродинамические вопросы любых процессов, осуществляемых в двухфазных системах (жидкость—твердые частицы)—взмучивание, отстаивание, гидро- и пневмотранспорт, обогащение, массообменные процессы и другие,—можно с приемлемой точностью оценить или рассчитать только при знании скорости свободного падения (осаждения) частиц или, иначе, гидравлической крупности частиц. В настоящее время известны уравнения для достаточно точного расчета этой скорости только для сферических и некоторых частиц геометрически правильной формы. Для неправильной формы (или бесформенных) частиц помолов, представляющих практический интерес, существующие уравнения и немногочисленные данные не позволяют делать какие-либо уверенные расчеты.

В литературе распространено убеждение, что гидродинамическая характеристика несферической частицы зависит и определяется ее поверхностью, вернее, величиной ψ , представляющей собой отношение поверхности эквивалентной сферы к поверхности частицы. Эта величина получила название „коэффициент сферичности“, или „симплекс формы“, или „шаровое число“. Предложена взаимосвязь вида ⁽¹⁻³⁾:

$$U_0 = \psi^x C_0, \quad (1)$$

где U_0 — скорость свободного падения несферической частицы, а C_0 — то же самое, для эквивалентной по объему и плотности сферы, в тех же условиях. Показатель степени x колеблется в пределах от 1 до 2 в зависимости от числа Рейнольдса, а $\psi < 1$.

Влияние ψ на U_0 наиболее тщательно изучали Чаудхури и Фритц ⁽⁴⁾, используя, как и другие авторы, нешарообразные, но правильной формы частицы. Они установили, что для тетраэдра, куба и октаэдра в ламинарной области падения может быть рекомендовано уравнение:

$$U_0 = (1 + 0,862 \lg \psi) C_0. \quad (2)$$

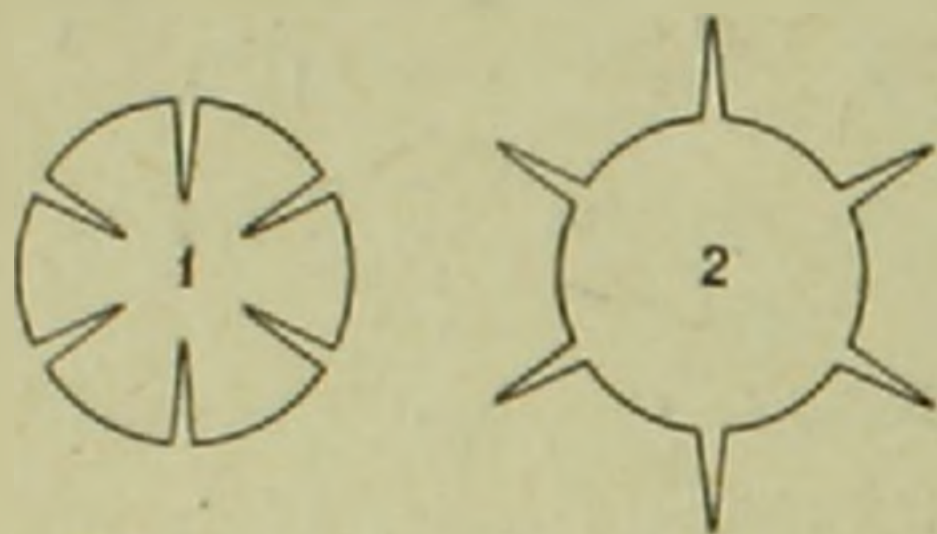
Они предложили аналогичное уравнение также для турбулентной области:

$$U_0 = (1,23 - 1,69\psi - 0,616\psi^2 + 2,06\psi^3) C_0. \quad (2a)$$

Нам представляется, что уравнения типа (1) и (2), полученные эмпирически для ограниченного числа геометрически правильной формы частиц, не могут быть распространены на неправильной формы частицы помолов, на бесформенные частицы по следующим причинам.

Во-первых, невозможно с приемлемой точностью определить поверхность бесформенных частиц, без чего нельзя найти значение ψ .

Во-вторых, как нам кажется, вообще не существует однозначной связи между U_0 и ψ . Для иллюстрации сказанного рассмотрим следующий несколько утрированный пример. Пусть частица 1 (фиг. 1)



Фиг. 1.

представляет собой сферу, с тонкими канавками, идущими по всему периметру. У этой частицы почти такой же диаметр δ , как у эквивалентного шара, но ее поверхность намного превышает поверхности последнего. Частица 2 также представляет собой сферу, с тонкими выступами по всему периметру.

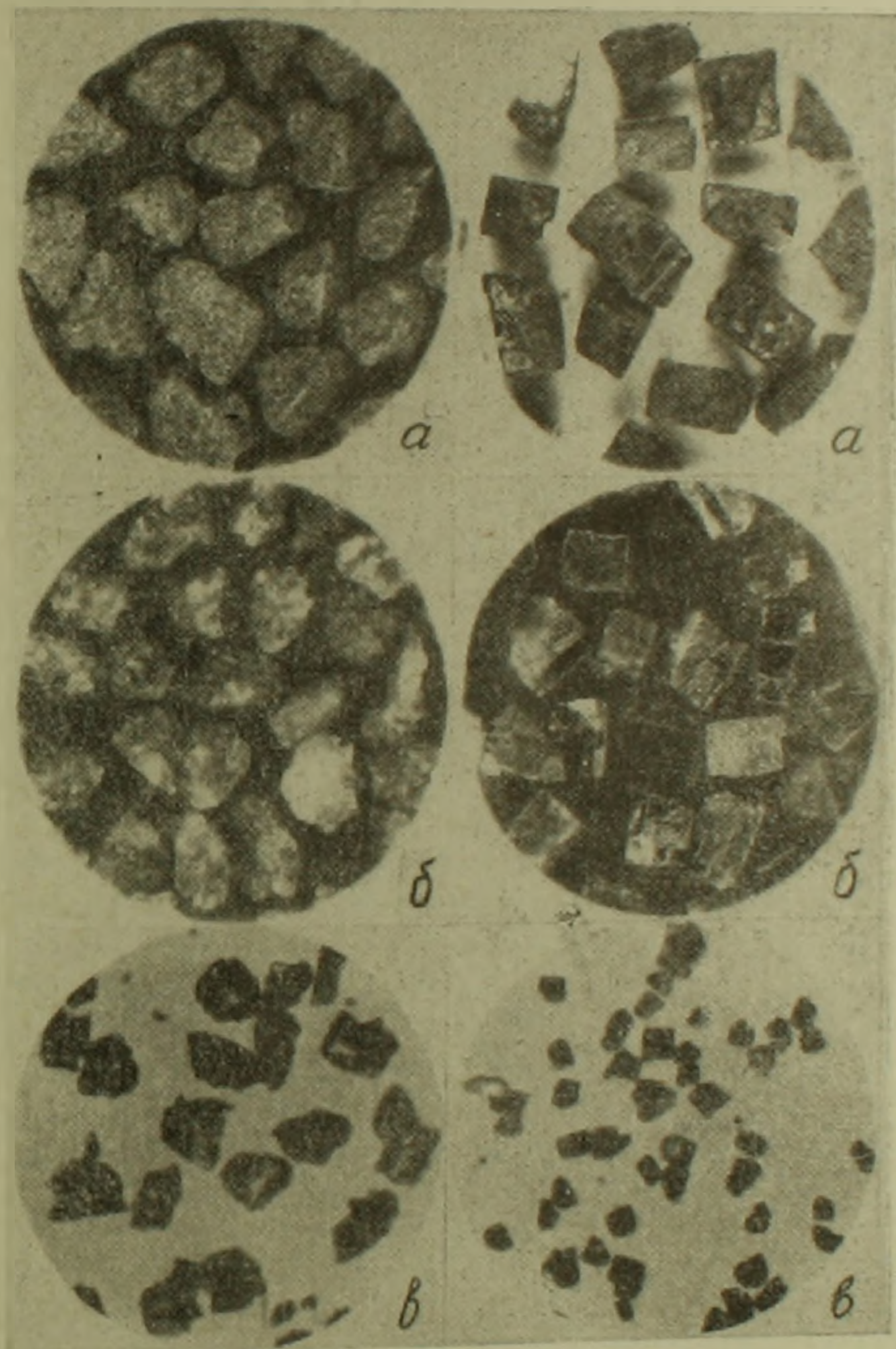
Эти выступы имеют незначительный объем, но развитую поверхность. В общем поверхности и объемы этих двух частиц одинаковы, следовательно, они имеют одинаковый коэффициент ψ . Ввиду тонкости канавок и выступов диаметры шарообразной части обеих частиц почти одинаковы и равны диаметру эквивалентного шара. Согласно уравнениям (1) и (2) эти частицы должны иметь одинаковую скорость падения U_0 , но, совершенно очевидно, что этого быть не может. Поверхность канавок частицы 1 почти не будет влиять на ее скорость падения, которая будет такая же, как и скорость падения эквивалентного шара C_0 . Влияние же выступов частицы 2 на скорость ее падения будет очень сильное, и она будет падать, в одинаковых условиях, намного медленней частицы 1.

Из сказанного напрашивается вывод об отсутствии закономерной зависимости U_0 от ψ и о принципиальной погрешности уравнений типа (1) и (2). Очевидно также то, что влияющим на U_0 фактором является конфигурация, форма частицы. С точки зрения гидродинамики подобны те частицы, которые имеют идентичные формы. Конечно, при этом будут идентичны также ψ , значение или измерение которой не обязательно.

В литературе даются весьма расплывчатые определения для форм частиц: округлые, угловатые, пластинчатые, удлиненные, игольчатые и прочее. Очевидно, что такие определения далеко не достаточны для каких-либо расчетов.

Соответствующие исследования нас привели к выводу, что форма частиц помола не зависит от величины частиц или степени измельченности материала. Данный минерал или данная порода при дроблении и измельчении образуют частицы, подобные между собой по форме, независимо от крупности. Это положение подтверждается приведенными микроснимками помолов базальта, галенита, буланжерита, стекла,

барита и арагонита. Эти вещества подвергались измельчению в лабораторной шаровой мельнице или в ступке. Полученный помол фракционировался при помощи сит. На фотографиях *а* (фиг. 2—7) приведены частицы со средним натуральным размером в 3 мм, на снимках *б*—частицы 0,25 мм, а на фотографиях *в*—частицы пыли с натуральным размером от 0,005 до 0,02 мм.



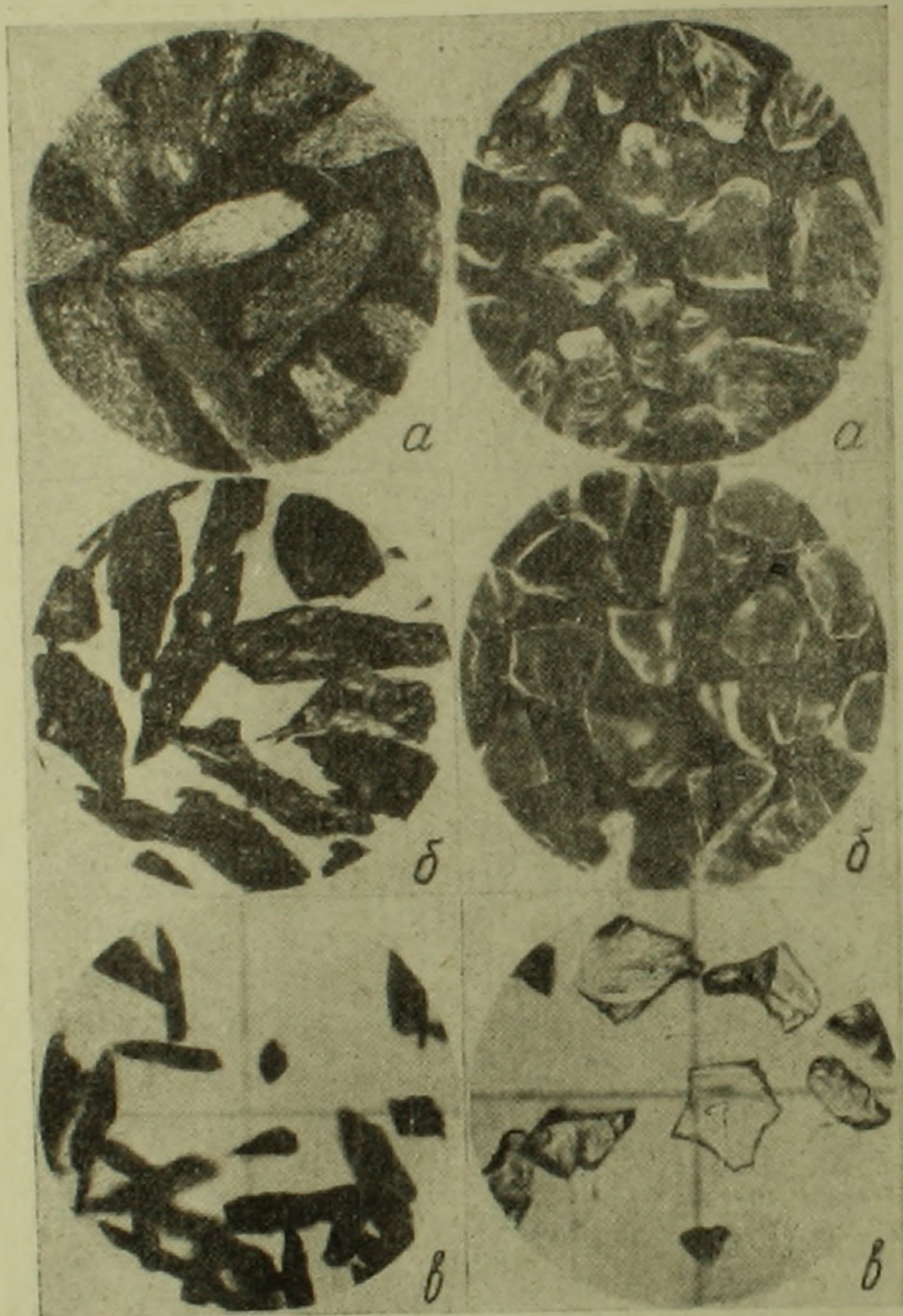
Фиг. 2.

Фиг. 3.

Общность формы, конфигурации частиц данного минерала, или данной породы, независимо от крупности, резко облегчает задачу об определении гидродинамической характеристики бесформенных частиц и вывод количественных уравнений для расчета их скорости падения.

Исследования стесненного падения бесформенных частиц помолов привели к возникновению гипотезы о псевдочастице (5, 6, 7). Суть этой гипотезы: частица в вязкой среде обвалакивается ею, углубления и неровности на поверхности частиц заполняются практически неподвижной, относительно частицы, средой. Частица вместе с приставшей средой образует одно целое, самостоятельное тело. При изыскании

закономерностей движения частицы нужно иметь в виду не „голую“ частицу, а частицу вместе с приставшей жидкостью—псевдочастицу. Количество приставшей жидкости зависит от формы частицы и числа Рейнольдса.



Фиг. 4.

Фиг. 5.

Основываясь на этих соображениях было выведено выражение:

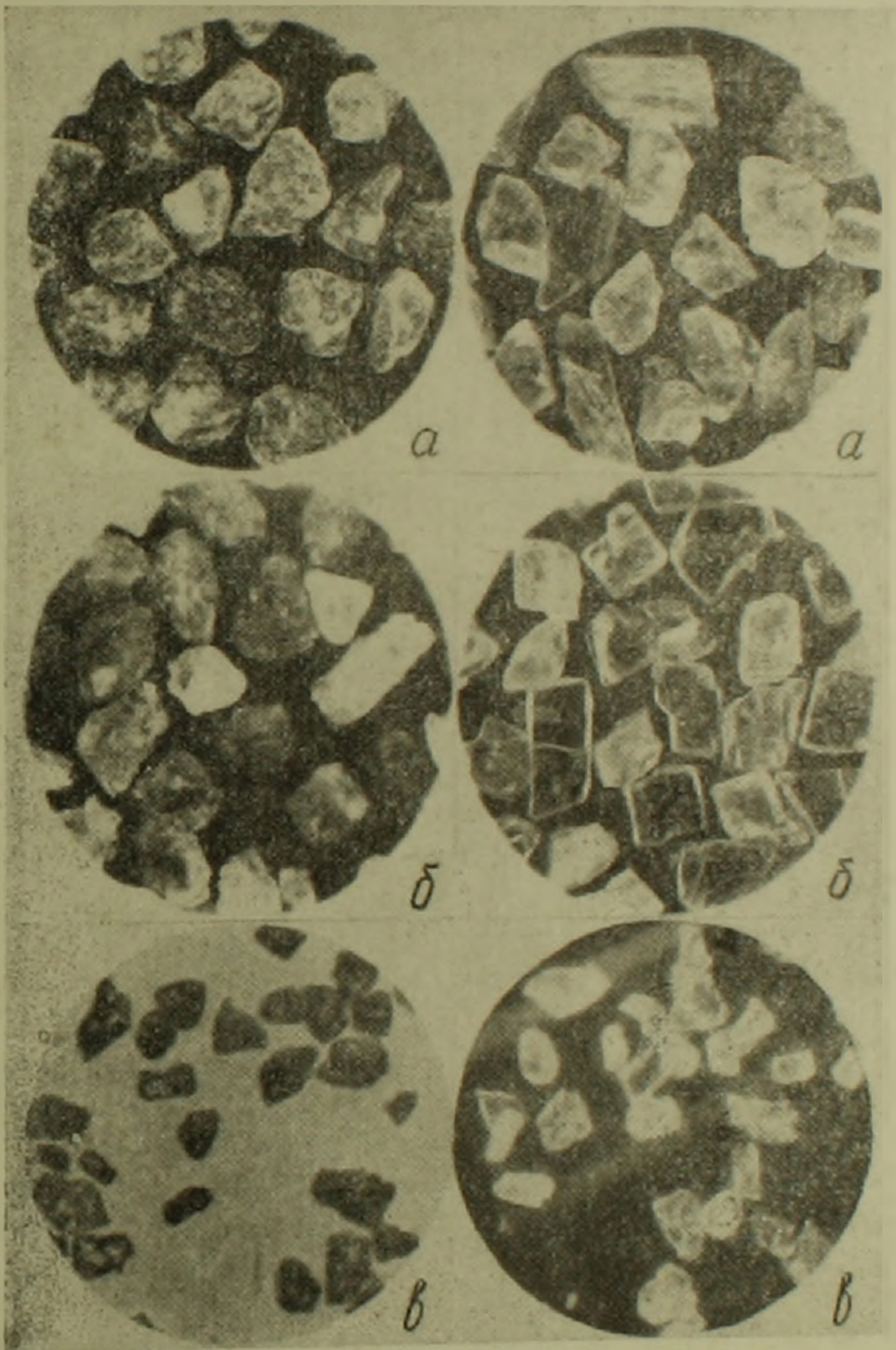
$$U_0 = \frac{\beta}{\alpha^{1/2}} C_0, \quad (3)$$

где α — объемный коэффициент псевдочастицы: отношение объема последней к объему „голой“ частицы; β — коэффициент формы псевдочастицы, учитывающий замедление скорости последней по сравнению со скоростью эквивалентного псевдoshара.

Выведенные на основании этой гипотезы и выражения (3) уравнения, описывающие скорость стесненного падения бесформенных частиц, были экспериментально проверены и подтверждены в широком диапазоне числа Рейнольдса (5, 6, 7). Среднеквадратичное отклонение

составило 2,64%, а максимальное расхождение между опытами и расчетным значениями $\pm 6\%$.

Коэффициент α достигает максимального значения α_0 в ламинарной области и имеет минимальное значение (единица) в турбулентной области, когда частица оголена или почти оголена. Коэффициент β имеет минимальное значение β_0 в турбулентной области падения и достигает максимума (приближаясь к единице) в ламинарной области.



Фиг. 6.

Фиг. 7.

В переходной области эти коэффициенты переменны и зависят от числа Рейнольдса. Экспериментами с частицами помолов барита, арагонита, стекла и базальта (в пределах числа Рейнольдса от 0,14 до 1400) были обнаружены следующие эмпирические соотношения:

$$\alpha : \beta = \alpha_0; \quad \alpha_0 \beta_0 = 1 \quad (4)$$

В переходной области, когда $3 < Re < 75$:

$$\alpha = 1,099\alpha_0 - 0,099 - 0,207(\alpha_0 - 1) \lg Re, \quad (5)$$

а при $75 < Re < 1000$:

$$\alpha = 1,89\alpha_0 - 0,89 - 0,63(\alpha_0 - 1) \lg Re \quad (6)$$

Таким образом, зная величину α_0 для частиц данного вещества, при помощи (4), (5) и (6) можно определить значения α и β для любого числа Райнольдса. Имея эти коэффициенты, из (3) определяется гидравлическая крупность U_0 . Экспериментально найденные значения α_0 следующие:

базальт—1,380, галенит—1,162, буланжерит—1,480, стекло—1,350, барит—1,286, арагонит—1,300.

Выводы. 1. Показано, что отношение поверхности эквивалентной сферы к поверхности несферической частицы ψ не может служить гидродинамической характеристикой частицы.

2. Показано, что форма, конфигурация частиц помола характерна для данной породы или данного минерала и не зависит от величины частиц или степени измельченности.

3. Сделан вывод, что коэффициенты α и β псевдочастицы дают вполне приемлемую гидродинамическую характеристику частицы.

Институт органической химии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Մ. ԳԱՍՊՐՅԱՆ ԵՎ Ն. Ս. ԻՎԱՐՅԱՆ

Պիրոլ մասնիկների ձևվի եւ հիդրոդինամիկական բնութագրի մասին

Նկատի ունենալով, որ նկար 1-ում ցույց տրված 1 և 2 մասնիկներն ունեն հավասար ծավալ և մակերևույթ, սակայն բոլորովին տարբեր անկման արագություն, եզրակացված է, որ տվյալ մասնիկների հիդրոդինամիկական վարքը չի կարելի բնութագրել նրանց «գնդայնությամբ»։ Մեր հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ամեն մի նյութի աղացվածքի մասնիկներն ունեն իրենց յուրահատուկ ձևը՝ բնդհանուր կոնֆիգուրացիան, որը կախված չէ մասնիկների մանրացվածության աստիճանից և բնորոշվում է α_0 մեծությամբ։

Պսևդոմասնիկի հիպոթեզի հիման վրա արտածված (3) բանաձևը, էքսպերիմենտալ լայն բաղադրյալ վրա հաստատված (4) էմպիրիկ կապը և (5) և (6) հավասարումները հնարավորություն են տալիս ցանկացած Ֆեյնոլդսի թվի համար որոշել α և β գործակիցները (և որ հայտնի է տվյալ նյութի α_0 -ն), ինչպես նաև համապատասխան մասնիկների հիդրավիկական խոշորությունը։ Պսևդոմասնիկի α և β գործակիցները տալիս են տվյալ մասնիկի միանգամայն բնորոշելի հիդրոդինամիկական բնութագիրը։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Н. И. Смирнов и Ли Де Эп, ЖПХ, XXIV, № 4, 384 (1951). ² Л. Н. Еркова и Н. И. Смирнов, ЖПХ, XXIX, 1347 (1956). ³ Е. В. Люис и Е. В. Боверман, Chem. Eng. Progr., 48, № 12, 603 (1952). ⁴ К. Чаудхури и В. Фритц, Chem. Eng. Sci., 11, № 2 (1959). ⁵ А. М. Гаспарян и Н. С. Икарян, ДАН АрмССР, т. XXVI, № 2 (1958). ⁶ А. М. Гаспарян и Н. С. Икарян, ДАН АрмССР, т. XXXV, № 1 (1962). ⁷ А. М. Гаспарян и Н. С. Икарян, Известия АН АрмССР (серия технических наук), т. XV, № 4 (1962).

ГЕОЛОГИЯ

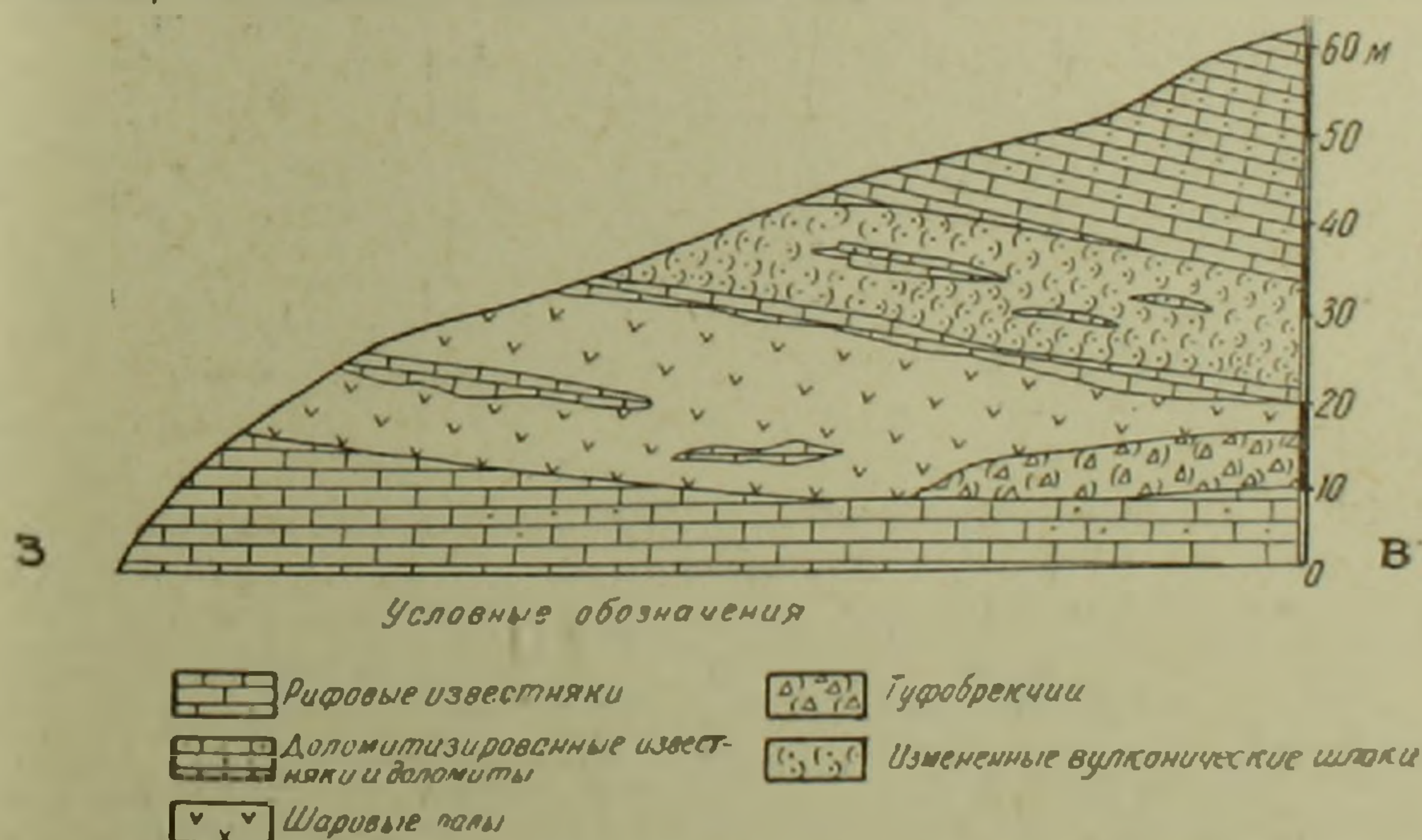
Р. А. Мандалян и Л. С. Чолахян

О шаровых лавах из верхнеюрских отложений территории
междуречья рр. Агстев и Тавуш*

(Представлено академиком АН Армянской ССР К. Н. Паффенгольцем 13/XII 1963)

Среди многочисленных продуктов подводного вулканизма, развитых в верхнеюрских** отложениях территории междуречья рр. Агстев и Тавуш, значительный интерес представляют шаровые лавы. Они распространены в мощном вулканогенно-осадочном комплексе (верхний оксфорд—кимеридж).

Выходы шаровых лав встречены в ряде участков—вдоль перевальной части дороги Иджеван—Берд, к северу от зимовки Хач-Буглаг, в окрестностях села Навур и др. Шаровые лавы образуют выдержанные, постепенно выклинивающиеся потоки, залегающие среди



Фиг. 1. Схема залегания шаровых лав у с. Навур.

мощных линз известняков (фиг. 1). Потоки прослеживают на значительные расстояния от нескольких сот метров до 1,8—2 км (видимая протяженность). Мощность различная—от 2—3 до 12—14 м.

Нередко серии потоков шаровых лав вместе с туфобрекчиями, вулканическими шлаками, туфоалевритами и прослоями известняков слагают пачки мощностью от 35—40 до 100 м.

* К. Н. Паффенгольц относит эти отложения к нижнему мелу (апту).

** Согласно палеонтологическим сборам А. Т. Асланяна, А. А. Атабекяна, Г. А. Чубаряна.

В обнажении это сфероидальные, эллипсовидные, плотно прилегающие друг к другу тела с небольшим количеством цементирующей дресвяной массы. Размеры шаров варьируют в широких пределах от 5—6 см до 1,2—1,3 м в поперечнике, включая все промежуточные значения.

В наиболее типичных примерах каждое шаровое образование представляет собой обособленный агрегат зонального строения, состоящий из:

1) периферической шлаковидной корки (зоны закалки) с многочисленными пустотами (образованными, видимо, от просачивания газов) и редкими миндалинами;

2) переходной зоны, представленной лавой миндалекаменной структуры с обильными и крупными миндалинами, мощность 4—6 см;

3) основного внутреннего ядра, сложенного более плотными разновидностями лавы с мелкими миндалинами.



Фиг. 2. Переход от шарового строения к неотчетливо шаровому (левая часть фото).

Такое трехчленное строение не является строго закономерным для каждого отдельного сфероида на всем протяжении потока. Отмечаются частые переходы от шарового строения к неотчетливо шаровому, в котором нет описанной выше четко выраженной зональности (фиг. 2). Наблюдаются также переходы к массивному строению, причем они в большей мере приурочены к прикровельной части потока.

Межшаровая дресвяная масса имеет разнородный состав и представлена обломками внешней части шаров, разложенным вулканическим стеклом, небольшими угловатыми обломками яшмовидных пород.

Весь этот материал скреплен интенсивно хлоритизированным и кальцитизированным туфовым цементом.

В отдельных случаях в межшаровом пространстве лав наблюдаются небольшие жеоды, выполненные мелкими (0,5—1 см) скаленоэдрическими кристаллами полупрозрачного кальцита.

Строение шаровых лав на отдельных участках осложняется присутствием более поздних тел—даек, дайкообразных залежей диабазов. По сравнению с лавами это более свежие, плотные мелкозернистые породы, иногда с мандельштейновой структурой. Мощность от 0,4 до 2 м.

Контакты их секущие, однако вверх по разрезу наблюдаются переходы в горизонтальное залегание. Такие тела сопровождают выходы шаровых лав на значительные расстояния (80—100 м).

Петрографические исследования показали, что шаровые лавы сложены диабазовыми, микродиабазовыми и плагиоклазовыми порфиритами. Из отмеченных разновидностей большим распространением пользуются диабазовые порфириты, переходные в спилиты. В шлифе видно, что порода состоит из вкрапленников и основной массы.

Основная масса среднезернистая с апоинтерсертальной структурой. Состоит из альбитизированных лейст основного плагиоклаза, погруженных в измененное (хлоритизированное и пелитизированное) пористое вулканическое стекло.

Среди основной массы отмечается также нацело измененный (карбонатизированный) темноцветный минерал—пироксен?

Вкрапленники единичны и представлены основным плагиоклазом, который в отличие от лейст основной массы претерпел, кроме альбитизации, другие изменения—серицитизацию, реже кальцитизацию. Миндалины составляют около 40% породы.

Различаются миндалины простого и сложного строения. В первом случае это крупные (0,8—2,5 м) миндалины, выполненные исключительно кальцитом, во-втором относительно небольшие (0,35—0,5 мм, редко 1 мм) и выполнены хлоритом, халцедоном, кальцитом.

Химический состав диабазового порфирита, переходного в спилит приведен в табл. 1.

Таблица 1

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ппп	Сумма
52.00	1.15	16.88	2.42	2.12	0.14	3.10	9.99	4.25	0.25	сл.	6.81	99.11

Характеристика по А. Н. Заварицкому

a	c	b	s	f'	m'	c'	n	Q
7.8	7.1	15.8	60.49	27.40	35.16	37.44	97.14	+7.09

С шаровыми лавами часто ассоциируют вулканические шлаки. Макроскопически это темно-серо-бурые плотные породы с сверкающим изломом. Шлаковый характер таких образований распознается лишь под микроскопом. Вулканические шлаки имеют апоандезитовую структуру с резко выраженной пористостью. Основная масса представлена

вулканическим стеклом, полностью переосажденным в интенсивно ожелезненный пелитовый материал, в котором расположены немногочисленные микролиты альбитизированного плагиоклаза. Поры составляют до 65% породы. Небольшая часть их (примерно 8—10%) выполнена халцедоном, хлоритом, с каемками кальцита. Преобладающая часть пор заполнена кальцитом, причем характер выполнения говорит о более позднем (немагматическом) образовании их, связанном с последующими процессами сдавливания и уплотнения, в результате которых порода потеряла свою первоначальную пористость.

В теории вопрос о генезисе шаровых лав окончательно не разрешен. Отмечая приуроченность таких образований к отложениям морских бассейнов, большинство исследователей (^{1, 2}) признает наличие подводной среды излияния одним из необходимых факторов для формирования шаровых лав.

Не менее важны другие условия, часть которых (глубина бассейна, уклон дна) связана с обстановкой подводной среды, другая (степень вязкости и температура лавы) с состоянием лавы.

Как показали недавние исследования (³), кислые разновидности шаровых лав могут образоваться независимо от подводной среды излияния, и формирование шаровых структур в них обусловлено процессами ликвации магматического расплава.

В рассматриваемом случае связь шаровых лав с подводными условиями излияний несомненна. Изучение известняков, переслаивающихся с шаровыми лавами, показало, что в верхнеюрское время на изучаемой территории подводные излияния проходили в условиях мелководного бассейна. Об этом свидетельствуют следующие данные.

1. Широкое развитие органогенных, главным образом водорослевых известняков. Наличие оолитовых и обломочных (окатаннозернистых) известняков. В некоторых оолитах ядра сложены небольшими обломками эффузивных пород, не отличимых от состава описываемых лав.

2. Обилие онколитов—карбонатных желваков, образованных наививанием сине-зеленой водоросли вокруг обломков, представленных главным образом органогенным детритом. Отмечаются случаи обволакивания онколитами обломков диабазовых порфиритов, аналогичных составу шаровых лав.

Онколиты являются надежными показателями мелководья и колебания глубин, их распространения могут составить от 0 до нескольких десятков метров (⁴).

3. Присутствие в известняках сверлящих водорослей (*Palaeoschlya*), часто в ассоциации с онколитами. Наличие сверлящих водорослей указывает на существование мелкого водоема, до дна которого достигал свет—главным образом от 0 до 50 м (⁴).

Батиометрические условия водоема имеют важное значение для формирования шаровых структур. Согласно представлениям М. А. Гиляровой (²) образование шаровых лав происходит на протяжении какого-то оптимального интервала глубин бассейна, причем глубоководные условия не являются благоприятными.

Поскольку излияния в подводных условиях проходят в условиях противодействия, оказываемого давлением водной массы, с увеличением глубины изменяется соотношение между давлением вулканического канала и внешним давлением. Увеличение внешнего давления приводит к уменьшению скорости истечения лавы, что неблагоприятно для образования шаровых лав. Наоборот, с уменьшением глубины бассейна (и соответственно величины внешнего давления) скорость истечения возрастает, увеличивается количество лавовых потоков и создается благоприятная обстановка для образования шаровых лав. Из этого следует, что при прочих благоприятных условиях мелководная обстановка морского бассейна является фактором, способствующим образованию шаровых лав.

Приведенный пример из верхнеюрских отложений территории междуречья рр. Агстев и Тавуш свидетельствует об этом.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ռ. Ա. ՄԱՆԴԱԼՅԱՆ ԵՎ Լ. Ս. ՉՈԼԱԽՅԱՆ

Աղստե և Թափուհ գետերի ավազանների վերին յուրայի հասվածքների գնդային լավաների մասին

Գնդային լավաները Աղստե և Թափուհ գետերի ավազանների վերին յուրայի (վերին օրսֆորդ—կիմերիչ) նստվածքներում ունեն ըստ էության լայն տարածում:

Նրանց բնորոշ առանձնահատկությունն է տեղադրումը խուլթային կրաքարերի սուսնյակներում: Գնդային լավաների հոսքերը ունեն 2-ից մինչև 14 մետր հզորություն և ըստ տարածման ձգվում են մի քանի հարյուր մետրից մինչև 1,8—2 կմ (տեսանելի տարածմամբ): Մերկացումներում դրանք ներկայացված են սֆերոիդալ-էլիպսանման, իրար սեղմված մարմիններով՝ ցեմենտացնող նյութի քիչ քանակությամբ: Յուրաքանչյուր սֆերոիդ բնորոշվում է թրծման կեղևի առկայությամբ: Դրա հետ մեկտեղ նկատվում են նաև անցումներ դեպի ոչ որոշակի գնդային և մասսիվ կառուցումների:

Գնդային լավաները կազմված են ղիարազային, միկրոդիարազային պորֆիրիտներից, նրանց դեպի սպիլիտները անցնող տարատեսակներից և պլագիոկլազային պորֆիրիտներից:

Կրաքարերի և նրանց հետ շերտավորվող գնդային լավաների ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս եզրակացնելու, որ վերին յուրայի ծովային ավազանը, գնդային լավաների արտավիժման ժամանակ եղել է ծանծաղ:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՎԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ В. И. Лебединский, Н. М. Макаров. Вулканизм Горного Крыма. - М. А. Гулярова, Уч. Зап. ЛГУ, 268, 1959. ² Труды ИГЕМ, вып. 90, 1963. ³ В. П. Маслов, Труды ИГН, вып. 160, 1956.

Р. Т. Джрбашян

О связи вулканизма с поперечными поднятиями

(на примере палеогена Малого Кавказа)

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 27/XII 1963)

В истории геологического развития Малого Кавказа палеогеновый период занимает особое положение по размаху орогенических движений и масштабу эффузивного и интрузивного магматизма.

Начиная с верхнего мела, Малый Кавказ вступает в новую стадию геологического развития; происходит самая обширная трансгрессия, с неравномерным погружением отдельных участков и образованием геосинклинальных и геоантиклинальных зон (¹). По предположению А. А. Габриеляна, к этому же времени относится заложение крупных геосинклинальных структур: Аджаро-Триалетской на севере и Севано-Ширакской и Кельбаджарской во внутренней части Малого Кавказа, которые продолжают интенсивное развитие в палеогене. Общий план структурного развития зон в это время сохраняется прежним, однако происходит дальнейшее дробление прогибов на более мелкие „брахисинклинали“, разделенные поперечными поднятиями.

В геологическом развитии регионов Большого и Малого Кавказа, наряду с продольной тектонической зональностью, выраженной линейно вытянутыми в северо-западном направлении структурами, ряд исследователей — К. Н. Паффенгольц (²), Н. С. Шатский (³), В. Е. Хаин (⁴), Е. Е. Милановский (⁵) — особо подчеркивает существенную роль поперечных поднятий. Последние расчленяют продольные зоны на участки, различающиеся по строению и истории развития. Зонами такого раздела принимаются глубокие нарушения (^{1,6}). По мнению последних двух авторов, наиболее резко выраженная Главная Транскавказская зона поперечного поднятия протягивается из Предкавказья по линии Ставрополье — г. Эльбрус — Дзирульский выступ — г. Арагац.

Неравномерность тектонического развития отдельных зон сопровождается соответствующими различиями вулканических проявлений. Анализ хода развития вулканизма в палеогеновое время на территории Севано-Ширакского синклиория и прилегающих областей и сравнение его с направленностью вулканизма в Аджаро-Триалетской си-

системе показывают, что Главная Транскавказская зона поперечного поднятия играла существенную роль в пространственной направленности вулканизма. Геосинклинальные зоны развития, преимущественно вулканогенных палеогеновых образований, располагаются к западу (Аджаро-Триалетия) и к юго-востоку (Севано-Ширакский синклинорий) от указанной зоны поднятия.

В палеоцен-нижнеэоценовое время слабая вулканическая деятельность отмечается в западных частях Севано-Ширакского синклинория на участках, прилегающих непосредственно к южному отрезку зоны поперечного поднятия. Здесь, в районе сс. Ахкилиса, Лусахпюр и др., в фаунистически охарактеризованных флишоидных толщах (мощность до 200 м) присутствуют отдельные прослои и пачки туффов, туфопесчаников (⁷). В верхних горизонтах разреза количество вулканогенного материала увеличивается.

В пределах Аджаро-Триалетской системы палеоцен-нижнеэоценовые вулканогенные образования развиты в центральной и юго-восточных частях, примыкая к полосе поперечного поднятия. В районе курорта Боржоми они в виде отдельных прослоев туфа описываются в верхней части мощной флишоидной толщи („боржомский флиш“, мощностью 1000—1500 м) (^{8,9}). Южнее, в долине р. Алгети, в пределах Сомхетской глыбы, вулканогенные образования этого возраста пользуются большим развитием и представлены лавами, лавобрекчиями, туфами, туфобрекчиями преимущественно дацитового состава (¹⁰). Подобный характер вулканизма авторы связывают со специфическими особенностями тектонического развития области на относительно жестком субстрате.

В нижне-среднеэоценовое время области максимального прогибания и более интенсивной (по сравнению с палеоцен-нижнеэоценовым временем) вулканической деятельности смещаются на юго-восток в Севано-Ширакской зоне и на запад в Аджаро-Триалетской системе. В пределах Севано-Ширакского синклинория к этому времени относится накопление мощных (мощность до 700 м) вулканогенно-обломочных свит (спитакская, желтореченская) в западной части Базумского хребта, перекрытых фаунистически охарактеризованными отложениями среднего эоцена. Продукты нижне-среднеэоценового вулканизма представлены лавами, лавобрекчиями и их литокластами различного состава от андезито-базальтов до дацитов и липаритов.

В это же время в пределах Аджаро-Триалетской системы происходит формирование вулканогенно-обломочных свит мощностью до 400 м. В Боржомском районе в составе этих свит преобладают кластические разности—кристалло- и литокластические туфы андезитов. Западнее, в Маяковском районе по Аджаро-Имеретинскому хребту в указанных свитах заметно увеличивается роль собственно лавового материала; в ущелье р. Ханис-Цкали отмечаются покровы авгитовых порфиритов (⁹).

В среднем эоцене в обеих зонах процессами погружения захватываются огромные территории. Участки интенсивного погружения, а вместе с тем активной вулканической деятельности смещаются далее на юго-восток и запад, северо-запад.

Образования среднего эоцена пользуются максимально широким распространением в пределах Севано-Ширакского синклинория. Вулканические и вулканогенно-обломочные фации сосредоточены в центральных частях зоны, в пределах Базумского, Памбакского, Арегунийского и других хребтов и представлены серией лав от базальтов до липаритов, а также их лаво- и туфобрекчиями и туфами, общей мощностью до 2000 м^(11,12).

В Аджаро-Триалетской системе среднеэоценовые образования имеют такое же широкое распространение, занимая почти 80% всей территории. Вулканические фации развиты, главным образом, в центральной и западной частях по Аджаро-Имеретанскому хребту, слагая серию чередующихся лав и их пирокластов мощностью до 2000 м. Это различные по составу эффузивы от андезито-базальтов до дацитов и кератофиров, их лавобрекчии, туфы и туфобрекчии, с подчиненным количеством осадочных фаций.

В восточной части области по Триалетскому хребту в это же время происходит накопление вулканогенно-осадочных и терригенных отложений. К концу среднего эоцена намечается некоторое ослабление вулканической деятельности в пределах всей Аджаро-Триалетской системы.

Вообще переход от ниже-среднего эоцена к среднему происходит совершенно постепенно без заметного несогласия как в одной, так и в другой геосинклинальных зонах.

Следующая вспышка вулканической деятельности приходится на верхнеэоценовое время, когда в пределах Севано-Ширакской и Аджаро-Триалетской зон происходит накопление разнообразных по составу вулканических и вулканогенно-обломочных продуктов мощностью до 1000 м, налегающих трансгрессивно на более древние породы^(8,13).

В пределах Севано-Ширакского синклинория ареной активной вулканической деятельности в верхнеэоценовое время стала юго-восточная его оконечность. Главная часть синклинория в это время вступает в полуплатформенный этап развития, что сопровождается накоплением пестрых по составу вулканогенно-обломочных толщ в условиях мелкого моря и относительно слабых колебательных движений.

На территории Базумского, Памбакского и Арегунийского хребтов своеобразный характер верхнеэоценового вулканизма выразился в трахитондном типе всех разновидностей пород — от андезитов и их туфобрекчий через трахидациты — трахилипариты и их туфолавы до щелочных эффузивов и их пирокластов района Памбакского хребта^(14,15).

В пределах Триалетского хребта вулканические образования верхнеэоценового возраста отсутствуют. Они выделяются в юго-западной части Аджаро-Триалетской системы, получая широкое развитие в западном направлении. Представлены они базальтами, андезито-базальтами, андезитами, их туфами, грубообломочными туфобрекчиями, туфопесчаниками (¹⁶). Мелкие гнезда и миндалины в этих породах выполнены кварцем, агатом и цеолитами (указанная особенность характерна и для верхнеэоценовых пород Севано-Ширакской зоны). В северо-западном направлении, в Гурии, широко развита трахитовая формация вулканогенно-обломочных пород верхнего эоцена.

После верхнего эоцена происходит поднятие и замыкание значительной части Севано-Ширакского синклинория. Вулканическая деятельность олигоцен-неогенового времени проявляется только в крайней юго-восточной части по берегу оз. Севан и в верховьях р. Тертер, где уже в наземных условиях происходит формирование мощной толщи вулканогенно-обломочных пород (кельбаджарская и басаргечарская свиты) (¹⁷).

Необходимо отметить, что вулканические проявления олигоцен-неогенового времени в пределах Аджаро-Триалетской системы на территории Грузии не известны.

Геотектонические условия формирования, петрологические и геохимические особенности продуктов палеогенового вулканизма дают возможность выделить их в два крупных комплекса, соответствующих геосинклинальному и полуплатформенному (орогенному) режимам развития регионов.

Первый из комплексов объединяет продукты вулканической деятельности — палеоцен-нижнеэоценового, нижне-среднеэоценового и среднеэоценового, а второй соответственно верхнеэоценового и частично олигоцен-нижнеэоценового магматических циклов.

Каждый из геосинклинальных циклов, за исключением палеоцен-нижнеэоценового, начинается извержениями основных эффузивов и завершается липаритами и следующими за ними субвулканическими образованиями — липаритовыми порфирами, кварцевыми диоритами.

Своеобразный характер верхнеэоценового вулканизма, протекавшего в условиях относительной устойчивости участков, выразился в тенденции к повышению щелочности и широком развитии трахитовой формации — в эффузивной и экструзивной фациях.

Начиная с верхнего мела по средний эоцен в пределах описываемых зон господствовали геосинклинальные условия развития. В конце среднего эоцена происходит перестройка структурного плана и переход области к полуплатформенному режиму развития. С олигоцен-нижнеэоцена Севано-Ширакская и Аджаро-Триалетская системы воссоединяются с примыкающими геоантиклиналями, формируя крупную Антикавказскую геоантиклиналь (¹).

В течение всего палеогенового времени в обеих геосинклинальных структурах, в латеральном направлении от зоны Главного Транс-

кавказского поднятия, наблюдаются волнообразные погружения и соответствующие им максимумы вулканической активности.

В промежутке от верхнего мела до верхнего эоцена миграция участков наибольшего погружения и вулканизма в Севано-Ширакской зоне происходит в юго-восточном, а в Аджаро-Триалетии — в северо-западном направлениях. Последние вспышки вулканизма происходили на фоне относительно слабых погружений, характеризующихся малыми амплитудами колебательных движений.

Следует также заметить, что характер вулканизма и состав продуктов вулканической деятельности в геосинклинальный период развития не проявляют определенной зависимости от горизонтального смещения участков максимального погружения; появление в верхне-эоценовое время трахитоидной формации, по-видимому, связано с наступлением полуплатформенного режима развития.

В олигоценовое время намечается тенденция к постепенному затуханию вулканической активности в описываемых зонах, и вулканическая деятельность сосредоточивается в крайней юго-восточной оконечности Севано-Ширакского синклинория, а также в пределах Кельбаджарского и Даралагезского синклинориев.

Все вышеизложенное позволяет говорить об определяющей роли Главного Транскавказского поперечного поднятия в пространственном перемещении областей наибольшего погружения и максимальной вулканической активности. В то же время характер вулканизма и состав продуктов вулканической деятельности не проявляют подобной зависимости и определяются особенностями геологического развития геосинклинальных структур.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ռ. Տ. ԶՐԲԱՇՅԱՆ

Հայնակի բարձրացումների հետ հրաբխային գործունեության կապի մասին

Մեծ և փոքր կովկասի երկրաբանական կադավորման ընթացքում երկայնակի գոնակաանություն հետ մեկտեղ նշվում է նաև լայնակի բարձրացումների զգալի դերը: Այնպիսի դրսևացումն արտահայտված Գլխավոր Տրանսկովկասյան լայնակի բարձրացման գոտին ձգվում է Ստավրոպոլ — Էլբրուս — Զիրուլ — Արագած ուղղությամբ:

Վերջինիս նկատմամբ դեպի արևմուտք և հարավ-արևելք գտնվում են Աջարո-Քրիա-նայան և Սևանո-Շիրակի գետինկլինալային ավազանները: Վերոհիշյալ երկու շրջաններում տարին էոցենում սկիզբ առած իջնումը և նրան հաջորդող հրաբխային գործունեությունը հարում են լայնակի բարձրացման գոտուն: Այնպիսի ուշ ժամանակաշրջանում՝ միջին և վերին էոցենում իջնման պրոցեսները և ուժգին հրաբխային գործունեությունը գետինկլինալներում առաջնահայտն տարածվում է նշված բարձրացման գոտուց դեպի արևմուտք և հարավ-արևելք: Օլիգոցենի հրաբխային առաջացումները առաջին ավազանում հայտնի չեն, իսկ երկրորդում տարածվում են Սևանից հարավ և հայոցձորի շրջաններում:

Այսպիսով, երրորդական ժամանակաշրջանում նշված երկու ավազաններում նկատ-

վում է ուժգին հրաբխային դործունեության ալիքաձև տեղափոխում բարձրացման գոտուց հորիզոնական ուղղությամբ: Միաժամանակ, ուսումնասիրությունները թույլ տվին նշելու, որ հրաբխային դործունեության բնույթը և հրաբխային առաջացումների կազմը հիմնականում պայմանավորված են գետինկլինային ստրուկտուրաների երկրաբանական դարգացման առանձնահատկություններով, չորս ցարերելով անմիջական կապ լայնակի բարձրացման գոտու հետ:

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

- ¹ А. А. Габриелян, Основные вопросы тектоники Армении. Изд. АН АрмССР, 1959. ² К. Н. Паффенгольц, Сейсмоструктура Армении и прилежащих частей Малого Кавказа, Изд. АН АрмССР, 1946. ³ Н. С. Шатский, Известия АН СССР, сер. геол., № 5, 1947. ⁴ В. Е. Хаин, Известия АН СССР, сер. геол., № 6, 1948. ⁵ Е. Е. Милановский, Вестник МГУ, № 1, 1963. ⁶ Е. Е. Милановский, Е. В. Хаин, Геологическое строение Кавказа, Изд. МГУ, 1963. ⁷ О. А. Саркисян, Научн. тр. Ер. ГУ, вып. 4, т. 75, 1961. ⁸ П. Д. Гамкрелидзе, Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы, Изд. АН ГрузССР, 1949. ⁹ Г. С. Дзоценидзе, Домноценовый эффузивный вулканизм Грузии, Изд. АН ГрузССР, 1948. ¹⁰ Г. А. Микадзе, М. А. Беридзе, Труды II Закавказской конференции молодых геологов, Баку, 1960. ¹¹ А. А. Габриелян, Известия АН АрмССР, сер. геол. и геогр., № 1, 1960. ¹² Р. Т. Джрбашян, Тезисы IV Закавказской конференции молодых геологов, Ереван, 1962. ¹³ К. А. Мкртчян, А. Т. Везуни, О верхнеэоценовой трансгрессии в Армении, Тр. Упр. геол. и он при СМ АрмССР, № 2, 1959. ¹⁴ В. Н. Котляр, Памбак— геология, интрузивы и металлогения, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1958. ¹⁵ Г. П. Багдасарян, Известия АН СССР, сер. геол., № 1, 1956. ¹⁶ Г. М. Заридзе, Петрография магматических и метаморфических пород Грузии, Госгеолтехиздат, 1961. ¹⁷ Н. А. Кашкай, В. Е. Хаин, Э. Ш. Шихалибейли, ДАН АзССР, № 6, 1952.

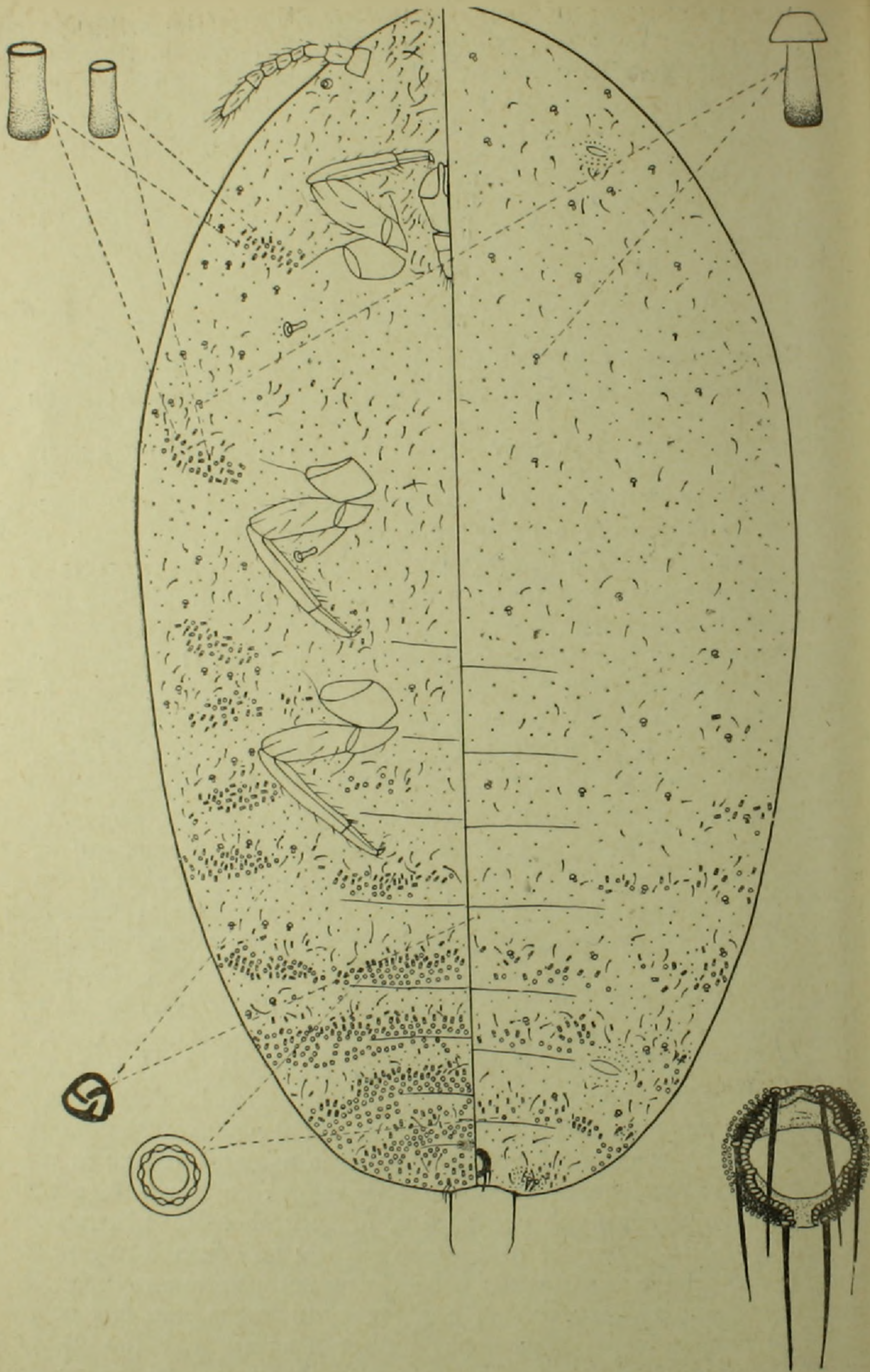
М. А. Тер-Григорян

Новые виды мучнистых червецов (*Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae*) из горно-степной и альпийской зон Армении

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Гулканяном 10/X 1963)

Настоящая статья посвящена описанию 3 новых видов мучнистых червецов, выявленных в процессе изучения кокцид Армении. Типы новых видов хранятся в коллекциях Зоологического института АН СССР в Ленинграде, паратипы — в коллекциях Зоологического института АН Армянской ССР.

Pseudococcus saxatilis Ter-Grigorian sp. n. (фиг. 1). Тело взрослой самки овальное, розовое, 2,7 мм длины и 1,4 мм ширины. Усики 8- — реже 7-члениковые; все членики, кроме первого, тонкие; самый длинный VIII членик, затем III, II, I, VII, V, IV, VI; их средняя длина в микронах: I—46,4, II—56,3, III—62,3, IV—38, V—39,1, VI—36, VII—41, VIII—104,6. Петля хоботковых щетинок несколько не достигает линии между тазиками средних ног. Ноги с утолщенными члениками; тазики задних ног с группой просвечивающих пор; длина бедра в среднем 247,5 м, голени 258,2 м, лапки—104,7 м; коготковые пальчики длиннее коготка с булавовидной вершиной. Спинные устья большие; грудные дыхальца кубковидные, без дисковидных желез. Брюшных устьиц нет. Анальное кольцо округлое, с отчасти двойным рядом округлых пор по наружному краю и одним рядом более крупных овальных пор по внутреннему краю; щетинки в среднем 140,2 м длины. Анальные дольки широкие, несколько выступающие по бокам анального кольца; вершинная щетинка в среднем 180 м длины. Многоячеистые железы на дорзальной поверхности тела имеются только на тергитах брюшка; они иногда единично встречаются по бокам 3-го тергита, образуют поперечный ряд на 4-м, отчасти двойные поперечные ряды на 5—7-м и образуют небольшие группы по бокам 8-го тергита брюшка; все ряды расположены ближе к заднему краю сегментов; на вентральной поверхности, вместе с трубчатыми железами, они образуют группы между тазиками передних ног и краем тела (по 2—14 многоячеистых и 10—33 трубчатых желез), затем между тазиками средних ног и краем тела (по 5—32 многоячеистых и 10—57 трубчатых желез) и две удлиненные группы между тазиками задних ног и



Фиг. 1. *Pseudococcus saxatilis* Ter-Grigorian sp. n., самка.

краем тела (по 6—34 многоячеистых и 14—47 трубчатых желез): кроме того, имеются также удлиненные группы по бокам 2 и 3-го стернигов брюшка, которые частично проникают и на дорзальную поверхность сегментов; кроме того, они образуют по поперечному, иногда прерванному посередине ряду на 2—3-м стернитах брюшка, по поперечной полосе на 4—6-м, две поперечные полосы на 7-м стернитах брюшка и беспорядочно разбросаны на 8-м стерните брюшка. Трех-ячеистые железы расположены повсеместно и многочисленны. Неправильных пор нет. Грибовидные железы 9—10 μ длины и 4 μ ширины, без микропор и волосков; они образуют по одному поперечному ряду на всех тергитах тела; на вентральной поверхности железы расположены ближе к краю переднегруди, среднегруди и заднегруди, образуют небольшие поперечные ряды по бокам 1—6-го стернитов брюшка. Трубчатые железы двух размеров, крупные железы 8 μ длины и 3 μ ширины, на дорзальной поверхности образуют прерванный посередине поперечный ряд на 3—4-м, по одному поперечному ряду на 5—7-м тергитах брюшка и единично встречаются по бокам 8-го тергита брюшка; на вентральной поверхности образуют небольшой поперечный ряд на 2-м стерните и по неправильной поперечной полосе на 3—8-м стернитах брюшка, где они расположены главным образом над полосами многоячеистых желез; количество трубчатых и многоячеистых желез в полосах увеличивается к заднему концу сегментов; мелкие трубчатые железы 5 μ длины и 2 μ ширины; их меньше: на тергитах брюшка они расположены над рядами крупных трубчатых желез; иногда встречаются на стернитах брюшка и входят в вышеупомянутые группы, расположенные между тазиками ног и краем тела.

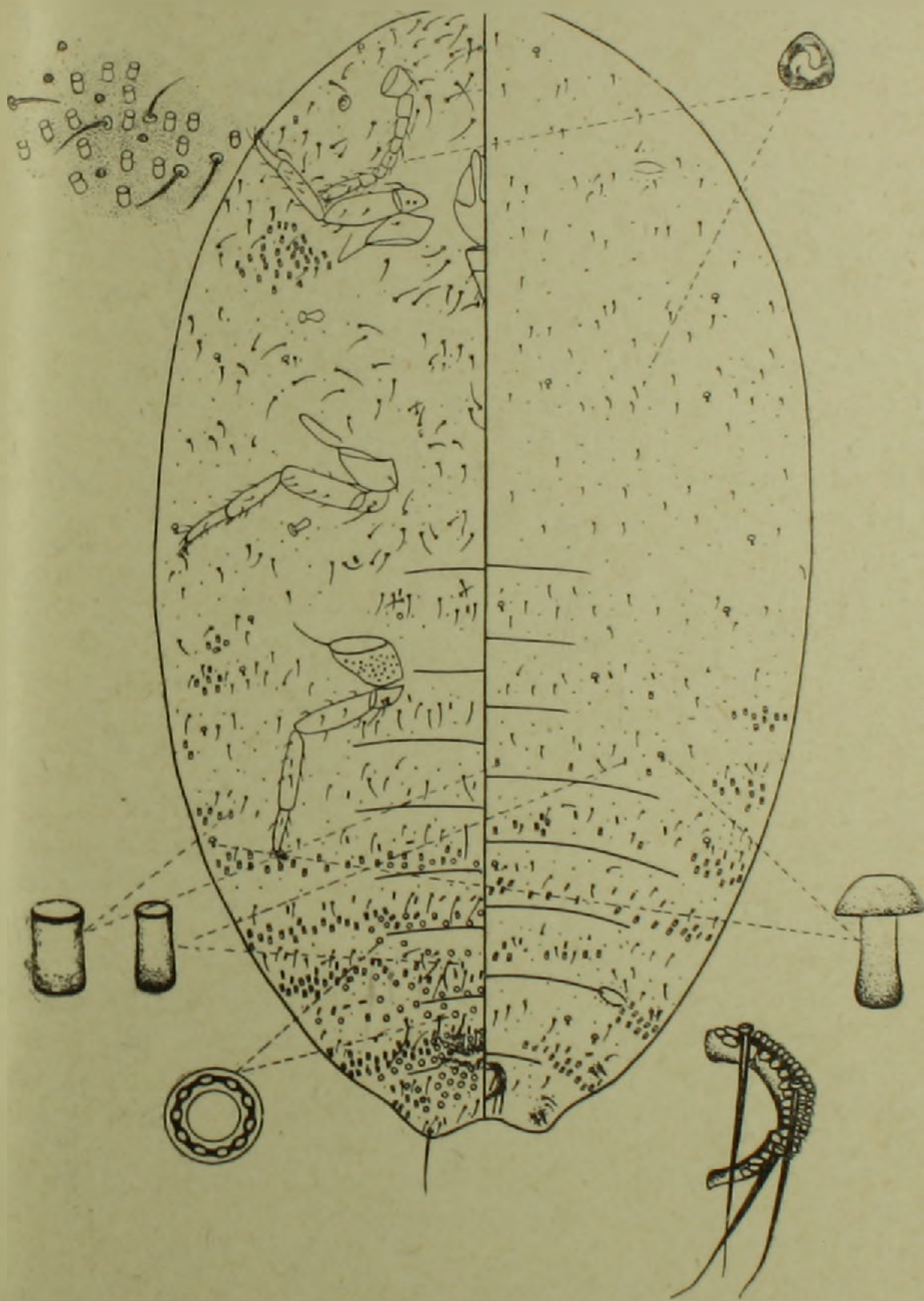
Церарий 3—4 пары: C_{16} — C_{18} , иногда и C_{15} ; их формула: $C_{16}=2$ тонких шипа (19 μ) + 9 желез; $C_{17}=2$ далеко друг от друга лежащих колусовидных шипа (19 μ) + 8—9 желез; $C_{18}=2$ длинных конусовидных шипа (24—27 μ) + 40—50 желез и 4—5 волосков. Волоски тела на дорзальной поверхности толстые, до 38 μ длины, на вентральной поверхности от 19 μ до 78 μ длины.

Армения: Анийский район, сел. Дзитанков, на корнях неизвестного растения, 4/X 1951 и шандры (*Marrubium gokschaicum* N. Pop.), 29/IX 1952, Тер-Григорян, Дз. Хачатрян; сел. Караберд, на корнях шавеля (*Rumex* sp.), пырея [*Agropyrum repens* (L.) P. B.] и выюнка (*Convolvulus* sp.), 16/X 1953, М. Тер-Григорян (тип); Ахурянский район, сел. Ацик, на корнях диких злаков и люцерны (*Medicago sativa* L. em. Vass.), 4/VII 1958, М. Тер-Григорян; Артикский район, сел. Парос, под камнями, 3/IX 1960, Р. Аракелян.

Вид широко распространен в горно-степной зоне республики, на высоте до 1930 м. Взрослые самки были зарегистрированы с июля до средних чисел октября, на межах и целинных участках, Яйцекладка наблюдалась в октябре. По всей вероятности, зимуют яйца.

Новый вид очень близок к виду *Pseudococcus parvulus* Borchs., от которого отличается расположением многоячеистых и трубчатых желез на тергитах брюшка, наличием грибовидных желез на вентральной поверхности тела и другими признаками.

Pseudococcus arakeliana Ter-Grigorian sp. n. (фиг. 2). Тело взрослой самки удлинено-овальное, 2 мм длины и 0,8 мм ширины. Глаза выпуклые, вблизи них круглых пор нет. Усики 8-члениковые: самый длинный VIII членик, затем II, I, III, V, VII, IV и самый короткий VI членик, их длина в микронах: I—38, II—43, III—33, IV—21, V—29, VI—20, VII—28, VIII—67. Хоботок двухчлениковый. Петля хоботковых щетинок достигает приблизительно линии между тазиками средних ног. Ноги с утолщенными члениками; тазики задних ног с группой просвечивающих пор; бедро чуть длиннее голени; длина бедра 152 м, голени—143 м, лапки—104 м; тарсальные пальчики тонкие, короче коготка; коготковые пальчики длиннее коготка с расширенной вершиной. Грудные дыхальца кубковидные, с толстой трахеальной трубкой, без дисковидных желез. Спинные устья развиты. Брюшного устья нет. Анальное кольцо округлое с отчасти двойным наружным рядом округлых, прерванных спереди и сзади пор и внутренним рядом овальных, более крупных пор; щетинки в среднем 100 м длины. Анальные дольки слегка выступают по бокам анального кольца; вершинная щетинка 157 м длины; вентральная поверхность долек с 3 волосками. Многоячеистые железы имеются только на стернитах брюшка, они единично встречаются на 1-м стерните брюшка, образуют поперечный ряд в средней части 4 и 5-го стернитов, по два ряда на 6 и 7-м стернитах брюшка, сконцентрированы вокруг вагинальной щели, беспорядочно и многочисленно разбросаны на 8-м стерните брюшка. Трехячеистые железы в умеренном количестве расположены на обеих поверхностях тела. Неправильных пор нет. Грибовидные железы около 8 м длины и 4 м ширины, без волосков и микропор, немногочисленны, беспорядочно расположены на сегментах дорзальной поверхности тела; на вентральной поверхности они встречаются только по краю тела. Трубчатые железы двух размеров: более толстые, около 6 м длины и 4,5 м ширины, на дорзальной поверхности образуют небольшие группы по краям 2—6-го тергитов и неправильные, иногда удвоенные ряды, на 3—7-м тергитах брюшка; на вентральной поверхности они образуют группы, из 17—18 желез, между тазиками передних ног и краем тела и меньшую группу, из 8—10 желез, между тазиками задних ног и краем тела; по поперечному ряду расположены на 4-м стерните и по поперечной полосе на 5—7-м стернитах брюшка, единично встречаются на головогрудях, по бокам 2—3-го и 8-го стернитов брюшка; более узкие железы около 6 м длины и 2,5 м ширины малочисленны, они единично встречаются на 2—7-м тергитах брюшка, главным образом имеются над рядами и полосами трубчатых желез, расположенных на стернитах брюшка.



Фиг. 2 *Pseudococcus arakelianae* Ter-Grigorian sp. n., самка.

Церарий 3 пары: $C_{16}-C_{18}$; их формула: $C_{16}=2$ тонких шипа (17μ)+3 железы; $C_{17}=2$ толстых шипа (17μ)+3 железы; $C_{18}=2$ более толстых шипа (20μ)+8—10 желез. Волоски от 14μ до $71,4\mu$ длины, в значительном количестве имеются на обеих поверхностях тела; более длинные густо расположены на лбу и последних сегментах вентральной поверхности тела.

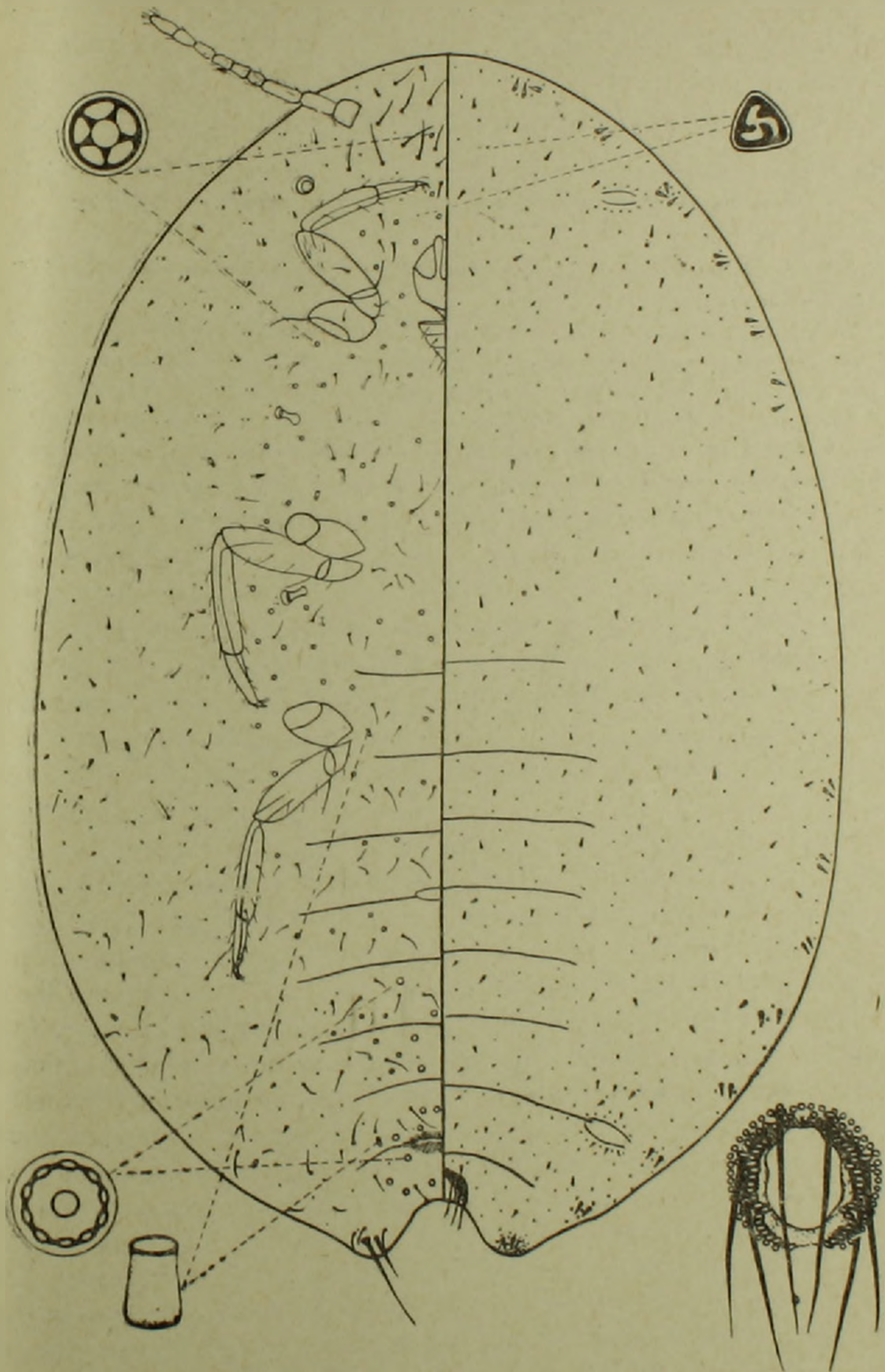
Армения, на отрогах горы Арагац, на высоте 3100 м, в ложбине, в углублениях с нижней стороны камня, 4/IX 1959, Р. Аракелян.

Новый вид очень близок к виду *Pseudococcus saxatilis* Ter-Grigorian sp. n., от которого хорошо отличается отсутствием многоячеистых желез в группах, расположенных между тазиками ног и краем тела—у нового вида подобные группы состоят только из трубчатых желез, затем меньшим количеством дисковидных и трубчатых желез, и отсутствием многоячеистых желез на дорзальной поверхности тела.

Вид назван именем лаборанта Рипсик Асатуровны Аракелян.

Phenacoccus juniperi Ter-Grigorian sp. n. (фиг. 3). Тело взрослой самки овальное, приближающееся к яйцевидной форме, серовато-зеленоватое, покрытое тонким слоем белого порошковидного воска; наружный покров эластичный, сегментация ясная, самка до 2,6 мм длины и 1,4 мм ширины. Усики 9-члениковые; самый длинный III членик, затем II, IX, I, VI; V, VII и VIII почти одинаковой длины, самый короткий IV членик; их средняя длина в микронах: I—45, II—68, III—73, IV—36, V—39, VI—42, VII—38,5, VIII—39, IX—66. Петля хоботковых щетинок достигает поперечной линии между тазиками передних и задних ног. Ноги удлиненные, тазики задних ног без просвечивающих пор и ячеек; бедро и голень приблизительно одинаковой длины, в среднем 210μ , лапка в среднем 104μ длины, коготок тонкий, около 25μ длины, изогнутый, с большим зубчиком ближе к вершине коготка; тарсальные пальчики короткие, тонкие; коготковые пальчики длиннее коготка, с расширенной вершиной. Грудные дыхальца кубковидные, без дисковидных желез. Спинные устья хорошо развиты. Брюшное устье одно, удлиненное, расположено между 3 и 4-м стернитами брюшка. Анальное кольцо овальное, с двойным наружным и одним внутренним рядами округлых пор; щетинки в среднем 180μ длины. Анальные дольки выступают по бокам анального кольца; вершинная щетинка в среднем 283μ длины, подвершинная— 100μ длины, на вентральной поверхности долек имеются 3—4 волоска. Многоячеистые железы крайне малочисленны, они встречаются только в средней части 5—8-го стернитов брюшка. Пятиячеистые железы расположены вдоль средней линии вентральной поверхности тела. Трехячеистые железы многочисленны, расположены на обеих поверхностях тела, особенно на дорзальной и по краю вентральной поверхности; отсутствуют в средней части грудных сегментов. Трубчатые железы короткие, 5μ длины и около 3μ ширины, малочисленны, встречаются только на вентральной поверхности, где беспорядочно расположены на всех стернитах тела.

Церарий 11—14 пар: $C_1—C_6$ и $C_{14}—C_{18}$, иногда также $C_{11}—C_{13}$; их формула: C_1 и $C_3 = 3$ шипа + 3—5 желез; $C_2, C_4—C_8, C_{11}—C_{16} = 2$ шипа + 2—3 железы; $C_{17} = 2$ шипа + 5 желез; $C_{18} = 2$ шипа + 10—12 желез.



Фиг. 3. *Phenacoccus juniperi* Ter-Grigorian sp. n., самка.

Армения, окрестности сел. Бабаджан (Басаргечарский район), 9/VII 1955, на коре и под корой стволов и веток можжевельника, М. Тер-Григорян.

Новый вид близок к виду *Phenacoccus mespili* (Geoffr.), от которого отличается расположением многоячеистых желез.

Зоологический институт
Академии наук Армянской ССР

Մ. Ա. ՏԵՐ-ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

**Այրավոր որդանների (*Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae*) նոր սեռակներ
Հայաստանի լեռնա-սափառսանալին և ալպյան գոտիներից**

Ներկա հոդվածում տրվում է դիտության համար նոր այրավոր որդանների 3 տեսակի նկարագրությունը:

Pseudococcus saxatilis Ter-Grigorian sp. n. տեսակը լայն տարածված է ռեպուրիկայի լեռնա-տափաստանային գոտում, խոտազդիների և ցորենազդիների արմատների վրա: *Ps. arakeliana* Ter-Grigorian sp. n. որդանը հայտնաբերված է ձովի մակերևույթից 3100 մ բարձրության վրա, Արագած լեռան ստորոտում, քարի տակից: *Phenacoccus juniperi* Ter-Grigorian sp. n. տեսակը զգալի քանակով տարածված է Սևանի ավազանի արեվելյան թեքության նոսր անտառներում, դիհու բների և ճյուղերի վրա: Գիհին, ի դեպ, որպես կերարույս *Phenacoccus* սեռի ներկայացուցիչների համար նշվում է առաջին անգամ:

ФИЗИОЛОГИЯ

В. В. Фанарджян и Р. И. Погосян

О взаимодействии мозжечковых и периферических импульсов, поступающих в сенсо-моторную область коры головного мозга

(Представлено чл. корр. АН Армянской ССР А. И. Карамяном 25 IX 1963)

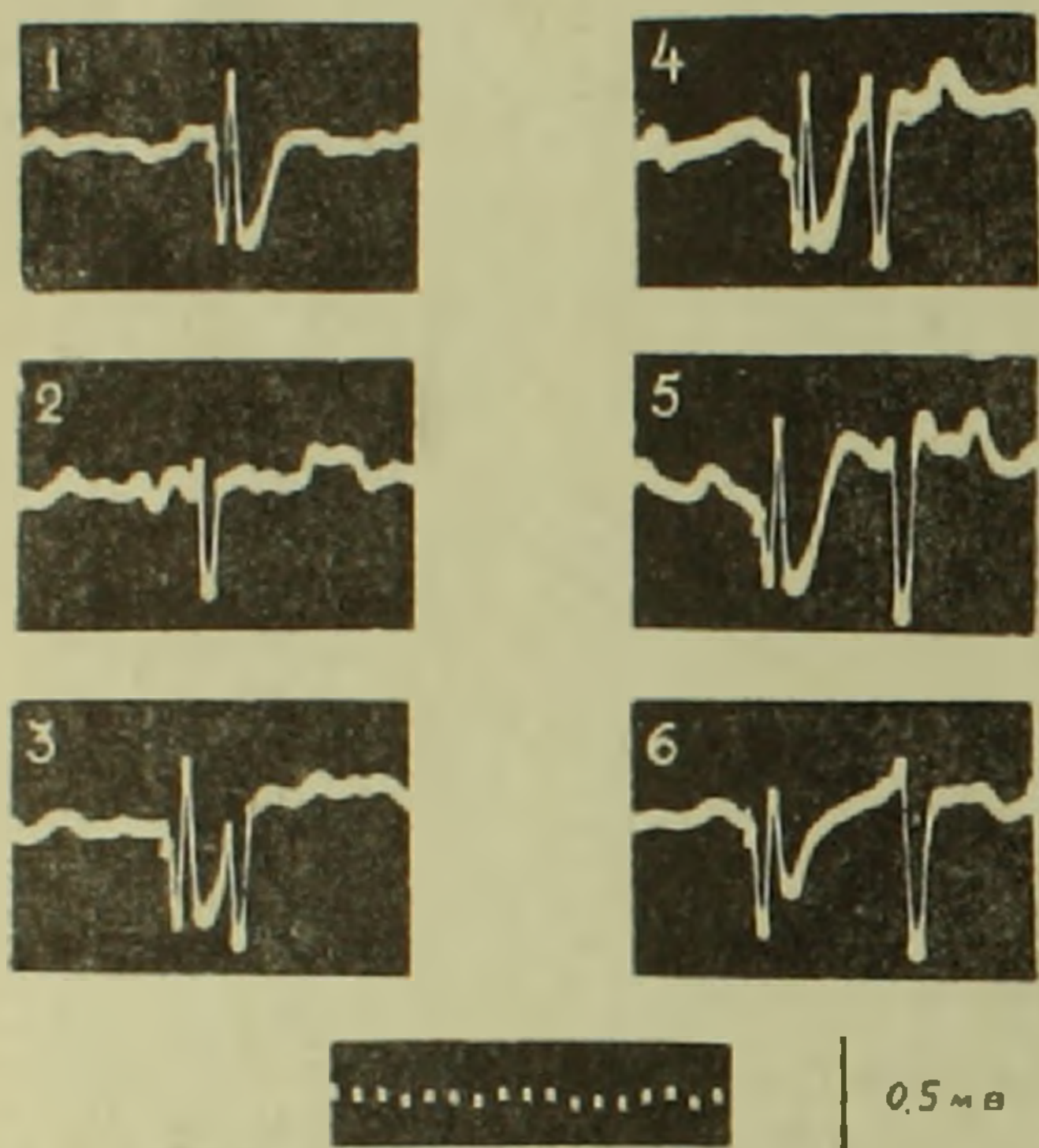
Одним из физиологических феноменов, лежащих в основе специфического влияния мозжечка на деятельность коры головного мозга, является повышение возбудимости моторной коры, возникающее в результате сопутствующего раздражения мозжечка (¹). Выяснению интимной природы этого облегчающего влияния посвящен ряд исследований (²⁻⁴ и др.). Среди них важное место принадлежит работам, использующим как тест-метод конвергенцию на корковые нейтроны афферентных периферических и мозжечковых импульсов для выяснения особенностей их взаимовлияния. К сожалению, противоречивость результатов, полученных по этому вопросу (⁵⁻⁹), не позволяет считать его окончательно решенным.

В настоящем сообщении описаны некоторые типы взаимодействия периферических (кожных) и мозжечковых импульсов, поступающих в сенсо-моторную кору мозга. Исследование проводилось в острых опытах на кошках, оперированных под эфирным наркозом, а в дальнейшем иммобилизованных внутривенным введением прокурана и переведенных на искусственное дыхание. Электрическая активность отводилась моно- или биполярно серебряными пуговчатыми электродами с поверхности сенсо-моторной области коры. Для получения периферического импульса раздражалась кожная веточка лучевого нерва передней контралатеральной лапы. Глубинные, введенные при помощи стереотаксического аппарата электроды служили для стимуляции контралатеральных зубчатого и промежуточного ядер мозжечка. Взаимодействие импульсов, которые разделялись разными промежутками времени (в миллисекундах), прослеживалось на примере изменения первичных биоэлектрических ответов, вызываемых одиночными электрическими раздражениями нерва и мозжечка.

Отводимые первичные ответы коры мозга представляли двухфазное положительно-отрицательное колебание ее электрической активности, возникающее со скрытым периодом в 4—7 мсек на мозжечковое раздражение и 8—12 мсек на стимуляцию периферического

нерва. Часто вслед за первичным ответом отмечались более поздние, в основном поверхностно-положительные колебания активности.

В первой серии экспериментов обуславливающее раздражение подавалось на мозжечок, испытательное—на периферический нерв.



Фиг. 1. Взаимодействие мозжечковых и кожных периферических импульсов, поступающих в кору мозга.

Отводятся первичные ответы из передней сигмовидной извилины. Обуславливающее раздражение прикладывается к контралатеральному промежуточному ядру мозжечка, испытательное—к кожной веточке лучевого нерва контралатеральной передней лапы. 1—одно обуславливающее раздражение; 2—одно испытательное раздражение; 3 сочетание обуславливающего и испытательного раздражений с интервалом 20 мсек; 4—то же с интервалом 32 мсек; 5—то же 48 мсек; 6—то же 58 мсек.

Отметка времени 100 в 1 сек. Отклонение луча вверх здесь и на следующих фигурах—отрицательность под активным электродом.

его от окклюзионного воздействия при увеличении промежутка времени между стимулами. Начиная с интервала между стимулами, равного 70—80 мсек, отмечалось облегчение испытательного ответа, и его величина становилась больше таковой, получаемой на изолированное применение испытательного раздражения (фиг. 2).

На фиг. 2 видно, что ответ на испытательный стимул, который был нанесен через 27 мсек после обуславливающего, представлен небольшим поверхностно-положительным отклонением (фиг. 2, 3). Начиная с промежутка в 32 мсек и особенно 42 мсек появляется поверхностная отрицательность испытательного ответа (фиг. 2, 4, 5). При

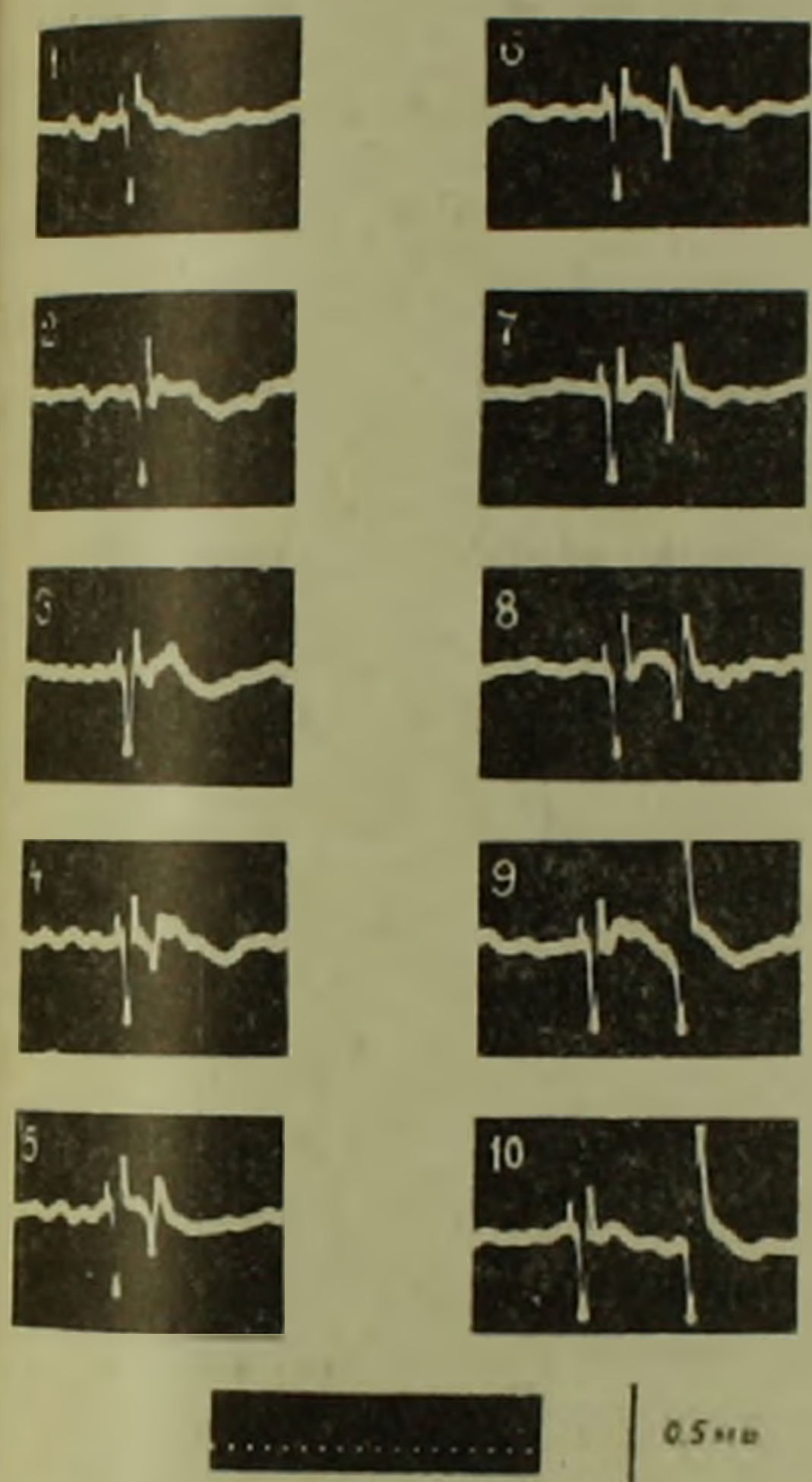
Было отмечено два типа взаимодействия изучаемых импульсов.

а) Первый тип заключался в облегчающем влиянии мозжечкового импульса на периферический, что выражалось в увеличении амплитуды вызванного потенциала на испытательный удар без каких-либо признаков его подавления при различных промежутках времени между двумя стимулами.

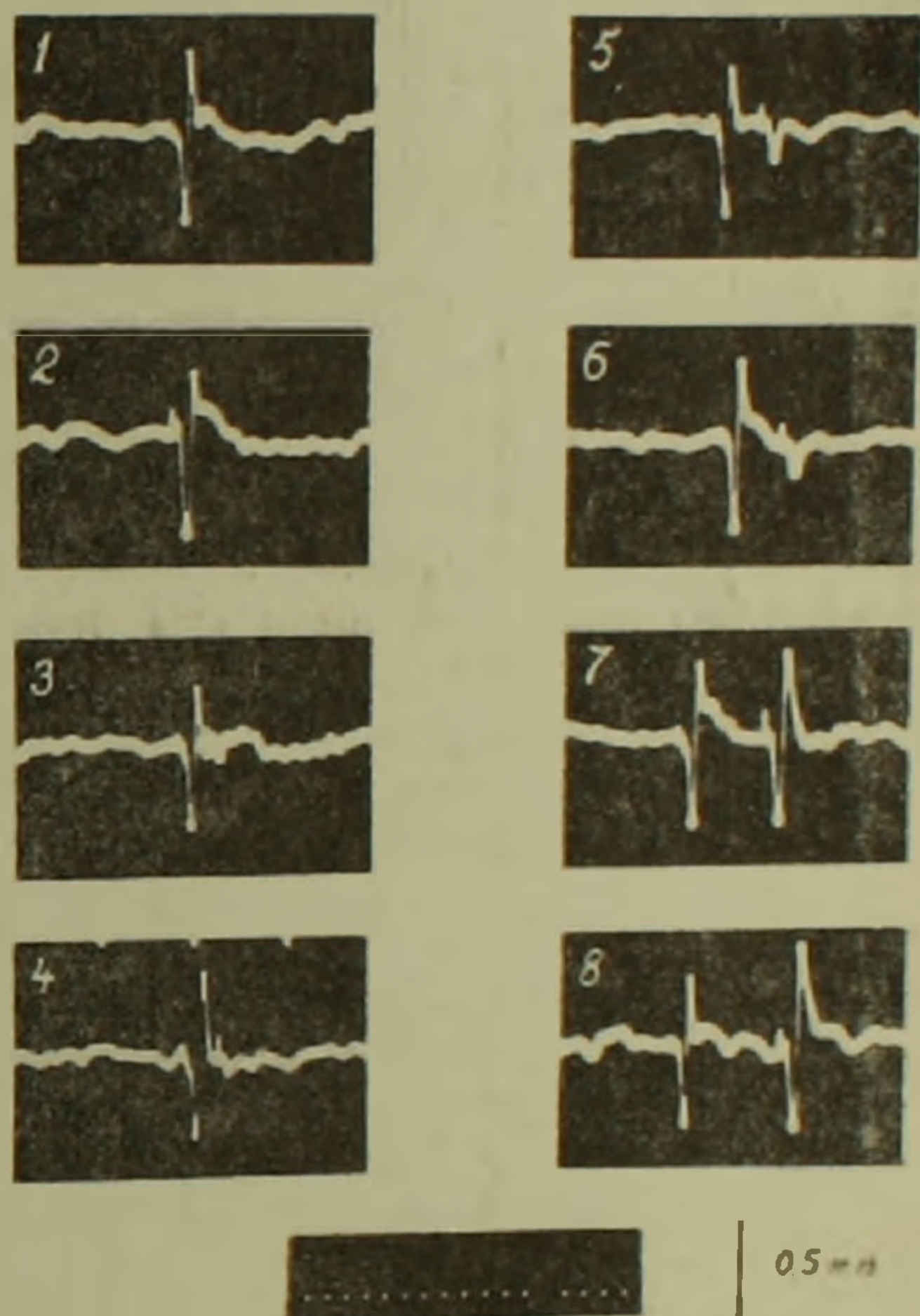
Такой тип взаимодействия представлен на фиг. 1. Уже при промежутке времени между стимулами, равном 32 мсек, отмечается явное облегчение ответа на испытательный удар, что выражается в увеличении амплитуды поверхностно-положительного колебания потенциала и появлении позднего отрицательного отклонения (фиг. 1, 4), которое не имелось в ответе на изолированное применение испытательного стимула (фиг. 1, 2). Эффект облегчения регистрируется и при последующем возрастании промежутка времени между стимулами (фиг. 1, 5, 6).

б) Второй тип взаимодействия представлял начальное подавление испытательного ответа с постепенным последующим освобождением

последующем увеличении промежутка времени между стимулами отмечается увеличение как поверхностно-положительного, так и поверхностно-отрицательного отклонений ответа (фиг. 2, 6—8). При промежутке времени, равном 75—100 мсек, наблюдается облегчение испытательного ответа (фиг. 2, 9, 10). Более отчетливо это сказывается на его поверхностно-отрицательном колебании.



Фиг. 2. То же, что и на фиг. 1. Первичные ответы отводятся из передней супрасильвиевой извилины. 1—одно обуславливающее раздражение; 2—одно испытательное раздражение; 3—сочетание обуславливающего и испытательного раздражений с интервалом 27 мсек; 4—то же с интервалом 32 мсек; 5—42 мсек. 6—52 мсек; 7—58 мсек; 8—65 мсек; 9—75 мсек; 10—100 мсек. Отметка времени по 0,1 сек.



Фиг. 3. То же, что и на фиг. 2. Обуславливающее раздражение прикладывается к кожной веточке лучевого нерва контралатеральной передней лапы, испытательное—к контралатеральному промежуточному ядру мозжечка. 1—одно обуславливающее раздражение; 2—одно испытательное раздражение; 3—сочетание обуславливающего и испытательного раздражений с интервалом 32 мсек; 4—то же с интервалом 37 мсек; 5—52 мсек; 6—65 мсек; 7—75 мсек; 8—100 мсек.

Во второй серии экспериментов обуславливающее раздражение наносилось на нерв, испытательное—на мозжечок. Эволюция взаимодействия была сходной с таковой, описанной во втором типе первой серии (б): начальное подавление потенциала на испытательный удар сменялось последующим его облегчением. Фиг. 3 демонстрирует такое взаимодействие.

В процессе выполнения настоящей работы в качестве обуславливающего или испытательного мозжечкового раздражения применялась стимуляция как зубчатого, так и промежуточного ядер мозжечка.

Проведенные эксперименты не позволили выявить какой-либо разницы в их эффектах при взаимодействии с периферической импульсацией.

Таким образом, основной результат взаимодействия мозжечковых и периферических импульсов, поступающих в сенсо-моторную область коры мозга, заключается в их облегчающем влиянии. Вышеописанные два типа взаимодействия, надо думать, вызываются различными механизмами вовлечения корковых нейронов, которые, в конечном счете, могут быть определены терминами „окклюзия“ и „облегчение“: при нанесении подпорогового раздражения организуется подпороговая кайма кортикальных нейронов, на фоне которой нанесение испытательного раздражения приводит к эффекту облегчения ⁽⁸⁾. При превалировании же надпороговых эффектов обуславливающего раздражения создаются условия для феномена окклюзии. Так могут быть поняты полученные факты с общefизиологической точки зрения. Более детальная и точная их расшифровка возможна путем анализа синаптического электрогенеза ⁽¹⁰⁾ изучаемых электрических явлений коры мозга.

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

Վ. Վ. ՖԱՆԱՐՋՅԱՆ ԵՎ Ռ. Ի. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

Գլխուղեղի կեղևի սենսոմոտոր զոնան եկող ուղեղիկային և պերիֆերիկ իմպուլսների փոխազդեցության մասին

Զանգղայնացված կառույների մոտ, սուր փորձերում ուսումնասիրվել են գլխուղեղի կեղևի սենսոմոտոր զոնան եկող ուղեղիկային և պերիֆերիկ իմպուլսների փոխազդեցությունները:

Բացահայտվել է փոխազդեցությունների երկու տեսակ: Առաջինը ուղեղիկային իմպուլսների հեշտացնող ազդեցությունն է պերիֆերիկ իմպուլսների վրա, որի ժամանակ չի նկատվում վերջինների ճնշման որևէ երևույթ: Փոխազդեցությունների երկրորդ տեսակի դեպքում առկա է փորձարկող պատասխանի սկզբնական ճնշում և նրա հետագա հեշտացում, կապված հաղորդվող զրգիռների միջև եղած ժամանակամիջոցի մեծացման հետ: Չի նկատվում է, ուղեղիկային ու պերիֆերիկ զրգուղմների, որպես պայմանավորվող ստիմուլների օգտագործման ժամանակ:

Աշխատության մեջ քննարկվում են հեշտացման ֆենոմենի հիմքում ընկած ֆիզիոլոգիական մեխանիզմները:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆ ՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Д. Росси, Arch. di fisiol., 10, 389, 1912. ² А. Волкер, J. Neurophysiol., 1, 16, 1938. ³ Д. Моруцци, Problems in cerebellar physiology, Springfield, 1950. ⁴ А. Шулман, Д. Делгадо, J. Neurophysiol., 21, 1, 1958. ⁵ М. Стериаде, Н. Ступел, EEG. a. Clin. Neurophysiol., 12, 119, 1960. ⁶ С. Мицуно, Р. Снайдер, Fed. proc. 20, 348, 1961. ⁷ Н. Ступел, C. R. Acad. sci. 253, № 19, 2137, 1961. ⁸ Н. Ступел, Contribution experimentale à l'étude des relations cérébello-cérébrales, 1962. ⁹ Г. Л. Бекава, Электрофизиолог. нерв. сист., 1963. ¹⁰ Д. Пурпура, Internat. Rev. Neurobiol., 1, 47, 1959.