

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XLI, № 4

1965

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Կ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գի-
տությունների բեկնածու, Ա. Բ. ԲԱՐԱՅԱՆ,
ՀՍՍՐ ԳԱ բոլորակից-անդամ, Վ. Մ. ԲԱՌԱ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ բոլորակից-անդամ, Վ. Հ.
ՀԱՄԻԱՐՋՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ.
ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ բոլորակից-անդամ
(պատ. խմբագրի տեղակալ), Գ. Մ. ՂԱՐԻՐ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ բոլորակից-անդամ, Ս. Հ. ՄԻՐ-
ՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ բոլորակից-անդամ, Ս. Ս.
ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ.
ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս, Մ. Մ.
ՋՐԲԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ.
խմբագիր), Օ. Մ. ՍԱԳՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ
բոլորակից-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, чл.-корресп. АН АрмССР
(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.

Մարեմտօրկա

Շ. Ն. Սահակյան — Անգերջ գեֆեկտի թվեր ունեցող սիմետրիկ ուղեքառանգների սեպուլսիաների վերաբերյալ

Մեխանիկա

Գ. Ս. Բազդասարյան և Վ. Ս. Գևուհի — Փոփոխական խորանարդ հեղուկով լցված սլանդիկ թաղանթի առանձնահատկությունները

Թերմոդինամիկա

Գ. Հ. Մանվելյան — Այլաժանիության էլեկտրոդային անոցային մասում ընթացող առանցքային հաղանակման հեղեղների մասին

Ֆիզիկա

Ն. Լ. Ղորխմազյան — Հիստորիկորեն արագ մասնիկների անցումային հաղանակման անընդհատ անհամասեռ թիթեղներում

Պոլիմերների ֆիզիկա

Ն. Մ. Քոչարյան, Հայկական ՍՍՌ-ի ԳԱ թղթ-էլեկտրոնային, Յու. Ա. Խափյան և Գ. Հ. Բեգլարյան — Ռենտգենյան ճառագայթային ճառագայթների կախումը բարձր մոլեկուլյար ժառանգության չափերի հաստատությունից

Օրգանական քիմիա

Վ. Ի. Խուսովյանց, Հայկական ՍՍՌ-ի ԳԱ ակադեմիկոս, և Է. Լ. Մարկոսյան — Լիոն-դրոպանի միացման հեղեղային և Ն. Ն. Նուրիցինի էսթերների հետ անիոն-AB-17-ի ներկայությամբ

Ի. Ս. Պանիդի և Յա. Մ. Պաուլկին — Բիս(գիլիմիլ-միլ-միլ)բորոնիտի ստացման պարզ եղանակ և սինթեզների նոր բաղադրված

Լեզրաբանություն

Գ. Հ. Եփրեմյան — Մերձառևանյան շրջանային անալիզի նախնիները

Լ. Գ. Իսախանյան — Հայկական ՍՍՌ-ի մանկանի հանրայնացման ծագման և հետազոտությունների մասին

Համեմատականություն

Վ. Հ. Պարոնիկյան և Լ. Շ. Մարկոսյան — Բնածին ձկնկերպի հայկական ՍՍՌ-ի Աժառիտ հանրագրի հանրաձայնություններ

Ֆեկոնիկա

Լ. Ա. Փիլոսոփյան — Նոր ազգային Մեծ Երևանյան շրջանի սեյսմոտեկտոնիկայի վերաբերյալ

Միկրոֆիլոգիա

Ա. Ի. Մինասյան և Ա. Գ. Նալբանդյան — Մազազի կոբրաների առանձնահատկություններ և աճման վրա ազդող գործոնների ազդեցության մասին

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Математика

- Ш. И. Саакян* — К теории резольвент симметрического оператора с бесконечными дефектными числами 193

Механика

- Г. Е. Багдасарян и В. Ц. Гнуни* — Колебания цилиндрической оболочки, заполненной жидкостью переменной глубины 199

Термодинамика

- П. Г. Мацвелян* — О теоретически вероятных реакциях, протекающих у анода алюминиевого электролизера 204

Физика

- Н. А. Корхмазян* — Переходное излучение быстрых заряженных частиц в непрерывно-неоднородных пластинках 210

Физика полимеров

- Н. М. Кочарян*, чл.-корр. АН Армянской ССР, *Ю. А. Рапаян*, и *П. А. Безирганян* — Зависимость рентгеновской дифракционной картины от толщины образцов высокомолекулярных соединений 216

Органическая химия

- В. И. Исгулянец*, академик АН Армянской ССР, и *Э. Л. Маркосян* — Реакции присоединения нитропропана-2 к различным α , β -ненасыщенным эфирам в присутствии аннонита АВ-17 221

- И. С. Паниди* и *Я. М. Паушкин* — Простой метод получения бис(диэтиламино)борхлорида и синтеза на его основе 226

Геология

- П. Л. Епрмян* — Присеванская „шовная“ антиклинальная зона 230

- Л. П. Яшвили* — О генезисе и перспективах марганцевого оруденения Армянской ССР 235

Минералогия

- В. О. Пароникян* и *А. Ш. Матевосян* — Самородный мышьяк из Амбисийского месторождения Армянской ССР 240

Тектоника

- С. А. Пирузян* — Новые данные по сейсмотектонике Большого Ереванского района 244

Микробиология

- А. И. Минасян* и *А. Д. Налбандян* — О влиянии азотобактерина на укоренение и рост черенков винограда 251

МАТЕМАТИКА

Մ. Ի. Տադևիս

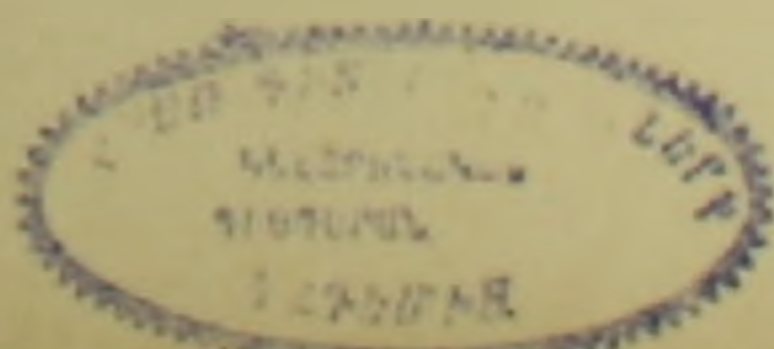
К теории резольвент симметрического оператора с бесконечными
дефектными числами

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александровым 12 V 1965)

В 1944 году независимо друг от друга М. Г. Крейн ⁽¹⁾ и М. А. Наймарк ⁽²⁾ получили формулы, дающие описание всех обобщенных резольвент симметрического оператора с дефектными числами, равными единице. Впоследствии М. Г. Крейн ⁽³⁾ обобщил свою формулу на случай любых конечных равных дефектных чисел. Кроме того, этот автор дал для этого случая полное описание обобщенных резольвент всех положительных расширений положительного симметрического оператора. В ряде своих работ А. В. Штраус получил иную формулу для описания всех обобщенных резольвент симметрического оператора, справедливую уже в самом общем случае, когда дефектные числа не обязательно равны и конечны. Ввиду того, что в приложениях формула М. Г. Крейна во многих случаях оказывается более удобной и именно она позволила ее автору получить полное описание обычных и обобщенных резольвент положительных расширений положительного симметрического оператора с конечными дефектными числами, возможно представит интерес приводимое здесь обобщение этого результата на случай бесконечных дефектных чисел. В случае конечных дефектных чисел приводимые здесь рассуждения и выводы несколько упрощаются и по существу совпадают с рассуждениями М. Г. Крейна, отличаясь, однако, от них, по нашему мнению, большей компактностью и обзорностью благодаря чисто операторной форме записи всех соотношений, которые в ⁽¹⁾ записывались в матричной форме, в специально выбранных базисах.

В другом месте мы покажем, что это обобщение позволяет получить и соответствующее обобщение результата о положительных резольвентах положительного симметрического оператора.

Пусть A_0 замкнутый симметрический оператор с равными дефектными числами. Как известно, для любой точки z регулярного типа линейное множество $M_z = (A_0 - zI) D(A_0)$ замкнуто и $N_z = \overline{K M_z}$ состоит из всех решений уравнения $A_0 \varphi - z\varphi = 0$.



1°. Пусть A' — некоторое самосопряженное расширение A_0 в пространстве H , а $R_z' = (A' - zI)^{-1}$, $z \in \rho(A')$ ($\rho(A')$ — множество регулярных точек оператора A') — его резольвента.

Следуя М. Г. Крейну (4), положим для любых $z, \zeta \in \rho(A')$

$$U_{z\zeta} = I + (z - \zeta) R_z' = (A - \zeta I) (A' - zI)^{-1}.$$

Отметим (4) следующие свойства операторов $U_{z\zeta}$

$$1^\circ. U_{z\zeta} = U_{\zeta z}^{-1} \quad 2^\circ. U_{z\zeta}^* = U_{\bar{\zeta}\bar{z}} \quad 3^\circ. U_{z\zeta} U_{\zeta\eta} = U_{z\eta}.$$

$$4^\circ. U_{z\zeta} H = H, \quad U_{z\zeta} N_\zeta = N_z, \quad U_{z\zeta} M_z = M_\zeta.$$

Пусть A произвольное самосопряженное расширение A_0 в пространстве H , а $R_z = (A - zI)^{-1}$ его резольвента. Такие резольвенты называются ортогональными резольвентами оператора.

На пересечении $D(A_0) = D(A) \cap D(A')$, A' есть замкнутый симметрический оператор. Обозначим $N = H \ominus (A' - z_0 I) D(A_0)$, где z_0 некоторая фиксированная точка $\text{Im } z \neq 0$.

Рассмотрим разность резольвент $R_z' - R_z$, которую представим в виде

$$R_z' - R_z = B(z) = U_{z z_0} P(z) U_{z_0 z}^{-1}, \quad (1)$$

где, очевидно, $P(z) = U_{z z_0} B(z) U_{z_0 z}^{-1}$.

Нетрудно убедиться, что $P(z)$ — голоморфная в каждой из полуплоскостей $\text{Im } z > 0$ и $\text{Im } z < 0$ операторная функция, значения которой отображают H в N и аннулируют подпространство $H \ominus N$. Поэтому $P(z)|_N$ имеет при каждом z ($\text{Im } z \neq 0$) обратный, заданный на плотном в N линейном операторе. Используя формулу Гильберта для резольвент, можно получить соотношение

$$P(z) - P(\zeta) = -(z - \zeta) P(\zeta) U_{z\zeta}^{-1} U_{z\zeta} P(z), \quad (2)$$

связывающее значение оператор-функции $P(z)$ в двух различных точках $z, \zeta \in \rho(A') \cap \rho(A)$. Из (2) следует, что область значений оператора $P(z)$ не зависит от z .

Введем в рассмотрение оператор-функцию в N

$$Q_{z_0}(z) = iJ_0 I + (z - z_0) P_N U_{z z_0}^{-1} P_N, \quad (3)$$

где P_N — ортогональный оператор на N в H , а I — единичный оператор в N .

Обозначим через R_N класс голоморфных в верхней полуплоскости оператор-функций $F(z)$, значения которых — ограниченные диссипативные операторы в N , т. е. $(\text{Im } F(z) f, f) > 0$ ($f \in N$). Такие оператор-функции называются собственными R -функциями.

Легко видеть, что $Q_{z_0}(z) \in R_N$ и, более того, $\text{Im } Q_{z_0}(z)$ имеет положительную нижнюю грань при всех z ($\text{Im } z > 0$).

Рассмотрим преобразование Кэли операторов A' и A . $U_{z z_0}^{-1} = (A' - z_0 I) (A' - z I)^{-1}$ и $U = (A - z_0 I) (A - z I)^{-1}$. Эти унитарные

операторы изометрически отображают $N' = H \ominus (A' - z_0 I) D(A'_0)$ на N . Поэтому существует унитарный оператор V в N такой, что

$$V U_{\bar{z}_0} f = U f \quad (f \in N'). \quad (4)$$

При этом

$$(I_N - V) = (z_0 - \bar{z}_0) P(z_0), \quad (5)$$

откуда следует, что существует преобразование Кэли $\tau = 2i j_0 (I + V) \cdot (I - V)^{-1}$, являющееся самосопряженным оператором в N , вообще говоря, неограниченным.

Обозначим через $P_{(z)}^{-1}$ оператор, обратный для $P(z)$ в N . Из (2) и (5) получаем, что

$$P_{(z)}^{-1} = \tau + Q_{z_0}(z).$$

Обратно, пусть N — некоторое подпространство в N_{z_0} , τ — произвольный самосопряженный оператор в N , а V его преобразование Кэли. Определим унитарный оператор U формулой (4) на N' и на $H \ominus N'$ положим $Uf = U_{\bar{z}_0} f$. Построив соответствующий самосопряженный оператор

$$A = (z_0 U - \bar{z}_0 I) (U - I)^{-1},$$

получим расширение оператора A_0 , резольвента R_z которого связана с резольвентой R_z равенством (1), где $P(z)|_N = [\tau + Q_{z_0}(z)]^{-1}$. Таким образом, доказана следующая

Теорема 1. Совокупность всех ортогональных резольвент симметрического оператора A_0 задается формулой

$$R_z = R_z + U_{z_0} P(z) U_{\bar{z}_0},$$

$$P(z) = \begin{cases} [\tau + Q_{z_0}(z)]^{-1} & \text{на } N \\ 0 & \text{на } N \ominus H. \end{cases}$$

где N — произвольное подпространство из N_{z_0} , τ — произвольный самосопряженный оператор в N , а $Q_{z_0}(z)$ — задается формулой (3).

2°. Пусть R_z — произвольная обобщенная резольвента, т. е. $R_z = P(\bar{A} - zI)^{-1}$, где $\bar{A}$ — некоторое самосопряженное расширение оператора A_0 с выходом в $\bar{H} \supset H$, а P — оператор, ортогонально проектирующий на H .

Рассмотрим разность резольвент $R_z^+ - R_z = B(z)$, которую мы представим опять в виде (1), где $P(z) = U_{z_0} B(z) U_{\bar{z}_0}$.

Нетрудно убедиться, что $P(z)$ — голоморфная в каждой из полуплоскостей $\text{Im } z > 0$ и $\text{Im } z < 0$ операторная функция, значения которой отображают H в N и аннулируют подпространство $H \ominus N$. Поэтому $P(z)|_N$ имеет при каждом z ($\text{Im } z \neq 0$) обратный, заданный на плетном в N линейале.

Введем в рассмотрение оператор

$$K_z = R_z^{-1} + zI. \quad (6)$$

Очевидно, что K_z является расширением A_0 и что

$$R_z = (K_z - zI)^{-1}. \quad (7)$$

Нетрудно доказать, что $-K_z$ является диссипативным оператором, откуда следует, что каждая точка λ из полуплоскости $\Pi(z)$ является регуляторной точкой для K_z .

При произвольном фиксированном z , как и в случае ортогональных резольвент, мы получаем, что

$$(A' - \lambda I)^{-1} - (K_z - \lambda I)^{-1} = U_{z,\lambda} P_{K_z}(\lambda) U_{z,\lambda}^*,$$

где $P_{K_z}(\lambda)$ — голоморфная в полуплоскости $\Pi(z_0)$ операторная функция, значения которой отображают H в N и аннулируют подпространство $H \ominus N$. Поэтому $P_{K_z}(\lambda)|N$ имеет при каждом $\lambda \in \Pi(z)$ обратный, заданный на плотном в N линейале. Легко убедиться, что область значений оператора $P_{K_z}(\lambda)$ не зависит от λ . Из (1) и (7) вытекает, что

$$P_{K_z}(z) = P(z). \quad (8)$$

Повторяя аналогичные рассуждения, как в случае ортогональных резольвент, мы получим, что $P_{K_z}(\lambda)|N = [\tau(z) + Q_{K_z}(\lambda)]^{-1}$, где $\tau(z)$ диссипативный оператор в подпространстве N . Подставляя $\lambda = z$ и имея в виду (8), получаем, что

$$R_z = R_z' - U_{z,z} P(z) U_{z,z}^*,$$

где

$$P(z) = \begin{cases} [\tau(z) + Q_{K_z}(z)]^{-1} & \text{на } N \\ 0 & \text{на } H \ominus N, \end{cases} \quad (9)$$

а $\tau(z)$ — оператор-функция, значения которой — диссипативные операторы в N .

Преобразование Кэли оператор-функции $\tau(z)$ есть функция $V(z)$, которая определяется из соотношения

$$V(z) U_{z,z_0}^* = (K_z - z_0 I) (K_z - z I)^{-1}.$$

При каждом $z \in \Pi(z)$, $\operatorname{Im} z \neq 0$ является сжатием. Такую функцию будем называть сжимающей.

Так как оператор $(K_z - z_0 I)^{-1}$ существует и определен на всем H , то из соотношения

$$K_z - z_0 I = R_z^{-1} + zI - z_0 I = (I + (z - z_0) R_z) R_z^{-1}$$

вытекает, что оператор $(I + (z - z_0) R_z)^{-1}$ существует при каждом $z \in \rho(A)$, определен на всем H и, следовательно, в силу замкнутости ограничен. Таким образом, $(I + (z - z_0) R_z)^{-1}$ есть голоморфная оператор-функция $z \in \Pi(z_0)$, значения которой — ограниченные операторы $V(z) U_{z,z_0}^* = I - (z_0 - z) (K_z - z_0 I)^{-1} = I + (z_0 - z) R_z (I + (z - z_0) R_z)^{-1}$, откуда вытекает, что $V(z)$ голоморфная функция в $\Pi(z_0)$.

Обозначим через $\bar{R}_N$ класс оператор-функций $\tau(z)$, преобразованиями Кэли которых являются голоморфные сжимающие оператор-

функции. Функции класса R_N будем называть несобственными R -функциями.

Очевидно, что собственные R -функции являются, в частности, несобственными R -функциями.

Таким образом, получаем, что фигурирующая в (9) $\tau(z) \in \bar{R}_N$.

Обратно, пусть теперь N — произвольное подпространство из N_{∞} , $\tau(z)$ — произвольная несобственная R -функция в N .

Предложение. — Если $Q \in R_N$ и $\text{Im } Q(z)$ имеет положительную нижнюю грань, а $\tau(z)$ — произвольная несобственная R -функция, то оператор $[\tau(z) + Q(z)]^{-1}$ является собственной R -функцией.

Составим оператор-функцию

$$S_z = R_z - U_{z,z} P(z) U_{z,z}^*$$

где $P(z)$ определяется формулой (9). Используя предложение, можно доказать (дальнейшее доказательство почти не отличается от аналогичного доказательства для случая $\dim N = m < \infty$), что S_z есть обобщенная резольвента A_0 . Чем и завершается доказательство следующей теоремы.

Теорема 2. Совокупность всевозможных резольвент (ортогональных или обобщенных) симметрического оператора A_0 задается формулой

$$R_z = R_z^* - U_{z,z} P(z) U_{z,z}^*$$

$$P(z) = \begin{cases} [\tau(z) + Q_z(z)]^{-1} & \text{на } N \\ 0 & \text{на } H \ominus N, \end{cases}$$

где N произвольное подпространство из N_{∞} , $\tau(z)$ — произвольная несобственная R -функция в N .

Можно показать, что из теоремы 2 получается теорема А. В. Штрауса (3) для симметрического оператора с равными дефектными числами, и наоборот.

Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю проф. М. Г. Крейну за постановку задачи и постоянное внимание, а также Ю. Л. Шмультяну за ценные указания и представление подробных записей докладов М. Г. Крейна о его результатах.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР
Одесский инженерно-строительный институт

Ե. Ն. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

ԱՆՃՈՐՁԻ ՊԵՏԼԵԿՈՒ ՔՎԵՐ ԱՆՆԵՐՈՂ ՄԻՃԵՐԻԿ ԵՎ ԵՐԱՊԵՐՈՒՄԻՆԵՐԻ ԱՆԳՈՎՈՐՈՒՄԵՐԻ
ՆԵՍՈՒՐՅԱՆ ՎԵՐԱՐԵՐՅԱՒ

Մ. Գ. Կրեյնը ստացել է հաճախար և վերջավոր գեֆեկտի ՔՎԵՐ ԱՆՆԵՐՈՂ ՄԻՃԵՐԻԿ
ԵՎ ԵՐԱՊԵՐՈՒՄԻՆԵՐԻ ԱՆԳՈՎՈՐՈՒՄԻՆԵՐԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒՄԻՆԵՐԻ

Ներկա աշխատանքում հետազոտվում են անվերջ գեֆեկտի ՔՎԵՐ ԱՆՆԵՐՈՂ ՄԻՃԵՐԻԿ
ԵՎ ԵՐԱՊԵՐՈՒՄԻՆԵՐԻ և արվում է նրանց բոլոր ինքնահամալուծ լայնացումների ԱՆԳՈՎՈՐՈՒՄԻՆԵՐԻ

ների նկարագրությունը: Դիցուք A_0 սիմետրիկ օպերատոր է, որի գեֆեկաի թվերը հավանաբար են և $N_{z_0} = H\Theta(A_0 - zI)D(A_0)$

Ապացուցված է հետևյալ թեորեմը.

Թեորեմ. A_0 օպերատորի բոլոր օրթոգոնալ սեգուգենտները արժույթ են հետևյալ բանաձևով՝

$$R_z = R_z^1 + a_{z,z} \rho(z) U_{z,z}^1.$$

$$\rho(z) = \begin{cases} |z + Q_{z_0}(z)|^{-1}, & N\text{-ի գրա} \\ 0, & H\Theta N\text{-ի գրա.} \end{cases}$$

որտեղ N -ը համայնական ենթատարածություն է N_{z_0} -ից, z -ը համայնական ինքնահամարյալ օպերատոր է N -ում: $Q_{z_0}(z)$ -ը արժույթ է (3) բանաձևով:

Հոգիանում ապացուցվում է նաև նման թեորեմ A_0 -ի ոչ-օրթոգոնալ սեգուգենտներին մասին:

ЛИТЕРАТУРА — ЦИТИРОВАННОЕ

- ¹ М. Г. Крейн, ДАН СССР, XIII, № 8 (1944). ² М. А. Наймарк, «Известия АН СССР», сер. матем., 7, 285 (1944). ³ М. Г. Крейн, ДАН СССР, I—II, № 8 (1944). ⁴ М. Г. Крейн, Украинский математический журнал, т. 1, № 2 (1949), ⁵ А. В. Штраус, ДАН СССР, т. I XXVIII, № 2 (1951).

МЕХАНИКА

Г. Е. Багдасарян и В. Ц. Гюни

Колебания цилиндрической оболочки, заполненной жидкостью переменной глубины

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 26/IV 1965)

Рассмотрим колебания круговой цилиндрической оболочки, заполненной несжимаемой жидкостью переменной глубины с надувом q .

1. Координатную (срединную) поверхность оболочки представим координатами α — по образующей и β — по дуге поперечного сечения.

По отношению тонкой оболочки принимаем гипотезу о недеформируемых нормалях ⁽¹⁾.

Принимаем также, что волновое движение на свободной поверхности жидкости слабо влияет на колебание оболочки ⁽²⁾.

Система уравнений колебания оболочки и потенциального движения жидкости имеет вид

$$\frac{1}{Eh} \Delta^2 \Phi + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} = 0, \quad (1.1)$$

$$\begin{aligned} & \frac{Eh^2}{12(1-\nu^2)} \Delta^2 w - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha^2} - \frac{Rq}{2} \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} - Rq \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \\ & = \begin{cases} 0 & \text{при } b(t) < \alpha < l \\ \rho_0 \frac{\partial \psi}{\partial t} \Big|_{r=R} + \rho_0 g R [b(t) - \alpha] \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} & \text{при } 0 < \alpha < b(t) \end{cases} \quad (1.2) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = 0. \quad (1.3)$$

Здесь w — прогиб, Φ — функция напряжения, R — радиус, h — толщина, E — модуль упругости, ν — коэффициент Пуассона, ρ — плотность материала оболочки, ψ — потенциальная функция движения жидкости, $b(t)$ — глубина, ρ_0 — плотность жидкости.

Представим решение системы уравнений (1.1)–(1.3) в виде

$$w = \cos n\varphi \sum_{s=0}^N w_s(t) \sin \frac{\lambda_s a}{R},$$

$$\Phi = \cos n\varphi \sum_{s=0}^N \Phi_s(t) \sin \frac{\lambda_s a}{R}.$$

(1.4)

$$\psi = \cos n\varphi \left\{ \sum_{s=0}^N B_s(t) I_n \left(\frac{\lambda_s r}{R} \right) \sin \frac{\lambda_s a}{R} + \right. \\ \left. + \sum_{l=1}^{\infty} \left[C_l(t) \operatorname{sh} \frac{a_{nl} a}{R} + D_l(t) \operatorname{ch} \frac{a_{nl} a}{R} \right] J_n \left(\frac{a_{nl} r}{R} \right) \right\},$$

где $\lambda_s = (m + s) \pi R / l$, m — число волн изогнутой поверхности вдоль образующей, n — число волн в окружном направлении, I_n , J_n — модифицированные и немодифицированные функции Бесселя первого рода.

Рассматривая решение (1.4), замечаем, что оно тождественно удовлетворяет условиям шарнирного опирания торцов оболочки к уравнению (1.3): что же касается уравнений (1.1), (1.2) и краевых условий на границе области, занятой жидкостью

$$\left. \frac{\partial \psi}{\partial r} \right|_{r=R} = \frac{\partial w}{\partial t}, \quad \left. \frac{\partial \psi}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial \psi}{\partial t} \right|_{x=b(t)} = 0, \quad (1.5)$$

то их удовлетворим при определении $w_s(t)$, $\Phi_s(t)$, $B_s(t)$, $C_l(t)$, $D_l(t)$ и a_{nl} .

Подставляя (1.4) в (1.1) и (1.5), получим

$$\Phi_s(t) = EhK \frac{\lambda_s^2}{(n^2 + \lambda_s^2)^2} w_s(t),$$

$$B_s(t) = \frac{2R}{\lambda_s [I_{n-1}(\lambda_s) + I_{n+1}(\lambda_s)]} \frac{dw_s(t)}{dt},$$

$$C_l(t) = \frac{2R}{a_{nl} \left(1 - \frac{n^2}{a_{nl}^2} \right) J_n(a_{nl})} \sum_{s=0}^N \frac{\lambda_s}{a_{nl}^2 + \lambda_s^2} \frac{dw_s(t)}{dt}, \quad (1.6)$$

$$D_l(t) = \frac{2R}{a_{nl} \left(1 - \frac{n^2}{a_{nl}^2} \right) J_n(a_{nl})} \sum_{s=0}^N \int_0^t \frac{a_{nl} \sin \frac{\lambda_s b(t)}{R} - \lambda_s \operatorname{sh} \frac{a_{nl} b(t)}{R}}{(a_{nl}^2 + \lambda_s^2) \operatorname{ch} \frac{a_{nl} b(t)}{R}} \times \\ \times \frac{d^2 w_s(t)}{dt^2} dt,$$

$$\left. \frac{\partial J_n \left(\frac{a_{nl} r}{R} \right)}{\partial r} \right|_{r=R} = 0.$$

Таким образом, все искомые величины выражаются функциями $w_s(t)$.

На основе вариационного метода Бубнова—Галеркина из (1.1) для определения $w_s(t)$ получим систему обыкновенных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами

$$\frac{d^2 w_s}{dt^2} + \Omega_s^2 w_s + \sum_{i=0}^N b_{is}(t) w_i + \sum_{i=0}^N m_{is}(t) \frac{d^2 w_i}{dt^2} = 0, \quad (1.7)$$

$$s = 0, 1, \dots, N.$$

Здесь

$$\begin{aligned} \Omega_s^2 = & \frac{Eh^2}{12(1-\nu^2)\rho R^4} \left[(\lambda_s^2 + n^2)^2 + \frac{12(1-\nu^2)R^2}{h^2} \frac{\lambda_s^4}{(\lambda_s^2 + n^2)^2} \right] + \\ & + \frac{1}{Rh\rho} \left(n^2 + \frac{1}{2} \lambda_s^2 \right) q, \\ b_{is}(t) = & \frac{Rg\rho_0 n^2}{lh\rho} \left\{ \frac{1}{(\lambda_i - \lambda_s)^2} \left[1 - \cos \frac{\lambda_i - \lambda_s}{R} b(t) \right] - \right. \\ & \left. - \frac{1}{(\lambda_i + \lambda_s)^2} \left[1 - \cos \frac{\lambda_i + \lambda_s}{R} b(t) \right] \right\}, \end{aligned} \quad (1.8)$$

$$\begin{aligned} m_{is}(t) = & \frac{R^2 \rho_0 J_n(\lambda_i)}{lh\rho [\lambda_i I_{n-1}(\lambda_i) - n I_n(\lambda_i)]} \left[\frac{\sin \frac{\lambda_i - \lambda_s}{R} b(t)}{\lambda_i - \lambda_s} - \right. \\ & \left. - \frac{\sin \frac{\lambda_i + \lambda_s}{R} b(t)}{\lambda_i + \lambda_s} \right] + \frac{R^2 \rho_0}{lh\rho} \times \\ & \times \sum_{l=1}^{\infty} \left\{ A_1(i, j) \frac{\alpha_{n/l} \operatorname{ch} \frac{\alpha_{n/l}}{R} b(t) \sin \frac{\lambda_s}{R} b(t) - \lambda_s \operatorname{sh} \frac{\alpha_{n/l}}{R} b(t) \cos \frac{\lambda_s}{R} b(t)}{\alpha_{n/l}^2 + \lambda_s^2} + \right. \\ & \left. + A_2(i, j) \frac{\lambda_s + \lambda_{n/l} \operatorname{sh} \frac{\alpha_{n/l}}{R} b(t) \sin \frac{\lambda_s}{R} b(t) - \lambda_s \operatorname{ch} \frac{\alpha_{n/l}}{R} b(t) \cos \frac{\lambda_s}{R} b(t)}{\alpha_{n/l}^2 - \lambda_s^2} \right\}, \end{aligned}$$

где Ω — частота собственных поперечных колебаний оболочки, нагруженной равномерно распределенным внутренним давлением (²). m_{is} — коэффициенты присоединенных масс, b_{is} — коэффициенты гидростатического давления жидкости,

$$A_1(i, j) = \frac{\lambda_i}{\alpha_{n/l} \left(1 - \frac{n^2}{\alpha_{n/l}^2} \right) (\alpha_{n/l}^2 + \lambda_i^2) J_n(\alpha_{n/l})},$$

$$A_2(i, j) = \frac{a_{n_i} \sin \frac{\lambda_i}{R} b(t) - \lambda_i \operatorname{sh} \frac{a_{n_i}}{R} b(t)}{a_{n_i} \left(1 - \frac{n_i^2}{a_{n_i}^2}\right) (a_{n_i}^2 + \lambda_i^2) \operatorname{ch} \frac{a_{n_i}}{R} b(t) J_n(a_{n_i})}$$

2. В дальнейшем рассмотрим случай $N = 0$, тогда из (1.7) имеем

$$F(t, w_0) \equiv \frac{d^2 w_0}{dt^2} + \bar{\Omega}_0^2(t) w_0 = 0, \quad (2.1)$$

где

$$\bar{\Omega}_0^2(t) = \frac{\Omega_0^2 + b_{00}(t)}{1 + m_{00}(t)} \quad (2.2)$$

— квадрат частоты собственных колебаний оболочки, частично заполненной жидкостью переменной глубины, найденной по квазистатической теории с точки зрения изменения глубины жидкости во времени.

Польгая в (2.2) $m_{00} = \text{const}$, $b_{00} = \text{const}$, получим частоту собственных колебаний оболочки, заполненной жидкостью постоянной глубины ⁽²⁾

$$\bar{\Omega}_0^2 = \frac{\Omega_0^2 + b_{00}}{1 + m_{00}}. \quad (2.3)$$

Предположим, что в течение одного (p -го) периода оболочка колеблется по закону ⁽⁴⁾

$$w_0(t) = C(t_p) \cos \omega_0(t_p) t, \quad (2.4)$$

где $C(t_p)$ — амплитуда, $\omega_0(t_p)$ — частота колебаний, $t_p = \frac{2\pi p}{\omega_0(t_p)}$ — время прохождения p -го периода колебаний.

Имея в виду, что функция (2.2) в течение одного (p -го) периода изменяется незначительно, то

$$\bar{\Omega}_0^2(t) \approx \bar{\Omega}_0^2(t_p) + \left. \frac{d\bar{\Omega}_0^2(t)}{dt} \right|_{t=t_p} (t - t_p), \quad t_p < t < t_{p+1}. \quad (2.5)$$

Применяя для интегрирования уравнения (2.1) вариационный метод Бубнова—Галеркина, выпишем соотношение

$$\int_{\frac{2\pi}{\omega_0(t_p)}(p-1)}^{\frac{2\pi}{\omega_0(t_p)}p} F[t, C(t_p) \cos \omega_0(t_p) t] \cos \omega_0(t_p) t dt = 0. \quad (2.6)$$

Учитывая (2.5), из (2.6) получим

$$\omega_0^3(t_p) - \bar{\Omega}_0^2(t_p) \omega_0(t_p) + \pi \left. \frac{d\bar{\Omega}_0^2(t)}{dt} \right|_{t=t_p} = 0. \quad (2.7)$$

Уравнение (2.7) имеет место только для определенных моментов времени. Однако, учитывая, что время существенного изменения глубины жидкости достаточно велико по сравнению с периодом колебаний, можно приближенно принимать, что уравнение (2.7) справедливо для любого момента времени в рассматриваемом интервале. Тогда уравнение (2.7) перепишем в виде

$$\omega_0^2(t) - \bar{\Omega}_0^2(t) \omega_0(t) + \pi \frac{d\bar{\Omega}_0(t)}{dt} = 0. \quad (2.8)$$

Последний член уравнения (2.8) характеризует влияние динамики изменения глубины жидкости во времени. Если $d\bar{\Omega}_0/dt > 0$, то динамика изменения глубины жидкости приводит к уменьшению частоты собственных колебаний оболочки. Если же $d\bar{\Omega}_0/dt < 0$, то имеет место обратное явление.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Գ. Բ. ԲԱԳԴԱՍԱՐՅԱՆ Ե Վ. Յ. ՊԵՏԻՆԻ

Փոփոխական խորությունից հեղուկով լցված զլանային քաղանքի առանձնահատկություններ

Դիտարկվում է փոփոխական խորությամբ, հեղուկով լցված զլանային քաղանքի առանձնահատկությունները:

Ստացված է առնչություն քաղանքի սեփական առանձնահատկությունների հաճախականության որոշման համար:

Առանձնադիտվում է հեղուկի խորության փոփոխման դինամիկայի ազդեցությունը քաղանքի սեփական առանձնահատկությունների հաճախականության վրա:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В. З. Власов, Общая теория оболочек, Гостехиздат, 1949. ² John S. Mixon, Robert W. Herr, An investigation of the vibration characteristics of pressurized thin-walled circular cylinders partly filled with liquid. Techn. Rept. NASA, 1962 (1963) Nr. R.—145. ³ В. В. Болотин, Динамическая устойчивость упругих систем, Гостехиздат, 1956. ⁴ С. А. Амбарцумян, В. Ц. Гнуни, Известия АН СССР, ОТН, Механика и машиностроение, № 6, 1964.

ТЕРМОДИНАМИКА

П. Г. Манвелян

О теоретически вероятных реакциях, протекающих
у анода алюминиевого электролизера

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. А. Акопяном 1/III 1965)

Процесс получения алюминия электролизом криолит-глиноземного расплава сопровождается газообразованием и газовой выделением. Кроме окислов углерода, являющихся продуктами горения угольного анода в электролитическом кислороде, при электролизе образуются газообразные производные фтора—субфторид алюминия (AlF), четырехфтористый углерод (CF_4), фтористый водород (HF) (¹⁻⁴).

Многолетние наблюдения за работой промышленных электролизеров и изучение факторов, влияющих на чистоту алюминия, привели автора к мысли о вероятности взаимодействия минеральных примесей анода алюминиевого электролизера с газами, выделяющимися при электролизе.

Для теоретического подтверждения были произведены термодинамические вычисления ряда мыслимых реакций—определены изменения изобарно-изотермического потенциала (ΔZ_{1300}), энтальпии (ΔH_{298}), энтропии (ΔS_{298}), вычислены константы равновесия (K_p) при температурах, характерных для электролиза криолит-глиноземного расплава.

Изменение стандартного изобарно-изотермического потенциала определялось уравнением (⁵):

$$\begin{aligned} \Delta Z_T &= \Delta H_{298} - T\Delta S_{298} - T \int_{298}^T \frac{\Delta C_p}{T} dT + \int_{298}^T \Delta C_p dT = \\ &= \Delta H_{298} - T\Delta S_{298} - T \int_{298}^T \frac{dT}{T^2} \int_{298}^T \Delta C_p dT. \end{aligned} \quad (1)$$

Для вычисления последнего члена уравнения (1) нашли удобным, пользуясь выражениями степенного ряда зависимости $C_p = \varphi(T)$, применить метод М. И. Темкина и Л. А. Цварцмана; в соответствии

с изложенным, уравнению (1) после соответствующих преобразований можно придать следующий вид:

$$\frac{\Delta Z_T}{T} = \frac{\Delta H_{298}^\circ}{T} - \Delta S_{298}^\circ - M_0 \Delta a - M_1 \Delta b - M_2 \Delta C - M_3 \Delta C^1.$$

Коэффициенты степенного ряда зависимости $C_p = \varphi(T)$ для четырехфтористого углерода (CF_4), субфторида алюминия (AlF) и кварца (SiO_2) были вычислены нами, так как значения их отсутствовали в справочной литературе (6, 7).

В этих расчетах были использованы опытные значения теплоемкостей (8-10) (табл. 1, 2, 3).

Таблица 1

Т°К	C_p
	CF_4 (газ)
1000	23,63
1100	23,97
1200	24,25
1300	24,46
1400	24,64
1500	24,79

Таблица 2

Т°К	C_p
	AlF (газ)
1000	8,827
1100	8,869
1200	8,905
1300	8,934
1400	8,960
1500	8,983

Таблица 3

Т°К	C_p
	SiO_2 (кварц)
1200	17,40
1300	18,00
1400	18,60
1500	19,20

Решением уравнений типа $C_p = a + bT + C^1T^{-2}$ (табл. 4, 5) были получены выражения степенного ряда зависимости теплоемкости от температуры для четырехфтористого углерода, субфторида алюминия, кварца (табл. 6).

Таблица 4

Т°К	Уравнение $C_p = \varphi(T)$	
	CF_4 (газ)	AlF (газ)
1000	$23,63 = a + 10^3b + \frac{c^1}{10 \cdot 10^3}$	$8,827 = a + 10^3b + \frac{c^1}{10 \cdot 10^3}$
1100	$23,97 = a + 1,1 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{12,1 \cdot 10^3}$	$8,869 = a + 1,1 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{12,1 \cdot 10^3}$
1200	$24,25 = a + 1,2 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{14,4 \cdot 10^3}$	$8,905 = a + 1,2 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{14,4 \cdot 10^3}$
1300	$24,46 = a + 1,3 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{16,9 \cdot 10^3}$	$8,934 = a + 1,3 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{16,9 \cdot 10^3}$
1400	$24,64 = a + 1,4 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{19,6 \cdot 10^3}$	$8,960 = a + 1,4 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{19,6 \cdot 10^3}$
1500	$24,79 = a + 1,5 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{22,5 \cdot 10^3}$	$8,983 = a + 1,5 \cdot 10^3b + \frac{c^1}{22,5 \cdot 10^3}$

Таблица 5

$T^{\circ}K$	Уравнение $C_p = \varphi(T)$
	SiO_2 (кварц)
1200	$17,40 = a + 1,2 \cdot 10^3 b + \frac{c^1}{14,4 \cdot 10^3}$
1300	$18,00 = a + 1,3 \cdot 10^3 b + \frac{c^1}{16,9 \cdot 10^3}$
1400	$18,60 = a + 1,4 \cdot 10^3 b + \frac{c^1}{19,6 \cdot 10^3}$
1500	$19,20 = a + 1,5 \cdot 10^3 b + \frac{c^1}{22,5 \cdot 10^3}$

Таблица 6

Вещество	Уравнение $C_p = \varphi(T)$	Интервал температур в $^{\circ}K$
CF_4 (газ)	$C_p = 24,58 + 0,6 \cdot 10^{-3} T - 15,8 \cdot 10^3 T^{-2}$	1000—1500
AlF (газ)	$C_p = 8,84 + 0,142 \cdot 10^{-3} T - 1,57 \cdot 10^3 T^{-2}$	1000—1500
SiO_2 (кварц)	$C_p = 10,2 + 6 \cdot 10^{-3} T$	1200—1500

Коэффициенты этих уравнений были использованы при расчете величины изменения изобарно-изотермического потенциала мыслимых реакций. По полученным значениям величины ΔZ° вычислялась константа равновесия (K_p) по формуле

$$K_p = - \frac{\Delta Z_r}{4,576 \cdot T}$$

и напряжение разложения по формуле

$$E = \frac{\Delta Z_r}{0,239 \text{ п. ф.}}$$

где 0,239 — термический эквивалент электрической энергии,

п — валентность (число эквивалентов),

ф — число Фарадея, равное 96500 кулонам.

В табл. 7, 8, 9 приводятся рассчитанные значения констант равновесия и напряжения разложения различных мыслимых реакций, которые могут иметь место на аноде и в зоне анода алюминиевого электролизера при $1300^{\circ}K$.

Вычисленные значения констант равновесия и напряжения разложения подтверждают вероятность протекания всех рассматриваемых реакций (табл. 7, 8, 9) при температурах, характерных для электролиза криолит-глиноземных расплавов.

Таблица 7

Реакция	ΔZ_{1300}° кал.	$K_p = 1300^{\circ} K$
$4AlF + 3O_2 = 2Al_2O_3 + 2F_2$	-270088	$2,5 \cdot 10^{11}$
$CF_4 + O_2 + H_2^* = CO_2 + 2HF + F_2$	-44036	$2,6 \cdot 10^7$

Таблица 8

Реакция	ΔZ_{1300}° кал.	$K_p = 1300^{\circ} K$
$SiO_2 + 4AlF + 2O_2 = SiF_4 + 2Al_2O_3$	-442046	$2,0 \cdot 10^{14}$
$SiO_2 + 4AlF + 4CO_2 = SiF_4 + 2Al_2O_3 + 4CO$	-281769	$2,3 \cdot 10^{17}$
$SiO_2 + 4AlF + 4CO = SiF_4 + 2Al_2O_3 + 4C$	-225524	$8,1 \cdot 10^{17}$
$SiO_2 + 2F_2 = SiF_4 + O_2$	-171829	$7,7 \cdot 10^{11}$
$SiO_2 + CF_4 = SiF_4 + CO_2$	-84644	$1,7 \cdot 10^{14}$
$SiO_2 + CF_4 + 2CO = SiF_4 + 2CO_2 + C$	-70946	$9,2 \cdot 10^{11}$
$SiO_2 + 4HF + 2C = SiF_4 + 2CO + 2H_2$	-17236	$7,9 \cdot 10^3$
$SiO_2 + 4HF + C = SiF_4 + CO_2 + 2H_2$	-3552	3,95

Таблица 9

Реакция	ΔZ_{1300}° кал.	$E_{\text{вольт}} (1300^{\circ} K)$
$4HF + SiO_2 + C \pm 4\phi = SiF_4 + CO_2 + 2H_2$	-3552	-0,0385

Что касается реакции между субфторидом алюминия и кислородом с образованием фтора, то, не взирая на ее термодинамическую вероятность, едва ли она вероятна с позиции кинетики, так как субфторид алюминия, растворенный в криолит глиноземном расплаве, будет окислен кислородом, растворенным в расплаве до его попадания непосредственно к аноду по реакции



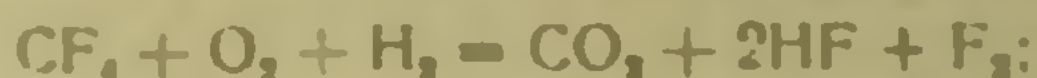
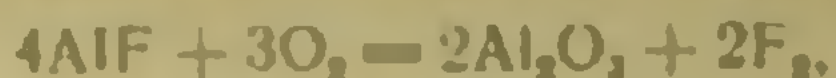
Образование фтора непосредственно на аноде протекает по реакции между четырехфтористым углеродом, кислородом и водородом.

Полученные данные показывают, что при выделении фтора и его производных окись кремния анода переходит в улетучивающийся фторид кремния.

Выводы. Термодинамическими расчетами теоретически доказано, что в алюминиевом электролизере при температуре 1300 K:

1) в результате взаимодействия электролитического кислорода и субфторида алюминия, а также электролитического кислорода, четырехфтористого углерода и водорода образуется фтор по реакциям:

* Имеется в виду водород, выделяемый на аноде вследствие крекинга анодной массы при электролизе.



2) в результате взаимодействия фтора, субфторида алюминия, четырехфтористого углерода, фтористого водорода и минеральных примесей анода на аноде и в зоне анода алюминиевого электролизера протекают реакции с образованием улетучивающегося фторида кремния (SiF_4).

Протекание рассматриваемых в статье реакций имеет большое значение в практике получения алюминия вообще и для получения металла с содержанием алюминия 99,9% и выше в частности.

Армянский научно-исследовательский

ГОРНОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Госметаллургкомитета СССР

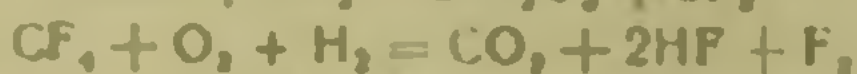
9. 2. ՄԱՆԿԵԼՅԱՆ

**ԱՆՍՏԱՆԻՍՏԱՆԻ ԷԼԵՄԵՆՏԱՐԻ ՊԵՐՏԱՆԻՆԻ ՄԱՍԻՆ ԸՆԹԱՑՈՂ ԺԵՄԿԱՆՈՐԵՆ
ԽԱՎԱՆՈՒԿԱՆ ՈՒՍԿԵԻՍԱՆԻՐԻ ՄԱՍԻՆ**

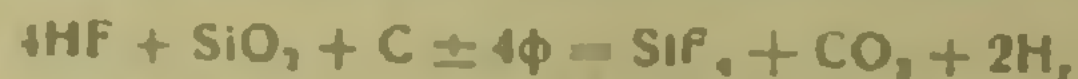
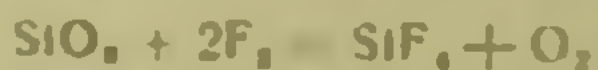
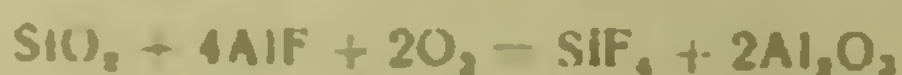
Էլեկտրոլիզի-բ-ով կրիտիկա-կազմակերպելու համար ժողովուրդը պետք է ընդհանուր առմամբ ընդունի CO -ի և CO_2 -ի առաջանումը հնչյունային համակարգի միջոցով առաջացվող AlF , CF_3 և HF ֆոնոնային ազդերը:

Հեղինակի կողմից առաջին անգամ թերթագրված էր հաշվումներով առհասարակ
բնապատկերով է. -բ՝

1. Այլաժինիումի էլեկտրոլիզում էլեկտրոլիտիկ թթվ-մնի և ալյումինիումի առաջադրիդի. ինչպես նաև էլեկտրոլիտիկ թթվ-մնի. մի-մնի շառաբմեք քառ-դի և չրամնի փաթաղման հե-հեք-դ կարող է առ-վան-ու ազատ քառ, ըստ հե-հ,ա, հե-հ-դի:



2. Այլումիներում էլեկտրոլիզի մեղի վրա և նրա չորացմանում ֆառերի, ալյումինումի սուրֆաթիդի, ամիամենի քառարմեր ֆառերիդի, ջրածնի ֆառերիդի և անոլի միներալական խառնուրդների փոխադրման հետեանքով առաջանում է «էլեցիումի ջնջու ֆառերիդ»:



Վերսիյաւ անկցիաների ու ընթացքը աշխարհային հասցման բնագոյնով
կարեւոր նշանակութիւն ունի. հասկանալով, Է-միկի բարձր աշխարհային հաս-
ցման ցեղացումը.

Н. А. Корхмазян

Переходное излучение быстрых заряженных частиц в непрерывно-неоднородных пластинках

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. М. Гарибяном 3/IV 1965)

В работе (¹) было рассмотрено влияние размытой границы двух сред на переходное излучение в области частот, намного превышающих оптические $\omega \gg \omega_0$. Имеется также много работ, посвященных исследованию различных аспектов переходного излучения при резких границах.

Здесь рассмотрено переходное излучение, возникающее при прохождении быстрых, заряженных частиц через диффузную среду, изменение плотности которой приводится ниже.

1. Пусть частица с зарядом e и с постоянной скоростью v движется вдоль положительного направления оси z , пересекая плоскость $z=0$, в момент $t=0$. При этом она проходит среду, плотность электронов в которой дается функцией

$$N(z) = N_0 \cdot \left(\operatorname{ch} \frac{z}{z_0} \right)^{-2}. \quad (1)$$

Рассмотрим излучение в области $z \rightarrow +\infty$, $\omega \gg \omega_0$, если среда не магнитная и прозрачная. Для диэлектрической постоянной будем иметь:

$$\epsilon(\omega, z) = 1 + \alpha \cdot \left(\operatorname{ch} \frac{z}{z_0} \right)^{-2}, \quad \alpha = -\frac{\omega_0^2}{\omega^2}, \quad \omega_0^2 = \frac{4\pi e N_0}{m}. \quad (2)$$

Введем разложения

$$\begin{aligned} \vec{E}(\vec{r}, t) &= \int_{-\infty}^{+\infty} \vec{E}(\vec{x}, \omega, z) \cdot \exp i(\vec{x} \cdot \vec{p} - \omega t) d\vec{x} d\omega, \dots \\ \vec{D}(\vec{x}, \omega, z) &= \epsilon(\omega, z) \cdot \vec{E}(\vec{x}, \omega, z). \end{aligned} \quad (3)$$

В соответствии с работой (1), из уравнения Максвелла получим:

$$u'' + \left\{ -V\epsilon \cdot \left(\frac{1}{V\epsilon} \right)' + \left(\frac{\omega^2}{c^2} \cdot \epsilon - \chi^2 \right) \right\} \cdot u = \frac{ie}{2\pi^2 c V\epsilon} \cdot e^{i \cdot \frac{\omega}{c} \cdot z} \quad (4)$$

$$\vec{H}(\vec{x}, \omega, z) = [\vec{n} \cdot \vec{x}] \cdot V\epsilon \cdot u(\vec{x}, \omega, z),$$

где $\vec{n}$ — единичный вектор вдоль оси z , а штрих означает производную по z .

Как и в работе (1), возмущающий член $V\epsilon \cdot (e^{-i\omega z/c})'$ можно опустить при условии:

$$z_0 \gg \lambda \cdot |\alpha|, \quad \lambda = \frac{c}{\omega}. \quad (5)$$

Тогда имеем:

$$u'' + \left(\frac{\omega^2}{c^2} \cdot \epsilon - \chi^2 \right) \cdot u = \frac{ie}{2\pi^2 c V\epsilon} \cdot e^{i \cdot \frac{\omega}{c} \cdot z}. \quad (6)$$

Нам необходимо определить поле u из (6), взяв в я виде (2). Вводя новую функцию (2)

$$u = \left(\operatorname{ch} \frac{z}{z_0} \right)^{-2\lambda} \cdot v, \quad (7)$$

выбирая произвольный параметр в виде

$$\lambda = i \sqrt{\frac{z_0^2 \omega^2}{4c^2} - 1} - \frac{1}{4} = \lambda_1 - \frac{1}{4} \quad (8)$$

и сделав обозначение

$$\chi = \pm i \frac{z_0}{2} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} - \chi^2}, \quad (9)$$

для однородной части уравнения (6) получим:

$$v'' - \frac{4\lambda}{z_0} \cdot \operatorname{th} \left(\frac{z}{z_0} \right) \cdot v' + \frac{4}{z_0^2} \cdot (\lambda^2 - \chi^2) \cdot v = 0. \quad (10)$$

Знаки $(\pm)$ в (9) соответствуют значениям $\pm \omega$.

Замена переменной

$$x = -\operatorname{sh}^2 \frac{z}{z_0} \quad (11)$$

приводит к гипергеометрическому уравнению

$$x(1-x) \cdot v'' + \left[\frac{1}{2} - (1-2\lambda) \cdot x \right] \cdot v' - (\lambda^2 - \chi^2) \cdot v = 0. \quad (12)$$

2. Два независимых решения (12), пропорциональные $\exp\left(\pm \frac{2\chi}{z_0} \cdot z\right)$, при $z \rightarrow \pm \infty$ соответственно, с помощью гипергеометрических функций (F) можно написать в виде:

$$u_{1,2} = \left(\operatorname{ch} \frac{z}{z_0} \right)^{-2\lambda} \cdot \left\{ \Gamma'_1 \cdot \left(\operatorname{sh}^2 \frac{z}{z_0} \right)^{-\chi+\lambda} \cdot F_1 + \Gamma_1^2 \cdot \left(\operatorname{sh}^2 \frac{z}{z_0} \right)^{\chi+\lambda} \cdot F_2 \right\} \mp$$

$$\mp \left(\operatorname{ch} \frac{z}{z_0} \right)^{-2\lambda} \cdot \operatorname{sh} \frac{z}{z_0} \cdot \left\{ \frac{\Gamma'_1 \cdot \Gamma'_2}{\Gamma_2^2} \cdot \left(\operatorname{sh}^2 \frac{z}{z_0} \right)^{\chi+\lambda-1/2} \cdot F_2 + \Gamma'_1 \cdot \left(\operatorname{sh}^2 \frac{z}{z_0} \right)^{-\chi+\lambda-1/2} \cdot F_1 \right\},$$

где

$$\Gamma_1^{1,2} = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \cdot \Gamma(\mp 2\chi)}{\Gamma(\mp \chi - \lambda) \cdot \Gamma\left(\frac{1}{2} \mp \chi + \lambda\right)},$$

$$\Gamma_2^{1,2} = \frac{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right) \cdot \Gamma(\pm 2\chi)}{\Gamma\left(\frac{1}{2} \pm \chi - \lambda\right) \cdot \Gamma(1 \pm \chi + \lambda)},$$

$$F_{1,2} = F\left(\pm \chi - \lambda, \pm \chi - \lambda + \frac{1}{2}, \pm 2\chi + 1, -\operatorname{sh}^{-2} z/z_0\right).$$

Из асимптотических видов решений (13) найдем вронскиан:

$$w = -\frac{8\chi}{z_0} \cdot \Gamma'_1 \cdot \Gamma_{-}, \quad \Gamma_{+} = \frac{\Gamma_1^2 \cdot \Gamma_2^2 \pm \Gamma'_1 \cdot \Gamma'_2}{\Gamma_2^2}.$$

Частные решения однородного уравнения при $z \rightarrow +\infty$, возьмем из (13)

$$u_1 = \left(\frac{1}{2}\right)^{2\chi} \cdot \Gamma_{-} \cdot e^{\frac{2\chi}{z_0} z} \cdot F(z \rightarrow +\infty),$$

$$u_2 = \left(\frac{1}{2}\right)^{-2\chi} \cdot 2\Gamma'_1 \cdot e^{-\frac{2\chi}{z_0} z} \cdot F(z \rightarrow +\infty) + \left(\frac{1}{2}\right)^{2\chi} \cdot \Gamma_{+} \cdot e^{\frac{2\chi}{z_0} z} \cdot F_2(z \rightarrow +\infty).$$

Тогда общее решение неоднородного уравнения (6) можно написать в виде:

$$\frac{w}{b} \cdot u = u_1 \int u_2 \cdot e^{i \cdot \frac{w}{b} \cdot z} \cdot dz - u_2 \cdot \int u_1 \cdot e^{i \cdot \frac{w}{b} \cdot z} \cdot dz + c_1 u_1 + c_2 u_2$$

$$\sqrt{\varepsilon} \simeq 1, \quad b = -\frac{ie}{2\pi^2 c}.$$

При этом возникают интегралы, которые можно взять используя интегральное представление Барнса для гипергеометрических функций (1.4)

$$F(\alpha, \beta, \gamma, t) = \frac{1}{2\pi i} \cdot \frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha) \cdot \Gamma(\beta)} \int_{-i\infty}^{+i\infty} \frac{\Gamma(\alpha+s) \Gamma(\beta+s) \Gamma(-s)}{\Gamma(\gamma+s)} (-t)^s \cdot ds.$$

Здесь $|\arg(-t)| < \pi$, и пусть интегрирования в плоскости комплексного переменного z выбраны так, чтобы полюсы функций $\Gamma(\alpha + s)$ $\Gamma(\beta + s)$ лежали слева от пути, а полюсы функции $\Gamma(-s)$ — справа от нее. Отбрасывая вклад из полюсов функции $\Gamma(-s)$, как поле частицы (1), для поля излучения получим:

$$\frac{w}{b} \cdot u = \frac{u_1 \cdot z_0}{4} \cdot \left\{ \Gamma_+ \cdot I(\chi, \sigma) + 2 \Gamma_1' \cdot I(-\chi, \sigma) \right\} - \frac{u_2 \cdot z_0}{4} \cdot \Gamma_- \cdot I(\chi, \sigma) + c_1 u_1 + c_2 u_2, \quad (19)$$

где

$$I(\chi, \sigma) = 2^{2\sigma} \cdot \frac{\Gamma(1-2\chi) \cdot \Gamma(\sigma-\lambda) \cdot \Gamma\left(\sigma-\lambda+\frac{1}{2}\right) \cdot \Gamma(-\chi-\sigma)}{\Gamma(-\chi-\lambda) \cdot \Gamma\left(\frac{1}{2}-\chi-\lambda\right) \cdot \Gamma(1-\chi+\sigma)},$$

$$\sigma = i \cdot \frac{z_0^{10}}{2v}. \quad (20)$$

Аналогично для области $z \rightarrow -\infty$ будем иметь:

$$\frac{w}{b} \cdot u = \frac{u_2 \cdot z_0}{4} \left\{ \Gamma_+ \cdot I(\chi, -\sigma) + 2 \Gamma_1' \cdot I(-\chi, -\sigma) \right\} - \frac{u_1 \cdot z_0}{4} \cdot \Gamma_- \cdot I(\chi, -\sigma) + c_1 u_1 + c_2 u_2. \quad (21)$$

По условию излучения из (20, 21) находим $c_{1,2} = \frac{z_0}{4} \cdot \Gamma_- \cdot I(\chi, \pm \sigma)$, после чего поля излучения принимают вид:

$$u_{z \rightarrow \pm \infty} = \frac{u_{1,2} \cdot z_0 \cdot b}{4w} \cdot \left\{ \Gamma_+ \cdot I(\chi, \pm \sigma) + 2 \Gamma_1' \cdot I(-\chi, \pm \sigma) + \Gamma_- \cdot I(\chi, \mp \sigma) \right\}. \quad (22)$$

Если обозначить $\vec{H}(\vec{x}, \omega, z) \equiv (H_1, H_z)$ и аналогично для электрического поля, то из системы уравнений для фурье-компонент электромагнитного поля можно получить $H_z = 0$, а для тангенциальной компоненты электрического поля:

$$\vec{E}_t(\vec{x}, \omega, z) = i \cdot \frac{c}{\omega} \cdot \frac{2\chi}{z_0} \cdot \left| \vec{n} \cdot \vec{H}_t(\vec{x}, \omega, z) \right|. \quad (23)$$

Рассмотрим поток вектора Пойнтинга через весьма удаленную плоскость, перпендикулярную к оси z . С учетом (3), (23) и второго из (4) можем написать

$$S = \frac{c}{4\pi} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} |\vec{E}_t(\vec{r}, t) \cdot \vec{H}_t(\vec{r}, t)|_z \cdot dx dy dt =$$

$$= \frac{4i\pi^2 c^2}{z_0} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\chi \cdot x^2}{\omega} \cdot u(\vec{x}, \omega, z) \cdot u(-\vec{x}, -\omega, z) \cdot d\vec{x} \cdot d\omega. \quad (24)$$

Имея цель в дальнейшем рассмотреть случай $\beta = \frac{v}{c} \rightarrow 1$, при котором для излучения существенны малые углы θ , и предположив $z_0 \gg \lambda_0 = c/\omega_0$, что не противоречит условию (5), имеем:

$$|\sigma| = \left| \frac{z_0 \cdot \omega}{2v} \right| \simeq |\chi| = \left| \frac{z_0 \cdot \omega}{2c} \cos \theta \right| \gg \lambda_1, \quad (25)$$

$$\lambda_1 = \frac{z_0 \cdot \omega_0}{2c} \gg 1, \quad |\sigma - \chi| \ll 1.$$

Учитывая условия (25) и воспользовавшись соотношениями и разложениями для Γ -функции, после достаточно длинных и тонких оценок, из (22) можно получить

$$u(\vec{x}, \omega, z) = \frac{ie \cdot z_0^2}{8\pi^2 \cdot c \cdot \chi^2} \cdot \frac{\lambda_1^2}{\sigma - \chi} \cdot e^{\frac{2\chi}{z_0} \cdot z}, \quad \lambda_1 = i\lambda_1' \quad (26)$$

Таким образом, по формуле (24)

$$S = \frac{e^2 \cdot z_0^3 \cdot \lambda_1'^4}{4\pi} \int_0^{\pi/2} \int_0^\infty \frac{\kappa^3 \cdot d\kappa d\omega}{\omega \cdot \kappa^3 (\sigma - \chi)^2}, \quad \sigma = i\sigma', \quad \chi = i\chi'. \quad (27)$$

Здесь $\kappa = \frac{\omega}{c} \cdot \sin \theta$, $d\kappa = \kappa d\kappa d\varphi$, $\int d\varphi = 2\pi$ и интеграл по ω в пределах $(-\infty, +\infty)$ заменен удвоенным интегралом в пределах $(0, +\infty)$, так как подынтегральное выражение есть четная функция от ω .

Подставим, далее, значения κ , σ , χ в (27):

$$S \simeq \frac{8e^2 \cdot \beta \cdot v \cdot \lambda_1'^4}{\pi z_0^2} \int_0^{\pi/2} \frac{\sin^3 \theta \cdot d\theta}{\cos^2 \theta \cdot (1 - \beta \cdot \cos \theta)^2} \cdot \int_{\omega_0}^\infty \frac{d\omega}{\omega^2}. \quad (28)$$

Так как излучение в основном испускается под малыми углами ($\theta \sim \sqrt{1-\beta^2}$), то при вычислении интеграла по θ можно положить $\cos^2 \theta \simeq 1$, $1 - \beta \cdot \cos \theta \simeq 1 - \beta + \beta \cdot \frac{\theta^2}{2}$, $\sin \theta \simeq \theta$ и пределами интегрирования взять, например, $(0, 1/2)$.

Вспоминая также, что $\lambda_1' = \frac{z_0 \cdot \omega_0}{2c}$, получим окончательный результат:

$$S \simeq \frac{2e^2 \cdot \omega_0}{\pi c} \cdot \frac{z_0^2}{\lambda_0^2} \cdot \ln \frac{E}{m_0 c^2}, \quad E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1-\beta^2}}. \quad (29)$$

Причем для каждой данной z_0 , удовлетворяющей условию $\lambda_0 \ll z_0 \ll \lambda_0/(1-\beta)$, частота излучения находится в пределах:

$$\omega_0 \ll \omega \ll c/z_0(1-\beta). \quad (30)$$

Таким образом, при указанных условиях полное излучение логарифмически зависит от энергии частицы, в отличие от случая пластинки с резкими границами, где эта зависимость линейная (^{5,6}). Укажем, что в некоторых подобных случаях логарифмическая зависимость энергии излучения от энергии частицы получается также и при одной размытой границе (^{1,7}).

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Ն. Ա. ՂՈՐԽՄԱԶՅԱՆ

Լիցքավորված արագ մասնիկների անցումային ճառագայթումը անընդհատ անհամասեռ թիթեղներում

Վերջին տարիներս կատարվել են մեծ թվով աշխատանքներ, որոնք վերաբերվում են անցումային ճառագայթման առանձնահատկությունների ուսումնասիրմանը: Սակայն դրություներն ունեն ընդամենը երկու աշխատանք, որոնք վերաբերվում են միջավայրերի բաժանման սահմանի աղավաղման աղդեցություններ, այդ ճառագայթման վրա:

Ուսումնասիրություներին այդ շարքում, առանձնահատուկ ուշադրություն է արժանացել բարակ թիթեղներում արագ մասնիկների առաջացած անցումային ճառագայթման հարցը:

Ներկա աշխատանքում ուսումնասիրված է անընդհատ անհամասեռ թիթեղներում արագ մասնիկների արձակած անցումային ճառագայթման սպեկտրը և լրիվ ինտենսիվությունը: Որպես անընդհատ անհամասեռ թիթեղ հասկացվում է այնպիսի միջավայր, որի խտությունը Z առանցքի ուղղությամբ, փոխվում է $N = N_0 \cdot \left(\operatorname{ch} \frac{z}{z_0} \right)^{-2}$ օրենքով: Լիսպի-

վ միջավայրը կարելի է ընդունել որպես մի «թիթեղ», որի եզրերի անհամասեռություններն արժանանում են թիթեղի հաստություներ նույն կարգի են: Սույն է տրված, որ ճառագայթված լրիվ էներգիան, լողարիթմական ֆունկցիա է մասնիկի էներգիայից, ի տարբերություներ կտրուկ նիստերով թիթեղի դեպքից, որում այդ կախումը զծային է: Ըստ որում, $\lambda_0 \ll z_0 \ll \lambda_0 / (1 - \beta)$ պայմանին բավարարող յուրաքանչյուր z_0 -ի համար ճառագայթման հաճախությունը դրվում է $\omega_0 \ll \omega \ll c/z_0(1 - \beta)$ տիրույթում, որտեղ, ω_0 միջավայրի մեծագույն խտությամբ համապատասխանող օպտիկական հաճախությունն է, $\beta = v/c$, $\lambda_0 \omega_0 = c$ և c -ն լույսի արագությունն է դատարկության մեջ:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. Ц. Амагуни, Н. А. Корхмазян, ЖЭТФ, 39, 4 (10), 1960. ² И. И. Гольдман, В. Д. Кривченков, Сборник задач по квантовой механике, Гостехиздат, § 1, задача 11, 1957. ³ Е. Т. Уиттекер, Г. Н. Ватсон, Курс современного анализа, Гостехиздат, ч. II, стр. 71, 1934. ⁴ Г. М. Гарибян, ЖЭТФ, 37, 527, 1959. ⁵ Г. М. Гарибян, ДАН АрмССР, т. 33, № 3, 105 (1961). ⁶ Н. А. Корхмазян. Диссертация, ФИАН, 1962.

ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

Н. М. Кочарян, чл. корр. АН Армянской ССР, Ю. А. Рапян и П. А. Безирганян

Зависимость рентгеновской дифракционной картины от толщины
образцов высокомолекулярных соединений

(Представлено 2/IV 1965)

При рентгенографическом исследовании кристалличности высокомолекулярных соединений обычно пользуются отношением интенсивностей линий, характерных для кристаллических и аморфных фаз⁽¹⁾.

Однако, как показали наши экспериментальные исследования, эти отношения существенно зависят от толщины образцов.

Толстые образцы одного и того же частично кристаллизованного высокомолекулярного соединения дают линии, характерные только для аморфной фазы. Тонкие же образцы на рентгенограмме дают линии, характерные как для аморфной, так и для кристаллической фаз.

С уменьшением толщины число и интенсивность кристаллических линий возрастает, а интенсивность диффузного гало уменьшается.

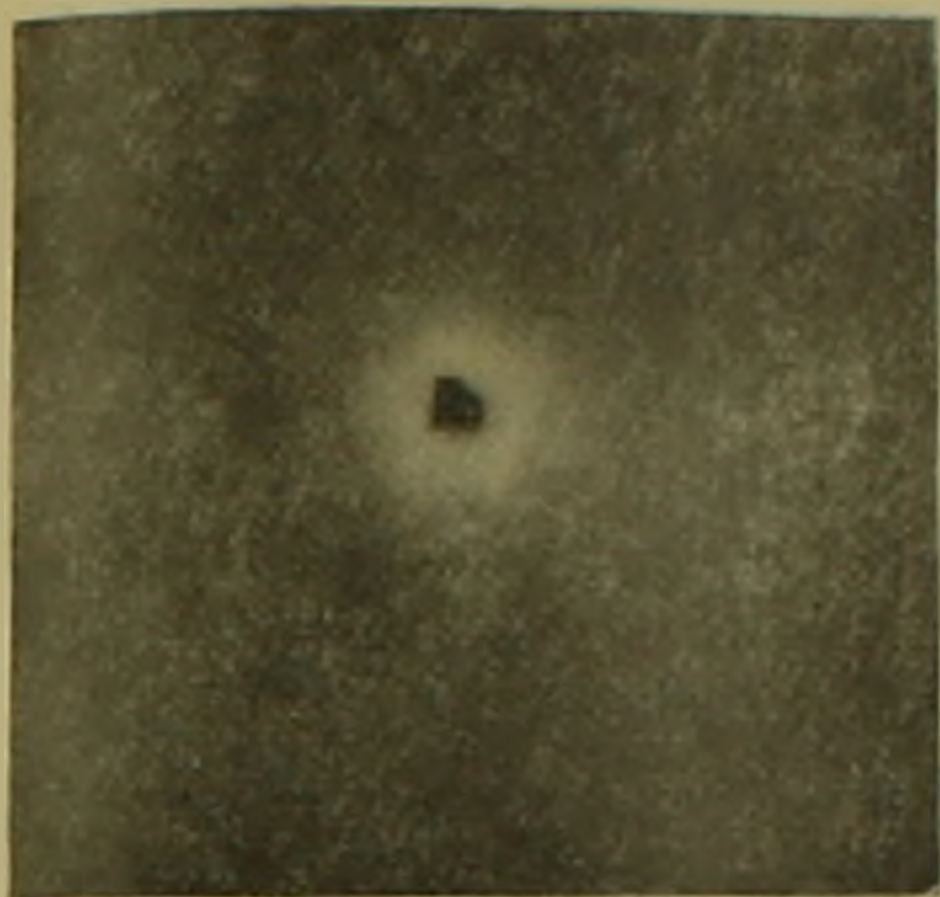
В работе исследуется зависимость дифракционной картины от толщины образцов хлоропренового каучука „наирит“.

Для исследования зависимости дифракционных картин пленок от их толщины был приготовлен раствор хлоропренового каучука „наирит“ в бензоле, после чего этот раствор был налит в неодинаковых количествах в одинаковые цилиндрические сосуды и, таким образом, получены пленки с разными толщинами (пленки были изготовлены на поверхности ртути или воды). Как показывают рентгеновские исследования этих пленок, вид дифракционной картины сильно зависит от толщины исследуемого образца. Дифракционная картина, получаемая от толстого образца (1,65 мм), имеет только одно интенсивное гало (фиг. 1), характерное для аморфных тел.

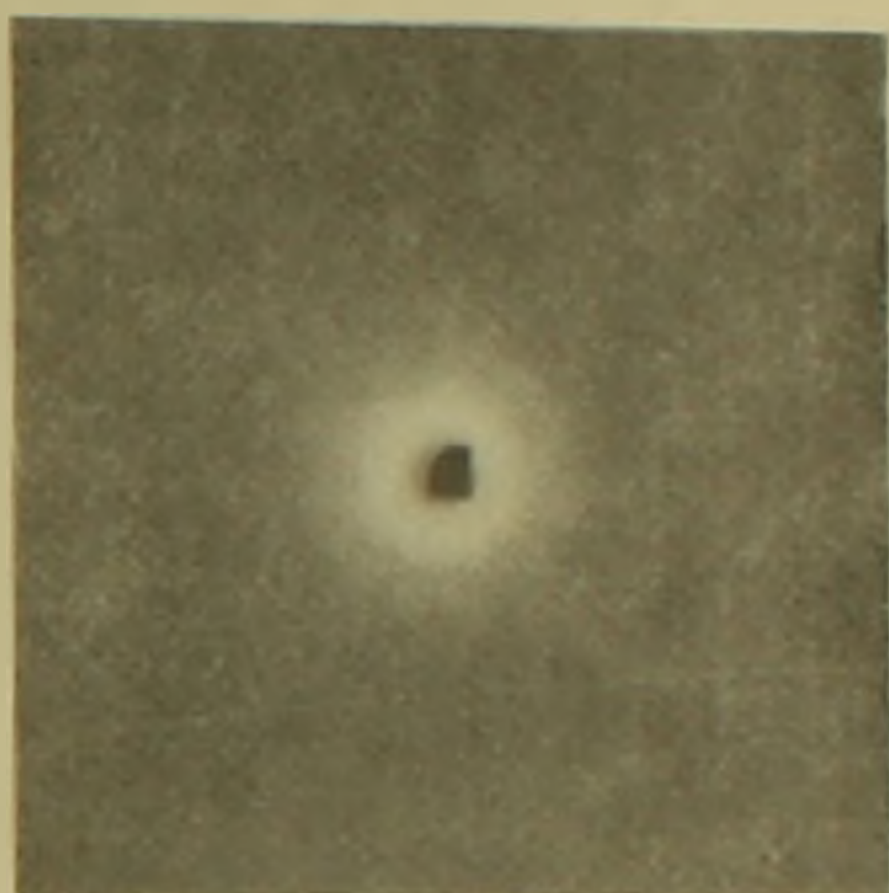
На дифракционной картине образца толщиной 0,95 мм (фиг. 2) хорошо заметно понижение интенсивности дифракционного гало и одновременно появление широкого кольца. Когда толщина образца достигает 0,5 мм, легко можно заметить следующее: появляются интенсивные дифракционные кольца, характерные для кристаллической

фазы образца, расщепляется широкое кольцо на три отдельных кольца, а также падает интенсивность дифракционного гало (фиг. 3).

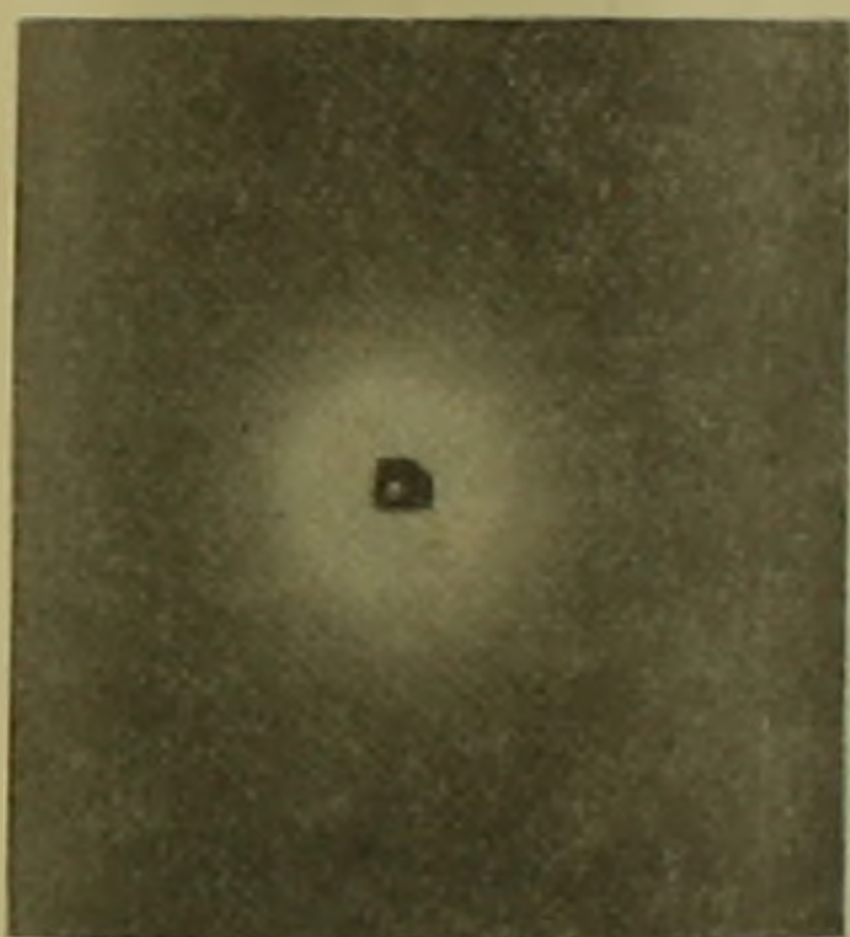
При толщине 0,13 м.м дифракционное гало почти совсем исчезает, возрастают интенсивность и количество колец, показывающих кристалличность (с уменьшением толщины образца возрастает количество линий, получаемых под большими углами — фиг. 4).



Фиг. 1. Пленка толщиной 1,65 мм.



Фиг. 2. Пленка толщиной 0,95 мм.



Фиг. 3. Пленка толщиной 0,5 мм.



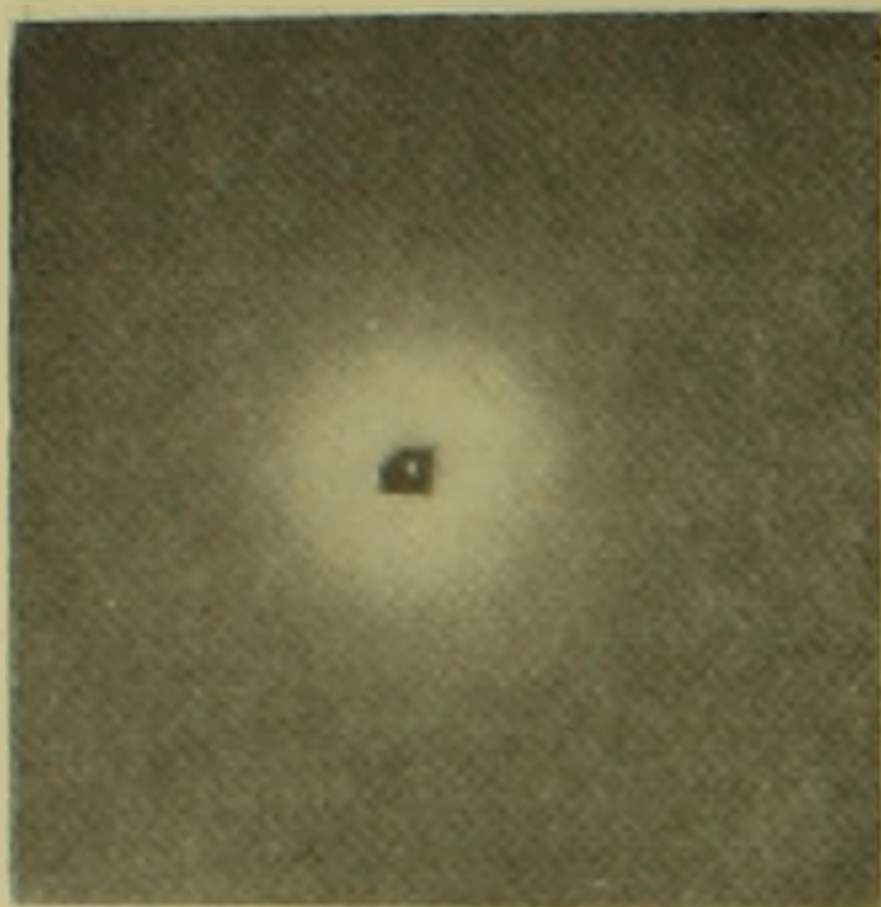
Фиг. 4. Пленка толщиной 0,13 мм.

Казалось бы процент кристалличности пленки зависит от ее толщины, однако последующие наши опыты опровергли этот вывод. Был приготовлен ряд образцов, состоящих из нескольких слоев тонкой пленки толщиной 0,13 м.м (количество слоев в различных образцах от 2 до 10). Рентгенограммы этих образцов (фиг. 5—8) показывают, что с прибавлением числа слоев уменьшаются число и интенсивность линий, характеризующих кристаллическую фазу, и увеличивается интенсивность гало.

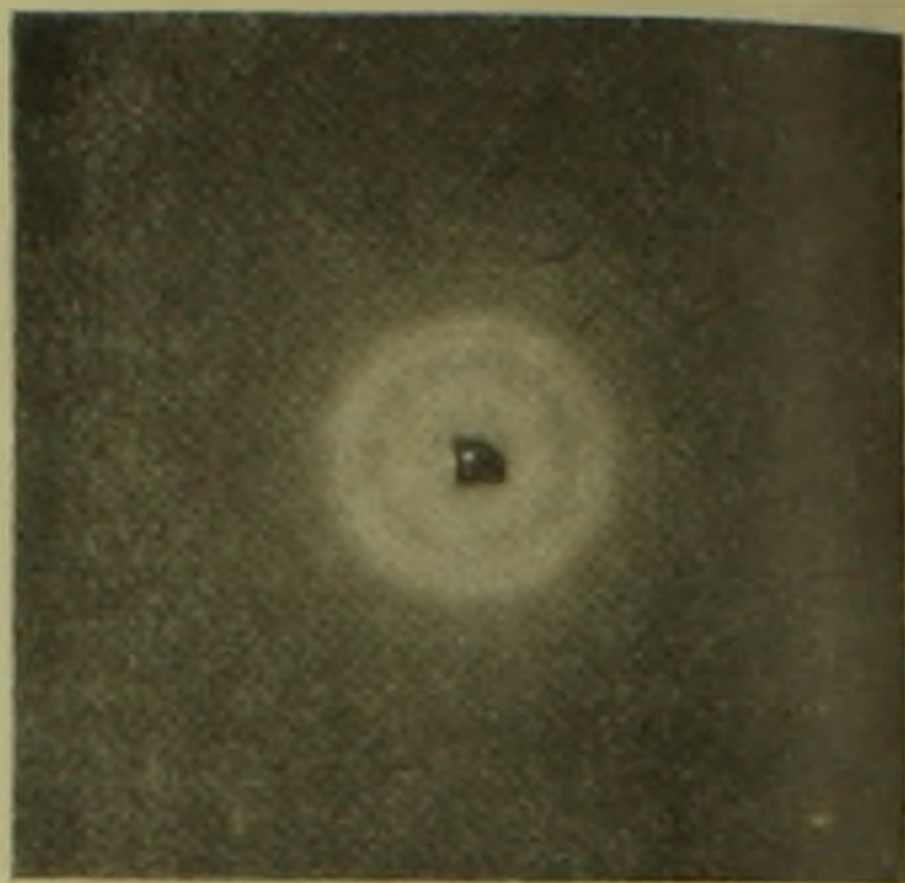
При толстых образцах (10 слоев, толщина каждого слоя 0,13 м.м) получается такая дифракционная картина, как будто образец целиком аморфен.

Последующие исследования, также показывающие зависимость рентгеновской картины высокомолекулярных веществ от толщины пленок, были проведены следующим образом.

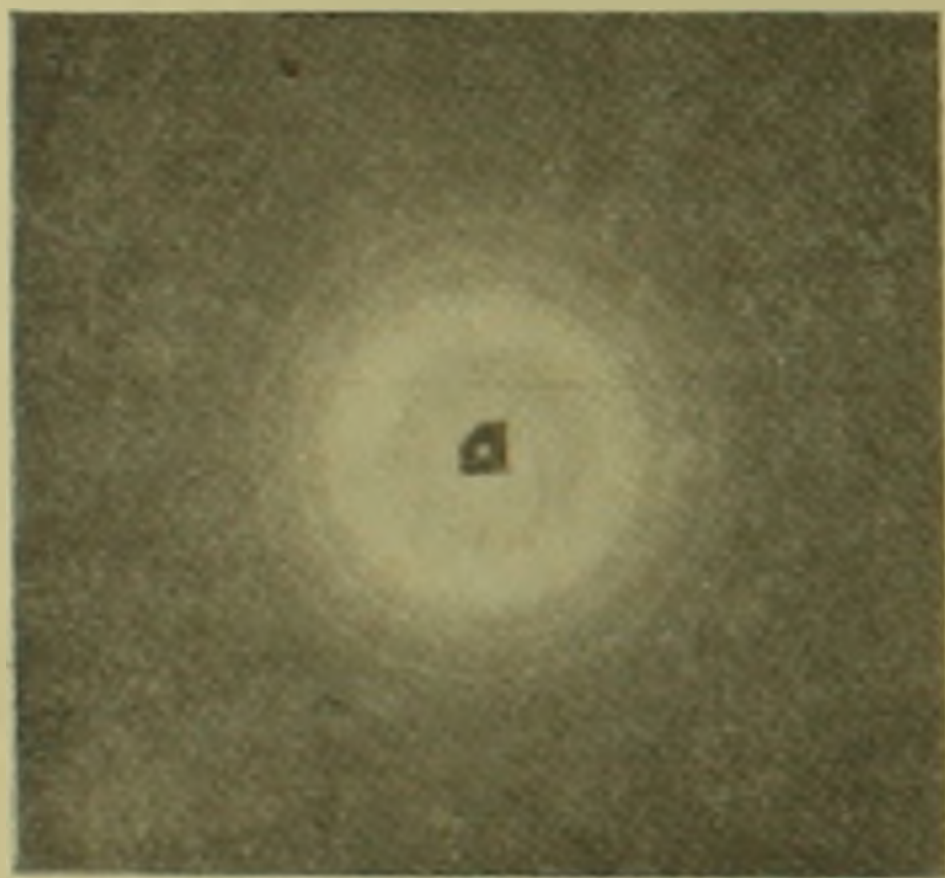
Был взят кусок хлоропренового каучука „наирит“, с помощью бритвы от него были отрезаны образцы разной толщины и получены их дифракционные картины.



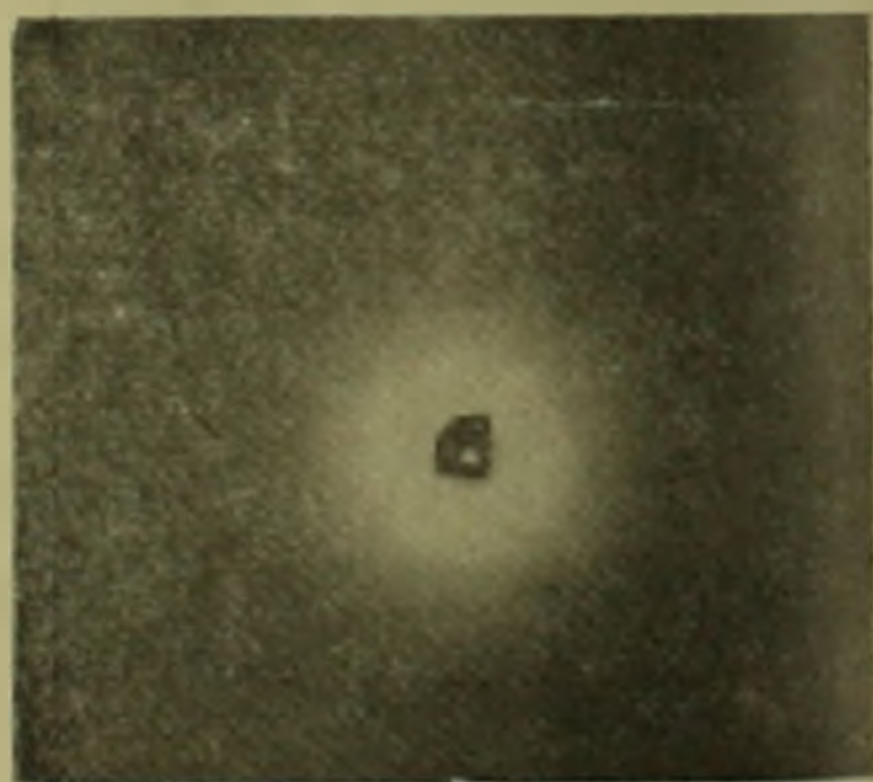
Фиг. 5. Образец, состоящий из 2 слоев (толщина каждого слоя 0,13 мм).



Фиг. 6. Образец, состоящий из 5 слоев (толщина каждого слоя 0,13 мм).



Фиг. 7. Образец, состоящий из 8 слоев (толщина каждого слоя 0,13 мм).



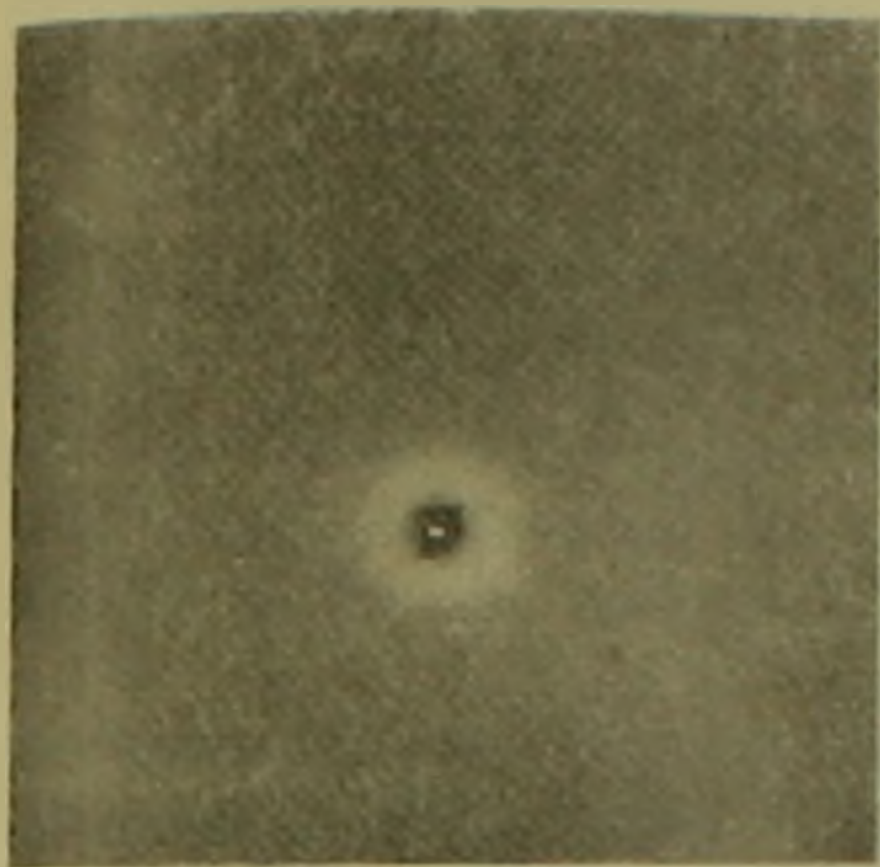
Фиг. 8. Образец, состоящий из 10 слоев (толщина слоя та же).

Рентгенограммы этих образцов (фиг. 9—11) показывают, что толстые образцы не дают линий, характеризующих кристаллическую фазу.

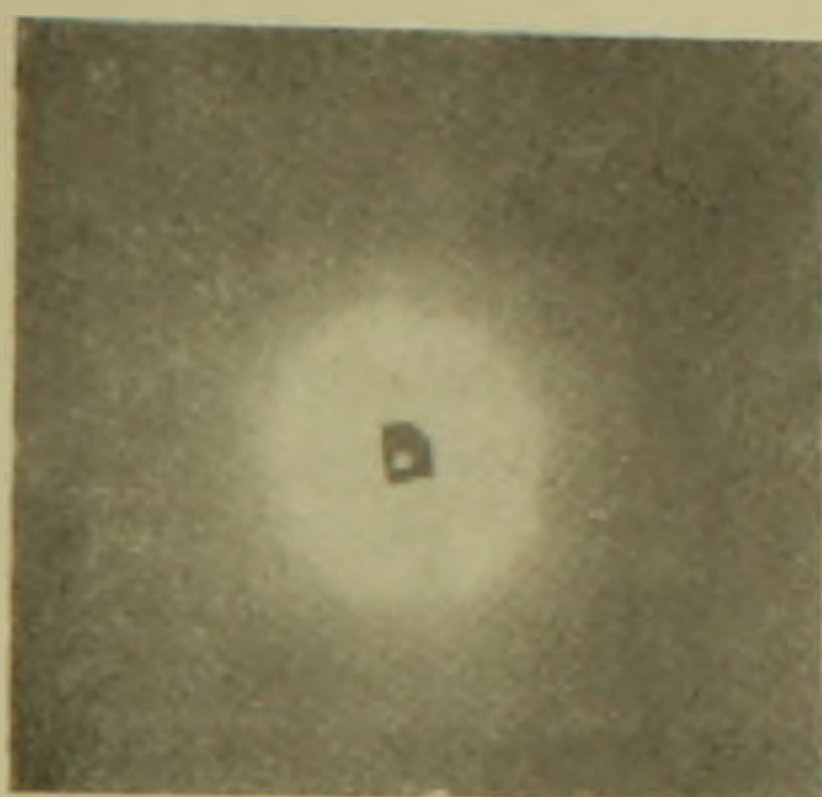
Толстые образцы по рентгенограмме аморфны, тонкие же имеют значительные интенсивные линии, характеризующие кристаллическую фазу. Между тем все исследованные образцы имеют одинаковые структуры.

Опыты неоднократно повторялись с хлоропреновым каучуком „наирит“, полимеризованным при разных температурах и содержащим разные регуляторы.

Во всех случаях без исключения было обнаружено, что вид рентгеновской дифракционной картины этих веществ сильно зависит от толщины снимаемого образца.

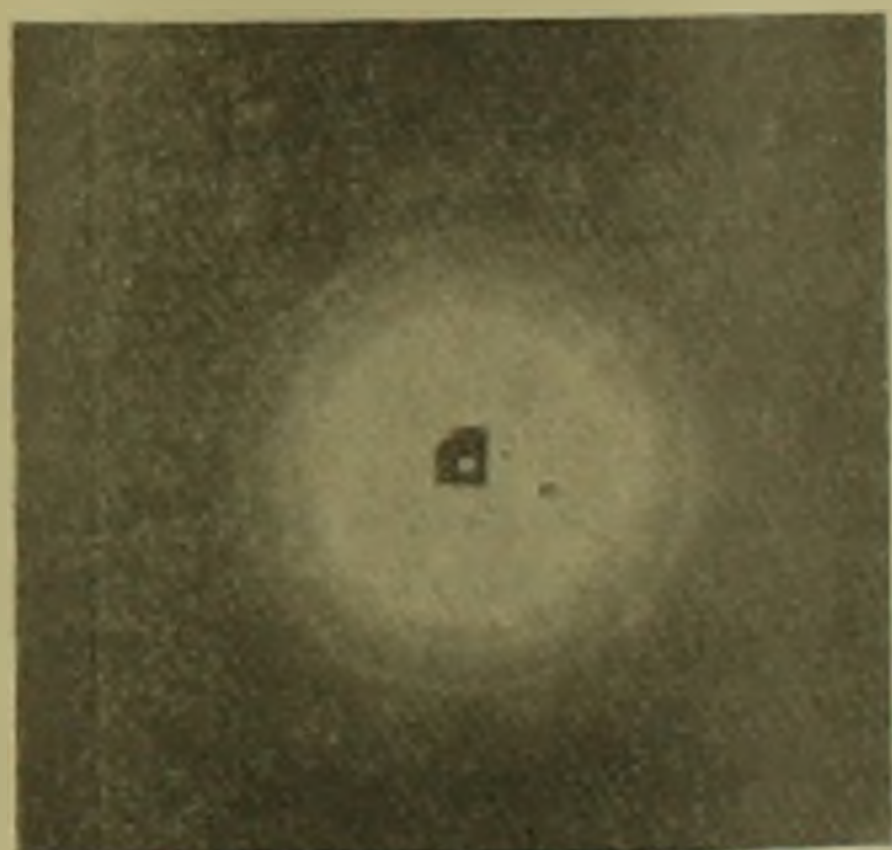


Фиг. 9. Слой, толщиной 0,15 мм, отрезанный от куска каучука „наирит“.



Фиг. 10. Слой, толщиной 0,92 мм, отрезанный от куска каучука „наирит“.

Все рентгенограммы получены на плоских рентгеновских пленках, вставленных перпендикулярно к первичному пучку на расстоянии 10 мм от образца.



Фиг. 11. Слой, толщиной 1,2 мм, отрезанный от куска каучука „наирит“.

Итак, вышеприведенный эксперимент показывает, что толстые образцы хлоропренового каучука „наирит“ дают рентгенограмму, характерную для аморфных тел, а тонкие образцы одного и того же каучука дают картину, характерную для частично кристаллических гел.

Как известно (2), оптимальная толщина образца в двустороннем случае определяется соотношением

$$d_{\text{опт.}} = \frac{\cos 2\theta}{\mu (1 - \cos 2\theta)}$$

где μ — коэффициент поглощения,

2θ — угол рассеяния.

Следовательно, с уменьшением угла рассеяния оптимальная толщина образцов увеличивается.

Так как линия, характерная для аморфной фазы, получается под малым углом, а линии, характеризующие кристаллическую фазу, под

большими углами, то при очень толстых образцах получается только гало (аморфная фаза), а при тонких образцах уменьшается интенсивность линий (под большими углами), характерных для кристаллической фазы.

Именно поэтому с уменьшением толщины образца постепенно появляются со стороны больших углов линии, характерные для кристаллической фазы.

Таким образом, из вышесказанного можно сделать следующие выводы.

1. Отношение интенсивностей линий, характерных для аморфной и кристаллической фаз хлоропренового каучука „наприт“, зависит от толщины образца: с уменьшением толщины образца это отношение уменьшается.

2. Для обнаружения кристаллической фазы необходимо исследовать тонкие образцы.

3. Для определения процента кристалличности необходимо иметь в виду, что отношение линий, характеризующих аморфные и кристаллические фазы не постоянно, зависит от толщины образца.

Центральная физико-техническая
научно-исследовательская лаборатория
Академии наук Армянской ССР.
Ереванский государственный университет

Ն. Ի. ՔՈՇԿԵՅԱՆ, Հալիպկան ՍՍՌ ՊԼ Իզրակից-անդամ, Ցու. Լ. ՌԱՓՅԱՆ, Լ
Պ. Հ. ԲԵՋԻՐԳԻՆՅԱՆ

Ռենտգենյան դիֆրակցիոն պատկերի կախումը բարձր մոլեկուլային միացությունների նմուշների հաստությունից

Սովորաբար բարձրմոլեկուլյար միացությունների բյուրեղայնությունը չափի որոշման մասնակցող օգտվում են բյուրեղայնությունը և ամորֆ ֆազան բնորոշող սպեկտրալ գծերի ինտենսիվությունների հարաբերություններից:

Տվյալ աշխատանքում ապացուցվում է, որ այդ հարաբերությունը էապես կախված է նմուշի հաստությունից: Մասնակի բյուրեղացված հաստ նմուշներից ստացվում է միայն ամորֆ ֆազը բնորոշող դիֆուզիոն գծեր, իսկ նույն վիճակի բարակ նմուշներից ստացվում է նաև բյուրեղային ֆազը բնորոշող գծեր:

Աշխատանքում հետազոտված է ճնարիտային կառուցվածքից ստացված դիֆրակցիոն պատկերի կախումը նմուշների հաստությունից:

Փորձերի արդյունքների հիման վրա ապացուցված է, որ ամորֆ և բյուրեղայնություն ֆազը բնորոշող սպեկտրալ գծերի ինտենսիվությունների հարաբերությունը հաստատուն չէ՝ կախված է նմուշի հաստությունից: Այդ հանգամանքը հաշվի չառնելիս թույլ կարգի կոպիտ սխալ:

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

¹ А. Гинье, Рентгенография кристаллов, Физматгиз, М., 1961. ² А. И. Китайгородский, Рентгеноструктурный анализ, Госиздат. технико-теоретич. лит., М.—Л., 1950.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. И. Исагулянц, академик АН Армянской ССР, и Э. Л. Маркосян

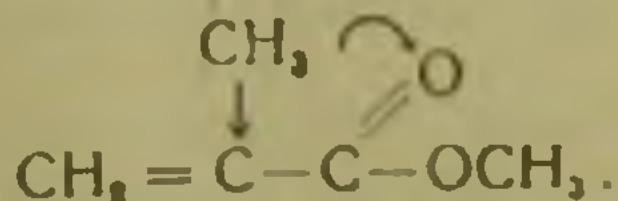
Реакция присоединения нитропропана-2 к различным α , β -ненасыщенным эфирам в присутствии анионита АВ-17*

(Представлено 11/V 1965)

В ранее опубликованных работах (¹⁻²) было показано, что отечественный сильноосновной анионит АВ-17 успешно можно использовать как катализатор реакции типа Михаэлевской конденсации. Метилметакрилат и эфиры маленновой кислоты оказались хорошими акцепторами в данной реакции. Развивая исследования в этой области, мы использовали различные α , β -ненасыщенные эфиры, такие, как метилметакрилат, диэтилэтильденмалонат, бензилакрилат. Присоединение нитропропана-2 к этим эфирам протекает так же, как и в случае метилакрилата, т. е. анион нитросоединения присоединяется в β -положение ненасыщенного эфира.

Бергман и Коретт изучили присоединение нитропропана-2 к метилметакрилату в присутствии различных анионитов (³).

Анализируя данные, полученные вышеупомянутыми авторами, а также результаты нашего эксперимента, можно сказать, что метилметакрилат как акцептор Михаэлевской конденсации заметно уступает метилакрилату. Известно, что в молекуле метилметакрилата поляризующее действие карбометоксильной группы в значительной степени уравнивается влиянием метильной группы, которая, наоборот, обладает стремлением повышать плотность электронов в области двойной связи. Наличием этих двух противоположных влияний следует объяснить более низкую активность двойной связи в данной реакции



Результаты, полученные нами при конденсации нитропропана-2 к метилметакрилату в присутствии анионита АВ-17, сведены в табл. I.

Описано присоединение нитропропана-2 к метилметакрилату в присутствии Амберлитов IR—400, 401, 410, 411 при температуре реакции 75° и продолжительности 8,5 часа. Метилловый эфир γ -нитро- β -ме-

* Из серии работ по применению ионообменных смол в катализе.

тилвалериановой кислоты был получен с выходами 30% (1R-403), 5% (1R-401), 26% (1R-410) и 25% (1R-411) (3).

Таблица 1

п/п	Исходные соединения		Колич-во катализатора в %, на общую загрузку	Условия реакции		Выход в % от теоретически рассчитанного
	нитропропан-2	метилметакрилат		время, час	температура, °C	
	в молярных соотношениях					
1	1	2	20	5,5	50	—
2	1	2	20	20	50	37,6
3	1	2	20	9	60	15,4

Представляет как теоретический, так и практический интерес акцептор диэтилэтилиденмалонат. В. В. Перекалин, М. М. Зобачева использовали нитродикарбометоксипроизводные в синтезе пирролидонов и γ -аминокислот (4).

Леонард и Фелли осуществили присоединение нитрометана к диэтилэтилиденмалонату (5). Присоединение протекает легко при 50° в присутствии „Тритона Б“, и этиловый эфир α -карбоэтокси- β -метил γ -нитромасляной кислоты был получен с 69%-ым выходом.

Нами проведена конденсация нитропропана-2 с вышеупомянутым эфиром в присутствии АВ-17.

Результаты опытов сведены в табл. 2.

Таблица 2

п/п	Условия реакции*		Выход этилового эфира α -карбоэтокси- β -метил- γ -нитро γ -метилвалериановой кислоты в %, от теоретически рассчитанного	Примечание
	время, час	температура, °C		
1	4	50	31,6	Молярное соотношение нитропропана-2 к эфиру составляет во всех опытах 1:2
2	5	50	36,4	
3	9	50	69	
4	4	60	72,8	
5	9	60	81,7	
6	Двое суток	Комн.	24,6	

* Количество катализатора во всех опытах составляет 20%, на общую загрузку.

На активность двойной связи диэтилэтилиденмалоната влияют одновременно три фактора, т. е. CH_3 -группа в β -положении и две карбоэтоксильные группы. Хотя CH_3 -группа повышает электронную плотность в области двойной связи, но наличие второй карбоэтоксильной группы, очевидно, частично компенсирует пассивирующее действие CH_3 -группы, и поэтому реакция между нитропропаном-2 и диэтилэтилиденмалонатом протекает с хорошими выходами. Но, если сравнить с результатом, полученным взаимодействием нитропропана-2 с метилакрилатом при 50° и 4 часа, где выход γ -метил γ -нитровалериата состав-

Таблица 4

Свойства полученных эфиров

№ п/п	Эфиры	Температура кип., °C	n_D^{20}	Плот- ность	$M R_D$		Эфирное число		Элементарный состав, %					
					расч.	найд.	расч.	найд.	C		H		N	
									P	H	P	H	P	H
1	γ-нитро, α,γ-диметилвалериан. к-та, ме- тиловый эфир	110—112/8	1,4114	1,0804	46,382	46,24	296	300	50,78	50,49 50,60	7,991	8,12 8,03	7,398	7,91 8,04
2	этиловый эфир, γ-нитро β-метил γ-ме- тил α-карбоэтоксивалериановой ки- слоты	72/1,3*	1,4388*	1,0849*										7,26
		177—178/14	1,4504	1,1164	66,501	66,27	408	419	52,36	52,50 52,48	7,63	7,93 7,81	5,09	5,35 5,23
3	бензиловый эфир γ-нитро γ-метил вале- риановой кислоты	207—210/12	1,5098	1,1314	66,110	66,33	223	225	62,12	62,03 62,07	6,811	6,99 7,03	5,575	5,57 5,72

* Литературные данные: J. Am. Chem. Soc., 70, 3571—76 (1948).

ляет 76% (1), то, следует отметить, что при более низких температурах двойная связь диэтилэтилиденмалоната активирована слабее.

Нами использован в качестве акцептора также бензиловый эфир акриловой кислоты. Его конденсация с нитропропаном-2 проводилась в аналогичных условиях (табл. 3).

Таблица 3

№	Условия реакции ^а		Количество катализатора % на сумму реагентов	Выход в % от теоретически рассчитанного
	время, час	температура, °C		
1	1	50	20	64
2	4	50	40	81
4	9	50	20	67

^а Соотношение исходных реагентов 1:2.

ИК-спектры этилового эфира α -карбоэтоксид β , γ -диметилнитровалерианового и бензилового эфира γ -метил- γ -нитровалериановой кислоты имеют интенсивные полосы в области $1754-1742 \text{ см}^{-1}$, что характерно валентным колебаниям кетогруппы в сложных эфирах, а также характерные частоты для нитрогруппы в области $1565-1550 \text{ см}^{-1}$ и $1364-1360 \text{ см}^{-1}$.

Характеристика синтезированных соединений приведена в табл. 4.

В ы ы ы. Осуществлено присоединение нитропропана-2 к метилметакрилату, диэтилэтилиденмалонату, бензилакрилату в присутствии анионита АВ-17.

Изучено влияние заместителей на активность двойной связи и выявлено, что α , β -заместители сильно влияют на активность двойной связи в реакции присоединения нитропропана-2 к α , β -ненасыщенным эфирам в присутствии анионита АВ-17, а замена эфирной CH_3 -группы $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2$ -группой почти не влияет на выход аддукта.

Полученные аддукты охарактеризованы по физико-химическим свойствам и элементарному составу, а этиловый эфир α -карбоэтоксид β , γ -диметил- γ -нитровалериановой и бензиловый эфир γ -метил- γ -нитровалериановой кислот также по ИК-спектрам.

Վ. Ի. ԻՍԱԳՈՒՆՅԱՆ, Հայկական ՍՍՌ-ի ԳԱ տվյալների կոդ, և է. Լ. ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ

**Ներդրողականի միացման ռեակցիան α , β չնագեցած էսթերների հետ
անիոնի AB-17-ի ներկայությամբ**

Ուսումնասիրված է 2-ներդրողականի միացման ռեակցիան մեթիլմեթակրիլատի, դիէթիլէթիլիդենմալոնատի և բենզիլակրիլատի հետ անիոնի AB-17-ի ներկայությամբ:

Ցույց է տրված, որ α , β -սեղանկայիչները ուժեղ կերպով ազդում են վերահիշյալ ռեակցիայի ընթացքի վրա. միևնույն էֆիրային մեթիլ խմբի փոխարինումը բենզիլ խմբով զգալի ազդեցություն ունի:

բուն չի խոսում: Դիֆիլթիզիզնեմալուտաթի դեպքում էլ ազուկոթը ստացվում է բարձր ելքով: Ստացված միացությունները ընդունված են ֆիզիկոքիմիական հատկություններով և սպեկտրալ աևաչիդի տվյալներով:

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

¹ В. И. Исагулянц, Э. Л. Маркосян, ЖПХ, т. 37, 1145 (1964). ² В. И. Исагулянц, Э. Л. Маркосян, А. Л. Сарычева, Труды Моск. института нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина, вып. 51, 112 1964. ³ Э. Д. Бергман, Р. Корет, J. Org. Chem. 23, 1507 (1958). ⁴ В. В. Перекалин, М. М. Зобичева, ЖОХ, 29, 2905 (1959). ⁵ Н. Я. Леонард, Д. Л. Фелли, J. Am. Chem. Soc 72, 2639 (1950).

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

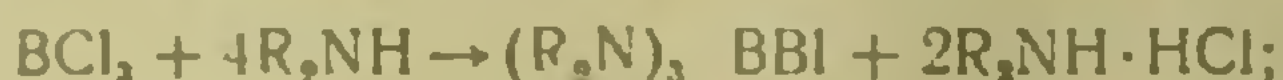
И. С. Паниди и Я. М. Паушкин

Простой метод получения бис (диэтиламино) борхлорида
 и синтеза на его основе

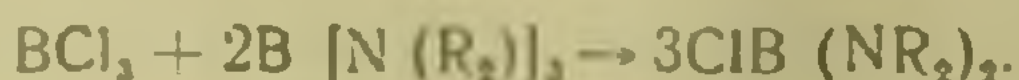
(Представлено академиком АН Армянской ССР В. И. Исагулянцем 12/V 1965)

Описанные в литературе методы получения бис (диалкиламино) борхлоридов сводятся в основном к двум реакциям:

I) взаимодействие вторичных аминов с хлористым бором при пониженной температуре в подходящем растворителе (¹):



II) взаимодействие трисамидов борной кислоты с хлористым бором (²):

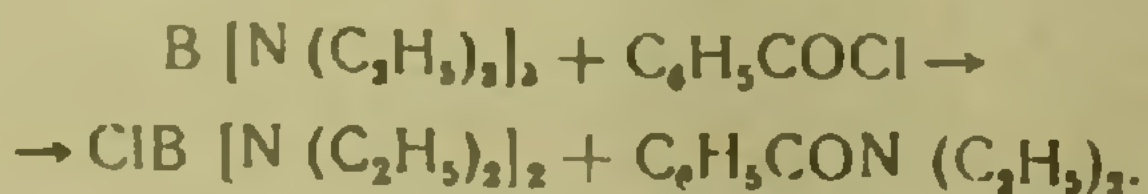


Первый из указанных методов дает хорошие результаты при работе с пространственно затрудненными аминами, имеющими сильно разветвленные (например, изопропильные) или крупные (фенильные, циклогексильные) радикалы. Такие амины, даже если взяты в большом избытке, при взаимодействии с хлористым бором с трудом или совсем не образуют продукты полного замещения симметричные трисамиды борной кислоты.

Для синтеза низших бис (диалкиламино) борхлоридов из пространственно незатрудненных аминов используется метод (II). Например, взаимодействием двух молей трис (диметиламино) бора и одного моля хлористого бора в растворе н-пентана можно получить (³) с хорошим выходом (до 77%) бис (диметиламино) борхлорид.

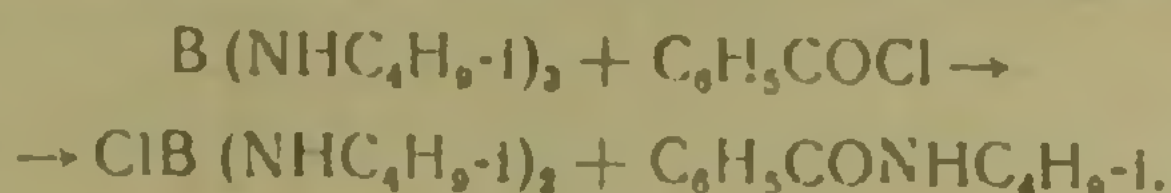
Распространение метода (II) для синтеза бис (диэтиламино) борхлорида не дает хороших результатов, поскольку выход целевого продукта не превышает 36% из-за больших потерь при очистке (²).

Изучая реакции обмена трисамидов борной кислоты, мы нашли, что бис (диэтиламино) борхлорид можно получить с высоким выходом реакцией эквимолекулярных количеств трис (диэтиламино) бора и хлористого бензонла:



Реакция сильно экзотермична и лучшие результаты получаются при охлаждении реакционной колбы ледяной водой. Выход целевого хлорида достигает 90% от теоретического.

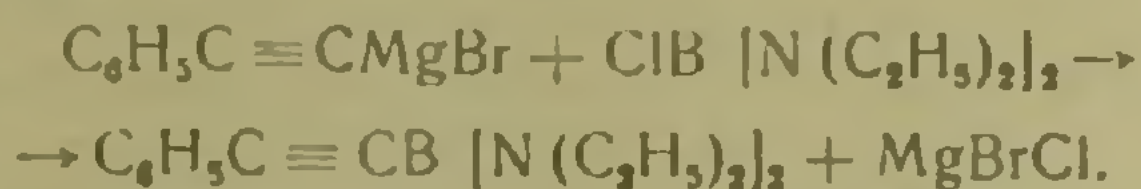
Этот же метод был распространен на трис(изобутиламино)бор:



Реакция проводилась в растворе эфира при температуре -50°C .

После удаления эфира вакуумная перегонка продуктов реакции дала вязеподобный продукт с температурой кипения $129-134^\circ/4\text{ мм}$, который по данным анализа на хлор можно принять за бис(изобутиламино) борхлорид.

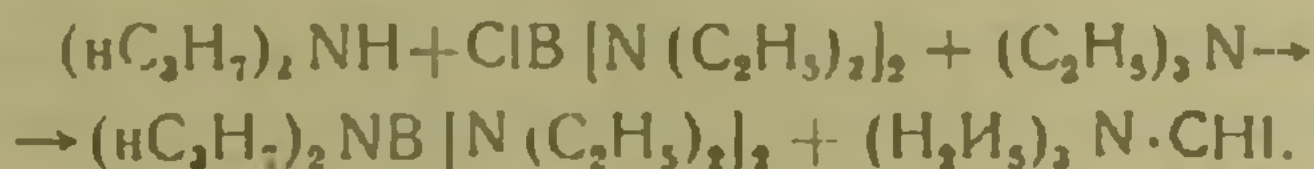
Бис(диэтиламино) борхлорид, полученный вышеописанным методом, был использован для синтеза фенилацетиленил-бис(диэтиламино) бора по реакции:



При проведении реакции в растворе эфира выход продукта не превышает 12% от теоретического.

Выход этого соединения удастся повысить до 42%, если стадию обработки реактива Июича проводить в растворе бензола.

Бис(диэтиламино) борхлорид довольно хорошо реагирует с ди-н-пропиламином с образованием соответствующего полусимметричного трисамида борной кислоты:



При пятичасовом кипячении исходных продуктов в растворе триэтил-аммина выход ди-н-пропиламино-бис(диэтиламино)бора составляет 44%. В аналогичных условиях ди-изо-пропиламин дает только следы целевого продукта. Выход удастся повысить до 25%, если увеличить время реакции до 15 часов.

Из ароматических аминов был использован N-метиланилин.

Все синтезированные соединения представляют собой прозрачные жидкости, не устойчивые к действию влаги воздуха, спиртов, под влиянием которых разлагаются. Наиболее устойчивыми оказались продукты, содержащие остатки диизо-пропиламина и N-метиланилина. Наименее устойчивы — ацетиленовые производные.

Полученные результаты приведены в табл. 1.

Бис(диэтиламино) борхлорид. В круглодонную колбу, снабженную мощной мешалкой, загрузили 82,6 г трис(диэтиламино) бора и при охлаждении ледяной водой добавлено при энергичном перемешивании 51,2 г хлористого бензола в течение 30 минут. Перемешивание продолжали еще 0,5 часа, затем охлаждение снимали и продолжали перемешивать, пока температура реакционной смеси не стала комнатной.

Ф о р м у л а	Температура кипения, °С/мм рт. ст.	n_D^{20}	ρ_D^{20}	$M_{\text{расч.}}$	$M_{\text{анал.}}$	Выход в % от теоретического
$[(C_2H_5)_2N]_2BCl$	74—78/5	1,4550*	—	—	—	90,2
$(iC_4H_9NH)_2BCl$	129—134/4	—	—	—	—	27,2
$C_6H_5C \equiv CB [N(C_2H_5)_2]_2$	136—140/2	1,5208	0,9234	83,777	—	41,0
$(nC_3H_7)_2NB [N(C_2H_5)_2]_2$	92—98/3	1,4550	0,8358	82,572	82,708	44
$(iC_3H_7)_2NB [N(C_2H_5)_2]_2$	93—100/5	1,4500	—	—	—	35
$(N)CH_3C_6H_5NB [N(C_2H_5)_2]_2$	120—122/3	1,5079	0,9180	84,882	84,898	26

$$n_D^{20} = 1,4549 (^{\circ})$$

Перегонка под вакуумом дала 62,1 г жидкости, выкипающей при

$$74—78^{\circ}/5 \text{ мм с } n_D^{20} = 1,4550 \text{ (лит. данные } (^{\circ})$$

$$n_D^{20} = 1,4549). \text{ Выход } 90,2\% \text{ от теоретического.}$$

Бис-(изо-бутиламино) борхлорид. К 8,66 г, трис (изобутиламино)-борхлорида в 50 мл абсолютного эфира при температуре $-50^{\circ}C$ непрерывном перемешивании в токе аргона добавили по каплям в течение 35 мин. 5,36 г хлористого бензоила в тройном объеме эфира. Реакционную смесь перемешивали еще в течение 1,5 часа, после чего сняли охлаждение и в вакууме водоструйного насоса отогнали эфир. Вакуумная перегонка продуктов реакции дала 2,0 г мазеподобного в холодном состоянии продукта, выкипающего в пределах $129—134^{\circ}/4$ мм рт. ст.

Содержание хлора:

Найдено 18,40%; 18,90%.

Рассчитано для бис (изобутиламино) борхлорида 18,61%.

Выход хлорида 27,7% от теоретического.

Фенилацетиленил-бис (диэтиламино) бор. К реактиву Гриньяра, полученному в среде абсолютного эфира из 4,86 г (0,2 г — атомарного магния и 21,6 г бромистого этила, добавили по каплям 20,4 г фенилацетилена. После пятичасового кипячения обратный холодильник заменили на прямой и отогнали эфир. Тяжелую маслянистую жидкость (фенилацетиленилмагний бромид) растворили в 50 мл сухого бензола и при энергичном перемешивании добавляли по каплям в течение 30 мин. 38,1 г (0,2 моля) бис(диэтиламино)борхлорида в 30 мл бензола. Сразу же стал выпадать объемистый осадок. Реакционную смесь перемешивали еще 0,5 часа, затем осадок отфильтровали под аргоном и от фильтрата отогнали растворитель. Вакуумная перегонка дала 21,2 г фракции $138—144^{\circ}/3$ мм рт. ст., $n_D^{20} = 1,5210$.

Повторное фракционирование дало продукт с константами:

$$n_D^{20} = 1,5208; \quad \rho_4^{20} = 0,9234; \quad MR_{\text{эксп.}} = 83,77.$$

Данные элементарного анализа:

	C	H	N	B
Найдено	74,67	9,99	11,22	4,47
	74,41	9,82	11,08	4,62
Вычислено для $C_{18}H_{25}N_3B$	75,01	9,83	10,93	4,23

Выход фенилацетиленил-бис(диэтиламино) бора составил 42% от теоретического.

Ди-н-пропиламино-бис(диэтиламино) бор. К 2,66 г (0,026 моля) ди-н-пропиламина в 30,0 мл триэтиламина добавили по каплям 5,0 г (0,026 моля) бис(диэтиламино) борхлорида. Реакционную смесь кипятили и перемешивали в течение 6 часов. Затем отфильтровали в токе аргона полученную соль и после отгонки триэтиламина фильтрат разогнали под вакуумом. Получено 2,6 г фракции, выкипающей при 92—98°/мм рт. ст., принятой нами за ди-н-пропиламино-бис(диэтиламино) бор.

Показатель преломления $n_D^{20} = 1,4550$

$$\rho_4^{20} = 0,8358$$

$MR_{\text{эксп.}} = 82,572; \quad MR_{\text{расч.}} = 82,708.$

Выход 44% от теоретического.

Температура плавления соли после высушивания под вакуумом 239—240°C. Температура плавления соли, полученной из триэтиламина и соляной кислоты 237—239°C.

Остальные полусимметричные трисамиды получены аналогичным образом.

Московский институт нефтехимической
и газовой промышленности
имени И. М. Губкина

Ի. Ի. ՊԱՆՈՒԻ և Վ. Մ. ՊԱՌԻՇԿԻՆ

Բիս(դիէթիլամինա) բորբյուրիդի առաջման պարզ եզանակ և սինթեզներ
նրա բազայի վրա

Ներկա աշխատանքում ցույց է տրված, որ տրիս(դիէթիլամինա) բորբյուրիդի փո-
խադրում է բենզոիլբյուրիդի հետ առաջացնելով բարձր ելքով բիս(դիէթիլամինա) բորբյուրիդ:

Վերջինս միանում է ալիֆատիկ և արմատիկ հրկրորդային ամինների հետ առաջացնելով
բորբյուրիդի համապատասխան կիսասիմետրիկ տրիսամիդներ:

Բիս(դիէթիլամինա) բորբյուրիդի ռեակցիայի մեջ է մտնում նաև ֆենիլացետիլենիլամինա-
իումի բրադիդի հետ տալով ֆենիլացետիլենիլբիս(դիէթիլամինա) բորբյուրիդ:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒՅՈՒՆ

¹ Д. В. Обре, В. Жерар, Е. Ф. Мунн, J. Chem. Soc. 1962, 1786. ² В. Жерар, М. Ф. Лаперт, К. А. Пирс, J. Chem. Soc. 1957, 341. ³ Р. Дж. Братертон, А. Т. Мак Клозки, А. Л. Питерсон, J. Am. Chem. Soc. 82, 6242 (1960).

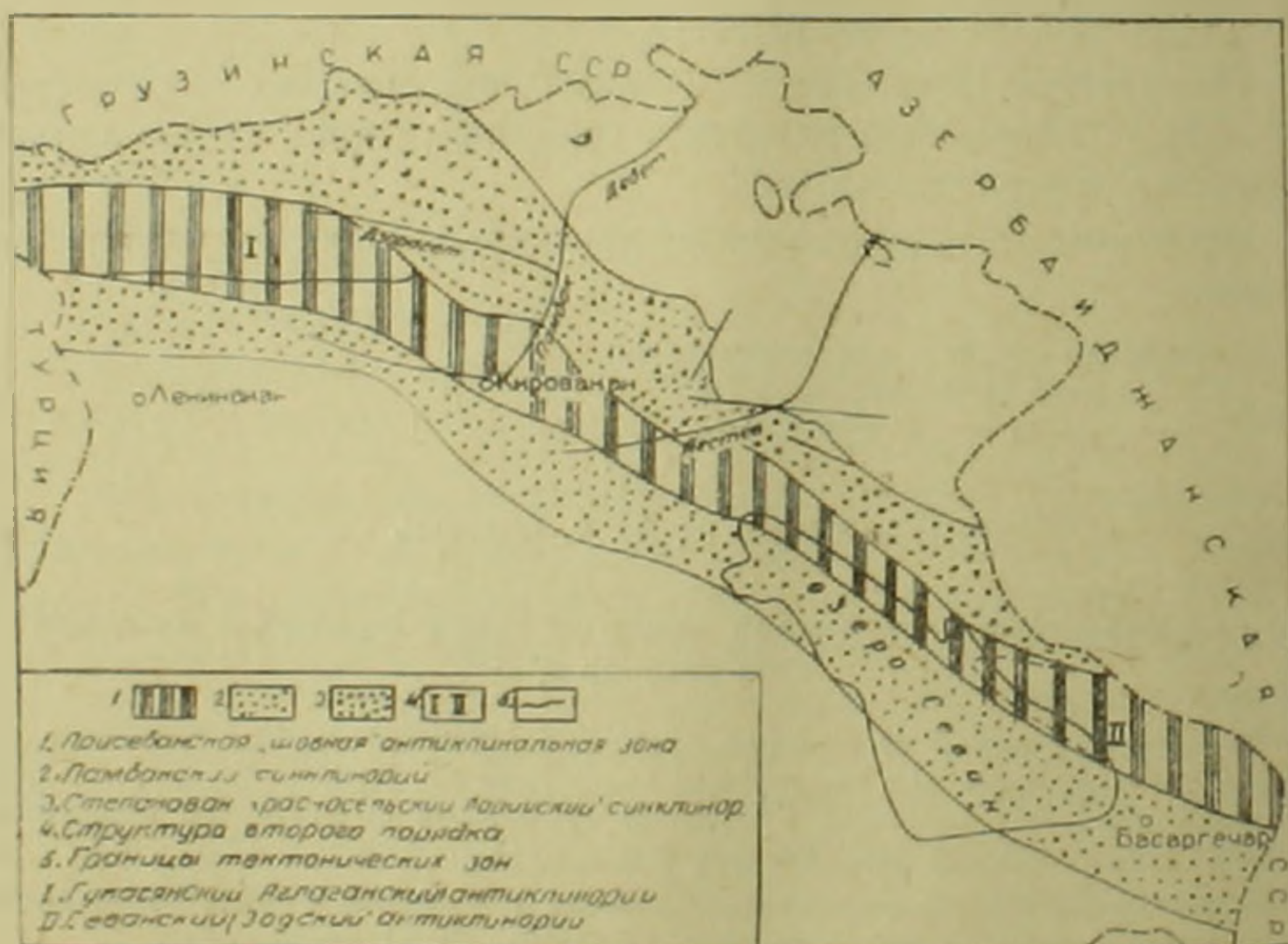
П. Л. Епремян

Присеванская «шовная» антиклинальная зона

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 22/1 1965)

Под названием «Севанская зона» понимается зона (1-6), протягивающаяся от района Гукасян через оз. Севан далее на восток. Северной границей считается гора Лок (включая Сомхетский хребет) — с. Лорут — к северу с. Красносельск и далее на восток. Южная граница проходит через гор. Ленинан, с. Анкаван, Маманскую долину, оз. Севан, далее граница проходит южнее с. Басаргечар на восток, т. е. по границам палеогенового прогиба (фиг. 1).

ПРИСЕВАНСКАЯ ШОВНАЯ АНТИКЛИНАЛЬНАЯ ЗОНА



Фиг. 1.

Детальные геологические исследования района показали, что Присеванская зона неоднородна и имеет сложную дифференцированную тек-

тоническую структуру. Она сложена двумя синклинориями и промежуточным антиклинальным поднятием, где центральная часть резко отличается от южной и северной частей как по стратиграфическому разрезу слагающих пород, так и по тектоническому строению, истории геологического развития, магматизму и металлогении.

Ниже кратко описываются главные факторы, положенные в основу разделения Присеванской зоны на три части и показывающие необходимость выделения центральной части этой зоны в самостоятельную тектоническую единицу.

1. В стратиграфическом отношении южная полоса сложена верхним мелом мощностью 1200 м, палеогеном—3600 м.

Северная полоса сложена верхнемеловыми отложениями 200—300 м, палеогеном—3000—3500 м. В палеоген входит средний эоцен, верхний эоцен, олигоцен.

Центральная часть сложена метаморфическими сланцами палеозоя, кварц-карбонатными сланцами юрского возраста (2,0—2,5 км), песчанистыми сланцами альба (200—300 м), верхнемеловыми конгломератами, песчаниками и известняками (западная часть—200—300 м, восточная часть—600—700 м). Палеогеновыми, вулканогенными, вулканогенно-осадочными образованиями эоцена (1200—1500 м) сложена средняя часть центральной полосы, а краевые восточные и западные сложены мало-мощными отложениями в несколько сот метров.

2. В центральной части верхнего мела уже оформилась антиклинальная структура совместно с Алавердским антиклинальным поднятием. В северной Степанаван-Красносельской (Лорийской) зоне в палеогене начинается трансгрессия, образуется прогиб. Заложение прогиба происходило в течение верхнего мела и палеогена: фундаментом служили юрские вулканогенные породы. История продолжается до олигоцена включительно. Несмотря на неоднократные предолигоценные и постолигоценные орогенные движения, зона сохранила свою синклинальную структуру.

На территории Южной Памбакской зоны трансгрессия моря на палеозойский фундамент началась в верхнемеловое время, интенсивное прогибание происходило в палеогене. Южная зона так же, как и северная, после неоднократной дислокации, сохранила свою прежнюю синклинальную структуру.

3. Центральная зона сложена двумя горстантиклинориями, имеющими веерообразную структуру. Палеогеновые отложения скрывают основную структуру между упомянутыми антиклинориями.

Северная и южная зоны имеют синклинальную структуру.

4. Центральная Присеванская зона интенсивно дислоцировалась. Складки крутопадающие, во многих случаях опрокинутые. Складки, северной и южной зон пологопадающие, реже крутопадающие.

5. Складки центральной зоны узколинейные, вытянутые, местами дугообразные. Складки северной и южной зон брахиальные и вытянуто-брахиальные.

6. В центральной зоне доверхнемеловые породы сильно рассланцованы и даже метаморфизованы, а верхний мел — палеогеновые отложения совсем не рассланцованы и неметаморфизованы. Это говорит о том, что основные тектонические движения и образование разрывных нарушений происходили до верхнего мела. В северной и южной зонах не наблюдается метаморфизма и рассланцованности.

7. Упомянутые зоны замыкаются глубокими разломами. Внутризонные разломы и надвиги широко развиты в центральной зоне и реже в северной и южной.

8. Центральная зона вообще известна тем, что сложена основными и ультраосновными интрузивными внедрениями. Она известна под названием офиолетового пояса. Здесь развиты кислые — гранодиоритовые интрузии, а также кварц-порфировые пластовые залежи. В южной и северной зонах развиты главным образом гранодиориты, кварцевые диориты, щелочные и нефелиновые сиениты, монцониты, а также габбро-порфировые пластовые интрузии.

9. Все интрузивы центральной части, начиная от ультраосновных до кислых, имеют узкую, длинную, вытянутую форму. Интрузивы северной и южной зоны имеют в плане эллипсовидную или неправильную изометрическую форму.

10. В центральной зоне минерализация тесным образом связана с ультраосновными и кислыми интрузиями. Здесь образовались хром, никель, реже платина, золото, медь. В северной и южной зонах минерализация связана с кислыми интрузиями. В северной зоне кроме эндогенных рудопроявлений имеются также и осадочные, возникшие одновременно с геосинклинальным развитием (Агарцин и др.).

Локализация эндогенного оруденения в северной и южной зонах тесно связана с краевыми приразломными зонами, а в центральной части локализация произошла в центральной части антиклинория.

Все вышеприведенные факты говорят о том, что в данной части Малого Кавказа не имеется единого тектонического строения, их надо рассматривать отдельно: центральный — Присеванский антиклинорий, северный — Степанаван-Красносельский (Лорийский) синклинорий и южный — Памбакский синклинорий.

Н. П. Херасков (⁷) при составлении тектонической карты Урала описывает зону, очень сходную с центральной Присеванской антиклинальной зоной, и называет эту зону «Шовной антиклинальной зоной».

Н. П. Херасков для характеристики «Шовной антиклинальной зоны» приводит следующие аргументы:

1. Положение на границе зон с разной глубиной прогибания, в силу чего разные крылья антиклинали могут иметь очень различные разрезы и по полноте и по мощности.

2. Крупные краевые разломы, иногда в сопровождении повышенной рассланцованности всей или части структуры.

3. Длительное развитие антиклинальной формы, по-видимому, из первоначальной моноклинальной структуры.

4. Влияние структуры на поверхностный вулканизм и на расположение интрузий, причем последние часто линейно вытянуты.

Все приведенные Херасковым факторы характерны для Присеванской антиклинальной зоны и поэтому можно ее также назвать «шовной».

Таким образом, Присеванская антиклинальная зона выделяется среди всех зон Малокавказской мегаантиклинали как самостоятельная структурная единица — «шовная» зона.

Итак Севанскую зону (Севано-Ширакско-Акеринскую синклинальную зону) можно рассматривать как состоящую из Степанаван-Красносельского и Памбакского синклинорий верхнемелового периода и Присеванской «шовной» палеогеновой зоны юра — нижнемелового возраста. Граница между ними тектоническая.

Северная граница Присеванской «шовной» антиклинальной зоны проходит через с. Катнахпюр—Пушкинский перевал — ст. Шагали — гор. Дилижан — с. Гош — северный склон Севанского хребта, далее на восток.

Южная граница проходит через с. Амасия — гор. Кировакан — Семеновский перевал — оз. Севан — с. Зод и далее на восток.

Государственный производственный
геологический комитет
Армянской ССР

Պ. Լ. ԵՓԵՄՅԱՆ

Մերձսևանյան «կցվածության» անտիկլինալին դոման

Նրկար ժամանակ իշխել է այն կարծիքը, որ մերձսևանյան տեկտոնական զոնան իրենից ներկայացնում է վերին կավճային ձկվածք (прогиб) և ունի սինկլինալային կառուցվածք:

Վերջին տարիների ընթացքում մեր կողմից կատարված ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ այդ զոնան (երկրաբանների կողմից անվանված Սևանա-Շիրակա-ակերինյան, մերձսևանյան, սևանյան, Ամասիա-սևանյան և այլն) չունի միասեռ կառուցվածք, ինչպես ենթադրվել է նախկինում: Նա կազմված է երեք հիմնական տեկտոնական զոնաներից՝ կենտրոնական, հյուսիսային և հարավային: Կենտրոնական մասն ունի անտիկլինալային կառուցվածք և կազմավորվել է յուրայի և ստորին կավճի դարաշրջանում: Հյուսիսային և հարավային մասերը ներկայացնում են վերին կավճային և պալեոգենյան ձկվածքներ և ունեն սինկլինալային կառուցվածք:

Կենտրոնական անտիկլինալային մասը, որն անվանում ենք Մերձսևանյան զոնա, իր բազմաթիվ առանձնահատկություններով տարբերվում է իրեն կից Ստեփանավան — Կրասնոսելսկի (Հոռիի) և Փամբակի սինկլինորիներին: Այսպես՝ կենտրոնական մասը հիմնականում կազմված է յուրայի և ստորին կավճի նստվածքային ապառներից և մասամբ, վերին կավճի և պալեոգենյան նստվածքներից: Նրա հիմնական կառուցվածքը ձևավորվել է մինչև վերին կավճի դարաշրջանը, ստեղծելով երկու անկլինորիներ՝ Զոհի և Ղուկասյանի: Ապարները խիստ ծալքավորված են, ընդհուպ մինչև շրջված ծալքերը: Ծալքերն ունեն հովհարաձև կառուցվածք, կտրտված են բազմաթիվ դիգյունկտիվ խախտումներով (խզվածքներով): Այս զոնան հայտնի է իր հիմքային և ուլտրահիմքային ապառներով, որ երկրաբանության մեջ հայտնի է օֆիոլիտային գոտի անունով: Այստեղ, բացի հիմքային ապառներից, կան նաև թթու-գրանիտային ինտրուզիաները: Ինչպես այդ ինտրուզիվ զանգվածները նեղ, ձգված ձևեր ունեն, նրանց հետ են կապված թրամի, նիկելի, ասկու, պղնձի, տիտանի հանքազույգումները: Այս զոնայի սահմանները տեկտոնական են:

Փամբակի և Ստեփանավան — Կրասնոսելսկի սինկլինորիները ունեն երկրաբանական գրեթե նույն կառուցվածքը: Նրանք կազմված են կավճի և պալեոգենի ապառներից, ունեն սինկլի-

նալային կառուցվածք, ծալքավորումը թույլ է, ծալքերը բրախի և կամ ձգված բրախի կառուցվածք ունեն: Ինտրուզիվ ապառները թթու են և ալկալային, պրոեկցիայում երևում են կլոր և էրիպսային ձևերով: Հանքավայրերը տեղադրված են զոնաների կողային մասերում և ներկայացված են երկաթի, ոսկու, պղնձի, արձնի, ցինկի և այլ մետաղային հանածոներով:

Այսպիսով, մերձսևանյան (կենտրոնական) զոնան իր բոլոր առանձնահատկություններով տարրերվում է իրեն կից մյուս զոնաներից և հիշեցնում է Ն. Պ. Խերասկովի նկարագրած Ուրալի «ШОВНЫЙ» անտիկլինալային զոնան, որը բնութագրվում է խոր դիզյունկտիվ խախտումներով, ուժեղ ծալքավորումներով, ձգված ինտրուզիաներով, օֆիոլիտային զոտիով:

Վերոհիշյալից հետևում է, որ մինչև այժմ ընդունված Սևանի մեկ միասնական տեկտոնա. իան զոնան պետք է դիտել որպես երեք ինքնորույն տեկտոնական զոնաներ՝ Մերձսևանյան «ШОВНЫЙ» անտիկլինալային զոնա, Փամբակի սինկլինալային զոնա և Ստեփանավան — Գրաս-Հոսեյսկի (Լոռի) սինկլինալային զոնա:

ЛИТЕРАТУРА — ЦИТАЦИЯ

- ¹ Л. Н. Леонтьев, Тектоническое строение и история геотектонического развития Малого Кавказа, Бюл. МОИП, отд. геол., № 4, 1949. ² А. Т. Асланян, Региональная геология Армении, Ереван, 1958. ³ А. А. Габриелян, Основные вопросы тектоники Армении, Ереван, 1959. ⁴ Е. Е. Милановский и В. Е. Хаин, Геологическое строение Кавказа, 1963. ⁵ Н. Г. Магакьян, О металлогенической специализации в некоторых типах тектоно-магматических комплексов, Зап. ВМО, ч. 81, вып. 3, 1952. ⁶ Л. А. Варданянц, Тектоническая карта Кавказа, М. 1:100000, 1955. ⁷ Н. П. Херасков, Принципы составления тектонических карт складчатых областей на примере южного Урала, Изв. АН СССР, серия геол., № 5, 1948.

ГЕОЛОГИЯ

Л. П. Яшвили

О генезисе и перспективах марганцевого оруденения
Армянской ССР

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Г. Магакьяном 3/IX 1965)

Небольшие месторождения и проявления марганцевых руд на территории Армянской ССР распределены неравномерно; общее число их превышает полсотни.

Сравнительно наиболее значительные и частично разведанные концентрации марганцевых руд сосредоточены с одной стороны на крайнем северо-востоке республики в Иджеванском и Ноемберянском районах (у с. Калача, Севкар, Саригюх и др.), с другой стороны—в Горисском районе (у с. Сваранц).

Ряд небольших или слабо изученных проявлений марганцевых руд известен также в Алавердском, Кироваканском, Степанаванском, Егехнадзорском и др. районах (фиг. 1).

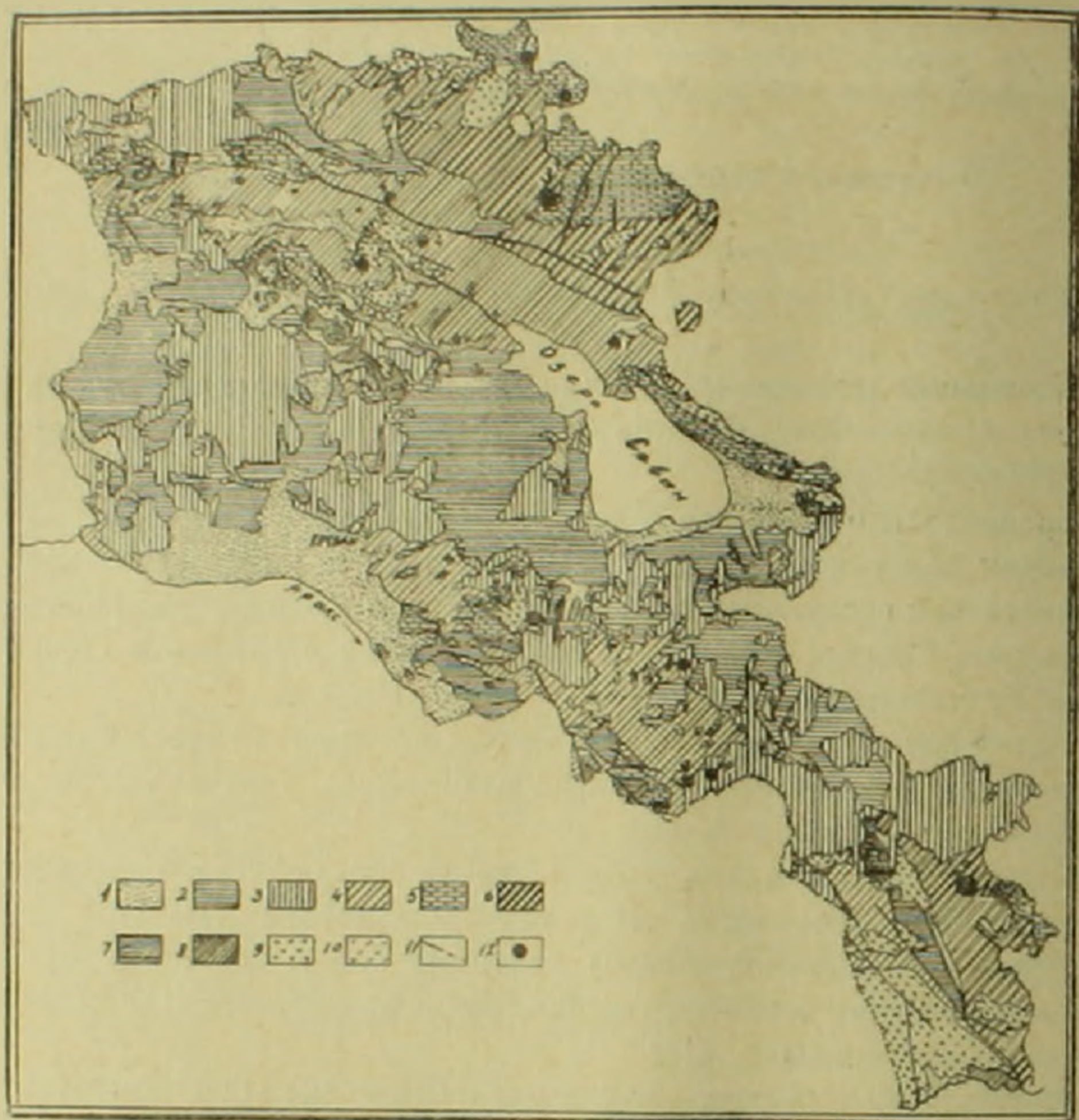
Рудовмещающими для подавляющего большинства известных месторождений и проявлений являются вулканогенно-осадочные породы верхнемелового (кампан-сантон) возраста, а для некоторых проявлений—вулканогенно-осадочные толщи среднеюрского, среднеэоценового и олигоценового возраста (¹).

Морфология и размеры рудных тел различны; чаще всего это пластообразные или линзообразные тела, приуроченные к контакту порфиров и известняков или мергелей, причем оруденение развивается метасоматически в карбонатных породах (Саригюх, Сваранц и др.). Наряду с пластообразными телами на этих же месторождениях, или независимо от них, довольно широко развиты зоны дробления, сцементированные рудой (Саригюх, Дебед, Горадис и др.) и реже секущие жильные тела (Севкар), сложенные массивной рудой.

Размеры рудных тел по данным выходов их на поверхность и предварительных поисково-разведочных работ, проведенных лишь на участках Севкар—Саригюх и Сваранц, колеблются в широких пределах: по простиранию от десятков метров до 100 м, по падению 50—100 м при мощности обычно 0,5—1 м до 5—6 м в раздувах. Только для некоторых зон брекчированного оруденения прослеженная длина их достигает 400—500 м, а мощность от 5 до 20—30 м.

Марганценосная полоса северо-востока республики от села Ачаджур до сс. Севкар, Саригюх и Калача прослеживается, правда с перерывами, на 8 км, а рудная полоса Горисского района даже на 20 км.

В этих пределах предварительно изучены лишь отдельные выходы марганцевых руд, представляющих отрезки единых рудных полей, имеющих значительные перспективы.



Условные обозначения:

1 — четвертичные отложения; 2 — покровы четвертичных и верхнеплиоценовых лав; 3 — вулканогенные толщи плиоцена-олигоцена; 4 — вулканогенная толща эоцена; 5 — вулканогенно-осадочные толщи мела; 6 — вулканогенная толща юры; 7 — осадочные толщи триаса-девона; 8 — метаморфическая толща нижнего палеозоя-докембрия; 9 — гранитоиды различного возраста; 10 — гипербазиты и габбро эоценового возраста; 11 — тектонические нарушения; 12 — месторождения и проявления марганца.

Месторождения и проявления Mn

1. Калача. 2. Котигюх, 3. Севкар-Саригюх, 4. Дебел, 5. Махаращен, 6. Агарак, 7. Красносельск, 8. Кариашен, 9. Горадис, 10. Мартирос, 11. Сваранц.

Представляет интерес вопрос о составе марганцевых руд. Прежде всего следует подчеркнуть резкое отличие их по строению и составу от руд классических осадочных месторождений типа Чнатурс-Никополь

(1). Во всех осмотренных нами месторождениях совершенно отсутствуют оолитовые или конкреционные текстуры руд и господствуют кристаллические, массивные и вкрапленные текстуры. Руды состоят из пластинчатого и игольчатого пиролюзита и полианита, псиломелана, реже манганита и гематита. На Сваранцском месторождении главными минералами являются браунит, родонит, манган-анкерит.

Из жильных минералов широко развиты кварц, халцедон и кальцит, реже и в подчиненном количестве отмечаются барит, агат, родохрозит и манганокальцит.

Как редкие минералы в рудах некоторых месторождений отмечаются самородная медь, сульфиды меди и медная зелень.

По данным многочисленных анализов руды содержат от 25 до 40—45% Мп; до 20—30% SiO_2 ; 1—10% CaO ; 2—28% Fe_2O_3 ; до 2—3% BaO ; до 0,5% Pb , S , P ; немного (сотые доли %) Cu , Ni , Co , Mo , V , Ti , а также тысячные доли % Re .

В наиболее богатых пиролюзитовых рудах содержание MnO_2 достигает 88—90%—это ценные пероксидные руды, а в браунитовых рудах Сваранца среднее содержание Мп составляет 40—42%. К сожалению, с глубиной браунит вытесняется родонитом и манган-кальцитом, за счет окисления которых он возник, и содержание в руде Мп—падает.

Обращаясь к вопросу об условиях образования и перспективах марганцевого оруденения территории Армянской ССР следует сказать, что фактических материалов для однозначного решения указанных проблем пока собрано недостаточно, что находится в связи со слабой степенью изученности и разведанности указанных месторождений.

Однако, именно это обстоятельство и побудило нас выступить с некоторыми соображениями, которые возможно помогут в дальнейшем изучении и освоении марганцевого оруденения территории республики.

В целях большей обоснованности высказанных суждений мы не только осмотрели проявления оруденения в Армянской ССР, но и проработали обширную литературу (1-7) по сходным с нашими марганцевым месторождениям соседних республик—Грузинской ССР, Азербайджанской ССР и зарубежных стран (Турции, Ирана, Болгарии, Югославии, Японии, США, Кубы и др.).

Вопросы генезиса марганцевого оруденения территории Армянской ССР пока еще окончательно не выяснены. Большинство исследователей считает, что все эти рудопоявления относятся к низкотемпературному гидротермальному типу и образовались, по заключению академика А. Г. Бетехтина, в близповерхностных условиях, в явно кислородной обстановке; только Саригюхское (Саталмышское) месторождение, по его мнению, «является типичным пластовым рудным телом, безусловно, осадочного происхождения, но содержит не очень резко проявленные признаки позднейшего метаморфизма и следы гидротермального изменения».

Вся сумма собранных фактов говорит за эпигенетический генезис марганцевых рудопроявлений Армении; это:

1) приуроченность концентраций марганцевых руд к различным по возрасту вулканогенно-осадочным толщам (средняя юра, верхний мел, эоцен, олигоцен);

2) наличие наряду с пластообразными также жильных рудных тел и зон брекчиевидных и вкрапленных руд;

3) широкое развитие процессов метасоматоза, в особенности избирательного метасоматоза карбонатных пород и обломков с образованием брекчиевидных и конгломератовидных руд;

4) большая роль в рудах гидротермальных минералов: кристаллического пиролюзита, полнанита, кварца, барита, карбонатов, а также агата и халцедона.

Гипогенные эксгаляции и растворы, связанные с корнями рудовмещающих эффузивов или малыми интрузиями (выходы которых обычны в пределах рудных полей) отлагали марганцевые руды частью в подводных условиях (с замещением донного мергелистого ила и образованием пластообразных тел), частью же проникали по трещинам и зонам дробления в породы различного возраста и состава, образуя жилы, гнезда или брекчированные штокверковые зоны.

На ряде месторождений (например Саригюх-Севкар) часть рудных тел по условиям образования приближается, таким образом, к осадочным (пласты), а другая часть — к гидротермальным (жилы, штокверковые зоны).

Во всех случаях, однако, растворы, выносившие марганец, имели гипогенный характер и связаны с вулканическими очагами верхнемелового и третичного возраста.

Условия образования рассмотренных нами месторождений своеобразны и мы, в согласии с мнением геологов ИГН АН Армянской ССР (А. Е. Кочарян, И. Г. Магакьян и др.), относим их к вулканогенно (эксгаляционно)-осадочному типу, широко развитому в пределах Средиземноморского и Тихоокеанского металлогенических поясов^(6,7).

Среди марганцевых месторождений этого типа нет очень крупных объектов, но в ряде стран (Болгария, Турция, Япония, Мексика, Куба) они с успехом разрабатываются.

Все рассмотренные нами месторождения представляются нам сравнительно небольшими по перспективным запасам, но некоторые из них и, в первую очередь, Севкар-Саригюхское и Сваранцское, безусловно, заслуживают дальнейшего изучения и постановки поисково-разведочных работ.

В заключение автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность академику АН Армянской ССР И. Г. Магакьяну и П. Ф. Андрущенко за консультацию в процессе полевых и камеральных работ.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՌ-ի մանգանի հանքանյութային ծաղման և հետազոտության մասին

Հայկական ռեսուրսային մանգանի հայտնի հանքավայրերից համեմատաբար
հետազոտված են համարվում Սևար-Սարիգյուղը և Սվարսնցը: Հանք պարունակող
հրաբխածին-նստվածքային հաստվածքներն ունեն վերին կավճի, երբեմն էլ միջին յուրայի,
միջին կամ օլիգոցենի հասակ:

Հանքանյութումը ներկայացված է շերտաձև կամ ոսպնյակաձև, երբեմն երակային և
շտեկերային մարմիններով, որոնց չափերը բոլոր տարածման հասնում են մինչև 100 մ,
իսկ հորոթյունը տատանվում է 0,5—1 մինչև 3—8 մ սահմաններում: Մանգանի պար-
ունակութունը հանքանյութում կազմում է 20 մինչև 40—45%, իսկ MnO_2 -ի պարունակ-
ութունը՝ 88—90%:

Հայկական ՍՍՌ-ի մանգանի հանքավայրերը դասվում են հրաբխածին-նստվածքային
միջին և սերտորեն կապված են վերին կավճի ու երրորդական հասակի փոքր ինտրու-
զիաներից ու էքստրուզիվներից առջացած էկզոպլազմիաների հետ: Այդ հանքանյութերն
առաջացել են էքզոպլազմիաներով դուրս բերած Mn և SiO_2 -ի հաշվին մասամբ մետա-
մորֆ հանապարհով ավազների հատակի մերգելային տիղմում (շերտաձև մարմիններ),
մասամբ էլ՝ տարբեր հասակի ապարների ճեղքերում (երակներ և շտեկերակներ):

ЛИТЕРАТУРА — ЧИТАТЕЛЬСТВО

¹ И. Г. Магакьян, Основные черты металлогении Армении, Сов. геология, ч. 7, 1957. ² Н. С. Шатский, Известия АН СССР, сер. геол., т. № 4, 1954. ³ Ш. А. Азизбеков, Геология Нахичеванской АССР, Госгеолтехиздат, 1961. ⁴ П. Ф. Андрущенко, Т. А. Халилова, Известия АН Азербайджанской ССР, № 3, 1957. ⁵ М. А. Кошкай, Т. А. Халилова, Известия АН Азербайджанской ССР, № 8, 1957. ⁶ И. Костов, Manganese in Bulgaria. A description of deposits closely associated with Cretaceous volcanics. The Min. Mag. V LXX, № 2, 1944. ⁷ Symposium sobre yacimientos de manganeso, XX congreso geol. internacional t. 1—V, Mexico, 1956.

В. О. Пароникян и А. Ш. Матевосян

Самородный мышьяк из Амасийского месторождения Армянской ССР

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 11/V 1965)

Рассматриваемое месторождение в структурном отношении находится в Севано-Амасийской металлогенической зоне (¹).

Сурьмяно-мышьяковая минерализация представлена довольно четко обособленными в пространстве кварц-антимонитовыми и аурипигмент-реальгаровыми жилами и гнездами. Очень редко в кварц-антимонитовых жилах отмечаются вкрапленники реальгара.

Рудные тела предпочтительно приурочены к кварц-карбонатным породам, которые часто контролируются приконтактной полосой ультраосновных и основных интрузий и известняков мела.

Самородный мышьяк был встречен в аурипигмент-реальгаровом типе руд, на образцах, взятых из шт. № 2 и 3. Он образует вкрапленники и сплошные массы величиной до нескольких сантиметров. Цвет минерала в свежем изломе — оловянно-белый. Поверхность минерала в течение нескольких дней становится черной в результате образования арсенолита (As_2O_3).

Цвет минерала под микроскопом в отраженном свете белый кремово-белый. Отражательная способность немного выше, чем у пирита и лёллингита. Двуотражение выражено довольно отчетливо с изменением цветного оттенка от светло-кремово-белого до белого и нежно-фиолетово-розовым оттенком. Сильно анизотропный. В агрегатах зерен устанавливаются как гиподиоморфнозернистые, так и алло триоморфнозернистые структуры. Широко развиты тонкопластинчатые полисинтетические двойники роста по (0112), иногда также по двум направлениям, создавая решетчатую или паркетобразную структуру. Отдельные индивиды часто имеют ланцетообразную форму, нередко изогнутые. В результате смятия параллельные пластинки иногда создают ступенчатую структуру. Следы спайности проявлены довольно часто (фиг. 1) и представлены параллельными тонкими линиями в одном или двух направлениях по (0001) или реже по (1012). Часто обнаруживаются треугольники выкрашивания.

В просмотренных шлифах самородный мышьяк замещает пирит, лёллингит и возможно минералы группы сафлорита; сам он в свою очередь замещается арсенолитом, реальгаром и аурипигментом (фиг. 2). Причем, судя по структурно-текстурным взаимоотношениям, по вре-



Самородный мышьяк с отчетливо выраженной спайностью по (0001). $\times 150$.



Самородный мышьяк (белое) окаймляется и замещается реальгаром (серое). Темно-серое—кварц. $\times 150$.

мени образования, самородный мышьяк ближе стоит к пириту и лёллингиту, чем к реальгару и аурипигменту.

Межплоскостные расстояния исследуемого минерала, приведенные в табл. 1, совпадают с таковыми самородного мышьяка из различных месторождений мира (²⁴³).

Судя по спектральным анализам, образец довольно чистый, сумма содержаний примесей не превышает 0,1—0,3%. В нем установлены:

Al, Mg, Ca, Sb—0,01—0,03%; Ag, V—0,0033%; Mn, Ti, Cu, Zn—
—0,001—0,003%; Co—0,03—0,01%; Cr, Ni—0,03—0,1%.

Под бинокулярным микроскопом отмечались несколько морфологических разновидностей исследуемого минерала, которые связаны между собой постепенными переходами. Довольно часты листоватые и реже радиальнолучистые агрегаты,

которые в свою очередь переходят в бесформенные и почковидные массы. В литературе (⁴) таблитчатость и хорошая спайность самородного мышьяка принимается за признак слоистой структуры и на этом основании выделяют самостоятельный минерал-гексагональный арсеноламприт в отличие от почковидного ромбоэдрического мышьяка. К. Педра и Э. Фишера (⁵) отрицают существование арсеноламприта как самостоятельного минерала и считают последний смесью мышьяка и арсенолита. Однако следует заметить, что приведенные ими в пользу такого суждения доводы нельзя считать окончательными, поскольку в них не учиты-

вается возможность изоструктурности этих разновидностей мышьяка. Если исходить только из морфологических признаков, то можно считать, что в нашем случае речь идет как о арсеноламприте, так и о самородном мышьяке, находящихся друг с другом в тесных сростаниях.

Самородный мышьяк согласно литературным источникам образуется в последний момент гидротермальной деятельности. Особенно он характерен для руд пегматитной формации. Почковидные его массы установлены также в свинцово-цинковых рудах Садонского месторождения и в ассоциации с кальцитом в Забайкалье (⁶). Образование самородного мышьяка Ван дер Веен и Деви (^{5,7}) объясняют исключительно процессами окисления и вторичного обогащения, что, однако, А. Г. Бетехтин справедливо считает маловероятным, поскольку мышьяк в этих условиях не устойчив, и скорее следует ожидать образования арсенолита, чем самородного мышьяка. С вышеуказанными

Таблица 1

Межплоскостные расстояния самородного мышьяка из Амасийского месторождения*

№ иний	<i>l</i>	$\frac{da}{n}$	$\frac{ds}{n}$
1	5	3,50	3,17
2	6	(3,06)	2,78
3	10	2,76	2,50
4	4	(2,26)	2,05
5	8	2,04	1,85
6	10	1,866	1,692
7	7	1,760	1,595
8	7	1,652	1,497
9	9	1,549	1,404
10	3	1,384	1,255
11	3	1,368	1,240
12	7	1,283	1,163
13	7	1,196	1,084
14	4	1,113	1,009
15	4	1,083	0,982
16	2	1,000	0,960

* Анализ образца произведен в лаборатории ИГН С. Б. Геворкян.

соображениями находится в противоречии и время образования самородного мышьяка на исследуемом месторождении. Как следует из вышеприведенного описания, структурно-текстурные особенности и возрастное взаимоотношение самородного мышьяка с другими минералами не оставляют сомнения в его образовании в гипогенных резко восстановительных условиях.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Վ. Հ. ՊԱՐՈՆԻՅԱՆ ԵՎ Ա. Շ. ՄԱԹԻՎՈՍՅԱՆ

**Բնածին մկնդեղը Հայկական ՍՍՌ-ի Արարատի հանքավայրի
հանքաքիմիայի**

Հոդվածում բերված է Հայաստանի հանքանյութերում առաջին անգամ հայտնաբերված բնածին մկնդեղի մանրամասն նկարագրությունը և երա փոխհարաբերությունը այլ միներալների նկատմամբ:

Նշված փոստական նյութը հնարավորություն է տալիս հաստատելու, որ բնածին մկնդեղը այս հանքավայրում ունի հիպոգեն ծագում: Նկարագրվում է նաև բնածին մկնդեղի մի այլ մոդիֆիկացիայի՝ հեքսագոնային արսենոլամպրիտի առկայությունը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ *И. Г. Магакьян, С. С. Мкртчян*, „Изв. АН АрмССР“, сер. геол., т. 10, № 4 (1957).
² Минералы, т. 1, изд. АН ССР, М., 1960. ³ *К. Педра, Э. Фишера*, Мин. сборник. № 10, изд. Львовск. университета, 1956. ⁴ *П. Рамдор*, Рудные минералы и их составы, изд. ИЛ, М., 1952. ⁵ *А. Г. Бетехтин*, Курс минералогии, Госгеолтехиздат, М., 1956. ⁶ *Р. В. Веем, Ван дер*, Mineralography and ore deposition, 1925. *В. М. Девил*, Econ. Geol., 15, 1920.

С. А. Пирузян

Новые данные по сейсмотектонике Большого Ереванского района

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. А. Габриеляном 8/IV 1965)

В связи с уточнением величины исходной сейсмической балльности Приереванского района, отнесенной к реальным грунтовым условиям местности и определенным типам сооружений, нами было проведено детальное изучение сейсмического режима Большого Ереванского района за возможно большой промежуток времени (^{1,2})*.

Была составлена макросейсмическая карта Большого Ереванского района, на которой условными знаками показано географическое расположение эпицентров всех землетрясений интенсивностью от 4 до 8 баллов. Из материалов этих работ следует, что с достаточной для практики точностью обладают макросейсмические данные о сильных и разрушительных землетрясениях, происшедших за последние 1000 лет. Точность определения эпицентров этих землетрясений интенсивностью 6—8 баллов не превышает $\pm 10—15$ км. Была показана значительно большая степень сейсмоактивности южной части района (по частоте случаев и интенсивности землетрясений) по отношению к северной, разделяющихся приблизительно по широте Арзни—Аштарак, а также наличие линейно вытянутых эпицентральных зон землетрясений трех основных направлений: общекавказского, меридионального и антикавказского.

Методика описываемых здесь сейсмотектонических исследований заключается в последовательно проводимых следующих трех операциях, основанных на определенных геологических предпосылках.

1. Поскольку можно считать установленным, что землетрясения в общем связаны с разломами того или иного типа (сейсмические швы

* Работа проводилась в связи с сейсмическим микрорайонированием территории г. Еревана. С целью охвата всех очаговых зон землетрясений, представляющих потенциальную опасность для г. Еревана, для изучения была выбрана территория вокруг города радиусом 60 км, названная нами Большим Ереванским районом. Он составляет центральную часть территории республики и включает в себя большую часть Вулканического нагорья АрмССР, а также Среднеараксинский межгорный прогиб вплоть до г. Арарат на юге.

по Гамбургеву (¹), сейсмогенные зоны по Губину (²), то в первую очередь сопоставляются имеющиеся для изучаемого района данные о разломной тектонике с сейсмостатистическими данными с целью выявления степени сейсмогенетичности тех или иных конкретных зон разломов. Выявленные зоны разломов классифицируются с этой точки зрения.

2. С целью выяснения причинных связей различного поведения установленных по геологическим и другим данным дизъюнктивных нарушений в смысле их сейсмоявлений, имеющиеся макросейсмические данные сопоставляются с данными о новейших и современных тектонических движениях земной коры в пределах изучаемой области.

3. Для выявления причинных связей разного проявления новейших и современных движений, полученные результаты сопоставляются с данными о степени консолидации фундамента различных частей изучаемой области. С этой целью привлекаются схемы тектонического районирования возможно крупного масштаба, построенные на принципах, отвечающих требованию поставленной задачи.

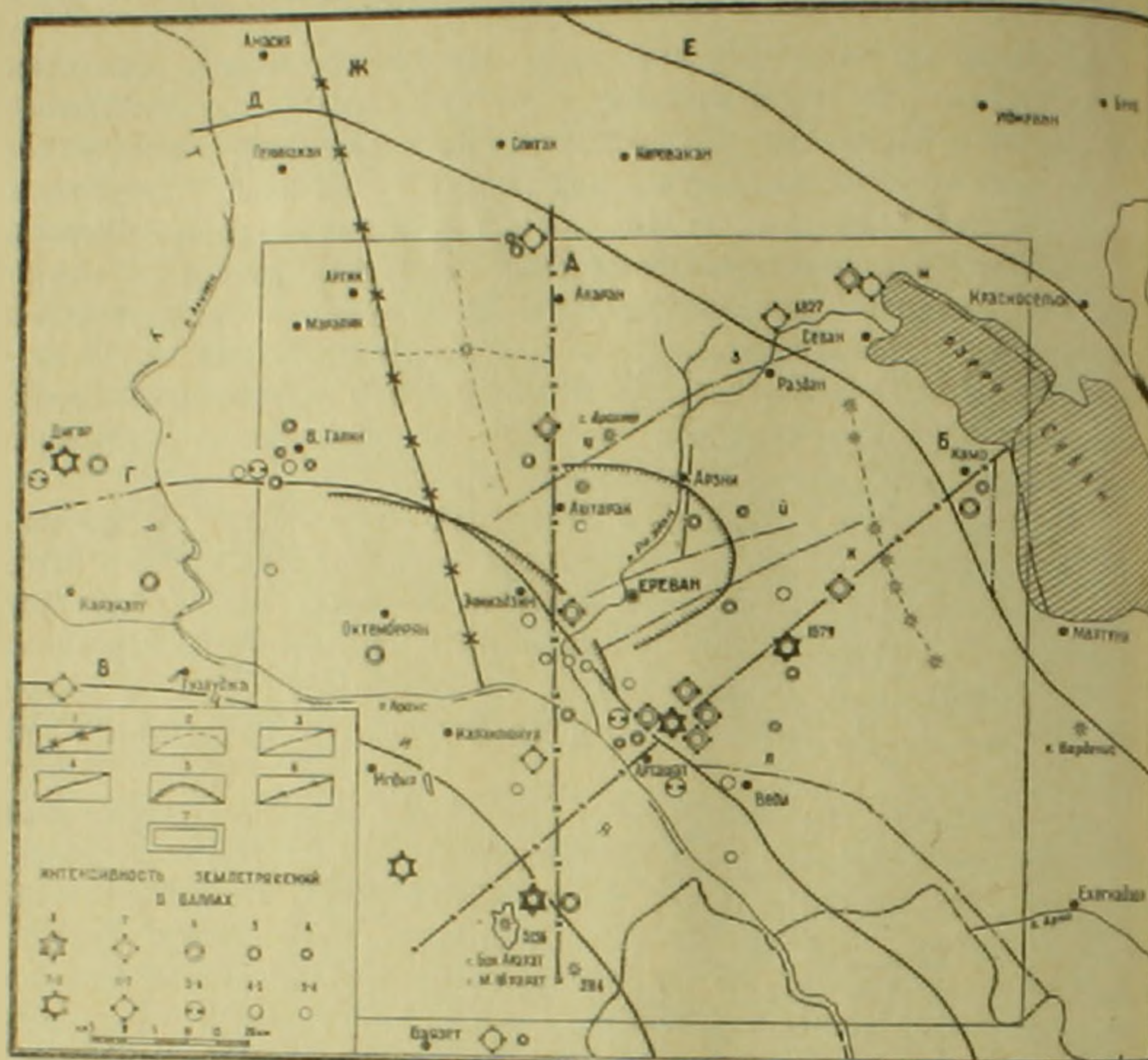
В соответствии с указанной методикой были составлены три сеймотектонические схемы для территории Большого Ереванского района. На первой схеме совмещены макросейсмическая карта Большого Ереванского района и схема дизъюнктивных нарушений, составленные по материалам А. Т. Асланяна (⁴), А. А. Габриеляна (⁵), Е. Е. Милановского (⁶), Л. Н. Зограбяна (⁷) и др. Эта схема представлена на фиг. 1.

Исключение составляют лишь две зоны разломов, проведенные нами предположительно по сейсмическим данным по оси двух линейно вытянутых эпицентральных зон меридионального и антикавказского направления. Обоснование этих разломов с точки зрения их сейсмогенности усматривается из обнаруженной закономерности расположения довольно точно определенных эпицентров сильных и разрушительных землетрясений на определенных линиях. Оно достаточно убедительно со статистической точки зрения, поскольку характеризует сейсмические проявления за более чем тысяча лет. Имеются и другие доказательства существования этих разрывных нарушений.

Разлом антикавказского направления (на фиг. 1 помечен буквой Б) в своей средней части, приблизительно от села Геташен до озера Акналич, зафиксирован геологическими и геофизическими данными преимущественно по долине р. Азат (^{4, 5, 7, 8}). По нашим данным он протягивается к юго-западу через села В. Двин и Арташат до г. Арарат и, к северо-востоку, до западного побережья озера Севан вдоль упомянутой выше зоны линейного расположения эпицентров землетрясений антикавказского направления. Для юго-западного продолжения этого дизъюнктивного нарушения (в пределах Союза ССР) имеется и геофизическое обоснование.

Разлом меридионального направления (на фиг. 1 помечен буквой А), протягивающийся согласно нашим данным от г. Арарат на юге до

северо-восточных отрогов г. Арагац на севере* (гор. Спитак), до настоящего времени геологической съемкой не установлен. Возможно, он не пересекает дневную поверхность по этой линии, а сечет более глубокие структуры, покрытые сверху молодыми лавами и другими отложениями.

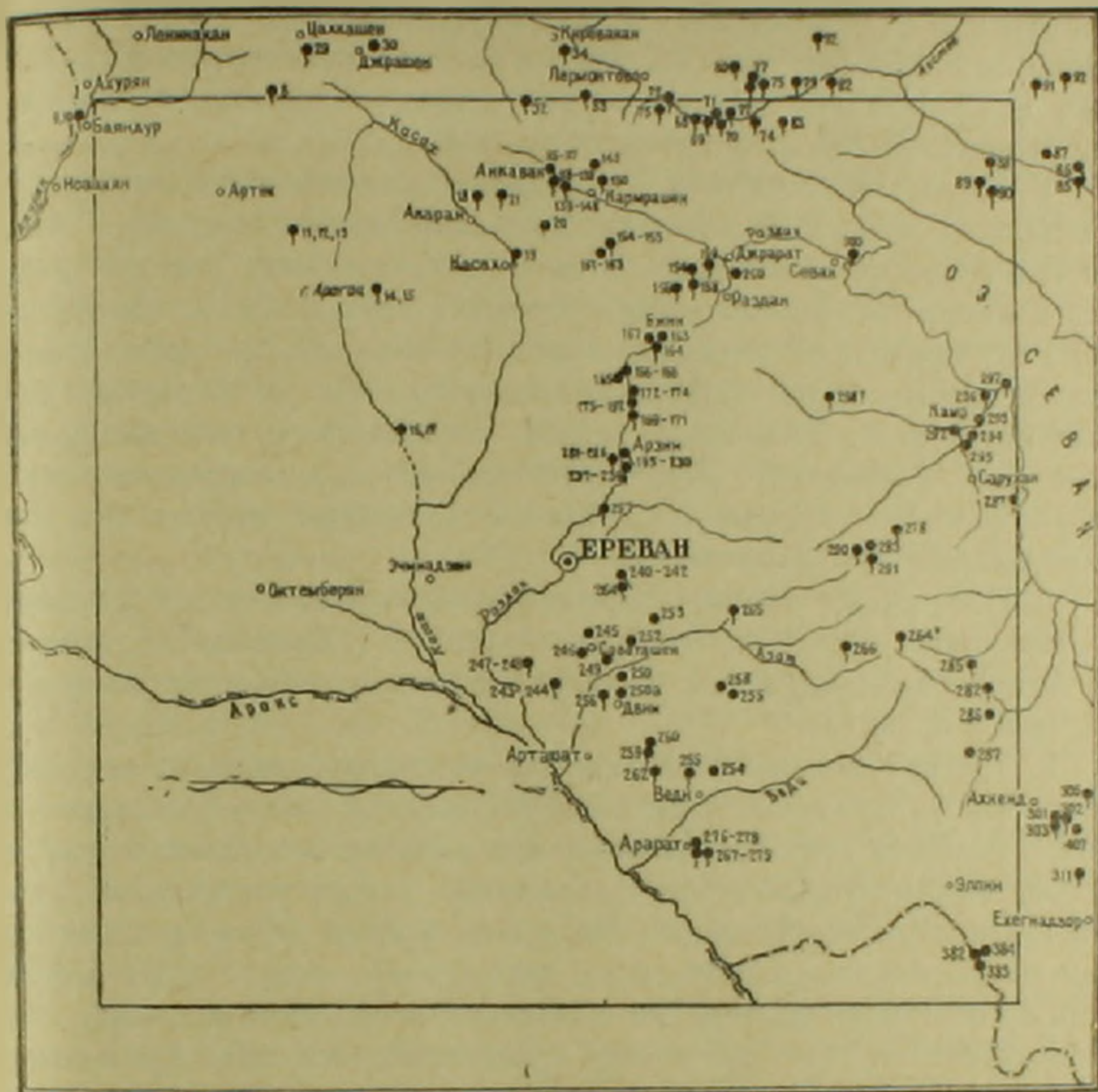


Фиг. 1. 1—транскавказское меридиональное поднятие по А. А. Габриеляну; 2—разломы и трещины, фиксируемые линейным расположением вулканов и глубокими ущельями; 3—молодые разрывные нарушения, фиксируемые геологически и выраженные в рельефе; 4—унаследованные, обновленные глубинные разломы; 5—флексуры, местами осложненные сбросами; 6—предполагаемые разломы меридионального и антикавказского направлений, установленные автором; 7—границы Большого Ереванского района. Классификация дисъюнктивных нарушений по сейсмичности: разломы первой категории—А, Б, Г, Д, разломы второй категории—и, й, к, л, м.

Установленный разлом приблизительно проходит по оси зоны линейно вытянутых эпицентров с севера на юг в 12—13 км к западу от г. Еревана. На фиг. 2 приведена выкопировка из карты минеральных источников Армянской ССР в пределах исследуемого района, составленной А. П. Демехиным. На карте-врезке довольно четко выделяется цепочка минеральных источников, вытянутая в меридиональном направлении в 4—5 км к востоку от г. Еревана по ущелью реки Раз-

дан и далее к югу до поселка Арарат. Приблизительно такая же картина наблюдается и на карте углекислых источников Армении, приложенной к монографии А. Т. Асланяна (4).

Некоторое параллельное смещение (15—18 км) к востоку на плане цепочки минеральных источников по отношению к оси зоны разлома А является, по-видимому, следствием наклона к западу плоскости смещения разлома. Эпицентры значительных землетрясений на



Фиг. 2. Выкопировка из карты минеральных источников Армянской ССР (по А. П. Демехину).

поверхности земли отображают подвижки по разлому в недрах земли, между тем как минеральные источники связаны с „верхним краем“ разлома, с его пересечением с дневной поверхностью. Из сказанного косвенно следует также, что р. Раздан, в своем среднем течении, протекает по зоне означенного разлома.

В последние годы в работах ряда исследователей (9-12) подчеркивается мысль о важном значении структур антикавказского и поперечного направлений в истории тектонического развития Кавказа. Одно из этих поперечных поднятий (9), так называемое Казбек-Ара- ратское поднятие, в пределах нашего планшета с достаточной точ-

ностью совпадает с выявленной нами зоной Спитак-Арагатского меридионального нарушения.

Далее, в соответствии с программой работ, были составлены вторая и третья сеймотектонические схемы. С этой целью вышеописанная схема сейсмоактивности (карта-эпицентров) поочередно накладывалась на выкопировки из схем новейшей тектоники Армянской ССР и тектонического районирования Антикавказа по принципу возраста складчатости, составленных А. А. Габриеляном^(5, 8). В результате сеймотектонического анализа этих и ряда других материалов нами был установлен следующий ряд общих и частных геологических признаков сейсмичности:

1. Возраст складчатости контролирует сейсмическую активность. Чем моложе возраст складчатого основания района, т. е. чем ближе к нам в геологическом прошлом на геосинклинальном этапе сохранялась повышенная тектоническая активность, тем чаще в настоящее время тут происходят специфические тектонические движения, поражающие сильные и разрушительные землетрясения. В пределах юго-западной части Б. Ереванского района, где складчатое основание, согласно А. А. Габриеляну, имеет наиболее молодой верхнеальпийский возраст (предмэотическое—послепонтическое время), наблюдается наиболее высокая сейсмоактивность.

2. Наибольшая сейсмическая активность наблюдается в тех районах (например, в юго—юго-западной части Б. Ереванского района), где широко распространены поперечные наложенные тектонические впадины и поднятия.

3. Третьим важным геологическим критерием повышенной сейсмоактивности, установленным для юго-западной части исследуемого района, является широкое развитие контрастных новейших и, особенно, современных тектонических движений, характеризующихся большим градиентом вертикальных движений во времени и в пространстве. С интенсивными неотектоническими движениями одного знака с большими абсолютными значениями амплитуд связана относительно слабая сейсмоактивность (северо—северо-восточная часть Б. Ереванского района).

4. Изложенные в первых трех пунктах критерии сейсмичности по геологическим признакам лишь в совокупности, на наш взгляд, обуславливают повышенную (максимальную) сейсмическую активность южной части исследуемого района, да и, вероятно, других сейсмоактивных областей, в том числе Армянского нагорья. Наличие какого-либо одного из них, даже ярко выраженного, не должно вызывать опасений о возможности разрушительных или катастрофических землетрясений.

5. Сильные и разрушительные землетрясения связаны с глубинными разломами как общекавказского (юго-восточного) направления, так и поперечного (меридионального и северо-восточного) направления (фиг. 1). Преобладающее большинство разрушительных землетрясений

(7 и 8 балльных) связано с разломами омоложенными, вызванными к активной деятельности, независимо от их типа и возраста, комплексом тектонических факторов, описанных в первых трех пунктах. Таковыми являются разломы южной и юго-западной частей Б. Ереванского района (разломы *Б, В, Г* и южная часть разлома *А* на фиг. 1). Наибольшее сгущение эпицентров значительных землетрясений наблюдается в местах пересечения под острым углом различно ориентированных древних и молодых разрывных нарушений. Особенно выделяется дизъюнктивный узел к юго—юго-западу от г. Еревана. Здесь на пересечении Ереванского и Араратского глубинных разломов общекавказского направления (⁴) с установленными Спитак-Араратским и Севано-Араратским разломами соответственно меридионального и антикавказского направления располагаются эпицентры нескольких 8-и 7-балльных и более слабых землетрясений, происшедших за время последнего тысячелетия (Двинские землетрясения 851—893 гг., Ереванские землетрясения 1679, 1910 и 1937 гг., Араратское землетрясение 1840 г., Игдырское землетрясение 1962 г. и др.). Этот узел остается наиболее опасным для столицы республики и в будущем, с точки зрения возможности высокобалльных сейсмоявлений.

В результате проведенной работы установлены две новые зоны региональных разломов (поперечных поднятий?) меридионального и антикавказского направлений. Первая из них, названная нами Спитак-Араратской, проходит с севера на юг приблизительно по середине Б. Ереванского района от города Спитак на севере до горы Арарат на юге. Вторая зона (Севан-Араратская) протягивается в антикавказском северо-восточном направлении от оз. Севан до г. Арарат. Разломы установлены по совокупности сейсмостатических, гидрогеологических, геофизических, а также локальных и региональных геологических данных. По ряду косвенных данных, в особенности макросейсмических эти зоны разломов протягиваются далеко за пределы Б. Ереванского района.

Анализ известных и вновь полученных геолого-тектонических данных приводит к заключению о блочно-глыбовой структуре верхней части земной коры на территории Б. Ереванского района. На самом деле рассмотрение карты-врезки района (фиг. 1) показывает, что весь он разделен как бы на отдельные неравновеликие блоки, разграничивающиеся разломами различных направлений. Превалируют, в основном, три направления: общекавказское (зоны разломов Ереванского, Арарат-Алашкертского и Анкаван-Зангезурского), меридиональное (зона Спитак-Араратского разлома) и антикавказское (зона Севан-Араратского разлома). Отдельные структурные блоки в свою очередь разбиты на более мелкие мозаичные глыбы молодыми поверхностными разрывными нарушениями в основном поперечных направлений. Описанная картина как бы иллюстрирует в миниатюре теорию Г. А. Гамбурцева (²) относительно блочного строения земной коры, разби-

той „сейсмогенными швами“ в пределах больших сейсмоактивных регионов.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

Ս. Ա. ՓԻՐՈՒՋՅԱՆ

Նոր «վալներ մեծ Երեվանյան շրջանի սեյսմոտեկտոնիկայի վերաբերյալ

Աշխատանքում քարադրված է Մեծ Որևանյան շրջանի (Հայկական ՍՍՌ կենտրոնական մասի) սեյսմոտեկտոնիկայի մանրամասն ուսումնասիրման արդյունքները։ Այդ նպատակով հեղինակի կազմած երկրաշարժերի էպիկենտրոնների մակրոսեյսմիկ քարտեզը (1) համադրվել է շրջանի դիզոնկտիվ խզումների (5—8), նորագույն ու ժամանակակից տեկտոնիկ շարժումների (6) և ժալրավոր ֆունդամենտի հասակային սկզբունքով կազմած (9) տեկտոնական քարտեզների հետ։ Ուսումնասիրության հետևանքով հայտնաբերված են երկու նոր խզումնային գոտիներ, որոնք ունեն երկայնական ու հակակովկասյան ուղղություններ (համապատասխանաբար Ուլիտակ — Արարատյան և Սեան — Արարատյան խզումները)։ Ցույց է տրված, որ ուժեղ և ավերիկ երկրաշարժերը կապված են երիտասարդացված խզումների հետ անկախ վերջիններիս ուղղությունից ու մորֆոլոգիական տեսակից (նկ. 1)։ Այդպիսի խզումներ գոյություն ունեն անեն ուսումնասիրվող շրջանի հարավ-արևմտյան առավել սեյսմոակտիվ մասում և, ըստ ներկա ուսումնասիրության, նեոտեկտոնիկների, պայմանավորված են հետևյալ երեք տեկտոնական համակարգերի համատեղ ներգործությամբ՝

1. առավել երիտասարդ հասակի (վերին ալպիական) ժալրավոր ֆունդամենտ,
2. խիստ դեֆերենցված (կենտրոնում) նորագույն և ժամանակակից տեկտոնական շարժումներ,
3. հին ժալրավոր ստրուկտուրաների նկատմամբ խաչաձև վերադրված պլիկատիվ ու դիպլիկատիվ դիսլոկացիաների առկայություն։

Ստացված է նաև նեոտեկտոնիկ ուսումնասիրվող շրջանի սահմաններում ծրկրի կեղևի բլուկային կառուցվածքի մասին, որը հաստատում է Գ. Ա. Գամբուրցեի սեյսմոտեկտոնիկ տեսությունը (3)։

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԸԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- С. А. Пиружян. Опыт уточнения исходной сейсмической балльности для целей микросейсморайонирования и детального сейсморайонирования. Бюлл. по инженерной сейсмологии, № 3—4. Изв. ИИС АН ТаджССР и ИГИС АН АрмССР, Душамбе, 1965.
- Г. А. Гамбурцев. Состояние и перспективы работ в области прогноза землетрясений, Бюлл. Совета по сейсмол. № 1, 1955. ² И. Е. Губин. Закономерности проявления землетрясений на территории Таджикистана, М., 1961. ³ А. Т. Асланян. Региональная геология Армении, Ереван, 1958. ⁴ А. А. Габриелян, „Известия АН АрмССР“, серия геол. и географ. наук № 4, 1961. ⁵ Е. Е. Милановский, Новейшая тектоника Армянской ССР и прилегающих районов Закавказья, Геология Армянской ССР, т. „Геоморфология“, Ереван, 1962. ⁶ Л. Н. Зограбян, О значении глубинной структуры в формировании Ю—В части М. Кавказа. Труды IV геоморф. конференции по изучению Кавказа и М. Кавказа, Ереван, 1957. ⁷ А. А. Габриелян, „Известия АН АрмССР“, серия геолог. и географ., № 4—5, 1963. ⁸ М. А. Кашкай, Г. П. Тамразян, Об антикавказских дислокациях на Кавказе, Труды совещ. тект. альп. геос. юга СССР, Баку, 1956. ⁹ М. Г. Агабеков, Ф. С. Ахмедбейли, Геологическая интерпретация сейсмичности Закавказья, Тезисы докл. совещ. сейсм. районир., Баку, 1957. ¹⁰ В. В. Белоусов, И. В. Кириллова, А. А. Сорский, „Известия АН СССР“, серия геофиз. № 5, 1952. ¹¹ М. М. Рубенштейн, А. Д. Цхакя, Сейсмоструктурные особенности Джавахетского (Ахалкалакского) нагорья, Труды Ин-та геофизики АН ГССР, т. XVII, Тбилиси, 1958. ¹² А. А. Габриелян, С. К. Арзуманян, ДАН АрмССР, т. XXXIV, № 4 (1962). ¹³ Н. В. Дмитришко, Д. А. Лилиенберг, Современная тектоника Кавказа, Сб. Современные движения земной коры, М., 1963.

МИКРОБИОЛОГИЯ

А. И. Минасян и А. Д. Налбандян

О влиянии азотобактерина на укоренение
и рост черенков винограда

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В. О. Казаряном 10/IV 1965)

Для укоренения черенков винограда используют разнообразные ростовые препараты (¹⁻⁶). В последнее время установлено также положительное влияние обменных продуктов бактерий, вызывающих образование растительных опухолей, на укоренение черенков винограда (⁷). Установлена также способность микроорганизмов синтезировать ауксины (⁸⁻⁹). Этот факт дал основание предположить, что в продуктах обмена веществ микроорганизмов принимают участие физиологически активные вещества из групп ауксинов. Исходя из этого положения мы попытались выяснить влияние азотобактера, а также навозного раствора на укоренение и дальнейшее развитие черенков виноградной лозы. С этой целью одноярусные и одинаковые по величине одноглазковые черенки винограда сорта Армения (по отдельным группам) обрабатывались суспензией азотобактерина, содержащей 10 мл клеток в 1 мл раствора, а также навозным раствором (1 кг навоза на 2 л воды). Третья группа черенков являлась контролем. После этого черенки по отдельным группам высадили в ящики и глиняные вазоны со стерильным песком. Дальнейший уход за их укоренением и развитием был одинаковым. В течение вегетационного сезона были проведены регулярные наблюдения за ходом укоренения и ростом черенков. Кроме того, определялось количество микроорганизмов, развивающихся на корнях подопытных групп черенков. Как показывают данные табл. 1, в образцах, взятых на 21 день после обработки черенков, количества микроорганизмов, растущих на МПА в контрольном варианте и в варианте 3, почти не отличаются. Число же микроорганизмов, растущих на МПА в 6 раз больше, по сравнению с контролем только во втором варианте.

В образцах, взятых на 45 и 80 дни, имело место значительное нарастание числа микроорганизмов по вариантам: так, если количество микроорганизмов в контрольном варианте составляло 13,98 и 8,42 миллиона, то в варианте с навозным раствором оно достигает 33,37 и 36,34 миллиона.

Таблица 1

Количество микроорганизмов, растущих на среде МПА (в миллионах на 1 г сухого песка)

Варианты опыта	Сроки взятия образцов после обработки черенков			
	21 день	45 день	80 день	97 день
Контроль (без удобр.)	1,24	13,98	8,42	2,58
Навозный раствор	6,13	33,37	36,34	6,38
Азотобактерин	1,13	26,76	21,98	15,55

При внесении только азотобактерина количество микроорганизмов в этом же варианте в 2—3 раза больше, чем в контрольном.

В образцах, взятых на 97 день, количество микроорганизмов уменьшается. При этом в варианте „азотобактерин“ их количество больше, чем во втором варианте.

В табл. 2 приводятся данные по учету количества азотобактера. Из приведенных цифр наглядно видно, что в образцах, взятых на 21 день после обработки черенков в контрольном варианте, не обнаружено присутствия азотобактера. Самое большое количество азотобактера выявлено в варианте „азотобактерин“ (9,28 млн. на 1 г сухого песка).

Таблица 2

Количество азотобактера на среде Эшби-агаре (в тыс. на 1 г сухого песка)

Варианты опыта	Сроки взятия образцов после обработки черенков		
	21 день	45 день	80 день
Контроль (без удобрений)	Не обнаружено	Не обнаружено	0,147
Навозный раствор	0,023	—	0,075
Азотобактерин	9,28	3,79	4,27

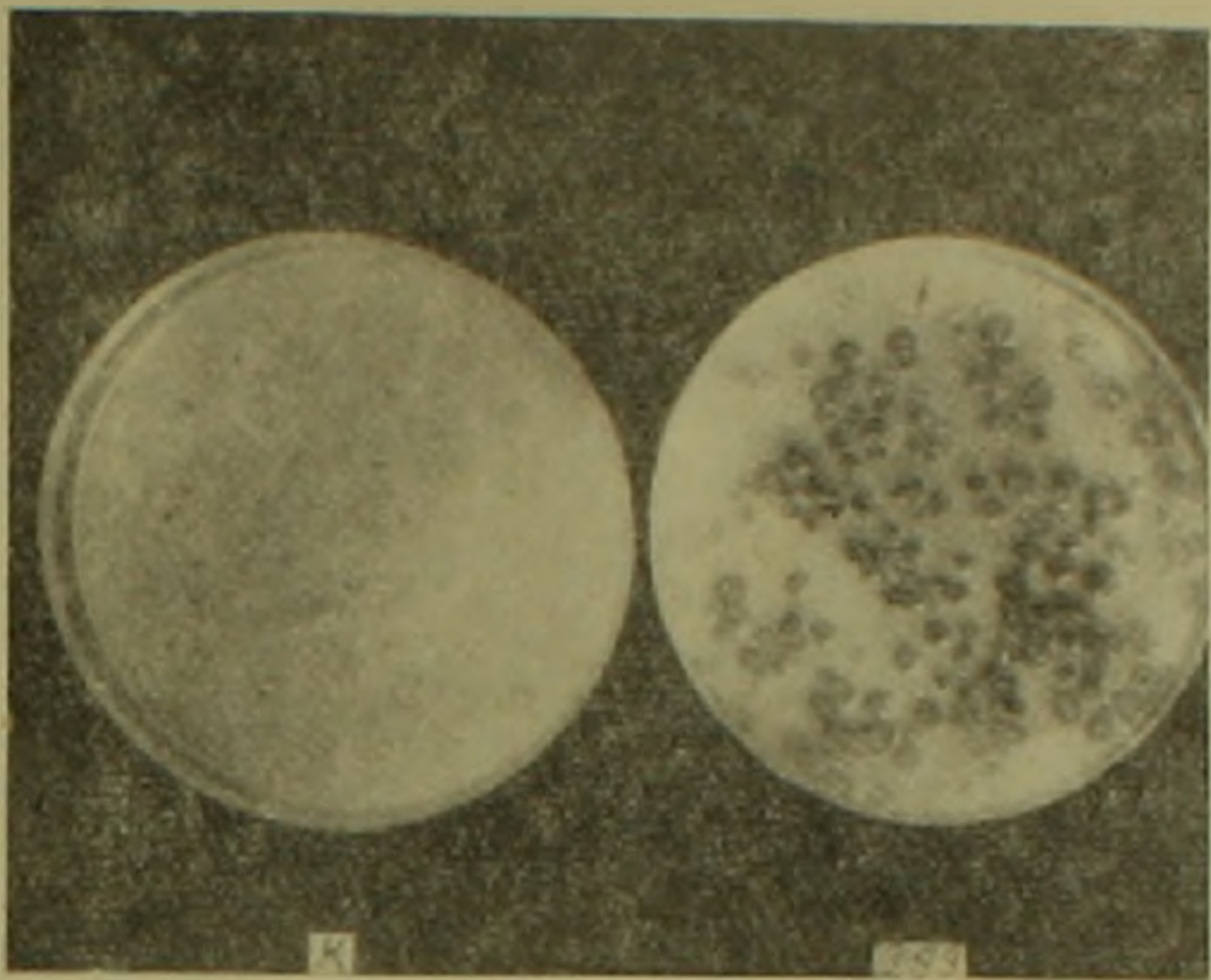
В образцах, взятых на 45 день после обработки черенков, азотобактера в первом и во втором вариантах не обнаруживалось, а в варианте „азотобактерин“ его количество равно 3,79 млн. на 1 г песка

Таблица 3

Накопление общего азота в песке (в ‰)

Варианты опыта	Сроки взятия образцов после обработки черенков	
	21 день	80 день
Контроль (без удобр.)	Нет	0,03
Навозный раствор	0,03	0,25
Азотобактерин	Нет	0,06

Наконец, в образцах, взятых на 80 день, большая приживаемость клеток азотобактера наблюдается в варианте „азотобактерин“, что более наглядно иллюстрируется на фиг. 1.



Фиг. 1. Рост азотобактера на среде Эшби-агаре; посев на 80 день после посадки черенков. К — контроль — азотобактера нет; 299 — обильный рост азотобактера на ризосфере, растения обработаны азотобактерином.

В табл. 3 приведены данные по накоплению общего азота в песке. Максимальное количество его обнаружено во втором варианте.

После формирования листьев у подопытных черенков велись соответствующие наблюдения для иллюстрации различия в энергии их роста (табл. 4).

Как показывают данные, рост растений подопытных вариантов существенно отличается от контрольных по энергии роста.

Таблица 4

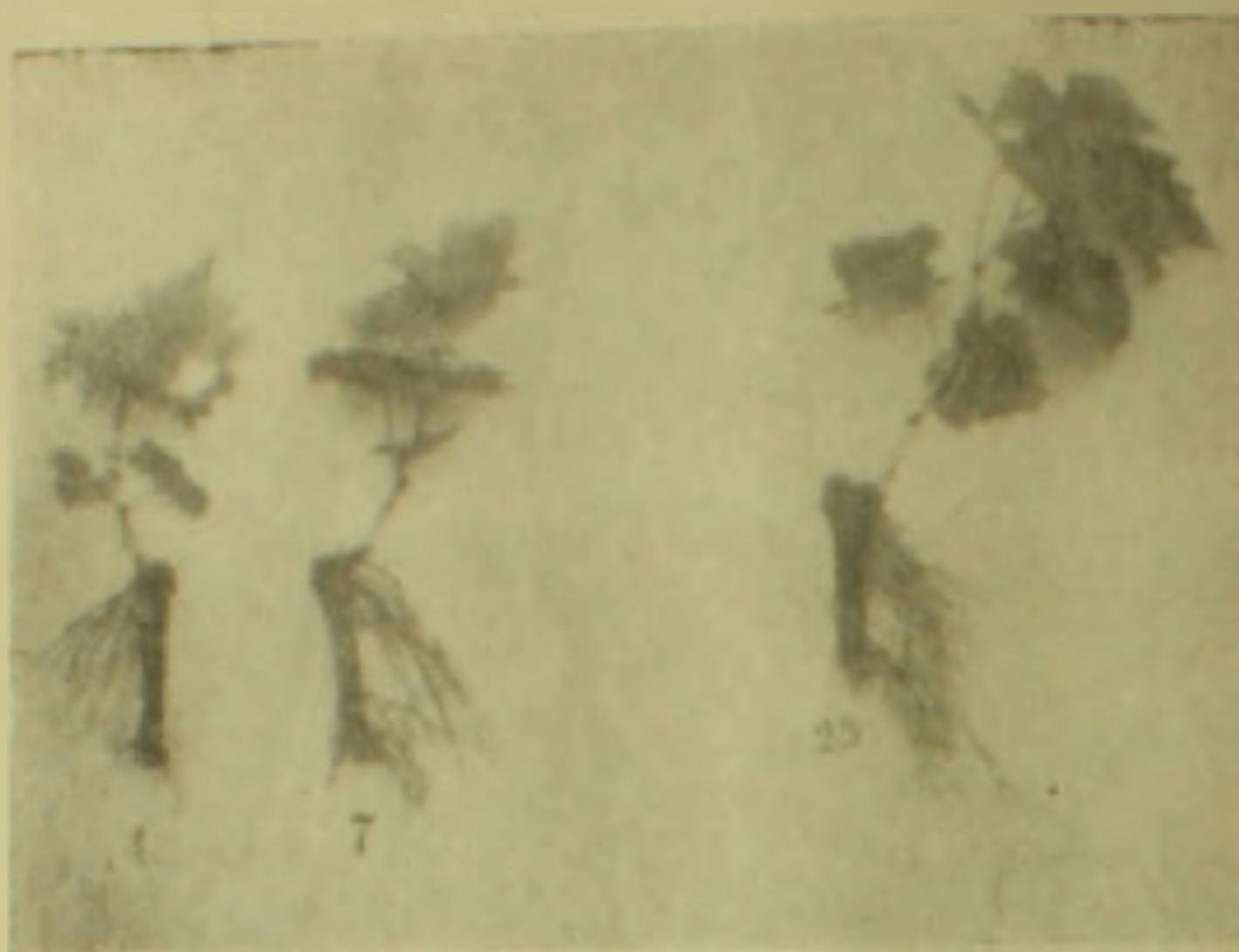
Динамика роста саженцев

Варианты опыта	Колич. учетных саженцев	Средний прирост побегов в см		
		10. V	25. V	4. VI
Контроль (без удобр.)	27	2,3	5,2	7,3
Навозный раствор	27	3,5	6,5	9,2
Азотобактерин	27	3,5	8,0	15,5

Наиболее наглядно эти различия видны на фиг. 2. У черенков, обработанных азотобактерином (25. V), больше и корни и листья, а также общий прирост годовалого побега.

Наблюдения одновременно показали, что азотобактерин, а также навозный раствор в значительной степени ускоряют укоренение одно-

глазковых черенков и стимулируют рост, что является существенным показателем для оценки качества саженцев.



Фиг. 2 Рост растений 4 — контроль — без удобрений, 7 — черенки, обработанные навозным раствором, 25 — черенки, обработанные азотобактерином.

Действие азотобактерина, вероятно, обусловлено выделением азотобактером ростовых веществ, влияющих положительно на укоренение одноглазковых черенков, а в дальнейшем на рост саженцев.

Все эти данные приводят нас к выводу о том, что внесение азотобактерина и навозного раствора в среду, где укореняются черенки, приводит к развитию микроорганизмов, выделяющих стимуляторы роста, и тем самым способствуют энергичному укоренению черенков.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Ա. Ի. ՄԻՆԱՍՅԱՆ Ե Ա. Զ. ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆ

Խաղողի կտրոճների տրամադակայման և աճման վրա ազոտոբակտերիների ազդեցությունն մասին

Հազվագյուտ և սեյզնային միջոցով առաջված նոր սորտերը արտադրության մեջ մտնող ներգրծյալ նպատակով, նրանց բազմացնում են մեկ աչքանի կտրոճներով: Սույն ուսումնասիրության նպատակն է պարզել նման կտրոճների արմատակայման և աճման վրա ազոտոբակտերիների և գոմազի լուծույթի ազդեցությունը:

Ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տվել, որ ազոտոբակտերիները արագացնում է խաղողի կտրոճների արմատակայումը և խթանում է բույսերի աճը: Վերջինիս ազդեցությունը, հաճախաբար, պայմանավորված է ազոտոբակտերի կողմից աճման խթանող նյութերի արտադրմամբ: Գոմազի լուծույթը նույնպես դրական ազդեցություն է թողնում խաղողի կտրոճների արմատակայման և աճման վրա: Ազոտոբակտերիներ և գոմազի լուծույթը նպաստում են նաև կտրոճների արմատների սիդոսֆերայում միկրոօրգանիզմների մտնող զարգացմանը, որոնք իրենց հերթին նպաստում են խաղողի կտրոճների վերերկրյա մասի և արմատային սխեմերի զարգացմանը:

ЛИТЕРАТУРА — ԵՐԱՆԵՐԵՐԵՐ

՝ Մ. Ն. Կրավենկով, Сообщ. АН СССР, т. 4, № 1 (1943) ՝ С. Ф. Сергеев, Виноделие и виноградарство СССР, № 12, 1947 ՝ В. Ф. Портенко, ДАН СССР, т. 68, № 6 (1949). ՝ И. Н. Кондо, Л. В. Ковалев, Изв. АН УССР, 2 (1952). ՝ Г. О. Нацалишвили, Автореферат диссертации, Ин-т ботаники АН ГССР, 1954 ՝ М. М. Саркисова, ДАН АрмССР, т. XXXIX, № 1 (1954). ՝ М. Х. Чадлахан, Р. М. Галацян, М. М. Саркисова, Известия АН АрмССР, биол. науки, т. XVII, № 8 (1964) ՝ Далак и Таман, Proc. Nat. Acad. Soc. 18, 30, 1932 ՝ Таман и Далак, Biol. Zentralbl., 53, 49, 1923

