

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XXXIX, № 5

1964

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գի-
տությունների բեկնաձու, Ա. Խ. ՐԱՐԱՅԱՆ,
ՀՍՍՐ ԿԱ քղրակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱԽԱ-
ՅՍՆ, ՀՍՍՐ ԿԱ քղրակից-անդամ, Վ. Հ.
ՀՍՍՐԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ.
ՂԱԶԱՐՅԱՆ, կենսաբանական գիտու-
թյունների դոկտոր (սրտի խմբագրի տե-
ղակալ), Գ. Մ. ՂԱՐՈՐՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳՐ քղ-
րակից-անդամ, Ս. Հ. ՍԻՐՁՈՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԿԱ
քղրակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՐ
ԿԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՐ
ԿԱ ակադեմիկոս, Մ. Մ. ԶՐԻԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՐ
ԿԱ ակադեմիկոս (սրտ. խմբագրի), Ս. Մ.
ՍԱԳՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԿԱ քղրակից-անդամ:

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

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ

Ե Ր Ե Վ Ա Ն

ЕРЕВАН

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Կիրառական մաթեմատիկա

Ս. Ս. Մինասյան—Բազադրյալ դյանուս ջերմության հարթ կայունացած հոսքի մասին՝ երկու տարրեր շրջաօլատոգ միջավայրերի հետ ջերմափոխանակության առկայության դեպքում 257

Մեխանիկա

Մ. Ա. Զուդոյան—Գլանային կոորդինատներով իդեալական ոլլաստիկականության տեսության հավասարումների մասնավոր լուծման մասին 266

Առանձնականության հետաքննում

Դ. Լ. Բազդասուրյան—Շերտավոր անիզոտրոպ դլանային թաղանթի կայունությունը ձայնից մեծ արագություն ունեցող դադի հոսանքի մեջ 271

Ֆիզիկա

Ցու. Մ. Այվազյան—Կիսաանվերջ իդեալական հաղորդիչ թիթեղների սիստեմի հաոադայթումը 279

Հանգամանություն

Ա. Ա. Զոհրաբյան, Սվ. Ս. Մկրտչյան և Է. Ա. Սաղաթկյան—Նոր տվյալներ կարմիր քարիտի տեղադրման մասին Ախթալայի բազմամետաղային հանքավայրում 283

Պեսոգրաֆիա

Է. Գ. Մալխասյան և Ն. Մ. Չերնիշով—Մինդալինների նշանակությունը վալին հոսքերի բնույթը և կաոուցվածքը ոլարգելու համար 287

Լիսոլոգիա

Ս. Ա. Մանդալյան—Հայաստանի հյուսիս-արևելյան շրջանի վերին յուրայի գոլումիալին ապաոների տեսակները և նրանց առանձնահատկությունները 293

Ստատիստիկա

Ա. Ա. Գաբրիելյան, Հայկական ՍՍՏ ԳԱ Խղթակից-անդամ, և Ս. Մ. Գրիգորյան—Նոր տվյալներ Սևանի ավազանի էոցենի կրաքարային շերտախմբի հասակի մասին 301

Ցիսոլոգիա

Ա. Հ. Զիլինգաբյան—Տրամախաչման ադդիցությունը կորիզ-ցիտոպլազմատիկ հարաբերության վրա 305

Բույսերի ֆիզիոլոգիա

Վ. Հ. Ղազարյան և Վ. Ա. Իավրյան—Հաստատուուն գործոնների պայմաններում կարճ և երկար օրվա բույսերը ֆոոոլինթեզի իտենսիվության փոփոխության մասին 311

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Прикладная математика	
<i>Р. С. Минасян</i> —О плоском установившемся течении тепла в составном цилиндре при наличии теплообмена с двумя различными окружающими средами	257
Механика	
<i>М. А. Задоян</i> —О некотором частном решении уравнений теории идеальной пластичности	265
Теория упругости	
<i>Г. Е. Багдасарян</i> —Устойчивость анизотропной цилиндрической оболочки в сверхзвуковом потоке газа	271
Физика	
<i>Ю. М. Айвазян</i> —Излучение от открытого конца системы полубесконечных идеально проводящих полуплоскостей	279
Минералогия	
<i>С. А. Зограбян, Св. С. Мкртчян и Э. А. Сагателян</i> —Новые данные о положении красного барита на Ахтальском полиметаллическом месторождении	283
Петрография	
<i>Э. Г. Малхасян и Н. М. Чернышев</i> —Значение миндалин для выяснения природы и строения лавовых потоков	287
Литология	
<i>Р. А. Мандалян</i> —Типы и особенности образования доломитовых пород из верхнеюрских отложений северо-восточной части Армянской ССР	295
Стратиграфия	
<i>А. А. Габриелян, чл.-корр. АН Армянской ССР, и С. М. Григорян</i> —Новые данные о возрасте известняковой свиты эоцена бассейна оз. Севан	301
Цитология	
<i>А. А. Чилингарян</i> —Влияние скрещивания на ядерно-цитоплазматическое отношение	305
Физиология растений	
<i>В. О. Казарян и В. А. Давтян</i> —Об изменении интенсивности фотосинтеза короткодневных и длиннодневных растений в факторостатных условиях	311

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

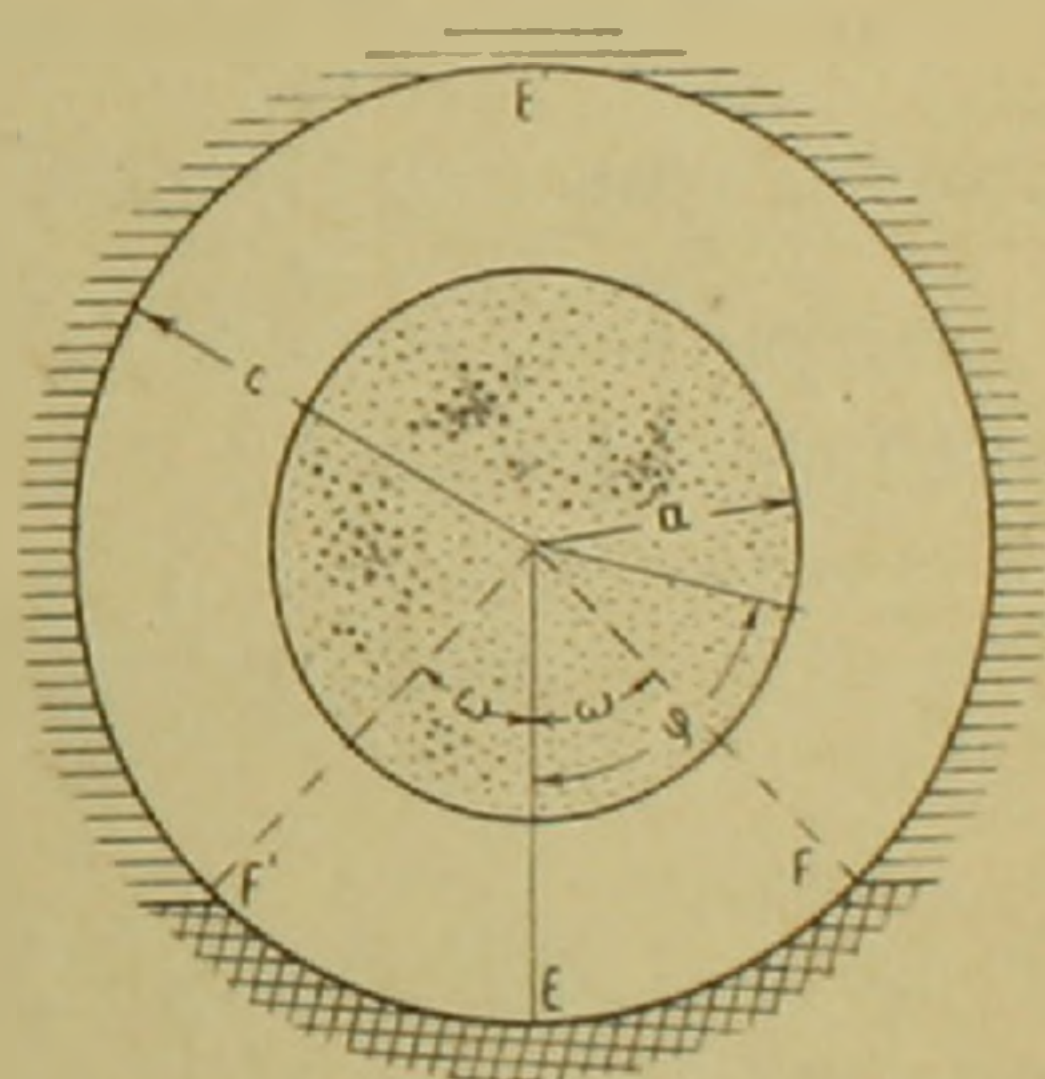
Р. С. Минасян

О плоском установившемся течении тепла в составном цилиндре
при наличии теплообмена с двумя различными
окружающими средами

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 14/VII 1964)

В настоящей работе дается эффективное решение задачи плоского установившегося течения тепла в круглом неоднородном бесконечном цилиндре, составленном из сплошного цилиндра, находящегося внутри полого концентрического цилиндра, с различными теплофизическими характеристиками (фиг. 1), когда на внешней поверхности рассматриваемого тела происходит теплообмен с двумя различными средами. Предполагается, что внутри тела происходит тепловыделение.

Поместим центр поперечного сечения тела в начало координат, причем так, чтобы угол $F'EF$ был симметрично расположен относительно оси $\varphi = 0$ (фиг. 1), и если обозначим через $U_1(r, \varphi)$ температуру внутри цилиндра $0 \leq r \leq a$, а через $U_2(r, \varphi)$ — температуру в цилиндре $a \leq r \leq c$, то U_1 и U_2 будут



Фиг. 1.

удовлетворять (в соответствующих областях) следующему уравнению [1]

$$\frac{\partial^2 U_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial U_i}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 U_i}{\partial \varphi^2} = -\frac{1}{\lambda_i} Q_i(r, \varphi) \quad (i = 1; 2), \quad (1)$$

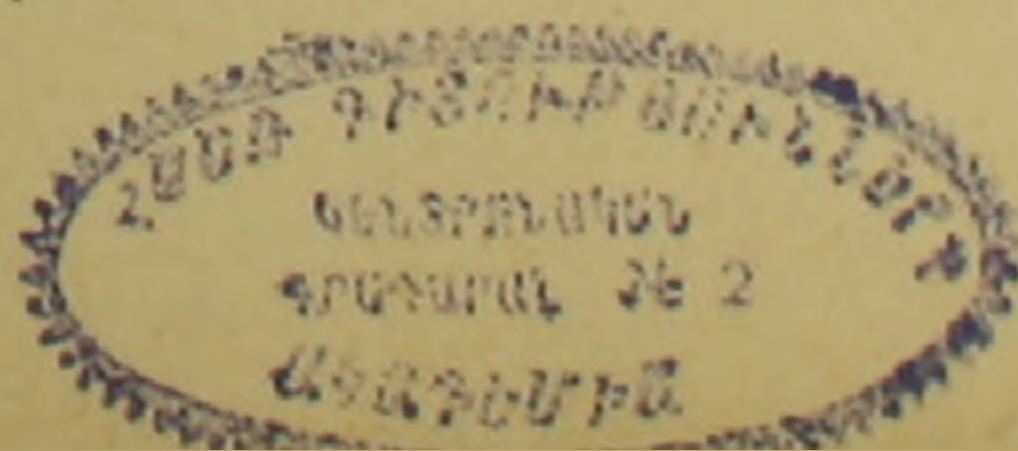
условиям сопряжения на поверхности раздела $r = a$

$$U_1(a, \varphi) = U_2(a, \varphi); \quad \lambda_1 \frac{\partial U_1}{\partial r} \Big|_{r=a} = \lambda_2 \frac{\partial U_2}{\partial r} \Big|_{r=a}, \quad (2)$$

а также условиям на границе тела $r = c$

$$\frac{\partial U_2(r, \varphi)}{\partial r} \Big|_{r=c} = h_1 [S_1(\varphi) - U_2(c, \varphi)] \quad (3)$$

при $\omega < \varphi < 2\pi - \omega$;



$$\left. \frac{\partial U_2(r, \varphi)}{\partial r} \right|_{r=c} = h_2 [S_2(\varphi) - U_2(c, \varphi)] \quad (4)$$

при $0 < \varphi < \omega$ и $2\pi - \omega < \varphi < 2\pi$.

Здесь λ_i — коэффициент теплопроводности i -й среды; $Q_i(r, \varphi)$ — интенсивность тепловыделения; $h_1, S_1(\varphi)$ — соответственно коэффициент теплообмена и температура окружающей среды на участке поверхности $FE'F'$, а $h_2, S_2(\varphi)$ — на участке $F'EF$.

Относительно $Q_1(r, \varphi)$ и $Q_2(r, \varphi)$ предполагаем, что они суммируемы; что касается функций $S_1(\varphi)$ и $S_2(\varphi)$, то предполагаем, что они имеют ограниченную вариацию.

Для нахождения решения задачи предварительно разложим функции $U_1(r, \varphi)$ и $U_2(r, \varphi)$ в ряд Фурье

$$U_i(r, \varphi) = \frac{g_0^{(i)}(r)}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} [f_k^{(i)}(r) \sin k\varphi + g_k^{(i)}(r) \cos k\varphi] \quad (5)$$

$(i = 1; 2),$

где

$$f_k^{(i)}(r) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} U_i(r, \varphi) \sin k\varphi d\varphi; \quad g_k^{(i)}(r) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} U_i(r, \varphi) \cos k\varphi d\varphi.$$

Умножая уравнение (1) последовательно на $\frac{1}{\pi} \sin k\varphi d\varphi$ и $\frac{1}{\pi} \cos k\varphi d\varphi$ и интегрируя от 0 до 2π , для определения $f_k^{(i)}(r)$ и $g_k^{(i)}(r)$ получим следующие уравнения

$$f_k^{(i)'}(r) + \frac{1}{r} f_k^{(i)'}(r) - \frac{k^2}{r^2} f_k^{(i)}(r) = q_k^{(i)}(r);$$

$$g_k^{(i)'}(r) + \frac{1}{r} g_k^{(i)'}(r) - \frac{k^2}{r^2} g_k^{(i)}(r) = p_k^{(i)}(r), \quad (6)$$

где

$$q_k^{(i)}(r) = -\frac{1}{\lambda_i \pi} \int_0^{2\pi} Q_i(r, \varphi) \sin k\varphi d\varphi;$$

$$p_k^{(i)}(r) = -\frac{1}{\lambda_i \pi} \int_0^{2\pi} Q_i(r, \varphi) \cos k\varphi d\varphi. \quad (7)$$

Решая уравнения (6) и удовлетворяя условиям сопряжения (2), будем иметь

$$f_k^{(i)}(r) = A_k a^{-k} r^k - \frac{1}{2k} \left[r^{-k} \int_0^r q_k^{(i)}(t) t^{k+1} dt + r^k \int_r^a q_k^{(i)}(t) t^{-k+1} dt \right];$$

$$g_k^{(1)}(r) = C_k a^{-k} r^k - \frac{1}{2k} \left[r^{-k} \int_0^r p_k^{(1)}(t) t^{k+1} dt + r^k \int_r^a p_k^{(1)}(t) t^{-k+1} dt \right];$$

$$g_0^{(1)}(r) = C_0 + \ln r \int_0^r p_0^{(1)}(t) t dt + \int_r^a p_0^{(1)}(t) t \ln t dt;$$

$$f_k^{(2)}(r) = \frac{1}{2\lambda_2} \left[A_k M_k(r, a) - \frac{a^{-k}}{2k} M_k(a, r) \int_0^a q_k^{(1)}(t) t^{k+1} dt \right] + \\ + \frac{1}{2k} \int_a^r q_k^{(2)}(t) L_k(r, t) t dt; \quad (8)$$

$$g_k^{(2)}(r) = \frac{1}{2\lambda_2} \left[C_k M_k(r, a) - \frac{a^{-k}}{2k} M_k(a, r) \int_0^a p_k^{(1)}(t) t^{k+1} dt \right] + \\ + \frac{1}{2k} \int_a^r p_k^{(2)}(t) L_k(r, t) t dt;$$

$$g_0^{(2)}(r) = C_0 + \left(\ln a + \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \ln \frac{r}{a} \right) \int_0^a p_0^{(1)}(t) t dt + \int_a^r p_0^{(2)}(t) t \ln \frac{r}{t} dt.$$

Здесь для кратности обозначено

$$M_k(r, x) = (\lambda_1 + \lambda_2) r^k x^{-k} - (\lambda_1 - \lambda_2) x^k r^{-k}; \\ L_k(r, x) = r^2 x^{-k} - x^k r^{-k}. \quad (9)$$

Прежде чем перейти к определению неизвестных A_k и C_k , входящих в выражения (8) для функций $f_k^{(1)}(r)$ и $g_k^{(1)}(r)$, представим граничные условия (3) и (4) в следующем виде

$$\frac{\partial U_2(r, \varphi)}{\partial r} \Big|_{r=c} + \left[\frac{h_1 + h_2}{2} + \psi(\varphi) \right] U_2(c, \varphi) = S(\varphi), \quad (10)$$

где функция $\psi(\varphi) = (h_1 - h_2) \left[\frac{1}{2} - \frac{\omega}{\pi} - \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin k\omega \cos k\varphi}{k} \right]$ равна $\frac{h_1 - h_2}{2}$ при $\omega > \varphi > 2\pi - \omega$ и $-\frac{h_1 - h_2}{2}$ в интервалах $(0, \omega)$ и $(2\pi - \omega, 2\pi)$, а $S(\varphi)$ равняется $h_1 S_1(\varphi)$ в $(\omega, 2\pi - \omega)$ и $h_2 S_2(\varphi)$ в $(0, \omega)$ и $(2\pi - \omega, 2\pi)$.

Умножая правую и левую части условия (10) последовательно на $\frac{1}{\pi} \sin k\varphi d\varphi$ и $\frac{1}{\pi} \cos k\varphi d\varphi$ и интегрируя от 0 до 2π , будем иметь

$$\begin{aligned}
f_k^{(2)'}(c) + \left[\left(1 - \frac{\omega}{\pi}\right) h_1 + \frac{\omega}{\pi} h_2 + \frac{(h_1 - h_2) \sin 2k\omega}{2k\pi} \right] f_k^{(2)}(c) = \\
= \frac{2(h_1 - h_2)}{\pi} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^{\infty} \frac{k \cos k\omega \sin j\omega - j \cos j\omega \sin k\omega}{j^2 - k^2} f_j^{(2)}(c) + \xi_k \\
g_k^{(2)'}(c) + \left[\left(1 - \frac{\omega}{\pi}\right) h_1 + \frac{\omega}{\pi} h_2 - \frac{(h_1 - h_2) \sin 2k\omega}{2k\pi} \right] g_k^{(2)}(c) = \\
= \frac{2(h_1 - h_2)}{\pi} \left[\frac{\sin k\omega}{2k} g_0^{(2)}(c) + \right. \\
\left. + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^{\infty} \frac{j \sin j\omega \cos k\omega - k \sin k\omega \cos j\omega}{j^2 - k^2} g_j^{(2)}(c) \right] + \zeta_k; \quad (11)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
g_0^{(2)'}(c) + \left[\left(1 - \frac{\omega}{\pi}\right) h_1 + \frac{\omega}{\pi} h_2 \right] g_0^{(2)}(c) = \\
= \frac{2(h_1 - h_2)}{\pi} \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\sin j\omega}{j} g_j^{(2)}(c) + \zeta_0.
\end{aligned}$$

Здесь

$$\begin{aligned}
\xi_k = \frac{1}{\pi} \left[h_2 \int_0^{\omega} S_2(\varphi) \sin k\varphi d\varphi + h_1 \int_{\omega}^{2\pi-\omega} S_1(\varphi) \sin k\varphi d\varphi + \right. \\
\left. + h_2 \int_{2\pi-\omega}^{2\pi} S_2(\varphi) \sin k\varphi d\varphi \right]; \quad (12)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\zeta_k = \frac{1}{\pi} \left[h_2 \int_0^{\omega} S_2(\varphi) \cos k\varphi d\varphi + h_1 \int_{\omega}^{2\pi-\omega} S_1(\varphi) \cos k\varphi d\varphi + \right. \\
\left. + h_2 \int_{2\pi-\omega}^{2\pi} S_2(\varphi) \cos k\varphi d\varphi \right].
\end{aligned}$$

Обозначив

$$\begin{aligned}
A_k = \frac{1}{M_k(c, a)} \left[\frac{2\lambda_2 m_k}{k\sqrt{k}} + \frac{a^{-k}}{2k} M_k(a, c) \int_0^a q_k^{(1)}(t) t^{k+1} dt - \right. \\
\left. - \frac{\lambda_2}{k} \int_a^c q_k^{(2)}(t) L_k(c, t) t dt \right]; \quad (13)
\end{aligned}$$

$$C_k = \frac{1}{M_k(c, a)} \left[\frac{2\lambda_2 n_k}{k\sqrt{k}} + \frac{a^{-k}}{2k} M_k(a, c) \int_0^a p_k^{(1)}(t) t^{k+1} dt - \right. \\ \left. - \frac{\lambda_2}{k} \int_a^c p_k^{(2)}(t) L_k(c, t) t dt \right],$$

из (11), (8) и (13), после некоторых преобразований, для определения новых постоянных m_k и n_k получим две не зависящие друг от друга бесконечные системы линейных алгебраических уравнений

$$m_k = \frac{2(h_1 - h_2)c\sqrt{k}}{\pi\mu_k} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^{\infty} \frac{k \cos k\omega \sin j\omega - j \sin k\omega \cos j\omega}{jVj(j^2 - k^2)} m_j + \xi_k' \quad (14)$$

$$n_k = \frac{2(h_1 - h_2)c\sqrt{k}}{\pi\nu_k} \left[\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^{\infty} \frac{j \cos k\omega \sin j\omega - k \cos j\omega \sin k\omega}{jVj(j^2 - k^2)} n_j + \frac{\sin k\omega}{2k} n_0 \right] + \xi_k,$$

где

$$\mu_k = 1 + c \frac{(\pi - \omega)h_1 + \omega h_2}{k\pi} - \frac{c(h_1 - h_2) \sin 2k\omega}{2k^2\pi} + \frac{2(\lambda_1 - \lambda_2)}{M_k(c, a)} a^k c^{-k};$$

$$\nu_k = \mu_k + \frac{c(h_1 - h_2) \sin 2k\omega}{k^2\pi}; \quad n_0 = g_0^{(2)}(c)$$

$$\xi_k' = \frac{\sqrt{k}}{\mu_k} \left\{ c\xi_k - \frac{1}{M_k(c, a)} \left[2\lambda_1 a^{-k} \int_0^a q_k^{(1)}(t) t^{k+1} dt + \right. \right. \\ \left. \left. + \int_a^c q_k^{(2)}(t) M_k(t, a) t dt \right] \right\}; \quad (15)$$

$$\xi_k = \frac{\sqrt{k}}{\nu_k} \left\{ c\xi_k - \frac{1}{M_k(c, a)} \left[2\lambda_1 a^{-k} \int_0^a p_k^{(1)}(t) t^{k+1} dt + \right. \right. \\ \left. \left. + \int_a^c p_k^{(2)}(t) M_k(t, a) t dt \right] \right\}.$$

Что касается n_0 , то она определяется посредством n_j из следующей зависимости

$$n_0 = \frac{\pi}{(\pi - \omega)h_1 + \omega h_2} \left[\frac{2(h_1 - h_2)}{\pi} \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\sin j\omega}{jVj} n_j + \xi_0 - \right. \\ \left. - \frac{\lambda_1}{\lambda_2 c} \int_0^a p_0^{(1)}(t) t dt - \frac{1}{c} \int_a^c p_0^{(2)}(t) t dt \right]. \quad (16)$$

Для исследования разрешимости систем (14) оценим предварительно суммы модулей коэффициентов в каждом из уравнений этих систем. Обозначив через σ_k сумму модулей коэффициентов k -го уравнения первой из систем (14), будем иметь

$$\sigma_k < \frac{4|h_1 - h_2|c}{\sqrt{k}\pi\mu_k} \left(1 + \frac{\ln k + 6}{2k}\right). \quad (17)$$

Выражение в правой части неравенства (17), начиная со значения $k \geq \frac{G^2}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{6}{G}}\right)^2$, где $G = \frac{4(h_1 - h_2)c}{\pi}$, становится меньше 1, причем с возрастанием k оно стремится к нулю с быстротой $\frac{G}{\sqrt{k}}$.

Аналогичные оценки получаем для второй из систем (14).

Таким образом, системы (14) квазирегулярны, причем сумма модулей коэффициентов k -го уравнения систем стремится к нулю с быстротой $\frac{G}{\sqrt{k}}$. С другой стороны, принимая во внимание условия относительно заданных функций $S_1(\varphi)$, $S_2(\varphi)$ и $Q_i(r, \varphi)$, из (15) и (12) получаем, что свободные члены систем (14) остаются ограниченными в своей совокупности. Согласно общей теории бесконечных систем линейных алгебраических уравнений [2], системы (14) имеют единственное ограниченное решение, которое может быть найдено методом последовательных приближений.

Подставляя значение $f_k^{(1)}(r)$ из (8) в (5), а также принимая во внимание (13) и (7), для функции $U_1(r, \varphi)$ окончательно получим

$$\begin{aligned} U_1(r, \varphi) = & \frac{n_0}{2} - \frac{1}{2\lambda_1\lambda_2\pi} \left[N_0(r) \int_0^r \int_0^{2\pi} Q_1(t, \theta) t d\theta dt + \right. \\ & + \int_r^a \int_0^{2\pi} Q_1(t, \theta) N_0(t) t d\theta dt \left. \right] - \frac{1}{2\lambda_2\pi} \int_a^c \int_0^{2\pi} Q_2(t, \theta) t \ln \frac{t}{c} d\theta dt + \\ & + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{M_k(c, a)} \left\{ a^{-k} r^k \left[\frac{2\lambda_2}{k\sqrt{k}} (m_k \sin k\varphi + n_k \cos k\varphi) + \right. \right. \\ & + \frac{1}{k\pi} \int_a^c \int_0^{2\pi} Q_2(t, \theta) L_k(c, t) t \cos k(\varphi - \theta) d\theta dt \left. \right] + \\ & + \frac{1}{2\lambda_1 k\pi} \left[N_k(r) \int_0^r \int_0^{2\pi} Q_1(t, \theta) t^{k+1} \cos k(\varphi - \theta) d\theta dt + \right. \\ & \left. \left. + r^k \int_r^a \int_0^{2\pi} Q_1(t, \theta) N_k(t) t \cos k(\varphi - \theta) d\theta dt \right] \right\} \quad (18) \end{aligned}$$

$$(0 \leq r \leq a),$$

где обозначено

$$N_k(r) = [M_k(c, a) r^{-k} - M_k(a, c) a^{-2k} r^k];$$

$$N_0(r) = \lambda_2 \ln r - \lambda_1 \ln c + (\lambda_1 - \lambda_2) \ln a. \quad (19)$$

Аналогично получаем для $U_2(r, \varphi)$

$$\begin{aligned} U_2(r, \varphi) = & \frac{n_0}{2} - \frac{1}{2\lambda_2\pi} \left[\ln \frac{r}{c} \int_0^a \int_0^{2\pi} Q_1(t, \theta) t d\theta dt + \right. \\ & + \ln \frac{r}{c} \int_a^r \int_0^{2\pi} Q_2(t, \theta) t d\theta dt + \int_r^c \int_0^{2\pi} Q_2(t, \theta) t \ln \frac{t}{c} d\theta dt \Big] + \\ & + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{M_k(c, a)} \left\{ \frac{M_k(r, a)}{k\sqrt{k}} (m_k \sin k\varphi + n_k \cos k\varphi) + \right. \\ & + \frac{1}{k\pi} \left[L_k(c, r) \int_0^a \int_0^{2\pi} Q_1(t, \theta) t^{k+1} \cos k(\varphi - \theta) d\theta dt + \right. \\ & + \frac{1}{2\lambda_2} L_k(c, r) \int_a^r \int_0^{2\pi} Q_2(t, \theta) M_k(t, a) t \cos k(\varphi - \theta) d\theta dt + \\ & \left. \left. + \frac{1}{2\lambda_2} M_k(r, a) \int_r^c \int_0^{2\pi} Q_2(t, \theta) L_k(c, t) t \cos k(\varphi - \theta) d\theta dt \right] \right\} \quad (20) \\ & (a \leq r \leq c). \end{aligned}$$

Ряды, входящие в выражения (18) и (20) для $U_1(r, \varphi)$ и $U_2(r, \varphi)$, весьма быстро сходятся в соответствующих областях, включая границы. Задаваясь значениями величин λ_i , h_i и функций Q_i , S_i , а также геометрическими размерами области и величиной угла ω , из (14) получим оценки для m_k и n_k сверху и снизу, после чего способом, изложенным в (3), найдем из (18) и (20) значения $U_1(r, \varphi)$ и $U_2(r, \varphi)$ с избытком и недостатком.

В заключение рассмотрим некоторые из частных случаев. а) Если $\lambda_1 = \lambda_2$, то получим однородный цилиндр, и выражения (18) и (20) значительно упростятся. б) При $\lambda_1 = 0$ имеем полый цилиндр с теплоизолированной внутренней поверхностью. в) Если $h_1 = h_2$, т. е. окружающая среда однородна, то ряды, входящие в (14), исчезают, системы бесконечных алгебраических уравнений (14) вырождаются в равенства и решение совпадает с решением, получаемым обычным способом.

**Քաղաքում գլանում ջերմության հարթ կայունացած հոսքի մասին՝
երկու հարբեր շրջապատող միջավայրերի հետ ջերմափոխանակման
առկայության դեպքում**

Հոդվածում դիտարկվում է ջերմության հարթ կայունացած հոսքը անհամասեռ կլոր անվերջ գլանում, երբ այն կազմված է տարբեր նյութերից բաղկացած սնամեջ գլանից և նրա ներսը գտնվող հոծ գլանից:

Ենթադրվում է, որ մարմնի արտաքին մակերևույթի վրա տեղի ունի ջերմափոխանակություն երկու տարրեր շրջապատող միջավայրերի հետ, իսկ մարմնի ներսը գոյություն ունի ջերմարտադրություն:

Խնդրի լուծումը տրվում է եռանկյունաչափական և աստիճանային ֆունկցիաներից կազմված արագ գուգամիտող շարքերով, որոնց դորժակիցները որոշվում են գծային հանրահաշվական հավասարումների անվերջ սխտեմից, որի k -երրորդ հավասարման դորժակիցների մոդուլների գումարը k -ի ածական հետ միասին ձգտում է գրոյի $\frac{G}{\sqrt{k}}$ -ի արագության:

ЛИТЕРАТУРА — Г. Р. М. Ч. Ա. Ն. Ս. Մ. Յ. Ն.

- ¹ H. S. Carslaw and J. C. Jaeger, Conduction of heat in solids, Oxford, 1948.
² Л. В. Канторович и В. И. Крылов, Приближенные методы высшего анализа, Физматгиз, 1962. ³ Р. С. Минасян, „Известия АН АрмССР“, серия физ.-мат. наук, XI, 3 (1958).

М. А. Задоян

Об одном частном решении уравнений теории идеальной пластичности

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 13/IV 1964)

Уравнения теории идеально пластического течения при критерии пластичности Губера—Мизеса в цилиндрических координатах имеют вид

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial z} + \frac{2\tau_{r\theta}}{r} &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \tau_{rz}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial \theta} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\tau_{rz}}{r} = 0,$$

$$(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2 + 6(\tau_{r\theta}^2 + \tau_{\theta z}^2 + \tau_{rz}^2) = 6k^2, \quad (2)$$

$$\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r} = \lambda (2\sigma_r - \sigma_\theta - \sigma_z),$$

$$\varepsilon_\theta = \frac{u}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial \theta} = \lambda (2\sigma_\theta - \sigma_z - \sigma_r), \quad (3)$$

$$\varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} = \lambda (2\sigma_z - \sigma_r - \sigma_\theta),$$

$$2\gamma_{r\theta} = \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \theta} = 6\lambda \tau_{r\theta},$$

$$2\gamma_{\theta z} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial \theta} = 6\lambda \tau_{\theta z}, \quad (4)$$

$$2\gamma_{rz} = \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial r} = 6\lambda \tau_{rz}.$$

Из зависимости (3) — (4) будем иметь

$$u(r, \theta, z) = u_0(\theta, z) - \int_r^r (\varepsilon_\theta + \varepsilon_z) dr, \quad (5)$$

$$v(r, \theta, z) = \frac{r}{r_1} v_0(\theta, z) - r \int_{r_1}^r \frac{1}{\xi^2} \frac{\partial u}{\partial \theta} d\xi + 2r \int_{r_1}^r \gamma_{r\theta} \frac{d\xi}{\xi}, \quad (6)$$

$$w(r, \theta, z) = w_0(\theta, z) - \int_{r_1}^r \frac{\partial u}{\partial z} dr + 2 \int_{r_1}^r \gamma_{rz} dr, \quad (7)$$

где u_0, v_0, w_0 — произвольные функции от θ и z , а r_1 — заданное значение r .

Полагая, что тензор скоростей деформации не зависит от координат θ и z , из (3) — (7) получим

$$r\epsilon_\theta + \int_{r_1}^r \epsilon_\theta dr = B_0 r_1 + B_1 \frac{r_1^2}{2} + u_0 + \frac{\partial^2 u_0}{\partial \theta^2} +$$

$$+ \left(\frac{\partial v_0}{\partial \theta} - \frac{\partial^2 u_0}{\partial \theta^2} - B_0 r_1 \right) \frac{r}{r_1} - B_1 \frac{r^2}{2} = A_0 + A_1 r - B_1 \frac{r^2}{2}, \quad (8)$$

$$\epsilon_z = \frac{\partial w_0}{\partial z} + r_1 \frac{\partial^2 u_0}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 u_0}{\partial z^2} r = B_0 + B_1 r, \quad (9)$$

$$\gamma_{\theta z} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_0}{\partial z} - \frac{\partial^2 u_0}{\partial \theta \partial z} \right) \frac{r}{r_1} + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r_1} \frac{\partial w_0}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 u_0}{\partial \theta \partial z} \right) \frac{r_1}{r} = C_1 r + \frac{C_0}{r}, \quad (10)$$

где $A_0, A_1, B_0, B_1, C_0, C_1$ — произвольные постоянные.

Приравнявая в соотношениях (8) — (10) коэффициенты при различных степенях r и интегрируя полученные уравнения, находим $B_1 = 0$,

$$u_0(\theta, z) = A_0 - B_0 r_1 + G_1 \cos \theta + G_2 \sin \theta + (E_1 \cos \theta + E_2 \sin \theta) z, \quad (11)$$

$$v_0(\theta, z) = D_1 r_1 + (A_1 + B_0) r_1 \theta - G_1 \sin \theta + G_2 \cos \theta +$$

$$+ (2r_1 C_1 - E_1 \sin \theta + E_2 \cos \theta) z, \quad (12)$$

$$w_0(\theta, z) = D_2 + B_0 z + 2C_0 - r_1 (E_1 \cos \theta + E_2 \sin \theta); \quad (13)$$

$$\epsilon_\theta = \frac{A_1}{2} + \left(\frac{A_0}{r_1} + \frac{A_1}{2} \right) \frac{r_1^2}{r^2}, \quad \epsilon_z = B_0, \quad \gamma_{\theta z} = C_1 r + \frac{C_0}{r}. \quad (14)$$

Здесь $D_1, D_2, E_1, E_2, G_1, G_2$ — новые произвольные постоянные. Из соотношений (3) — (4) следует

$$\sigma_\theta = \sigma_r + \frac{2\epsilon_\theta + \epsilon_z}{\gamma_{r\theta}} \tau_{r\theta}, \quad \sigma_z = \sigma_r + \frac{\epsilon_\theta + 2\epsilon_z}{\gamma_{r\theta}} \tau_{r\theta}, \quad \tau_{\theta z} = \frac{\gamma_{\theta z}}{\gamma_{r\theta}} \tau_{r\theta}. \quad (15)$$

Подставляя эти выражения в уравнения (1) и принимая, что $\tau_{r\theta}$ не зависит от θ и r , получим

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0,$$

$$\frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + \frac{2\tau_{r\theta}}{r} = 0, \quad (16)$$

$$\frac{\partial \tau_{rz}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_r}{\partial z} + \frac{\tau_{rz}}{r} = 0.$$

Из первого уравнения (16) находим

$$\sigma_r(r, \theta, z) = Q(\theta, z) + \int_{r_1}^r \frac{2\varepsilon_\theta + \varepsilon_z}{\gamma_{r\theta}} \tau_{r\theta} dr, \quad (17)$$

где Q произвольная функция θ и z .

Подставляя σ_r из (17) во второе и третье уравнения (16), будем иметь

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + 2 \frac{\tau_{r\theta}}{r} &= 2 \frac{a_1}{r}, & \frac{\partial Q}{\partial \theta} + 2a_1 &= 0, \\ \frac{d\tau_{rz}}{dr} + \frac{\tau_{rz}}{r} &= 2b_1, & \frac{\partial Q}{\partial z} + 2b_1 &= 0. \end{aligned} \quad (18)$$

Отсюда имеем

$$\tau_{r\theta} = a_1 + \frac{a_0}{r^2}, \quad \tau_{rz} = b_1 r + \frac{b_0}{r}, \quad (19)$$

$$Q = -2a_1\theta - 2b_1z - 2c_1. \quad (20)$$

Здесь a_1, a_0, b_1, b_0, c_1 — произвольные постоянные.

Из условия текучести (2) и соотношений (15) определяя $\gamma_{r\theta}$, далее используя выражения (11) — (13), для компонентов напряжений (15), (17) и скоростей перемещений (5) — (7) получим

$$\sigma_r = -2a_1\theta - 2b_1z - 2c_1 + \int_{r_1}^r \sqrt{\frac{k^2 - \tau_{r\theta}^2 - \tau_{rz}^2}{\varepsilon_\theta^2 + \varepsilon_\theta \varepsilon_z + \varepsilon_z^2 + \gamma_{\theta z}^2}} (2\varepsilon_\theta + \varepsilon_z) dr, \quad (21)$$

$$\sigma_\theta = \sigma_r + (2\varepsilon_\theta + \varepsilon_z) \sqrt{\frac{k^2 - \tau_{r\theta}^2 - \tau_{rz}^2}{\varepsilon_\theta^2 + \varepsilon_\theta \varepsilon_z + \varepsilon_z^2 + \gamma_{\theta z}^2}}, \quad (22)$$

$$\sigma_z = \sigma_r + (\varepsilon_\theta + 2\varepsilon_z) \sqrt{\frac{k^2 - \tau_{r\theta}^2 - \tau_{rz}^2}{\varepsilon_\theta^2 + \varepsilon_\theta \varepsilon_z + \varepsilon_z^2 + \gamma_{\theta z}^2}}, \quad (23)$$

$$\tau_{\theta z} = \gamma_{\theta z} \sqrt{\frac{k^2 - \tau_{r\theta}^2 - \tau_{rz}^2}{\varepsilon_\theta^2 + \varepsilon_\theta \varepsilon_z + \varepsilon_z^2 + \gamma_{\theta z}^2}}; \quad (24)$$

$$\begin{aligned} u = & -\left(\frac{A_1}{2} + B_0\right)r + \left(A_0 + \frac{A_1}{2}r_1\right)\frac{r_1}{r} + G_1\cos\theta + G_2\sin\theta + \\ & + (E_1\cos\theta + E_2\sin\theta)z, \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} v = & 2r \int_{r_1}^r \sqrt{\frac{\varepsilon_\theta^2 + \varepsilon_\theta \varepsilon_z + \varepsilon_z^2 + \gamma_{\theta z}^2}{k^2 - \tau_{r\theta}^2 - \tau_{rz}^2}} \tau_{r\theta} \frac{dr}{r} + D_1r + 2C_1rz + (A_1 + B_0)r\theta - \\ & - G_1\sin\theta + G_2\cos\theta - (E_1\sin\theta - E_2\cos\theta)z, \end{aligned} \quad (26)$$

$$w = 2 \int_{r_1}^r \sqrt{\frac{\varepsilon_\theta^2 + \varepsilon_\theta \varepsilon_z + \varepsilon_z^2 + \gamma_{\theta z}^2}{k^2 - \tau_{r\theta}^2 - \tau_{\theta z}^2}} \tau_{rz} dr + D_2 + 2C_0\theta + B_0z - (E_1 \cos\theta + E_2 \sin\theta) r. \quad (27)$$

Не рассматривая в настоящей статье конкретных задач, заметим, что полученное решение, содержащее 16 произвольных постоянных, может являться решением некоторых новых трехмерных задач теории идеальной пластичности. В частности, некоторые задачи о совместном кручении, изгибе и растяжении цилиндрической трубы, цилиндрического сектора и др.

Отметим, что из приведенного здесь решения, когда $a_1 = C_0 = C_1 = E_1 = E_2 = G_1 = G_2 = A_1 + B_0 = 0$, получим решение, данное Д. Д. Ивлевым (¹), если в его работе полагать отсутствующими массовые силы и температурное воздействие.

Другие решения пространственных задач теории идеальной пластичности даются в работах (²⁻⁶).

Аналогично примененным здесь полуобратным способом другое решение уравнений теории идеальной пластичности в декартовых координатах получено в работе (⁷).

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Մ. Ա. ԶԱԴՈՅԱՆ

Պլանային կոորդինատներով իդեալական պլաստիկականության հետևության հավասարումների մի մասնավոր լուծման մասին

Ստացված է ղլանային կոորդինատներով պլաստիկականության տեսության հավասարումների մասնավոր լուծումը, որը հնարավորություն է տալիս լուծելու մի քանի նոր տարածական խնդիրներ: Հավասարակշռության հավասարումները ղլանային կոորդինատներով ընդհանուր դեպքում ունի (1) տեսքը: (2)-ը Հուրբեր-Միգեսի պլաստիկականության պայմանն է: Դեֆորմացիաների արագությունների և լարումների բաղադրիչների միջև գոյություն ունեն (3) — (4) առնչությունները: Վերջին կապակցություններից արագության բաղադրիչները կարելի է որոշել (5) — (7) տեսքով, որտեղ u_0 , v_0 , w_0 կամայական ֆունկցիաներ են θ -ից և z -ից: Ընդունելով, որ դեֆորմացիաների արագությունների տենզորը կախված չէ θ և z կոորդինատներից ε_θ -ի, ε_z -ի և $\gamma_{\theta z}$ -ի համար ստանում ենք (8) — (10) առնչությունները, որտեղ A_0 , A_1 , B_0 , B_1 , C_0 , C_1 -ը կամայական հաստատուններ են: (8) — (10) կապակցություններից ստանում ենք $B_1 = 0$ իսկ u_0 , v_0 և w_0 կամայական ֆունկցիաները որոշվում են (11) — (13) բանաձևերով: Այստեղ D_0 , D_1 , E_1 , E_2 , G_1 , G_2 -ը նույնպես կամայական հաստատուններ են: (3) — (4) առնչություններից σ_θ , σ_z , $\tau_{\theta z}$ բաղադրիչները կարելի է ներկայացնել (15) տեսքով:

Տեղադրելով այդ արահայտությունները (1) հավասարակշռության հավասարումների մեջ և ընդունելով, որ $\tau_{r\theta}$ -ը կախում չունի θ -ից և z -ից, ստանում ենք (16) դիֆերենցիալ հավասարումների սիստեմը: (16)-ի առաջին հավասարումից σ_r -ի համար ստանում ենք (17) արտահայտությունը, որտեղ Q -ն կամայական ֆունկցիա է θ -ից և z -ից: Այնուհետև ստանում ենք դիֆերենցիալ հավասարումների (18) սիստեմը, որից ստանում ենք (19)-ը և (20)-ը: Պլաստիկականության (2) պայմանից և (15) առնչություններից որոշելով $\gamma_{r\theta}$ -ը լարումների և արագությունների համար վերջնականապես ստանում ենք (21) — (27) բանաձևերը:

Ստացված լուծումը պարունակում է 16 կամայական հաստատումներ և պարունակում է մի քանի նոր տարածական խնդիրների լուծումներ: Այսպես օրինակ, $\theta = \pm \theta_0$, $\varphi = \pm \varphi_0$ և այլն: Համակենտրոն զլանային կոշտ և անհարթ մակերևույթների $\sigma = \sigma_0$ հարթություններով և $r = r_1$, $r = r_2$ զլանային մակերևույթներով սահմանափակված մարմնի ոլորման, ծավալի և ձգման վերաբերյալ մի քանի մասնավոր խնդիրներ և այլն:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Д. Д. Ивлев, ДАН СССР, т. 123, № 6 (1958). ² А. Ю. Ишлинский, ПММ, т. 8, в. 3, 1944. ³ В. В. Соколовский, Теория пластичности, М., 1950. ⁴ R. Hill, The mathematical theory of plasticity, Oxford, 1950. ⁵ К. Т. Шилд, Proc. of. Royal Soc; 1955. ⁶ Д. Д. Ивлев, Докторская диссертация, МГУ, 1959. ⁷ М. А. Задоян, ДАН СССР, т. 136, № 1 (1964).

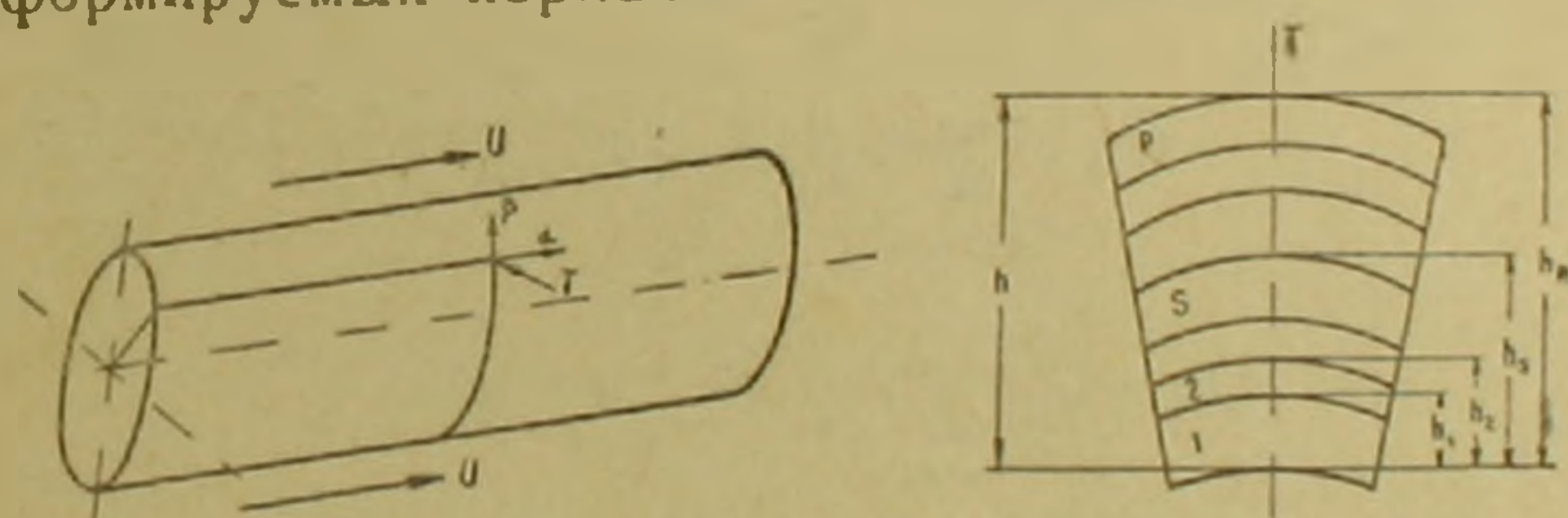
ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Г. Е. Багдасарян

Устойчивость анизотропной слоистой цилиндрической оболочки
 в сверхзвуковом потоке газа

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 20/V 1964)

1. Рассмотрим круговую цилиндрическую оболочку бесконечной длины и постоянной толщины h , собранную из произвольного числа однородных анизотропных слоев. Принимается, что координатная поверхность оболочки ($\gamma = 0$) совпадает с внутренней граничной поверхностью оболочки, которая представляется координатами α, β (α — вдоль образующей, β — по дуге поперечного сечения) и радиусом кривизны $R = \text{const}$. Предполагается, что материал оболочки подчиняется обобщенному закону Гука и в каждой точке каждого слоя имеется лишь одна плоскость упругой симметрии, параллельная координатной поверхности оболочки. Для всего пакета оболочки принимается гипотеза недеформируемых нормалей.



Фиг. 1.

Пусть оболочка обтекается сверхзвуковым потоком сжимаемого газа с невозмущенной скоростью U , направленной вдоль оси Oz (фиг. 1).

В силу принятых предположений для рассматриваемой оболочки имеем следующие исходные уравнения движения ⁽¹⁾

$$\begin{aligned} L_{11}(C_{jk})u + L_{12}(C_{jk})v + L_{13}(C_{jk}K_{jk})w &= -X \\ L_{12}(C_{jk})u + L_{22}(C_{jk})v + L_{23}(C_{jk}K_{jk})w &= -Y \\ L_{13}(C_{jk}K_{jk})u + L_{23}(C_{jk}K_{jk})v + L_{33}(C_{jk}K_{jk}D_{jk})w &= Z. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Здесь X, Y, Z — компоненты внешней нагрузки по направлениям α, β, γ ; $u(\alpha, \beta, t), v(\alpha, \beta, t), w(\alpha, \beta, t)$ — соответственно тангенциальные и нормальные перемещения точки (α, β) координатной поверхности оболочки; L_{jk} — линейные дифференциальные операторы

$$\begin{aligned}
L_{11}(C_{jk}) &= C_{11} \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + 2C_{16} \frac{\partial^2}{\partial \alpha \partial \beta} + C_{66} \frac{\partial^2}{\partial \beta^2}, \\
L_{12}(C_{jk}) &= C_{16} \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + (C_{12} + C_{66}) \frac{\partial^2}{\partial \alpha \partial \beta} + C_{26} \frac{\partial^2}{\partial \beta^2}, \\
L_{22}(C_{jk}) &= C_{66} \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + 2C_{26} \frac{\partial^2}{\partial \alpha \partial \beta} + C_{22} \frac{\partial^2}{\partial \beta^2}, \\
L_{13}(C_{jk} K_{jk}) &= \frac{1}{R} \left(C_{12} \frac{\partial}{\partial \alpha} + C_{26} \frac{\partial}{\partial \beta} \right) - K_{11} \frac{\partial^3}{\partial \alpha^3} - 3K_{16} \frac{\partial^3}{\partial \alpha^2 \partial \beta} - \\
&\quad - (K_{12} + 2K_{66}) \frac{\partial^3}{\partial \alpha \partial \beta^2} - K_{26} \frac{\partial^3}{\partial \beta^3}, \\
L_{23}(C_{jk} K_{jk}) &= \frac{1}{R} \left(C_{22} \frac{\partial}{\partial \beta} + C_{26} \frac{\partial}{\partial \alpha} \right) - K_{22} \frac{\partial^3}{\partial \beta^3} - 3K_{26} \frac{\partial^3}{\partial \alpha \partial \beta^2} - \\
&\quad - (K_{12} + 2K_{66}) \frac{\partial^3}{\partial \alpha^2 \partial \beta} - K_{16} \frac{\partial^3}{\partial \alpha^3}, \\
L_{33}(C_{jk} K_{jk} D_{jk}) &= \frac{1}{R^2} C_{22} - \frac{2}{R} \left(K_{12} \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + 2K_{26} \frac{\partial^2}{\partial \alpha \partial \beta} + K_{22} \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \right) + \\
&\quad + D_{11} \frac{\partial^4}{\partial \alpha^4} + 4D_{16} \frac{\partial^4}{\partial \alpha^3 \partial \beta} + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^4}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + 4D_{26} \frac{\partial^4}{\partial \alpha \partial \beta^3} + D_{22} \frac{\partial^4}{\partial \beta^4}.
\end{aligned} \tag{1.2}$$

C_{jk} , D_{jk} , K_{jk} — соответственно жесткости растяжения, изгиба и взаимного влияния слоев оболочки

$$\begin{aligned}
C_{jk} &= \sum_{s=1}^p B_{jk}^{(s)} (h_s - h_{s-1}), \\
D_{jk} &= \frac{1}{3} \sum_{s=1}^p B_{jk}^{(s)} (h_s^3 - h_{s-1}^3), \\
K_{jk} &= \frac{1}{2} \sum_{s=1}^p B_{jk}^{(s)} (h_s^2 - h_{s-1}^2),
\end{aligned} \tag{1.3}$$

h_s — расстояние s -го слоя от координатной поверхности, $B_{jk}^{(s)}$ — упругие коэффициенты s -го слоя, p — число слоев оболочки.

Большой интерес представляют оболочки, составленные из ортотропных слоев так, что главные геометрические и физические направления не совпадают. В этом случае, как известно ⁽¹⁾, оболочка качественно работает как произвольно анизотропная. Тогда коэффициенты $B_{jk}^{(s)}$ имеют вид ⁽¹⁾

$$B_{11}^{(s)} = B_{11}^{(s)} \cos^4 \varphi_s + 2(B_{12}^{(s)} + 2B_{66}^{(s)}) \sin^2 \varphi_s \cos^2 \varphi_s + B_{22}^{(s)} \sin^4 \varphi_s,$$

$$B_{22}^{(s)} = B_{11}^{(s)} \sin^4 \varphi_s + 2(B_{12}^{(s)} + 2B_{66}^{(s)}) \sin^2 \varphi_s \cos^2 \varphi_s + B_{22}^{(s)} \cos^4 \varphi_s,$$

$$\begin{aligned}
B_{12}^{(s)} &= B_{12}^{(s)} + [B_{11}^{(s)} + B_{22}^{(s)} - 2(B_{12}^{(s)} + 2B_{66}^{(s)})] \sin^2 \varphi_s \cos^2 \varphi_s, \\
B_{66}^{(s)} &= B_{66}^{(s)} + [B_{11}^{(s)} + B_{22}^{(s)} - 2(B_{12}^{(s)} + 2B_{66}^{(s)})] \sin^2 \varphi_s \cos^2 \varphi_s, \\
B_{16}^{(s)} &= \frac{1}{2} \left[B_{22}^{(s)} \sin^2 \varphi_s - B_{11}^{(s)} \cos^2 \varphi_s + (B_{12}^{(s)} + 2B_{66}^{(s)}) \cos 2\varphi_s \right] \sin 2\varphi_s, \\
B_{26}^{(s)} &= \frac{1}{2} \left[B_{22}^{(s)} \cos^2 \varphi_s - B_{11}^{(s)} \sin^2 \varphi_s - (B_{12}^{(s)} + 2B_{66}^{(s)}) \cos 2\varphi_s \right] \sin 2\varphi_s,
\end{aligned} \tag{1.4}$$

где φ_s — угол между главными геометрическими и физическими направлениями s -го слоя, $B_{jk}^{(s)}$ — коэффициенты упругости s -го слоя при $\varphi_s = 0$.

В системе (1.1) заменив X, Y, Z выражениями

$$\begin{aligned}
X &= -m_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + m_1 \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial t^2}, \\
Y &= -m_0 \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + m_1 \frac{\partial^3 w}{\partial \beta \partial t^2},
\end{aligned} \tag{1.5}$$

$$Z = -m_0 \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - 2m_0 \varepsilon \frac{\partial w}{\partial t} - m_1 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial \beta} \right) + m_2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} \right) + \Delta p,$$

получим уравнения устойчивости слоистой цилиндрической оболочки в сверхзвуковом потоке газа.

Здесь ε — коэффициент линейного затухания, m_0, m_1, m_2 — приведенные массы

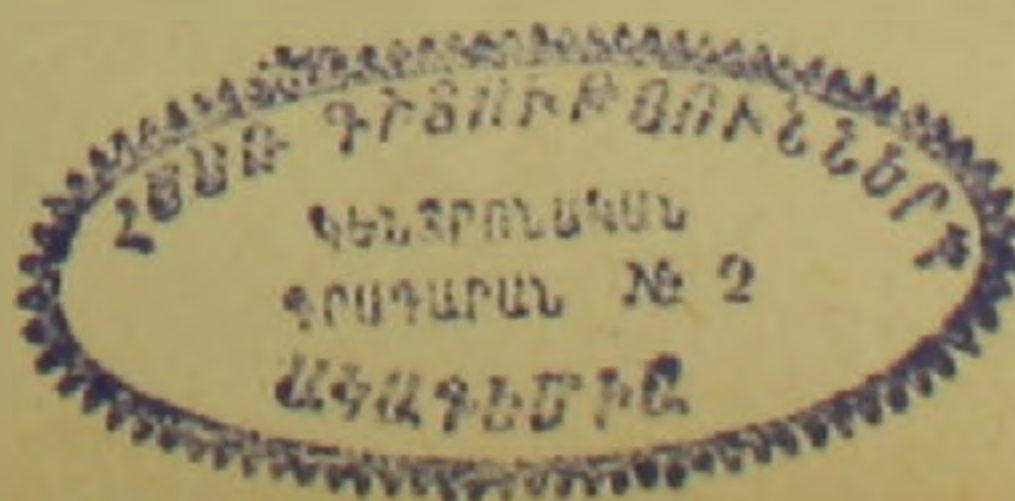
$$\begin{aligned}
m_0 &= \frac{1}{g} \sum_{s=1}^p \gamma_s (h_s - h_{s-1}), \\
m_1 &= \frac{1}{2g} \sum_{s=1}^p \gamma_s (h_s^2 - h_{s-1}^2), \\
m_2 &= \frac{1}{3g} \sum_{s=1}^p \gamma_s (h_s^3 - h_{s-1}^3),
\end{aligned}$$

γ_s — удельный вес s -го слоя, g — ускорение силы тяжести, Δp — избыточное давление газа, которое согласно „поршневой теории“ имеет вид (2.3)

$$\Delta p = -\frac{\kappa p_\infty}{a_\infty} \left(\frac{\partial w}{\partial t} + U \frac{\partial w}{\partial x} \right), \tag{1.6}$$

где κ — показатель политропы, p_∞ — давление невозмущенного газа, a_∞ — скорость звука для невозмущенного газа.

2. Решение системы (1.1) ищем в виде [4]



$$\begin{aligned}
u &= iu_1 e^{i\left(\omega t - kx - \frac{n}{R}\beta\right)}, \\
v &= iu_2 e^{i\left(\omega t - kx - \frac{n}{R}\beta\right)}, \\
w &= u_3 e^{i\left(\omega t - kx - \frac{n}{R}\beta\right)},
\end{aligned} \tag{2.1}$$

где u_1, u_2, u_3 — некоторые комплексные коэффициенты, ω — частота колебаний, $k = \frac{\pi}{\lambda}$ — волновое число, λ — длина полуволны в направлении образующих, n — число волн по окружности оболочки.

Подставляя (2.1) в уравнения (1.1), с учетом (1.5) и (1.6), получим систему алгебраических уравнений

$$\sum_{k=1}^3 \left\{ \frac{b_{jk}}{m_0 R^2} - \delta'_{jk} \omega^2 + i \left[2\varepsilon \omega + \mu \left(\omega - \frac{m}{R} U \right) \right] \right\} u_k = 0 \tag{2.2}$$

($j = 1, 2, 3$),

в которую введены следующие обозначения

$$\begin{aligned}
b_{11} &= C_{11}m^2 + 2C_{16}mn + C_{66}n^2, \\
b_{12} &= b_{21} = C_{16}m^2 + (C_{12} + C_{66})mn + C_{26}n^2, \\
b_{22} &= C_{66}m^2 + 2C_{26}mn + C_{22}n^2, \\
b_{13} &= b_{31} = C_{12}m + C_{26}n + \frac{1}{R}[K_{11}m^3 + 3K_{16}m^2n + (K_{12} + 2K_{66})mn^2 + K_{26}n^3], \\
b_{23} &= b_{32} = C_{22}n + C_{26}m + \frac{1}{R}[K_{22}n^3 + 3K_{26}mn^2 + (K_{12} + 2K_{66})m^2n + K_{16}m^3], \\
b_{33} &= C_{22} + \frac{2}{R}(K_{12}m^2 + 2K_{26}mn + K_{22}n^2) + \frac{1}{R^2}[D_{11}m^4 + 4D_{16}m^3n + \\
&\quad + 2(D_{12} + 2D_{66})m^2n^2 + 4D_{26}mn^3 + D_{22}n^4],
\end{aligned} \tag{2.3}$$

$$\begin{aligned}
\delta'_{11} &= \delta'_{22} = 1, & \delta'_{12} &= \delta'_{21} = 0, & \delta'_{33} &= 1 + \frac{m_2}{m_0} \frac{m^2 + n^2}{R^2}, \\
\delta'_{31} &= \delta'_{13} = \frac{m_1}{m_0} \frac{m}{R}, & \delta'_{23} &= \delta'_{32} = \frac{m_1}{m_0} \frac{n}{R}.
\end{aligned} \tag{2.4}$$

$$\mu = \frac{\gamma p_\infty}{a_\infty m_0}, \quad m = kR, \quad \delta_{jk} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Из системы алгебраических однородных уравнений (2.2) можно определить критическую скорость флаттера.

Система (2.2) имеет отличные от нуля решения только в том случае, если равен нулю определитель, составленный из коэффициен-

тов этой системы. Тогда критическая скорость флаттера определяется из уравнения

$$\left| \frac{b_{jk}}{m_0 R^2} - \delta'_{jk} \omega^2 + i \left[(2\varepsilon + \mu) \omega - \frac{m\mu}{R} U \right] \delta_{jk} \right| = 0. \quad (2.5)$$

Невозмущенная форма равновесия оболочки устойчива, пока все значения ω лежат в левой полуплоскости комплексного переменного. Наименьшее значение U , при котором один из показателей ω переходит на правую полуплоскость, оставаясь при этом комплексным, является критической скоростью флаттера. Скорость флаттера определяется здесь как минимальная скорость, при которой появляются бегущие волны с прогрессирующей амплитудой.

Если частота собственных поперечных колебаний оболочки мала по сравнению с частотой собственных колебаний в своей поверхности (колебание с достаточно большим показателем изменемости), то тангенциальными составляющими сил инерции можно пренебречь. В этом случае уравнение (2.5) принимает вид

$$\omega^2 - i\omega(2\varepsilon + \mu)A - \Omega^2(m, n) + i\frac{m\mu}{R}AU = 0, \quad (2.6)$$

где

$$\Omega^2(m, n) = \frac{1}{m_0 R^2} \frac{b_{13}A_{13} + b_{33}A_{33} - b_{23}A_{23}}{\delta'_{13}A_{13} - \delta'_{23}A_{23} + \delta'_{33}A_{33}} \quad (2.7)$$

квадрат частоты собственных поперечных колебаний оболочки в вакууме,

$$A = \frac{A_{33}}{\delta'_{13}A_{13} + \delta'_{23}A_{23} + \delta'_{33}A_{33}}, \quad (2.8)$$

A_{j3} — миноры второго порядка детерминанта (2.5).

Для любых заданных значений m и n из (2.6) можно найти частоту ω . Если ее мнимая часть положительная, то невозмущенное движение устойчиво по отношению к малым возмущениям. Наличие частот с отрицательной мнимой частью означает неустойчивость. Условия того, чтобы уравнение (2.6) с комплексными коэффициентами не имело корней с отрицательными мнимыми частями, могут быть представлены в форме, аналогичной известным условиям Рауса—Гурвица (2, 5). Поступая обычным образом (2), из этих условий для критической скорости флаттера получим формулу

$$U_{кр.} = V(m, n) \left(1 + \frac{2\varepsilon}{\mu} \right), \quad (2.9)$$

где $V(m, n) = \frac{R}{m} \Omega(m, n)$ — фазовая скорость распространения упругих волн в оболочке.

Отметим, что (как видно из (1.3), (1.4) и (2.3)) в случае ортотропной оболочки с несовпадающими главными геометрическими и

физическими направлениями критическая скорость флаттера существенно зависит от ориентации главных направлений упругости материала слоев оболочки и является периодической функцией углов φ .

Наибольший интерес представляют те значения аргументов m и n , вблизи которых критическая скорость принимает минимальное значение. Эти значения определяются из следующей системы нелинейных алгебраических уравнений

$$\frac{\partial U_{кр.}}{\partial m} = 0, \quad \frac{\partial U_{кр.}}{\partial n} = 0. \quad (2.10)$$

В общем случае систему (2.10) можно решить только численными методами.

Для получения результатов в замкнутой форме рассмотрим случай, когда влиянием инерционных членов, возникающих вследствие несимметричного строения оболочки, можно пренебречь. Тогда, если имеет место симметричная форма потери устойчивости, то $n = 0$ и критическая скорость принимает минимальное значение при

$$m = \sqrt[4]{\frac{A_1}{A_3}}. \quad (2.11)$$

Для минимальной критической скорости получим формулу

$$U_{кр.}^{min} = \frac{1}{\sqrt{m_0}} \sqrt{A_2 + 2\sqrt{A_1 \cdot A_3}} \left(1 + \frac{2\varepsilon}{\mu}\right), \quad (2.12)$$

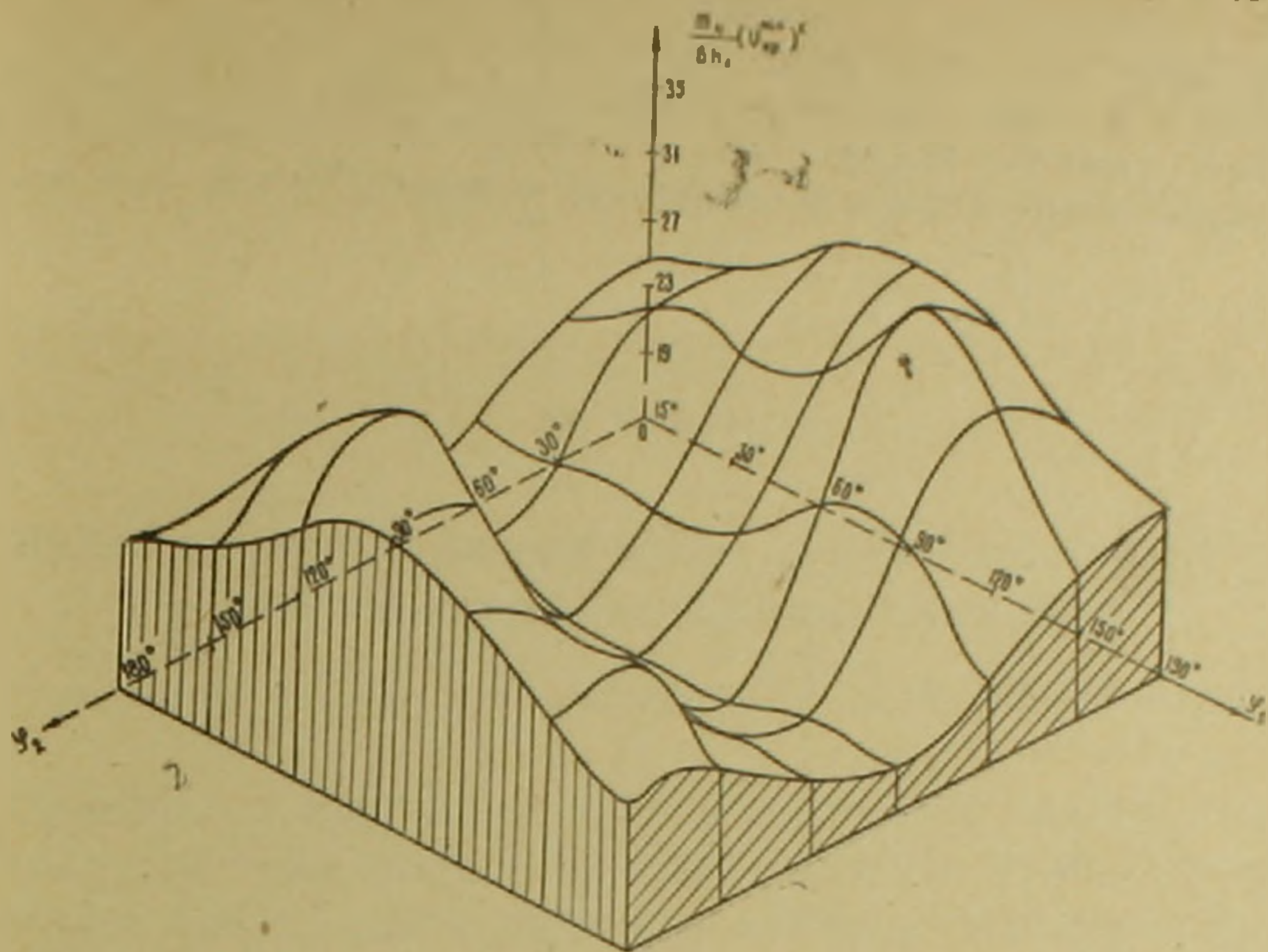
где

$$\begin{aligned} A_1 &= C_{22} + \frac{2C_{12}C_{16}C_{26} - C_{12}^2C_{66} - C_{11}C_{26}^2}{C_{11}C_{66} - C_{16}^2}, \\ A_2 &= \frac{2K_{12}}{R} + \frac{2(C_{12}C_{66} - C_{16}C_{26})K_{11}}{R(C_{11}C_{66} - C_{16}^2)}, \\ A_3 &= \frac{D_{11}}{R^2} + \frac{2K_{11}K_{16}C_{16} - K_{11}^2C_{66} - K_{16}^2C_{11}}{R^2(C_{11}C_{66} - C_{16}^2)}. \end{aligned} \quad (2.13)$$

Рассматривая формулы (2.11)–(2.13), в силу (1.3) и (1.4) легко заметить, что минимальное значение критической скорости, а также величина m (следовательно, и длины полуволны в направлениях образующих) являются периодическими функциями углов φ , с периодами π .

3. Для иллюстрации приводим пример решения задачи флаттера двухслойной цилиндрической оболочки, принимая $h = 0,01R$, $n = 0$, $h_2 = 2h_1$, $B_{jk}^{(1)} = B_{jk}^{(2)}$, $B_{66}^{(s)} = 0,5B$, $B_{11}^{(s)} = 11B_{22}^{(s)} = 11B$, т. е. рассматривается двухслойная цилиндрическая оболочка, слои которой имеют одинаковые толщины, изготовлены из одинакового ортотропного материала с различными упругими ориентациями.

При этих исходных данных ниже приведен график (фиг. 2) зависимости минимальной критической скорости от углов φ_1 и φ_2 .



Фиг. 2.

Из рассмотренного примера видно, что если в случае однослойной цилиндрической оболочки экстремальные значения критической скорости получаются при совпадении главных геометрических и физических направлений (⁴), то здесь они получатся внутри прямоугольника $[0 \leq \varphi_1 \leq \pi; 0 \leq \varphi_2 \leq \pi]$. Значения φ_1 и φ_2 , при которых критическая скорость принимает экстремальные значения, существенно

зависят от отношений типа $\frac{B_{lk}^{(s)}}{B_{ll}^{(s)}}, \frac{h_s}{h_l}, \frac{B_{lk}^{(j)}}{B_{ll}^{(j)}} \quad (j \neq s)$.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Գ. Է. ԲԱՂԴԱՍԱՐՅԱՆ

Շերտավոր անիզոտրոպ գլանային բաղաձրի կայունությունը նալճից մեծ արագություն ունեցող գազի հոսանքի մեջ

Հողվածում դիտարկվում է անիզոտրոպ (ոչ օրթոտրոպ) շերտավոր գլանային թաղանթի կայունության խնդիրը ձայնից մեծ արագություն ունեցող գազի հոսանքով շրջհոսվելիս: Ստացված է բանաձև հոսանքի կրիտիկական արագության համար: Որպես մասնավոր դեպք ուսումնասիրված է շերտավոր օրթոտրոպ գլանային թաղանթի կայունության խնդիրը, երբ շերտերի նյութերի առաձգականության գլխավոր ուղղություններից ոչ մեկը չի համընկնում հոսանքի ուղղության հետ: Ուսումնասիրված է շերտերի նյութերի առաձգականության գլխավոր առանցքների տարբեր դիրքերի ազդեցությունները կրիտիկական արագության վրա: Ցույց է տրված, որ եթե միաշերտ գլանային թաղանթի կրիտիկական արագության էքստրեմալ արժեքները ստացվում են այն դեպքերում, երբ առաձգականության գլխավոր ուղղություններից մեկը համընկնում է հոսանքի ուղղության հետ, ապա շերտավոր գլանային թաղանթի համար այդ արժեքները կարող են ստացվել առաձգականության գլխավոր առանցքների ցանկացած օրինական շրջաճառում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ *С. А. Амбарцумян*, Теория анизотропных оболочек, Физматгиз, М., 1961.
² *В. В. Брлотин*, Неконсервативные задачи теории упругой устойчивости, Физматгиз, М., 1961. ³ *А. А. Ильюшин*, ПММ, 20, № 6, 1956. ⁴ *Ж. Е. Багдасарян*, Известия АН АрмССР, серия физ.-мат. наук, XV, № 6 (1962). ⁵ *Н. Г. Чеботарев, Н. С. Мейман*, Проблема Рауса—Гурвица для полиномов и целых функций, Изд. АН СССР, 1949.

Ю. М. Айвазян

Излучение от открытого конца системы полубесконечных идеально проводящих полуплоскостей

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Н. М. Кочаряном 2/VI 1964)

Определено излучение, возникающее при вылете заряженной частицы из системы полубесконечных идеально проводящих пластин. Рассмотрен предельный случай, при котором расстояние между пластинами стремится к 0. Возникающее в этом случае излучение будет переходным излучением при вылете частицы из среды, проводимость которой в одном направлении бесконечна, а в другом равна нулю.

Система полубесконечных пластин описывается уравнениями $y = (2n + 1)b$, $n = 0, \pm 1, \pm \dots$, $x < 0$, $-\infty < z < \infty$. Расстояние между соседними полуплоскостями равно $2b$. Для простоты рассмотрим случай, когда частица с зарядом e вылетает по оси x с постоянной скоростью v и в момент времени $t = 0$ находится в начале координат.

Рассмотрим область $(2n - 1)b < y < (2n + 1)b$, т. е. область n -го волновода и его продолжение. В этой области будем искать поля E_x и E_z , которые в силу граничных условий должны обращаться в 0 на стенках n -го волновода. Для сокращения записи будем эти поля записывать в виде $E_{n,xz}$. Представим $E_{n,xz}$ в виде интеграла

$$E_{n,xz}(x, z, \xi) = \int_{-\pi}^{\pi} E_{n,xz,\mu}(x, z, \xi) d\mu = \int_{-\pi}^{\pi} E_{n,xz}(x, z, \xi) e^{i\mu n} d\mu, \quad (1)$$

где $\xi = y - 2nb$.

Из этого разложения следует, что

$$E_{n+1,\mu}(\xi) = E_{n,\mu}(\xi) e^{i\mu}. \quad (2)$$

Будем искать $E_{n,xz,\mu}(x, z, \xi)$ в виде $\tilde{E}_{n,xz,\mu}(x, z, \xi) + E_{n,xz,\mu}^0(x, z, \xi)$, где

$$E_{n,xz,\mu}^0(x, z, \xi) = \frac{1}{2\pi} E_{x,z}^0(x, z, \xi) e^{i\mu n}, \quad (3)$$

а $E_{x,z}^0(x, z, \xi)$ есть поле движущейся частицы в бесконечном волно-

воде $-b \leq \xi = y < b$, $-\infty < x, z < \infty$. Для $E_{x,z,\omega}^\circ(x, z, \xi)$ легко получить следующее выражение

$$E_{x,z,\omega}^\circ(x, q, z) = \frac{1}{(2\pi)^2} \int E_{x,z}^\circ(x, z, \xi, t) e^{i\omega t + i q z} dz dt, \quad (4)$$

$$E_{x,z}^\circ(x, q, \xi, t) = R_{x,z} \left(e^{-l|\xi|} - \frac{\operatorname{ch} l\xi}{\operatorname{ch} lb} l^{-lb} \right) e^{i \frac{\omega}{v} x}, \quad (5)$$

где

$$l = \sqrt{q^2 + k^2 \gamma^2}, \quad k = \frac{|\omega|}{c}, \quad \gamma^2 = \frac{1 - \beta^2}{\beta^2}, \quad \beta = \frac{v}{c},$$

$$R_x = -\frac{i\omega e \gamma^2}{2\pi l c^2}, \quad R_z = \frac{ieq}{2\pi l v}.$$

Очевидно, что $E_{x,z}^\circ(x, z, \pm b) = 0$, $\bar{E}_{n,xz,\mu}(x, z, \xi)$ ищем в виде

$$\bar{E}_{n,xz,\mu}(x, z, \xi) = \int \bar{E}_{n,xz,\mu}(x, q, \xi) e^{-i\alpha x - i q z - i\omega t} d\alpha dq d\omega, \quad (6)$$

так как $\bar{E}_{n,xz,\mu}(x, z, \xi)$ должно удовлетворять однородному уравнению Даламбера, то $\bar{E}_{n,xz,\mu}(x, q, \xi)$ ищется в виде $A_n e^{\lambda \xi} + B_n e^{-\lambda \xi}$, где A_n и B_n функции от α , а $\lambda^2 = \alpha^2 - p^2$, $p^2 = k^2 - q^2$, $\operatorname{Im} k = \delta > 0$. Из условия непрерывности $E_{n,xz}(x, z, b) = E_{n+1,xz}(x, z, -b)$ и (2) получается связь между коэффициентами A_n и B_n

$$B_n = C A_n, \quad C = \frac{e^{-\lambda b + i\mu} - e^{\lambda b}}{e^{-\lambda b} - e^{\lambda b + i\mu}}. \quad (7)$$

В силу условия (2) сшивки должна производиться только лишь на одной пластине, аналогично тому, как это делалось в (1). При этом получаются функциональные уравнения типа Винера—Хопфа, которые решаются точно. В результате для полей $\bar{E}_x$ и $\bar{E}_z$ в области $(2n-1)b < y < (2n+1)b$ получим следующие выражения

$$\bar{E}_{x,z,\omega}(x, y, z) = \int e^{-i q z - i \alpha x} dq d\alpha \int_0^\pi d\mu \frac{\zeta_n(\lambda) e^{\lambda(y-2nb)} + \zeta_{-n}(\lambda) e^{-\lambda(y-2nb)}}{\operatorname{sh} 2\lambda b K^-\left(\mu, -\frac{\omega}{\sigma}\right) K^+(\mu, \alpha)} Q_{x,z}, \quad (8)$$

где

$$Q_x = -\frac{bl}{4\pi^2 i \operatorname{ch} lb} \left(\frac{R_x}{\alpha + \frac{\omega}{v}} + \frac{-R_x + \frac{q}{p} R_z}{-p + \frac{\omega}{v}} \right), \quad Q_z = -\frac{bl R_z}{4\pi^2 i \operatorname{ch} lb},$$

$$K^\pm(\mu, \alpha) = (1 - \cos \mu)^{1/2} e^{\pm i \frac{2ba}{\pi} \ln 2} \left[\left(1 - \frac{4b^2 p^2}{\mu^2} \right)^{1/2} \mp \frac{2ba}{|\mu|} \right] \times$$

$$\times \prod_{j=1}^{\infty} \frac{\left[\left(1 - \frac{4b^2 p^2}{\lambda_j^2} \right)^{1/2} \mp i \frac{2ba}{\lambda_j} \right] \left[\left(1 - \frac{4b^2 p^2}{\gamma_j^2} \right)^{1/2} \mp i \frac{2ba}{\gamma_j} \right]}{\left[\left(1 - \frac{4p^2 b^2}{(\pi j)^2} \right)^{1/2} \mp i \frac{2ba}{\pi j} \right]} \quad (10)$$

$$\lambda_j = 2\pi j + \mu, \quad \gamma_j = 2\pi j - \mu, \quad \lambda_0 = |\mu|, \quad (11)$$

$$\zeta_n(\lambda) = [\cos \mu n + \cos \mu (n+1)] e^{\lambda b} - [\cos \mu n + \cos \mu (n-1)] e^{-\lambda b}.$$

Компонента поля $\bar{E}_{y, \omega}$ находится из уравнения $\operatorname{div} E = 0$. Отметим, что при получении (8) нами были использованы условия на ребре $p \sim x^{-1/2}$, $j_x \sim x^{1/2}$, $j_z \sim x^{-1/2}$.

При $x < 0$ в (8) подынтегральное выражение не имеет точки ветвления по α . Поэтому интегрирование по α сводится к вычислению полюсов подынтегрального выражения в нулях $\operatorname{sh} 2\lambda b$. Таким образом, получаются генерированные собственные волноводные волны. Из-за ограниченности места приводить их точное выражение мы не будем.

При $x > 0$ на больших расстояниях от начала координат в (8) проводится дважды интегрирование по методу перевала по α и по q . Приведем формулу, по которой можно сразу писать результат такого интегрирования. При $y < 0$

$$\int f(q, \alpha, p, \lambda) e^{-i\alpha x \mp \lambda y - i q z} d\alpha dq = \quad (11)$$

$$= -2k\pi i f(-k \cos \theta, -k \sin \theta \cos \varphi, k \sin \theta, \mp i k \sin \theta \sin \varphi) \sin \varphi \sin \theta \frac{e^{ikR}}{R},$$

при $z = R \cos \theta$, $r = R \sin \theta$, $x = r \cos \varphi$, $y = r \sin \varphi$ необходимо отметить, что при таком интегрировании необходимо также учитывать полюса в (8) при $-\frac{\omega}{v}$. Вклад от этих полюсов плюс нулевое поле

задачи, которое необходимо учитывать при $n=0$, дают поле нити в пустоте. Остаточное интегрирование по μ проводится аналогично тому, как это делалось в (1).

Приведем выражение для интенсивности электромагнитного излучения в свободное пространство, т. е. при $x > 0$. Для

$$I_{\omega}(\varphi, \theta) = cR^2 \{ |E_{x, \omega}|^2 + |E_{y, \omega}|^2 + |E_{z, \omega}|^2 \} \quad (12)$$

будем иметь следующее выражение

$$I_{\omega}(\varphi, \theta) = \frac{4k^4 b^4 \beta^2 e^2}{\pi^2 c} \frac{\sin^6 \theta \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi \cos^2 (bk \sin \theta \sin \varphi)}{\operatorname{ch}^2 \left(\frac{kb}{\beta} \sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta} \right) (1 - \beta^2 \sin^2 \theta \cos^2 \varphi)^2} \times$$

$$\times \frac{[(1 - \cos \varphi)^2 (1 + \beta \sin \theta)^2 + \cos^2 \theta \sin^2 \varphi]}{\left| \tilde{K}^- \left(\sigma, -\frac{\omega}{v} \right) \tilde{K}^+ \left(\sigma, -k \sin \theta \cos \varphi \right) \right|^2}, \quad (13)$$

где

$$\bar{K}^{\pm}(\mu, \alpha) = \frac{K^{\pm}(\mu, \alpha)}{\left[\left(1 - \frac{4b^2 p^2}{\lambda_j^2} \right)^{1/2} \mp i \frac{2b\alpha}{\lambda_j} \right]}, \quad (14)$$

а $\sigma = 2\pi j - 2kb \sin \theta \sin \varphi$ при $2j\pi < 2bk \sin \theta \sin \varphi < (2j+1)\pi$. При $(2j-1)\pi < 2kb \sin \theta \sin \varphi < 2j\pi$, $\sigma = 2kb \sin \theta \sin \varphi - 2\pi j$. В этом случае в определении $\bar{K}^{\pm}(\mu, \alpha)$ вместо λ_j нужно поставить γ_j .

Рассмотрим теперь интересный предельный случай формулы (13) при $b \rightarrow 0$. В случае для интенсивности излучения будем иметь

$$I_{\omega}(\varphi, \theta) = \frac{\beta^2 e^2}{\pi^2 c} \frac{\sin^2 \theta \cos^2 \varphi}{(1 - \beta^2 \sin^2 \theta \cos^2 \varphi)^2} \left\{ \frac{1 - \cos \varphi}{\sin^2 \varphi} (1 + \beta \sin \theta)^2 + \cos^2 \theta \right\}. \quad (15)$$

Это есть формула для интенсивности переходного излучения заряженной частицы, вылетающей с постоянной скоростью из среды, имеющей нулевую проводимость вдоль оси y и бесконечную проводимость вдоль осей x и z .

Центральная научно-исследовательская
физико-техническая лаборатория
Академии наук Армянской ССР

ՅՈՒ. Մ. ԱՅՎԱԶՅԱՆ

Կիսաանվերջ լիցեալակաճ հաղորդիչ թիթեղների սիսեմի ճառագայթումը

Աշխատանքում ուսումնասիրված է կիսաանվերջ հարթ ալիքատարների սիսեմի ճառագայթումը, երբ նրանցից մեկից դուրս է թռչում լիցեալակաճ մասնիկը: Ստացված է ճառագայթման ինտենսիվության բանաձևը ալիքատարներից դուրս տարածության մեջ: Ուսումնասիրված է այն սահմանային դեպքը, երբ կիսաանվերջ հարթությունների միջև եղած հեռավորությունը ձգտում է զրոյի:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Е. В. Бакланов, ДАН СССР, 153, 570 (1963).

МИНЕРАЛОГИЯ

С. А. Зограбян, Св. С. Мкртчян и Э. А. Сагателян

Новые данные о положении красного барита на Ахтальском полиметаллическом месторождении

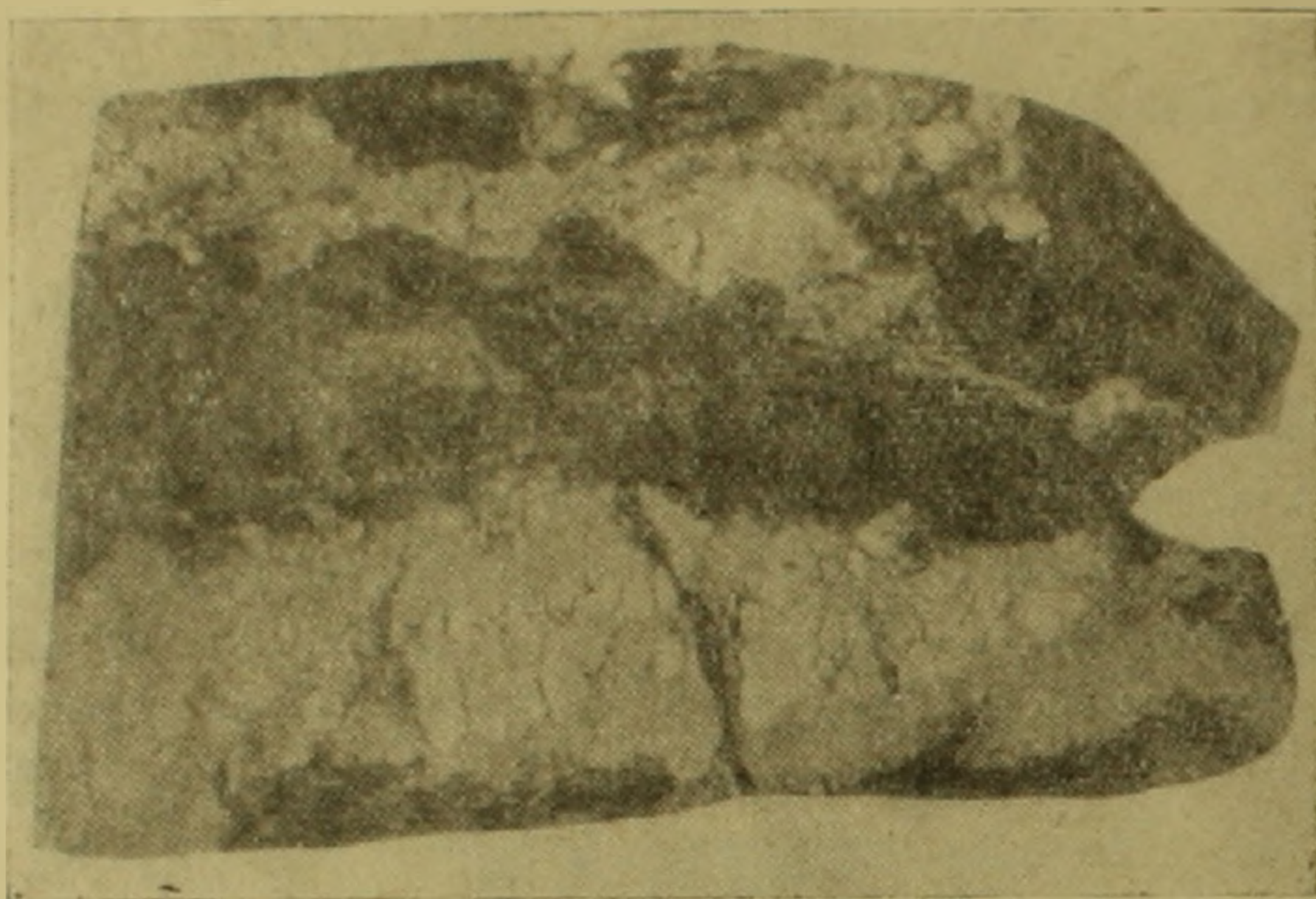
(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 2/IV 1964)

Вопрос о местоположении красного барита в процессе рудообразования на Ахтальском полиметаллическом месторождении остается до сих пор спорным. По мнению большинства исследователей (И. Г. Магакьян, Э. А. Хачатурян, С. В. Казарян, А. Г. Казарян и др.) баритовая стадия минерализации является единой и завершающей рудный процесс. Однако в свое время еще Н. А. Фокиным и М. Л. Лачиняном отмечалось, что красный барит предшествует процессу рудоотложения. В последнее время Э. А. Сагателян была высказана точка зрения о наличии значительного разрыва между временем образования красного и белого барита. По ее мнению отложение красного барита имеет место после серноколчеданной стадии оруденения и до формирования полиметаллических руд. Вопрос этот важный и имеет для трактовки генезиса колчеданного оруденения определенный интерес. К сожалению, кроме отчетных материалов и статьи С. В. Казаряна и А. Г. Казаряна (¹), других публикаций нет. Комплексные исследования, проведенные нами по изучению структуры месторождения, текстурно-структурных особенностей руд и первичных ореолов рассеяния дали возможность собрать определенный фактический материал, позволяющий определить положение красного барита в общем процессе минерализации на Ахтальском месторождении.

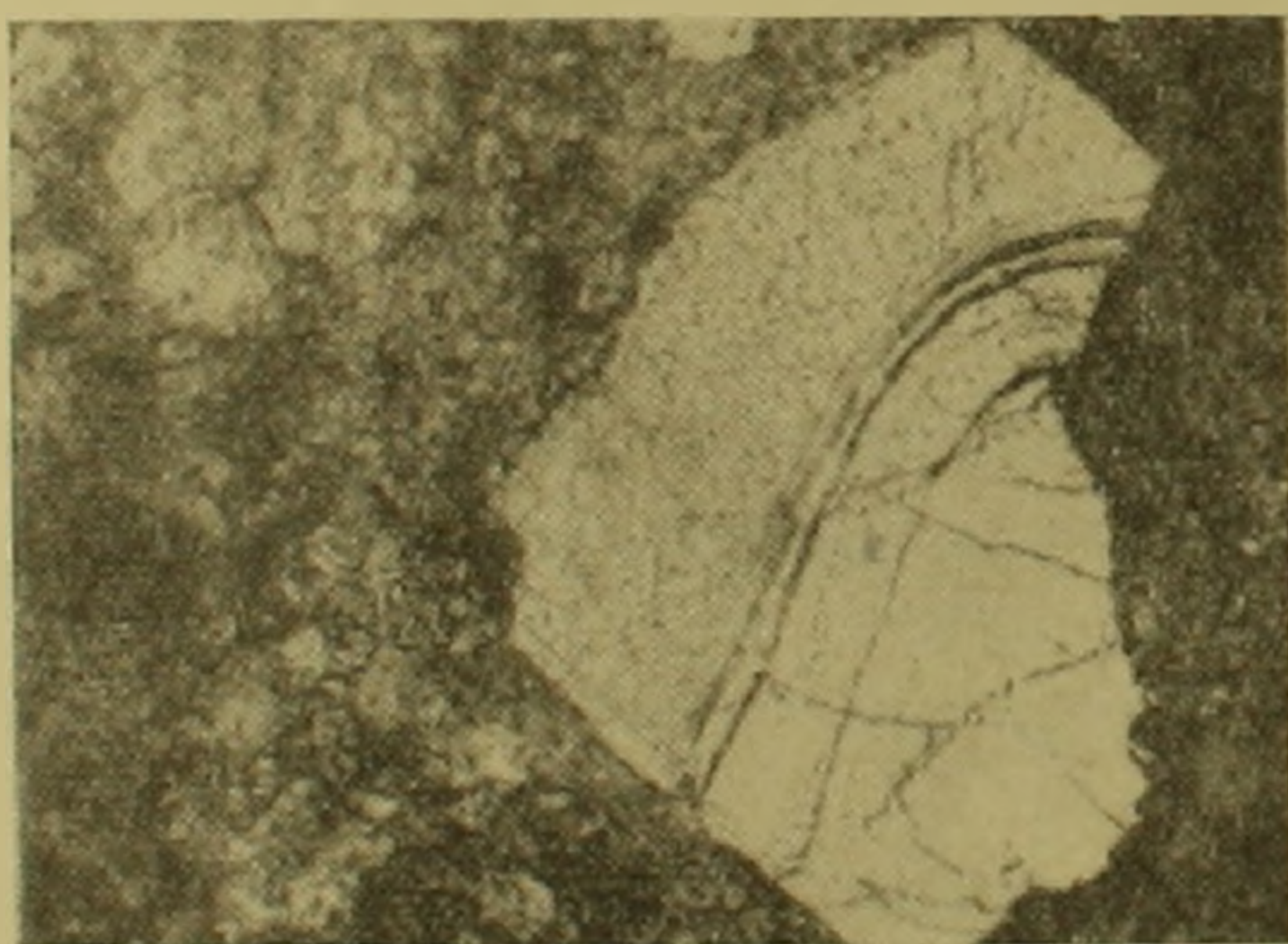
Баритовая минерализация на Ахтальском месторождении имеет широкое развитие. Баритовые руды представлены в основном двумя разновидностями: красным баритом, дающим постепенные переходы в серый барит, и белым баритом.

Белый барит является наиболее поздним на месторождении. Наблюдается он в форме хорошо образованных таблитчатых кристаллов, слагающих жилы и прожилки. Последние секут как рудные тела, так и красный барит. Красный барит характеризуется плотным мелкозернистым строением и занимает определенное положение в строении полиметаллических линз. Он слагает обычно своеобразные баритовые шляпы над ними и залегает, как правило, в лежащем боку порфириров. Контакт-

ты красного барита с рудой обычно выражены резко и отчетливо. Но в местах наложения различных стадий оруденения выявляется следующая картина: красный барит обычно замещает и цементирует раздробленную серноколчеданную руду. На фиг. 1 представлено макрофото штуфа серного колчедана (серое), по которому развивается красный барит (черное), замещая и пересекая его. На микрофото данного штуфа фиг. 2 отчетливо видно замещение красным баритом (черное) колломорфных почек серного колчедана (белое) как по отдельным зонам роста, так и по трещинкам усыхания.



Фиг. 1.

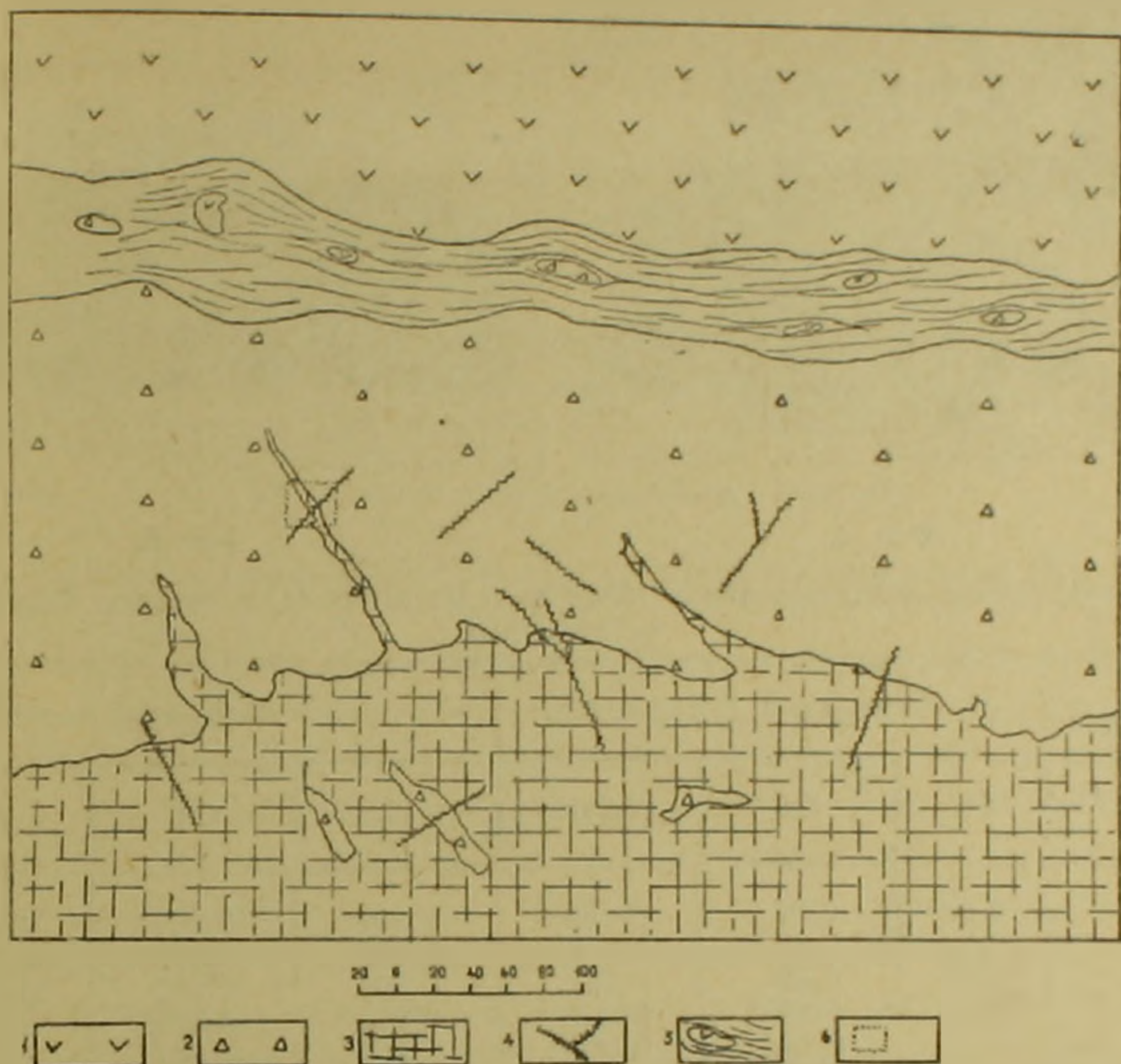


Фиг. 2.

Таким образом, по времени своего образования красный барит является безусловно более поздним, чем серноколчеданное оруденение. Что касается его взаимоотношений с полиметаллическим оруденением, то на гор. +8,5 (штольня 16) отчетливо видно проникновение полиметаллических жилок и прожилков в красный барит. Последнее хорошо видно на фиг. 3, представляющей собой зарисовку стенки выработки. На фиг. 4 представлено фото штуфа с данного участка с четко выраженным взаимоотношением красного и белого барита с полиметаллической рудой.

Красный барит (черное) сечется прожилком полиметаллов (серое), а прожилок белого барита в свою очередь сечет как красный барит, так и полиметаллическую руду. В зонах тектонических нарушений отчетливо

Штольня № горизонт - 8,5 (линза II)



Фиг. 3. 1—порфиры; 2—красный барит; 3—полиметаллическая руда; 4—прожилки белого барита; 5—рассланцованные породы; 6—место взятия образца (фиг. 4).

наблюдаются растасканные линзовидные обломки красного барита (черное), окаймленные интенсивно развитым серицитом (белое), сопровождающим полиметаллическую руду (фиг. 5).

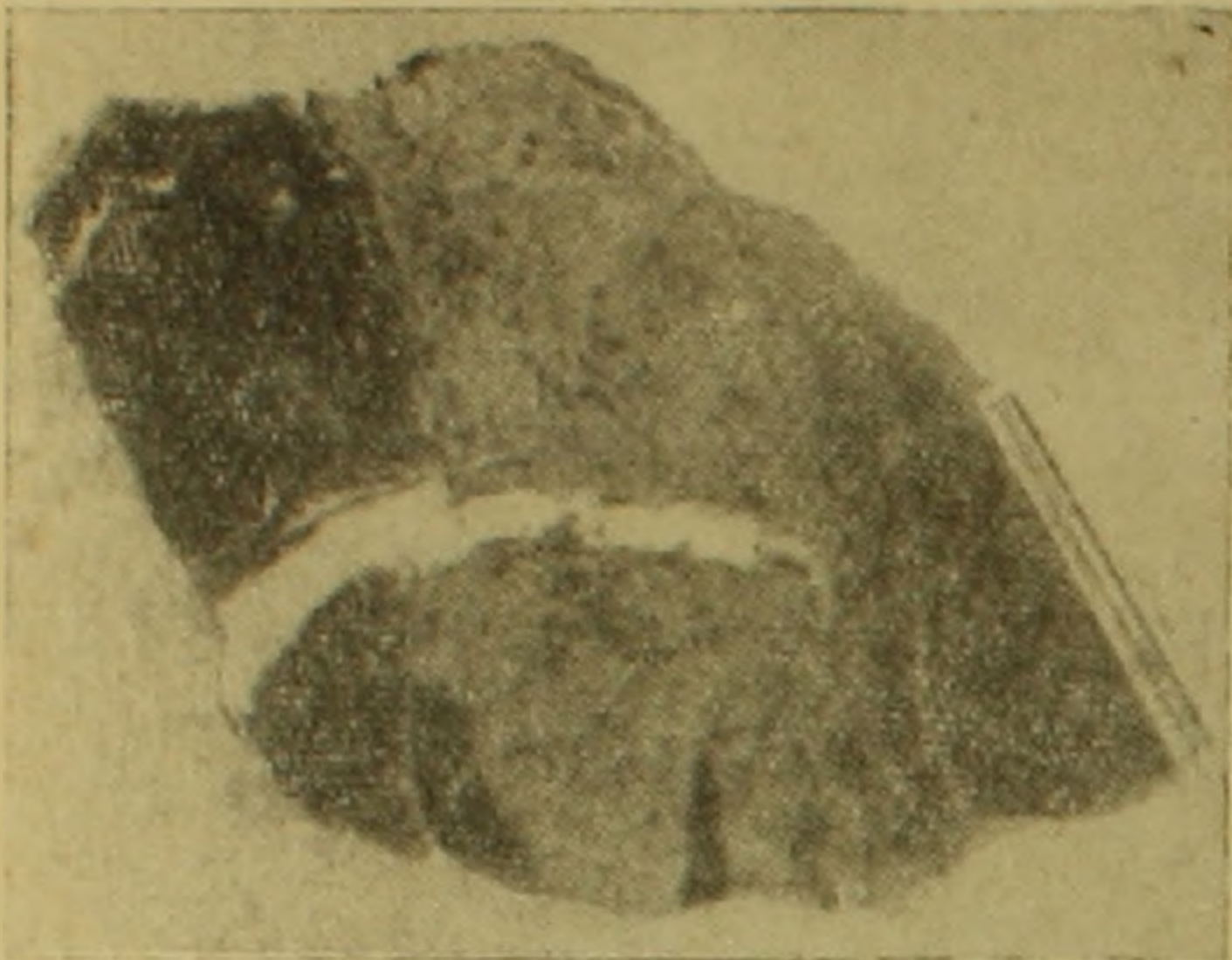
За более раннее образование красного барита по сравнению с полиметаллами говорят и данные распределения в красном барите элементов индикаторов рудного процесса (пробы по красному бариту отбирались, начиная от контакта его с рудным телом через 1 м). Как видно из приведенной таблицы, закономерность распределения в красном барите элементов индикаторов в порядке их убывающих содержаний аналогична таковой во вмещающих породах.

Подобное распределение элементов индикаторов в барите свидетельствует о более раннем образовании красного барита по сравнению с полиметаллической рудой.

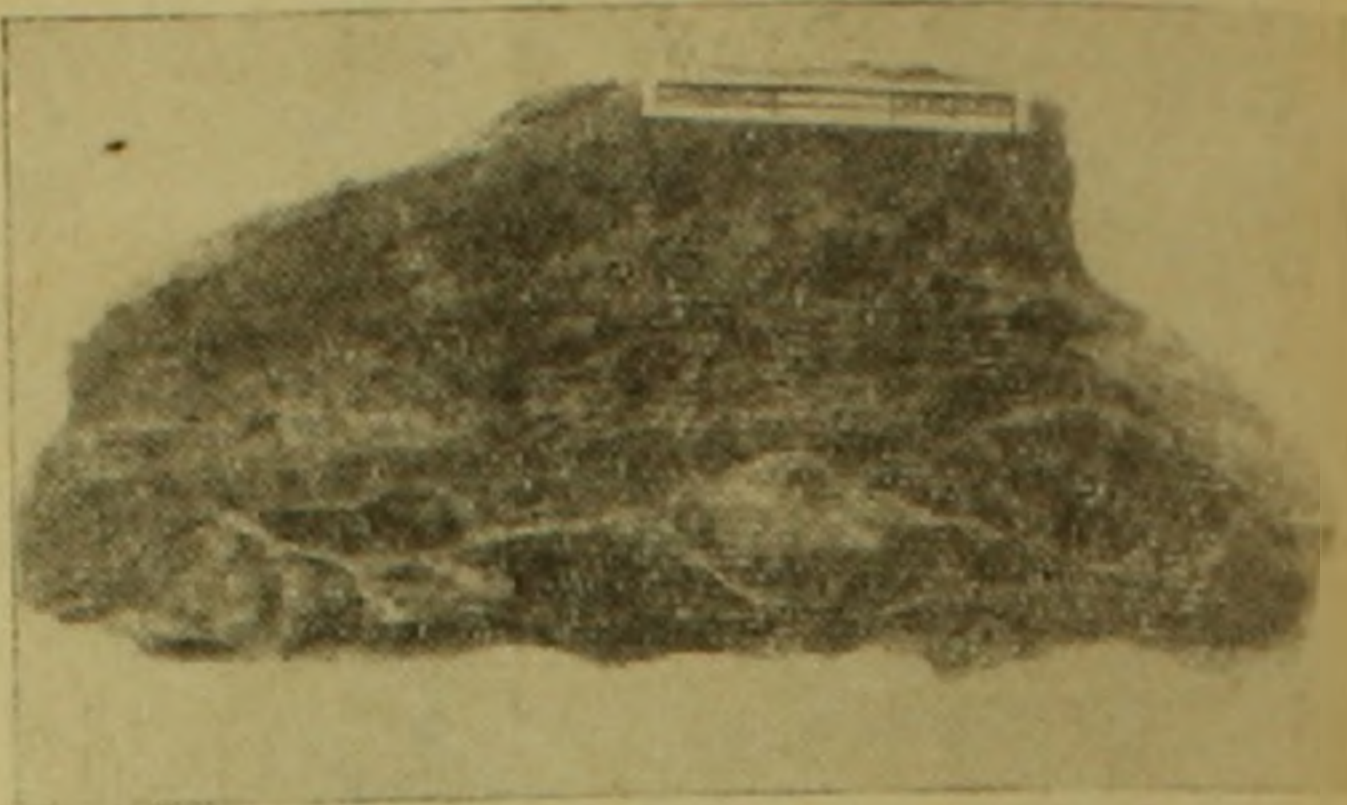
Приведенный фактический материал позволяет говорить о разобщенности во времени образования красного и белого барита.

Красный барит занимает промежуточное положение между серноколчеданными и полиметаллическими рудами и как бы завершает серноколчеданную стадию оруденения.

Белый барит, являясь по времени образования более поздним, завершает полиметаллическую стадию минерализации.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

Распределение элементов индикаторов в сотых долях % в красном барите и порфирите

Расстояния от рудного тела в м	Красный барит			Порфирит		
	Pb	Cu	Ag	Pb	Cu	Ag
5	0,03	0,01	0,002	0,008	0,003	0,0003
10	0,02	0,06	0,002	0,006	0,002	0,0002
15	0,02	0,006	0,001	0,004	0,002	0,0002
20	0,01	0,003	0,001	0,003	0,001	0,0001
25	0,01	0,003	0,0006	0,003	0,001	0,0001
30	0,01	0,003	0,0003	0,003	0,001	0,0001

Как видно из вышеизложенного, между временем формирования серноколчеданного и полиметаллического оруденения наблюдается значительный разрыв, свидетельствующий о наличии двух самостоятельных этапов минерализации на Ахтальском месторождении.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ս. Ա. ԶՈՂՐԱԲՅԱՆ, ՍՎ. Ս. ՄԿՐՏՁՅԱՆ ԵՎ Է. Ա. ՍԱՂԱԹԵԼՅԱՆ

**‘Նոր ֆլյուիներ կարմիր բարիտի ռեզուրվան մասին Ախթալայի
բազմամետաղային հանքավայրում**

Հանքավայրի ստրուկտուրաների, հանքանյութերի տերուտուրա-ստրուկտուրային առանձնահատկությունների և առաջնային ցրման եզրագծակների ուսումնասիրությունների հիման վրա հավաքված է զգալի քանակությամբ փաստացի նյութ, որը թույլ է տալիս առանձնացնել բարիտի հանքայնացման երկու փուլ՝ կարմիր բարիտի, որը եզրավակում է ծծմբակոլչեդանային հանքայնացումը և սպիտակ բարիտի, որը առաջանում է բազմամետաղային հանքայնացումից հետո:

Բարիտի հանքայնացման 2 փուլերի առկայությունը, որոնք միմյանցից կտրուկ կերպով տարրերվում են իրենց առաջացման ժամանակով, թույլ է տալիս խոսել նաև հանքայնացման երկու ինքնուրույն՝ ծծմբակոլչեդանային և բազմամետաղային փուլերի մասին:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱՆԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 А. Г. Казарян, С. В. Казарян, О стадиях минерализации Ахтальского месторождения, Научные труды НИГМИ АрмССР, вып. II, 1961.

ПЕТРОГРАФИЯ

Э. Г. Малхасян и Н. М. Чернышов

Значение миндалин для выяснения природы и строения
лавовых потоков

(На примере юрских эффузивов Армении)

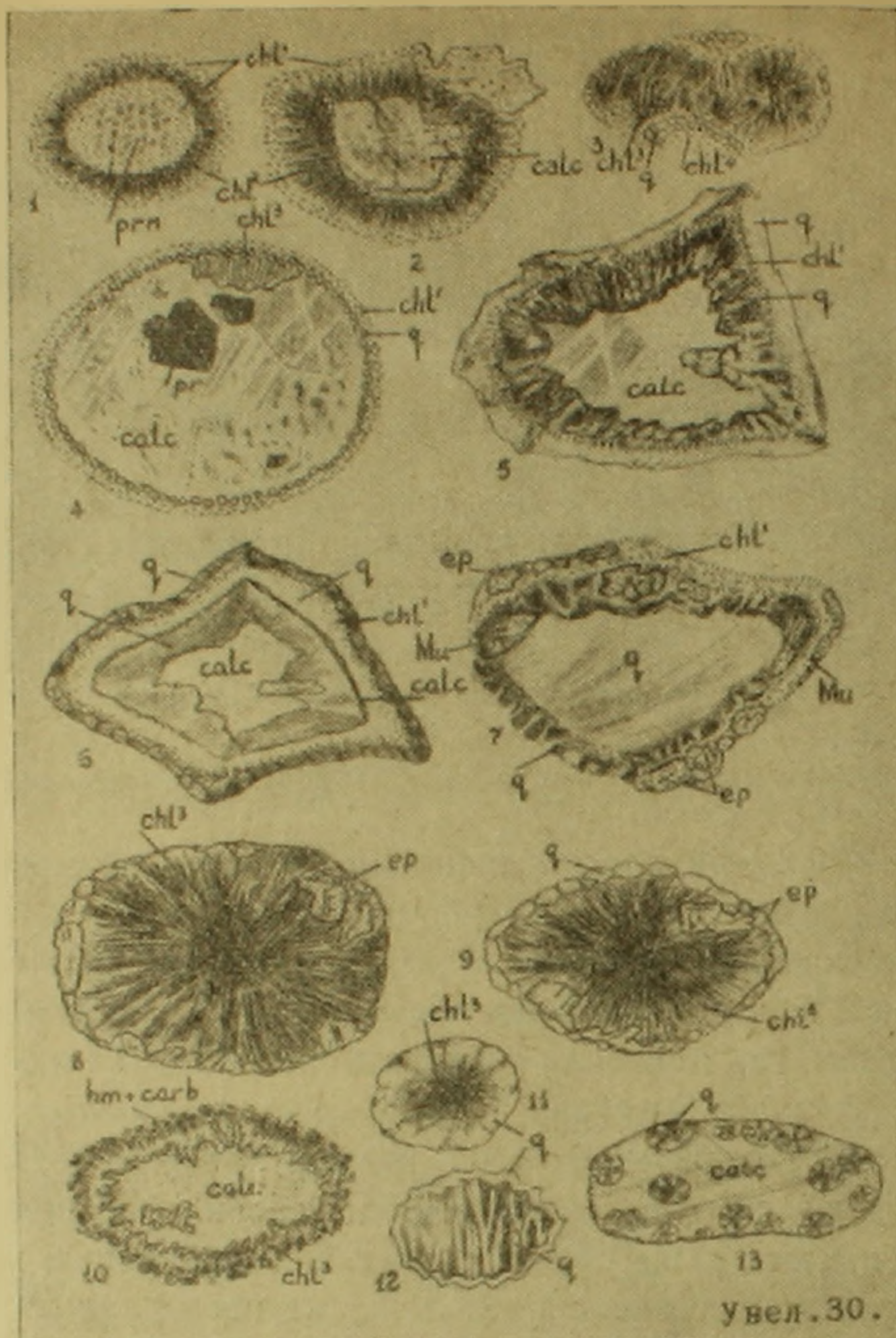
(Представлено академиком АН Армянской ССР К. Н. Паффенгольцем 13/II 1964)

Значение миндалин для определения природы лавовых потоков в последние годы приобрело свое сугубо научное значение. Однако, изучая миндалины, исследователи, в основном, главное внимание обращают на форму и общий характер выполнения миндалин минеральным веществом. Вместе с тем, как показали детальные петрографические исследования юрских эффузивов Армении, наряду с указанными признаками в расшифровке морфологических особенностей лавовых потоков, их внутреннего строения, химической природы и условий формирования, важное значение имеют также состав слагающих миндалины минеральных ассоциаций, пространственное расположение последних внутри миндалин и характер структуры основной массы пород, вмещающих миндалины.

Армения является областью бурного развития юрского вулканизма, приведшего к накоплению мощных толщ эффузивных и пирокластических пород различного состава. Внутри вулканогенных толщ эффузивы слагают обычно не обширные покровы (в отличие от четвертичных лав), а отдельные различной мощности и протяженности потоки, которые довольно богаты миндалинами.

По своему строению и прежде всего по текстурным особенностям потоки всех типов лав и, в частности, более детально изученные нами потоки андезитовых порфиритов, можно разделить на две, имеющие примерно одинаковое распространение, группы: 1) практически лишенные миндалин (менее 5%), 2) с содержанием миндалин от 5—10% до 50—60% объема породы.

Независимо от характера строения потока, зона мандельштейновых андезитовых порфиритов с крупными, но более редкими миндалинами, в основном, составляет внутреннюю часть потока, в то время как мощность внешних его зон не превышает обычно 1/10—1/15 мощности пото-

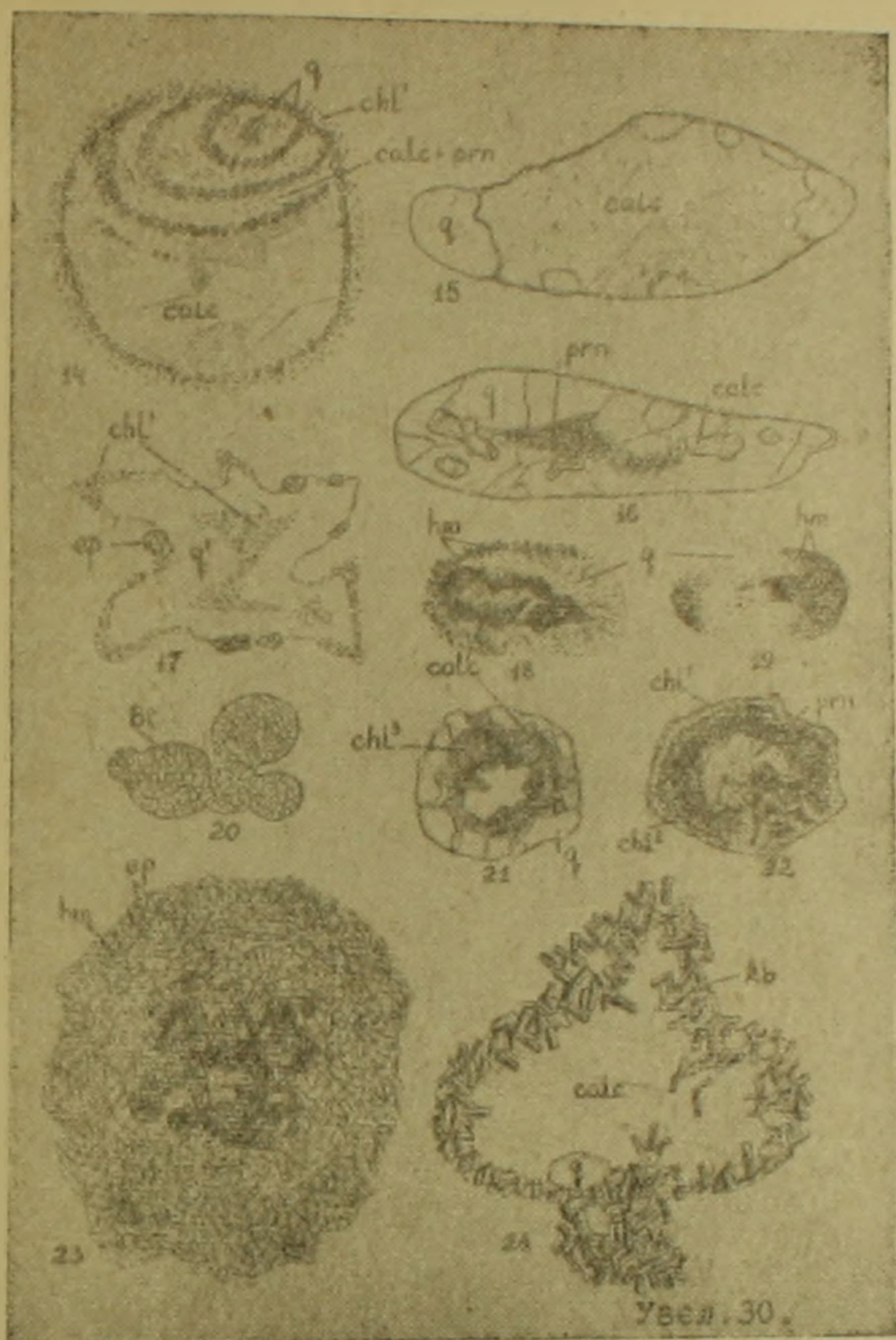


1—пеннин (chl¹)—клинохлор (chl²)—пеннин*—пренит (prn); 2—пеннин—клинохлор—пеннин—мелкозернистый кальцит; 3—бавалит (chl⁴) с тонкозернистым кварцем (q)—делессит (chl³); 4—пеннин—кварц тонкозернистый—делессит—мелкозернистый кальцит (calc) с пиритом (обособленные кристаллы—pr); 5—кварц (q) монокристаллический—пеннин—кварц друзовый—кальцит; 6—мелкозернистый полигональный кварц—пеннин—кварц—монокристаллический—кальцит—секториальный кварц—монокристаллический кальцит; 7—пеннин+эпидот (ep)—кварц радиально—секториальный с мусковитом и эпидотом—кварц монокристаллический; 8—эпидот—делессит; 9—кварц мелкозернистый+эпидот—делессит; 10—гематит (hm) с сидеритом (carb)—делессит—кальцит монокристаллический; 11—кварц полигональный—делессит; 12—кварц монокристаллический—кварц друзовый; 13—кварц сфероидальный—кальцит монокристаллический.

* Разности хлорита выделены на основе оптических данных и отчасти рентгеноструктурного анализа.

ка в целом. Переход от одной текстурно отличающейся зоны потока к другой является, как правило, постепенным и не всегда ясным.

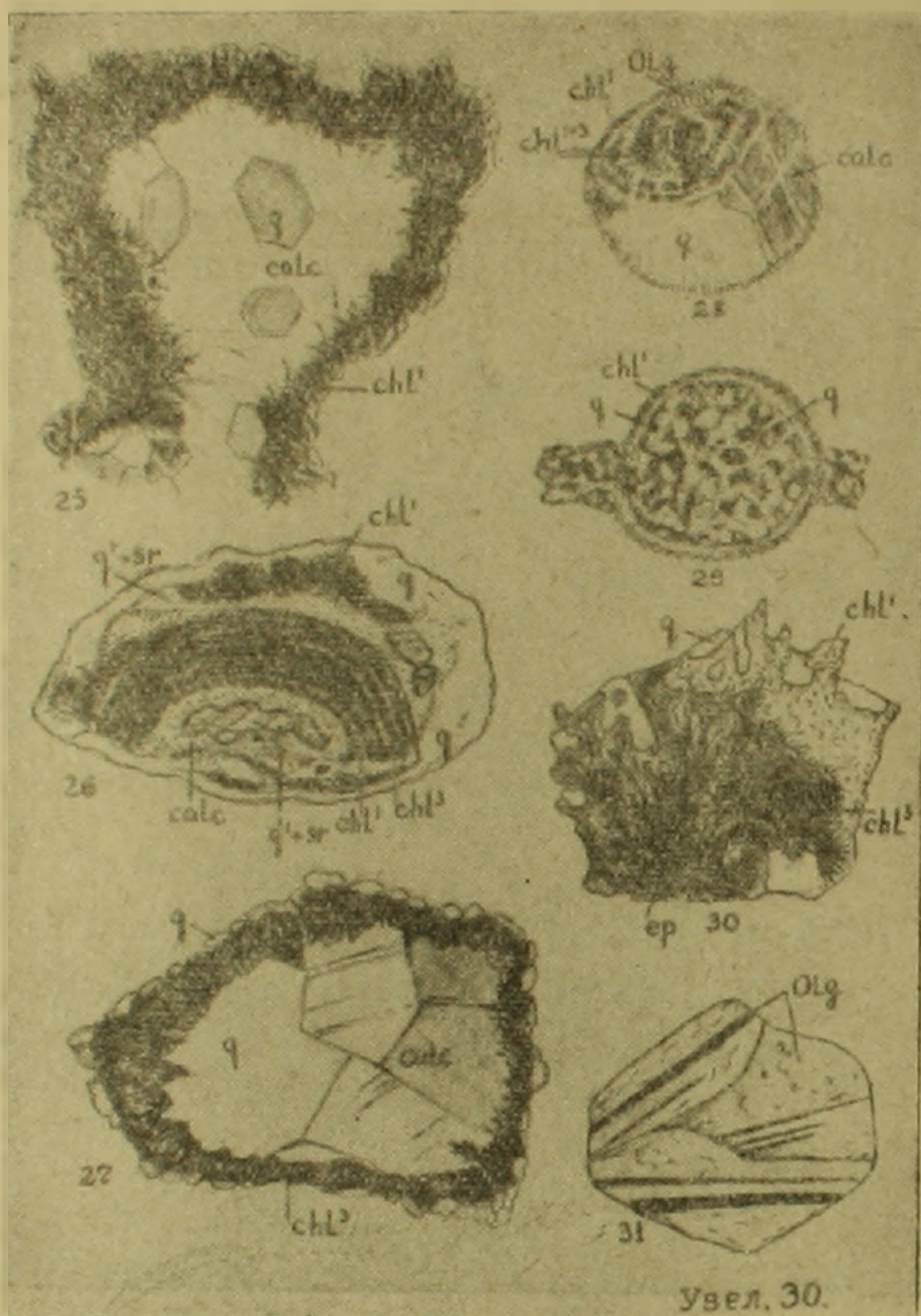
Соответственно с указанным переходом меняется и форма минда-



14—пеннин—кварц тонкозернистый—кальцит монокристаллический—кварц мелкозернистый—кальцит+прениг—кварц мелкозернистый—прениг+кальцит—кварц мелкозернистый (q); 15—кварц крупнозернистый—кальцит монокристаллический; 16—кварц крупнозернистый—кальцит+прениг; 17—пеннин, эпидот—халцедон (q')—пеннин; 18—гематит—кварц мелкокристаллический—гематит—кальцит; 19—гематит+гидроокислы железа—кварц монокристаллический; 20—биотит (bt) мелкочешуйчатый; 21—кварц—делессит—кальцит кварц; 22—пеннин—клинохлор—прениг; 23—гематит—эпидот; 24—альбит (Ab) мелкокристаллический+кварц идиоморфный—кальцит монокристаллический.

лин: сферическая — выступающая в виде мелких миндалин, характерна для внешних зон потока, и овальная, чечевицеобразная, эллипсоидальная

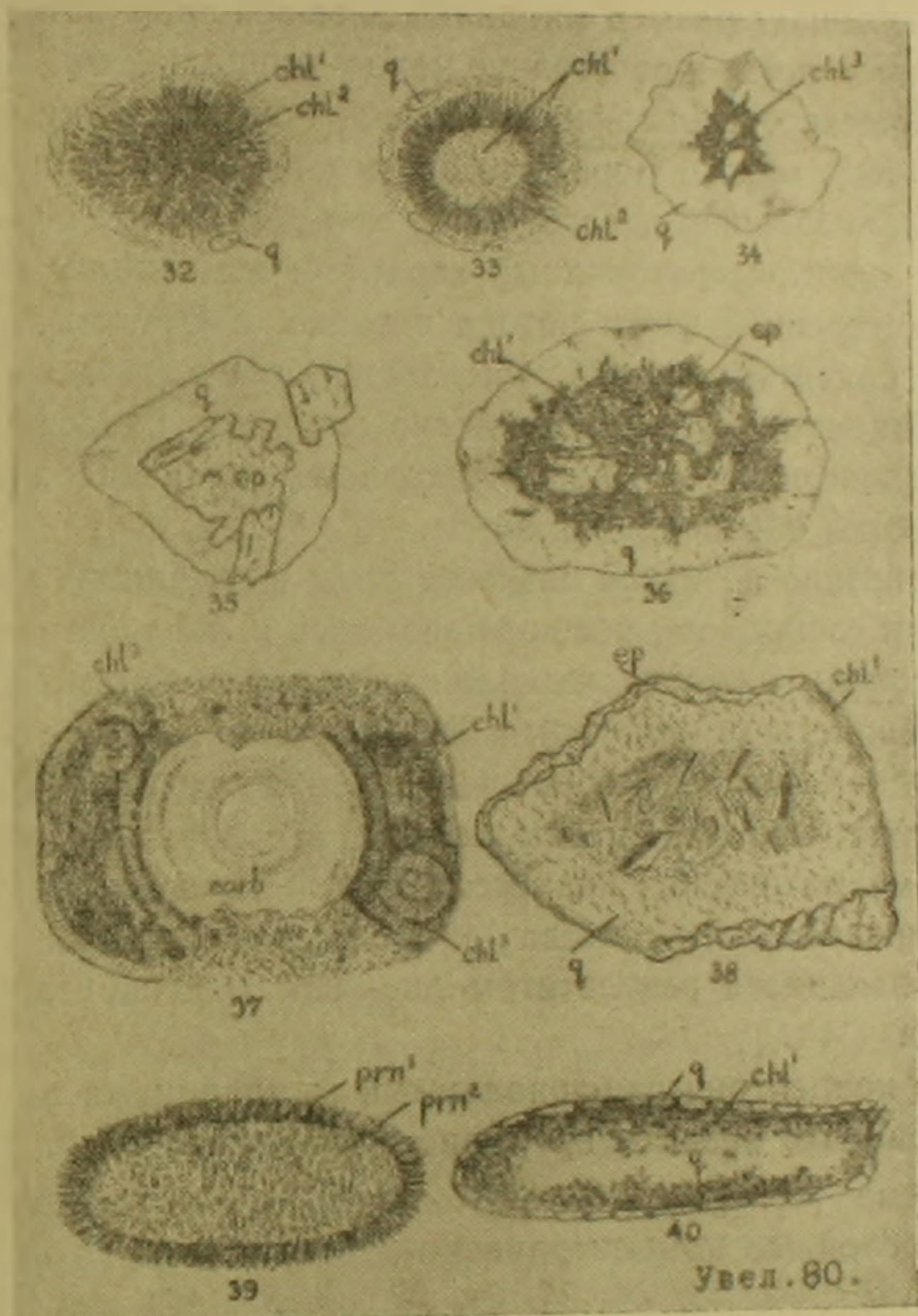
или неправильная — для глубинной или внутренней части лавового потока. Иногда наблюдается объединение двух или более мелких миндалин сферической или овальной формы в одну миндалину неправильных или причудливых амебообразных очертаний.



25—пеннин + кварц (отдельные зерна)—кальцит монокристаллический с идиоморфным кварцем; 26—кварц монокристаллический—пеннин—халцедон (q'); + серицит + кальцит—пеннин—делессит—халцедон + серицит (sr)—кальцит; 27—кварц мелкозернистый—делессит—кальцит крупнокристаллический + кварц крупнокристаллический; 28—пеннин—кварц крупнокристаллический + кальцит мономинеральный + пеннин + делессит + олигоклаз (olg); 29—пеннин—кварц тонкозернистый—кварц крупнозернистый; 30—кварц (отдельные зерна)—эпидот радиально-лучистый—пеннин—делессит; 31—олигоклаз (olg).

Характерной особенностью миндалин внешней зоны потока является отсутствие определенной ориентировки. Лишь в редких случаях они обнаруживают признаки слабой вытянутости параллельно поверхности лавового потока. Преимущественное развитие миндалин сферической

формы в верхних частях потока и отсутствие определенной ориентировки является, очевидно, результатом довольно быстрого поверхностного охлаждения лавы, обусловившимся вязким состоянием магмы. На высокую вязкость лав поверхностного слоя и относительно быстрое ее затвердевание указывают также малые размеры миндалин, сравнительно ровные их контуры, гналопилитовая структура основной массы пород и.



32 — пеннин — клинохлор; 33 — пеннин — клинохлор — пеннин; 34 — кварц секториальный — делессит + кварц; 35 — кварц секториальный — эпидот крупнозернистый; 36 — кварц монокристаллический — пеннин — эпидот; 37 — пеннин — делессит — сидерит (carb); 38 — пеннин + эпидот — кварц тонкозернистый — эффузивная масса; 39 — тонкочешуйчатый пренит (prn^2) — листоватый пренит (prn^1); 40 — кварц мелкозернистый — пеннин — кварц монокристаллический.

наконец, характер минеральных ассоциаций и пространственное расположение их в миндаликах. Наиболее часто такие миндалины бывают простые как по своему внутреннему строению (преимущественно концентрически-зональные), так и по минеральному составу (обычно моно- или диминеральные) — полные или, реже, частично выполненные мине-

ральным веществом, что видно на фиг. 11, 12, 20, 32, 34, 39. Надо полагать, что несмотря на свободное расширение газов в условиях малого давления, которое должно было способствовать объединению пузырьков, быстрое возрастание вязкости, как считает Е. К. Устиев*, затормозило процесс и вскоре «затормозило» всю систему**.

Во внутренней (глубинной) части потоков, размер миндалин обычно в 2—5 раз превышает размер миндалин внешней зоны потока. Соответственно с этим меняется и расстояние между миндалинами. Лишь иногда встречаются андезитовые порфириты, количество миндалин в которых составляет до 60% объема породы, и они в таких случаях отделены друг от друга лишь небольшой перегородкой основной массы породы, приобретая иногда конгломератовидный характер. Миндалины андезитовых порфиритов внутренней части потока нередко обнаруживают признаки определенной ориентировки. Об этом, прежде всего, свидетельствует сама форма миндалин—преимущественно овальная, иногда вытянутая. Все эти особенности несомненно обусловлены ориентированной текучестью лав по ранее образованной корке.

Малое давление и низкая вязкость лавы в глубинной части потока способствовали свободному расширению газов и, следовательно, образованию более крупных пустот-миндалин иногда неправильной формы со сложными извилистыми контурами. Эти условия, вместе с тем, способствовали, с одной стороны, образованию пилотакситовой и интерсергальной структур основной массы породы, а с другой—более полному развитию эпимагматических процессов, в ходе которых возникали миндалины полиминерального состава с довольно сложным внутренним строением, являющиеся результатом дву- или многократного заполнения пузырьков

Наряду с концентрически-зональными миндалинами во внутренней части потока широко развиты прерывисто-зональные (7, 9, 38), ассиметрично-зональные (3, 4, 14, 19, 30), секториально-симметричные (27, 28, 31), многослойные концентрически-зональные (1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 29, 33, 36, 37, 40), нередко со секториальным ядром (27, 28) и полусферически-зональные (26) миндалины.

Достаточным разнообразием характеризуются и минеральные ассоциации миндалин внутренней части потока. Хотя состав минералов, составляющих миндалины этой части потока, по существу не отличается от со-

* Анюйский вулкан и проблемы четвертичного вулканизма северо-востока СССР. Госгеолтехиздат, 1961.

** Насколько высокой может быть вязкость поверхностного слоя лавы можно судить по такому факту, описанному В. Ф. Попковым («О деятельности Билюкая в 1938—1939 гг.». Бюлл. Вулканологической станции на Камчатке, № 12, 1946). Спустя 20—30 минут после извержения вулкана Билюкая на расстоянии 600—650 м от его жерла на лавовом потоке образовалась твердая корка. Последняя была настолько прочна, что удержала двух человек с приборами. Эта корка двигалась со скоростью около 40 м в минуту.

става других его зон, а количество минералов также сравнительно невелико, однако установленные комбинации их весьма многочисленны. Это многообразие минеральных ассоциаций и их пространственных сочетаний, являющееся одной из важных особенностей миндалин глубинной части потока и отражающее, очевидно, более или менее стабильные условия его остывания, во многих случаях усложняется еще и тем, что внутри таких миндалин нередко оказывается несколько разновидностей одного и того же минерала. Так среди хлорита выделяются (в порядке распространенности): пеннин, клинохлор, делессит и бавалит.

Среди кварца, являющегося вторым по степени распространенности (после хлорита) минералом миндалин, кальцита и пренита, также выделяется несколько структурно-морфологических разновидностей, отвечающих вместе с тем и различным генерациям.

Сопоставление комплекса вторичных минералов, развивающихся по основной массе и вкрапленникам, с минеральными ассоциациями миндалин показывает, что профиль эпимагматических изменений, в основном, определялся составами самих пород. Весьма характерно и другое обстоятельство, что миндалины, вблизи которых порообразующие минералы и основная масса подвержены интенсивным замещениям, всегда являются сложными (вероятно, за счет поступления избыточных компонентов), тогда как мелкие миндалины среди менее измененной основной массы обычно мономинеральные (чаще хлоритовые). Одновременное присутствие в отдельных шлифах моно-и полиминеральных миндалин с изменчивой последовательностью отложения минералов обусловлено, очевидно, различной насыщенностью растворов теми или иными компонентами в локальных участках. Анализ выполняющих миндалин минеральных ассоциаций показывает, что автометасоматические процессы протекали, по-видимому, в широком температурном интервале от средних (200—350°C) или даже высокотемпературных условий (полевые шпаты, биотит, эпидот, клинохлор*) до низких (халцедон).

Результаты исследований миндалин юрских вулканогенных образований Армении привели нас к двум основным выводам.

1. Миндалины внешней и внутренней (глубинной) части лавовых потоков по своей форме, минералогическому составу и ассоциациям заметно отличаются друг от друга.

2. Миндалины внутренних частей лавовых потоков являются своеобразными «геологическими термометрами», при помощи которых можно судить о первоначальной химической природе магмы, ее газовых эманациях и флюидах.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

* По данным Р. Роя и О. Татла, поле устойчивости клинохлора простирается до 700°C. (Исследование в гидротермальных условиях Сборн «Физика и химия Земли» Изд. ИЛ, 1958).

**Միևդալինների հռաճակությունը լավային հոսքերի բնույթը
և կառուցվածքը պարզելու համար**

Վերջին տարիներս զգալի նշանակություն է տրվում էֆուզիվ ապառներում միևդալինների, միևերալոգիական ուսումնասիրություններին, որոնց շնորհիվ կարելի է վերականգնել լավային հոսքերի ներքին կառուցվածքը և քիմիական բնույթը:

Հեղինակների կողմից կատարած ուսումնասիրությունները բերել են այն եզրակացության, որ էֆուզիվ ապառների ֆիզիկաքիմիական բնույթը բացատրելու համար, չափազանց կարևոր նշանակություն ունեն նաև միևդալինների ձևը, կազմիչ մասնիկների միևերալոգիական կազմը, լուսոցիալիան և նրանց դասավորումը միևդալինների ներսում:

Հայաստանի յուրայի հասակի ապառների ձևավորման պայմաններից նշնելով, միևդալինները բաժանվում են՝ լավայի արուսքին մակերեսում և հոսքի ներքին, խորը հորիզոններում առաջացած գոյացումներին:

Արտաքին մակերեսում գոյացած միևդալինները բնորոշվում են նրանով, որ շունեն սյու-ակի ուղղությամբ դասավորություն, համեմատաբար մանր են և սֆերոիդալ ձևի են: Ըստ ներ-յին կառուցվածքի և միևերալոգիական կազմության, այսպիսի միևդալինները պարզ են և սո-լորարար բնորոշվում են կոնցենտրիկ-ղոնայային կառուցվածքով և մոնո, կամ դիմիներալա-յին կազմությամբ:

Հոսքի խորը մասերում առաջացած միևդալինները բնորոշվում են խոշոր չափերով, օվա-յաձև են և դասավորված են որոշակի ուղղությամբ: Միևդալինների կառուցվածքը բարդ է, մի-ևերալոգիական կազմը՝ պոլիմիներալային է:

Հոսքի խորը մասերում գոյացած միևդալինները, սոլորարար արտահայտում են մագմայի այն ֆիզիկաքիմիական պայմանները, որտեղ նրանք ձևավորվել են: Այդ պայմանները կայուն են և բավականին ճիշտ արտահայտում են մագմայի քիմիական բնույթը, նրա գաղային էմա-նացիաները ու ֆլյուիդները և այդ տեսակետից համապատասխան պայմաններում առաջացած միևդալինները կարող են ռզտագործվել, որպես յուրօրինակ ռերկրարանական օբյեկտներ:

Р. А. Мандалян

Типы и особенности образования доломитовых пород
из верхнеюрских отложений северо-восточной части Армянской ССР

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 1/VII 1964)

Доломиты широко распространены в верхнеюрских (оксфорд-киме-ридж) отложениях северо-восточной части Армянской ССР, в пределах бассейнов рек Агстев, Ахум, Тауш. Высокая степень доломитности, большая мощность и значительная протяженность, наличие в толще доломитов других полезных ископаемых (исландский шпат, силициты, свинцово-цинковое оруденение) предопределяют большой интерес к изучаемым породам*.

Вместе с этим залегание доломитов внутри мощной вулканогенно-карбонатной формации обуславливает интересную пространственную связь и перемежаемость доломитов с лавово-пирокластическим материалом, что существенным образом отличает изучаемые породы от многих общеизвестных типов доломитов**.

В настоящей статье рассматриваются основные типы доломитовых пород, выделенные автором в результате макро- и микроструктурного изучения с применением химических анализов и методов окрашивания.

- I. Пластовые тонкослоистые доломиты.
- II. Пластовые толсто- и массивнослоистые доломиты.
- III. Пятнисто-брекчиевидные.
- IV. Микробрекчиевидные, ожелезненные доломиты.
- V. Пористые и кавернозные доломиты.
- VI. Макролинзы доломита, захороненные в лавово-пирокластическом материале.
- VII. Маломощные линзовидные прослои и гнезда.

* Доломиты в естественном и обожженном состоянии используются во многих отраслях народного хозяйства: металлургии, производстве строительных материалов, сельском хозяйстве, стекольной, керамике, резиновой и бумажной промышленности и т. д. В течение последних лет и ныне Управлением геологии и ОН при Совете Министров Армянской ССР проводятся разведочные работы для оценки запасов доломитов Иджеванского района.

** Русской платформы и Урало-Волжской области.

I. Плотные однородного строения, слабо марающие доломиты с характерным мерцающим блеском на изломе. Слагаются плотно прилегающими прозрачными или слегка мутноватыми зернами ромбоэдрической неправильно ромбоэдрической формы. Структура мелкозернистая. Промежутки между зернами выполнены тонкораспыленными желтовато-бурыми окислами железа, изредка микрозернистым кремнеземом.

II. Сложный микроструктурный тип доломитов. Образован зернами размером 0,06—0,48 мм, в основном преобладают величины 0,15—0,35 мм. Форма разнообразная. Наряду с идиоморфно развитыми цельными, изредка неполностью образованными кристаллами отмечаются зерна трапцевидной, прямоугольной и причудливой многоугольной формы. Образование их связано с многофазностью доломитизации, благодаря которой происходит повторное и неоднократное обволакивание зерен новыми каемками доломита, регенерация неполностью развитых зерен.

Одновременно происходит обрастание 1—3, реже 4 зерен доломита новыми оболочками (одной или несколькими) с образованием агрегатов сложной конфигурации, размером 0,7—0,85 мм. Отмечаются реликты первичной органогенной структуры. Очень характерно зонарное строение с шириной оболочек 0,01—0,03 мм, а также наличие пылевидного карбоната, образующего мутную серую оболочку на поверхности зерна.

III. Своеобразные макротекстурные особенности этого типа обусловлены строением породы, состоящей из серых, светло-серых порфировидных участков, сложенных крупно- и среднезернистым доломитом (0,18—0,60 мм), а также отдельных крупных ромбоэдров доломита, погруженных в тонкозернистую массу желтовато-бурого доломита. Такие структурные особенности имеют вторичный (не седиментационный характер) и, видимо, связаны с повторной доломитизацией первичного карбонатного осадка.

IV. Светло-коричневые с буроватым оттенком доломиты. Порода имеет микробрекчиевидную структуру, связанную с некоторой раздробленностью и одновременным проникновением в доломиты железосодержащих растворов. В результате она приобретает облик микробрекчии, состоящей из плотно прилегающих пятен доломита, промежутки между которыми выполнены гидроокисью железа. По характеру зерен структура разнообразная. Даже в пределах небольшого участка наблюдаются переходы от мозаичной структуры к гранобластовой мраморовидной и неравномернозернистой гранобластовой.

V. Серые, светло-серые доломиты, залегающие в известняках (органогенно-детритовых, сгустковых, сгустково-детритовых) в виде штокообразных, неправильно линзовидных тел прихотливых контуров. Характерна мраморовидная и мозаичная крупно- и среднезернистая структура, с реликтами пороодообразующей фауны. Внутри тел таких доломитов встречаются участки известняков, не затронутых доломитизацией.

VI. Линзы массивных доломитов, встречающиеся на участках сплошного распространения вулканогенных пород. Структура неравномернозернистая. Отмечаются реликты организмов, позволяющие предполагать

первичную органогенную природу таких образований. По-видимому, доломитовые породы первоначально представляли биогермные (губководорослевые, водорослевые) известняки, доломитизированные после захоронения их лавово-пирокластическим материалом.

VII. Небольшие линзовидные прослои, конкрециевидные тела и гнезда расплывчатых контуров и небольшой мощности, залегающие в известняках.

Местами отмечается пятнистость, обусловленная наличием небольших реликтовых участков незамещенного известняка. Пористость отсутствует. Структура мелко- и среднезернистая. Характерно отсутствие многофазности доломитизации и вторичных изменений.

Из других особенностей доломитовых пород можно отметить следующие:

1. Резкие переходы между доломитами и вмещающими их известняками (II и V типы).
2. Отсутствие гипса и ангидрита.
3. Процессы хлоритизации.
4. Наличие желваков, линз силицитов, а также вторичное окремнение.
5. Наличие прослоев монтмориллонитовых глин и скоплений травертина.

В объеме настоящей статьи нет возможности детально охарактеризовать сложное пространственное соотношение вулканических и доломитовых пород*, образующих различные парагенетические ассоциации, неодинаковые для разных градаций** верхнеюрской вулканогенно-карбонатной формации. Коротко это соотношение может быть передано в виде фациальных сочетаний. Например, доломит (доломитизированный известняк) — шаровая лава — массивная лава (мандельштейновый диабаз) — вулканокластический материал.

Один из типов ассоциаций можно отнести к категории формационных рядов.

Известняк—шаровая лава—пузыристая лава (интенсивно кальцитизированная с одновременным уплотнением)—доломит (доломитизированный известняк). Такой ряд, связанный с непосредственным замещением пород по разрезу в приведенной последовательности, хорошо наблюдается на территории междуречья рек Ахум и Тауш.

Следует отметить также наличие в доломитовых породах секущих тел габбро-диабазов, пластовых залежей микродиабазовых порфиритов.

Вопрос о происхождении доломитов является одной из самых сложных, неясных во многих деталях литологических проблем. Естественно, что в рассматриваемых условиях эта сложность усугубляется многогран-

* Некоторые черты верхнеюрской вулканогенно-карбонатной формации рассмотрены автором (1963, 1964 гг.).

** Термин, введенный И. В. Хворовой (1961), обозначает часть формаций, характеризующихся особым типом разреза.

ным геохимическим взаимодействием осадкообразования и сопряженного эффузивного магматизма. В литературе вопрос доломитообразования в аналогичных условиях освещен слабо.

С. С. Виноградов ⁽¹⁾ отмечает иногда проявляющуюся приуроченность доломитов к карбонатно-эффузивным вулканогенным комплексам. Таким примером (по С. С. Виноградову) являются протерозойские свиты Кольского полуострова, где известняки и доломиты с примесью пелитоморфного кремнезема, являющегося возможно измененным пепловым материалом, перемежаются с диабазами, спилитами и их туфами.

И. В. Хворова и М. Н. Ильинская ⁽²⁾ отмечают наличие доломита в известняках Карамалыташской вулканогенно-осадочной формации (девон Южного Урала), где линзы карбонатных пород залегают на агломератовых и шлаковых туфах.

С. Е. Колотухина ⁽³⁾, рассматривая условия доломитообразования в девоне-карбоне хребта Кара-Тау, предполагает возможную связь вулканизма с доломитообразованием. Такое взаимодействие, согласно ее представлениям, могло осуществляться лишь посредством морского бассейна, т. е. действием подводных вулканических источников, поставлявших в воды бассейна дополнительные порции магния.

Нам представляется, что в рассматриваемых условиях влияние вулканических процессов на доломитообразование могло быть более разнообразным и вряд ли ограничивалось седиментационной стадией. Оно могло охватывать более широкий период времени, включая диагенез и эпигенез (метадиагенез+метаморфизм).

Изучение фактического материала, частично изложенного в настоящей статье, позволяет наметить три возможных способа доломитообразования в верхнеюрской вулканогенно-карбонатной формации.

1. Осаждение доломита с дальнейшим его перераспределением при диагенезе. Масштабы этого процесса, возможно, были небольшими. Известно, что на хемогенную садку большое влияние оказывают подводные поствулканические процессы. Например, повышенное содержание свободной углекислоты (а в данном случае действие этого фактора несомненно имело место) влияет на систему карбонатных равновесий и в течение определенного времени препятствует выпадению хемогенного карбоната.

2. Замещение Са органических известковых илов ионом магния в результате действия подводных фумарольно-сульфатарных источников* или потоков и течений, обогащенных вулканическими газами и компонентами.

Такое замещение могло осуществляться не только путем движения вод поверх известкового ила, но и поступлением снизу.

3. Более позднее замещение. Материалы гидрогеологических исследований последних лет ^(4,5) показывают широкое распространение в

* В работах К. К. Зеленова на многочисленных примерах показана специфика подводных поствулканических процессов — преобладание катионов щелочных металлов, а также магния, в современных подводных фумарольных полях.

областях современного и молодого вулканизма термальных вод, образование которых обусловлено метаморфизирующим и тепловым воздействием вулканизма.

При поступлении высокотемпературных вод в поверхностные горизонты пород (в рассматриваемом случае в влажные, постепенно уплотняющиеся осадки или литифицированные карбонатные породы) происходит повышение минерализации терм и увеличение щелочности вод рН до 8,5—9,2 (⁵).

Естественно, что такой мощный и долго действующий источник активных терм может явиться важным породообразующим фактором в осуществлении метасоматических процессов доломитизации.

Аналогичные процессы замещения могут проходить в эффузивах, переслаивающихся с доломитовыми породами.

Не исключено, что синхронно доломитизации может протекать процесс альбитизации плагиоклаза, проявляющийся в верхнеюрской вулканогенно-карбонатной формации.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ռ. Ա. ՄԱՆԴՍԼՅԱՆ

Հայաստանի նյութա-առեկա սրբանի վերին յուրայի դոլոմիտային ապառների «եսակները և նրանց առանձնահատկությունները

Աղստև. Հախում և Խափուզ գետերի ափագանների վերին յուրայի (օքսիդոզ-կիմերի) նստվածքներում մեծ տարածում ունեն դոլոմիտները, որոնք տարածված են հզոր հրաբխ-կարրոնատային ֆորմացիայում:

Ըստ իրենց մակրո և միկրո կառուցվածքի նրանք բաժանվում են 7 տիպերի՝

1. նուրբ շերտավոր դոլոմիտներ:

2. ասվար

3. բծավոր-բրեկչիանման

4. միկրոբրեկչիանման

5. խոշոր ծակոտկեն

6. դոլոմիտի ոսպնյակներ թաղված հրաբխ-պիրոկլաստիկ ապառների մեջ

7. փոքր հզորությամբ ոսպնյակաձև շերտեր և ներփակումներ. 'Դոլոմիտների առաջացման և արցր լիթոլոգիկ-նստվածքային լիթոգենեզի պայմաններում վատ է ուսումնասիրված և թերեւս լավ թույլ արտացոլված:

Գետը է ննթադրել, որ ուսումնասիրվող նստվածքներում դոլոմիտն առաջացել է մի քանի ժամանակահատվածներում:

1. դոլոմիտների նստեցում հետագա վերադասավորմամբ դիագենեզի ժամանակ

2. Կրային տիղմերի տեղակայմամբ մագնեզիումի իոնով ստորջրյա ֆումարոլ-ոլիգոմերային աղբյուրների ներգործության հետևանքով:

3. Կրաքարերի վրա թերմալ ջրերի ավելի ուշ ազդեցությամբ:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԿԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ С. С. Виноградов, Доломиты, 1961. ² И. В. Хворова, М. Н. Ильинская, Сб. Тр. ИГН, вып. 81, 1963. ³ С. В. Колотухина, Сб. Тр. ИГН, вып. 4, 1956. ⁴ В. В. Иванов, Сб. Вопросы вулканизма, 1962. ⁵ В. В. Иванова, Тр. Лаб. вулканологии, вып. 19, 1961.

СТРАТИГРАФИЯ

А. А. Габриелян, член-корр. АН Армянской ССР, и С. М. Григорян

Новые данные о возрасте известняковой свиты эоцена
бассейна оз. Севан

(Представлено 10/V 1964)

В основании разреза эоценовых вулканогенно-осадочных образований бассейна оз. Севан (Севанский хребет) залегает свита грубо- и тонкослоистых, плотных, массивных, плитчатых, песчанистых известняков, темно-серого и реже светло-серого цвета, мощностью 60—80 м. Породы этой свиты обычно трансгрессивно (с базальным конгломератом в основании) и с угловым несогласием залегают на известково-мергелистых отложениях верхнего сенона (кампан-маастрихт). Однако в синклинальных структурах, в которых залегание пластов как верхнего мела, так и эоцена пологое, структурное несогласие между ними замаскировано, и к тому же в основании эоцена отсутствуют базальные конгломераты. Это обстоятельство послужило основой для предположения некоторых исследователей о наличии постепенного перехода от верхнего сенона к эоцену. Но отсутствие в этом районе отложений датского яруса и палеоцена доказывает региональный характер трансгрессивного и несогласного залегания эоцена.

Рассматриваемая известняковая свита Севанского хребта, за пределами бассейна оз. Севан, в Памбакском и Цахкуняцком хребтах фациально замещается песчано-алевролитово-известняковыми отложениями.

Во всех указанных районах свита известняков и ее фациальные различия занимают определенное стратиграфическое положение в разрезе пограничных слоев верхнего мела и эоцена и поэтому имеют маркирующее значение для определения возраста подстилающих и перекрывающих отложений.

А. А. Габриелян, обработавший фауну нуммулитов из известняков районов сс. Артаниш, Джил и Шоржа, пришел к выводу о нижне-среднеэоценовом возрасте вмещающих отложений⁽¹⁾. Однако, учитывая стратиграфическое распространение отдельных видов нуммулитид, он считал возможным выделить в составе Севанской известняковой свиты два горизонта — нижний (нижнеэоценового возраста) и верхний (относящийся к низам среднего эоцена).

В последние годы С. М. Григорян собрала новую, гораздо более богатую коллекцию фауны нуммулитов из различных частей разреза известняковой свиты, детальная монографическая обработка которой, произведенная авторами настоящей статьи, позволяет более уверенно говорить о возрасте вмещающих фауну нуммулитид карбонатных отложений бассейна оз. Севан.

В известняках у с. Артаниш определены: *Nummulites pernotus* Schaub (B), *N. praelucasi* H. Douvillé (A), *N. subplanulatus* Hantken et Madarasz (B), *N. burdigalensis* de la Harpe (B), *N. aquitanicus* Benoist (B), *N. beaumonti* de la Harpe (B), *N. globulus* Leymerle (A, B), *N. atacicus* Leymerle (A, B), *N. irregularis* Deshayes (B), *N. prae-murchisoni* Nemkov et Barch. (B), *Operculina* sp., *Assilina placentula* (Deshayes) (A, B), *Discocyclus archiaci* (Schlumberger) (B).

В известняках района с. Джил встречаются: *Nummulites praelucasi* Douv. (A, B), *N. burdigalensis* de la Harpe (A, B), *N. globulus* Leym. (A, B), *N. aquitanicus* Benoist (B), *N. leupoldi* Schaub *N. atacicus* Leym. (B), *Assilina placentula* (Deshayes).

Сходный по видовому составу комплекс фауны собран также у с. Верхний Чамбарак Красносельского района.

Учитывая исключительную важность определения возраста рассматриваемых отложений, считаем необходимым привести стратиграфическое и географическое распространение некоторых, наиболее важных видов нуммулитов.

Nummulites pernotus Schaub—является одним из типичных нижнеэоценовых видов: описан из нижнеэоценового флиша Швейцарии и южной Франции (²). В СССР он обнаружен в нижнем эоцене Крыма (³).

N. praelucasi Douvillé—имеет широкое распространение в нижнеэоценовых отложениях южной Франции, Сев. Италии, Швейцарии, Албании и СССР (Крым, Карпаты) (²⁻⁵).

N. subplanulatus Hantken et Madarasz—встречается в большом количестве в отложениях нижнего эоцена южной Франции (Аквитанский бассейн) и Венгрии, а *N. aquitanicus* Benoist описан из нижнеэоценовых отложений Аквитанского бассейна (^{5,6}).

N. globulus и *N. burdigalensis* в массовом количестве встречаются в нижнеэоценовых отложениях Средиземноморской геосинклинальной области и единичными экземплярами заходят в нижнюю часть среднего эоцена.

На основании приведенных данных можно заключить:

1. Известняки, залегающие в основании разреза мощных вулканогенно-осадочных образований эоцена северо-восточного побережья оз. Севан, составляют единый стратиграфический горизонт и содержат богатую руководящую фауну нуммулитов нижнеэоценового возраста. Вместе с тем в породах этого горизонта совершенно отсутствуют нуммулиты широко распространенные в среднеэоценовых отложениях Армении и дру-

гих районов Альпийской складчатой области юга СССР и сопредельных стран.

2. Этот горизонт по своему стратиграфическому положению и составу фауны соответствует горизонту нуммулитовых известняков нижнеэоценового возраста бассейна р. Веди (г. Бердасар, южное крыло Шагапской синклинали, район с. Чиман), западного Айоцдзора, Ордубадского синклинория (Нах. АССР) и песчано-алевритисто-известняковых отложений района гор. Раздан (Арзаканский массив), в которых встречаются *N. globulus* Leym., *N. planulatus* Lam., *Assilina placentula* (Deshayes) и др. нижнеэоценовые виды.

3. Во всех указанных районах, как и в Севанском хребте, отложения нижнего эоцена трансгрессивно и с угловым несогласием залегают на различных горизонтах пород более древнего возраста, вплоть до верхнего палеозоя (Урцский хребет). Даже в синклинориях, в которых имеется полный разрез палеогена и несогласное залегание свит обычно замаскировано, нижнеэоценовые отложения с отчетливо выраженным перерывом залегают на породах фаунистически охарактеризованного палеоцена. Этот факт свидетельствует о крупных тектонических движениях, происходивших на границе палеоцена и эоцена. С другой стороны, он показывает, что эоценовая трансгрессия, являющаяся второй после верхнего мела обширной трансгрессией на Малом Кавказе, началась не в среднем эоцене, как считалось до последнего времени, а в нижнем эоцене, как это имеет место и в других районах Крымско-Кавказской геосинклинальной зоны. В среднем эоцене происходило дальнейшее более интенсивное прогибание Малого Кавказа, обусловившее накопление мощных толщ пород и интенсивное проявление вулканизма.

Ереванский государственный университет
Институт геологических наук Академии наук
Армянской ССР

Ա. Հ. ԳՍԲՐԻԵԼՅԱՆ ԵՎ Ս. Մ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Նոր թվադրեր Սևանի ավազանի էոցենի կրաքարային շերտախմբի հասակի մասին

Սևանա լճի ավազանի էոցենյան հասակի հրաբխածին-նստվածքային առաջացումների հիմքում տեղադրված է հոծ, շերտավոր, մուգ-մոխրագույն կրաքարերի մի շերտախումբ, որը տրանսգրեսիվ և անկյունային անհերքաշնակությամբ ծածկում է վերին սենոնի ապառների տարրեր հորիզոններին: Չնայած այն հանգամանքին, որ սինկլինալային ստրուկտուրաներում այդ շերտախմբի և վերին սենոնի միջև անկյունային անհերքաշնակություններն ու բնդմիջումները բողբոջված են, այնուամենայնիվ, դանիական հարկի ու պալեոցենի նստվածքների բաշակայությունները վկայում են էոցենի տրանսգրեսիվ տեղադրման ռեգիոնալ բնույթի մասին:

Այդ կրաքարային շերտախումբը լայն տարածում ունի նաև Փոքր Կովկասի մյուս տեկտոնական զոնաներում և ամեն տեղ, ինչպես և Սևանի ավազանում, որոշակի ստրատիգրաֆիական դիրք է գրավում վերին կավճի ու էոցենի միջև: Այդ պատճառով էլ նրա հասակի ճշտման կարևոր նշանակություն ունի նրանից վերև և ներքև տեղադրված շերտախմբերի հասակի որոշման համար: Ա. Հ. Գաբրիելյանը կրաքարային շերտախումբը ստորաբաժանում էր երկու

հորիզոնների՝ ստորին և վերին, և համապատասխանաբար վերագրում ստորին և միջին էոցենին (1)։

Վերջին տարիներում, Ս. Մ. Գրիգորյանը Արտանիշ, Ջիլ և Ճամբարակ գյուղերի շրջաններում նշված շերտախմբից հավաքել է նոր, ավելի հարուստ նումուլիտային ֆաունա, որի մեծագրական մշակումը հնարավորություն է տալիս ճշտելու պարունակող ապառների հասակը։

Որոշված են հետևյալ տեսակները՝ *Nummulites pernotus* Schaub (B), *N. praelucasi* H. Douv. (A) *N. subplanulatus* Hantk. et Madarasz (B), *N. hurdigalensis* de la Harpe (B), *N. aquitanicus* Benoist (B), *N. beaumonti* de la Harpe (B), *N. globulus* Leym. (A, B), *N. atacicus* Leym. (A, B), *N. irregularis* Deshayes (B), *N. praemurchisoni* Nemkov et Barch. (B), *Operculina* sp., *Assilina placentula* (Deshayes) (A, B), *Discocyclina arciaci* (Schlumb) (B)։

Նշված տվյալների հիման վրա հեղինակները հանգում են հետևյալ եզրակացությունների։

1) Սևանի լեռնաշղթայի էոցենյան հասակի ապառների հիմքում տեղադրված կրաքարերը կազմում են մի միասնական ստրատիգրաֆիական հորիզոն և պարունակում են ստորին էոցենին բնորոշ նումուլիտային ֆաունա։ Այդ հորիզոնի ապառներում չեն հանդիպում միջին էոցենին հատուկ նումուլիտներ։ Այդ փաստերը կասկած չեն թողնում այն մասին, որ Սևանի ավազանի կրաքարային շերտախումբը պատկանում է միայն ստորին էոցենին։

2) Այդ կրաքարային շերտախումբը ըստ իր ստրատիգրաֆիական դիրքի և պարունակող ֆաունայի համապատասխանում է Վեդի գետի ավազանի, Արևմտյան Հայոցծորի և Օրդուրադի սինկլինորիումի ստորին էոցենի հասակի նումուլիտային կրաքարերին և Հրազդան քաղաքի շրջակայքի ավազա-ալևրոլիտակրաքարային նստվածքներին, որոնց մեջ հանդիպում են՝ *N. globulus* Leym., *N. planulatus* Lamk., *Assilina placentula* (Deshayes)։

ЛИТЕРАТУРА -- ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. А. Габриелян, ДАН АрмССР, т. XXV, № 1 (1957). ² H. Schaub, Schweiz pal. Abh. v. 68 Basel, 1951. ³ Г. И Немков и Н. Н. Бирхстова, Нуммулиты, ассилины и оперкулины Крыма, АН СССР, М.—Л., 1961. ⁴ H. Douville, Compt. rend. des Séances de l'Acad. des Sciences t. 178, Paris, 1924. ⁵ P. Rozlozznik, Studien über Nummuliten. Geologica, Hungarica, sér. pal., fasc. 2 Budapest, 1929. ⁶ H. Douville, L'Eocène inférieur en Aquitaine et dans les Pyrénées, Paris, 1919.

А. А. Чилингарян

Влияние скрещивания на ядерно-цитоплазматическое отношение

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. А. Тер-Карапетяном 10/IV 1964)

Между объемами ядра и цитоплазмы существует динамическое равновесие, выражаемое через ядерно-цитоплазматическое отношение. Величины этих масс могут колебаться в известных пределах, если же они выйдут за эти пределы, то возникнет существенное изменение физиологического состояния клетки. Из литературных данных, касающихся размеров клеток и особенно ядер, известно, что последние очень чувствительны к влиянию факторов самой различной природы: гормональной, обменной, температурной, бактериальной и др. Вполне естественно было предположить, что при различных типах скрещиваний складывается ряд условий, также приводящих к сдвигам ядерно-цитоплазматического отношения в клетках получаемого потомства. Знакомство с литературными источниками показало, что материалы о ядерно-цитоплазматическом отношении, складывающиеся под влиянием скрещивания, вовсе отсутствуют, а данные о величине клетки носят случайный и противоречивый характер. Так, Вермель⁽¹⁾ упоминает, что гибриды двух видов уток, осетра и севрюги имеют величину клеток, занимающую промежуточное положение между клетками родительских форм. По данным Вермеля⁽¹⁾ и Серебровского⁽²⁾, гибриды, полученные от яка и коровы, обладают более крупными клетками по сравнению с исходными формами. Такой физиологически мощный фактор, каким является гетерогенное спаривание, вызывающее самое разнообразное изменение в потомстве, не может не затрагивать клеточную структуру, в которой происходят основные метаболические процессы.

В данном сообщении рассматриваются результаты работ по ядерно-цитоплазматическому отношению при межпородном скрещивании.

Материалом для исследований послужили участки тонкого отдела кишечника, взятые у кроликов пород серый и белый великан и их помесей первого поколения (самец белый, самка серый великан). Кусочки кишки брались для каждой породной группы кроликов при забое трех новорожденных крольчат из разных пометов до первого кормления. Подбирая материал таким образом, мы исходили из того, что к моменту рождения эпителиальные клетки кишечника полностью сформированы, но в отсутствие пищи еще не функционируют. В таком состоянии удастся на-

блюдать наиболее однородную гистологическую картину слизистой кишечника. Кусочки кишки сразу же промывались и фиксировались в жидкости Рего с последующим хромированием в течение 8 дней в 30% растворе бихромата калия. Затем следовала обычная проводка и заливка в парафин. Срезы делались толщиной не более 4—5 микрон. Окраска срезов производилась азаном по Гейденгайну. Указанная обработка позволяла очень четко определять границы клетки. Измерения клеток эпителия производились винтовым окуляр-микрометром (об. 90 ок. 15 х). Общее количество измеряемых клеток составляло для каждой породной группы кроликов 200 штук. Измерялись высота и ширина клетки и большой и малый диаметр ядра. Учитывая, что ядра клеток кишечного эпителия имеют форму эллипса, площадь ядра вычислялась по формуле

$$v_n = \frac{\pi Dd}{4}.$$

Площадь клетки вычислялась умножением высоты на ширину. Из площади клетки вычитывалась площадь ядра, чем определялась площадь цитоплазмы. Ядерно-плазменное отношение, или индекс NP , вычислялось по формуле $NP = \frac{v_n}{v_c - v_n}$, где v_n — площадь ядра, v_c — площадь клетки.

Полученные данные о величине клетки и ее элементов у кроликов пород серый и белый великан и их помесей приводятся в таблице (в $\mu\text{к}^2$)

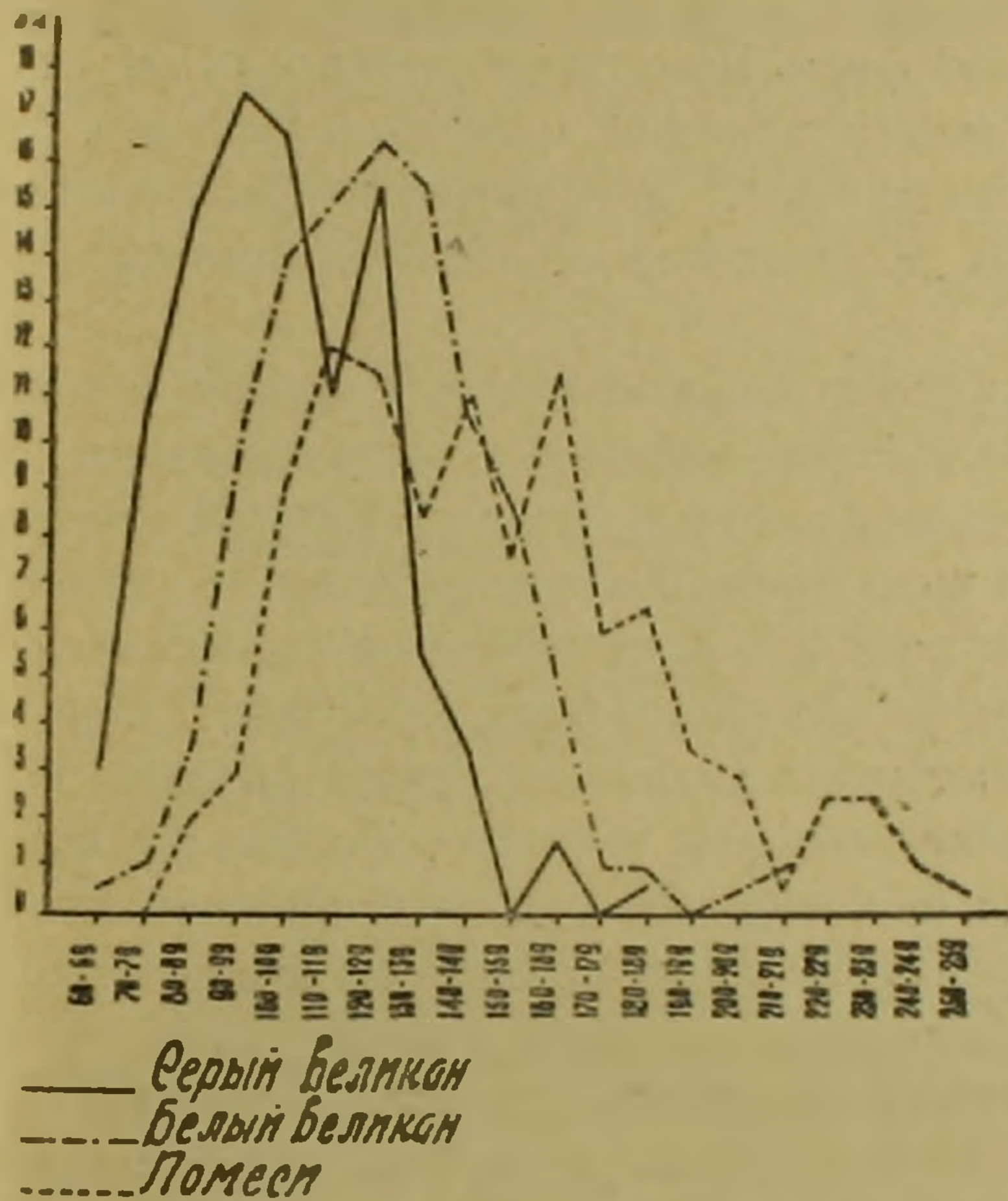
Порода	Клетка $M + m$	Ядро $M + m$	Цитоплазма $M + m$
Серый великан	$99,45 \pm 1,57$	$21,38 \pm 0,34$	$76,90 \pm 1,40$
Белый великан	$121,20 \pm 1,78$	$27,38 \pm 0,41$	$92,70 \pm 1,55$
Помеси	$144,70 \pm 2,60$	$29,26 \pm 0,43$	$117,10 \pm 2,54$

Как видно из этих данных, имеется существенная разница в величине клетки и ее элементов как между породами, взятыми для скрещивания, так и между помесями и их родительскими формами. Во всех случаях разница достоверна и превышает свою тройную ошибку. Коэффициент достоверности по величине клетки, например, между исходными формами составляет 8,23; между помесными и серым великаном — 14,80; между помесными и белым великаном — 7,46.

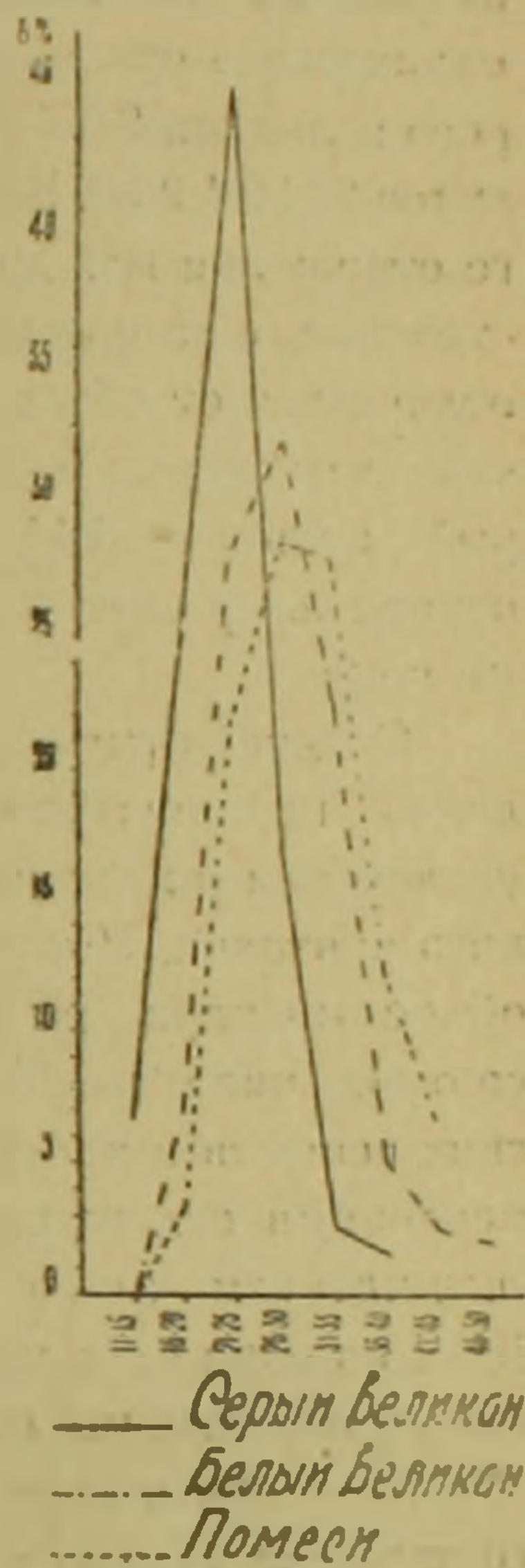
Учитывая, что обе породы кроликов практически обладают одинаковой величиной тела и весом, наличие различий между ними по величине клеток дает основание охарактеризовать серого великана как мелкоклеточную породу, а белого великана, наоборот, как крупноклеточную (в пределах изучаемой ткани). Вероятно, указанный показатель может быть использован при конституционно-интерьерной характеристике породных качеств животных.

В связи с тем, что среднеарифметическое ряда не всегда полно характеризует изучаемое явление, мы составили кривые распределения вариационных рядов клеток (фиг. 1) и их ядер (фиг. 2).

Кривые распределения вариационных рядов клеток обеих родительских форм характеризуются двувершинностью, с заметной асимметрией правой ее части у кроликов белый великан. Наибольшее количество клеток у последнего приходится в пределах класса 120—129 $\mu\text{к}^2$, а у серого великана — 90—99 $\mu\text{к}^2$. В отличие от вариационных рядов исходных родительских форм, вариационная кривая клеток помесных кроликов резко асимметрична и характеризуется не только растянутостью вправо, но и многовершинностью. Последняя зависит от включения в нее клеток самых разных классов. Многовершинная кривая явля-



Фиг. 1. Вариации величины клеток. По оси абсцисс — Размерные классы вариационного ряда. По оси ординат — число клеток.



Фиг. 2. Вариации величины ядер. Обозначения как на фиг. 1.

ется как бы результатом суммирования нескольких различных по своему типу кривых. Таким образом, хотя полиморфизм клеток характерен для всех трех видов кроликов, но он особенно сильно выражен у помесных кроликов. Вариационные ряды ядер, сохраняя общую тенденцию к укрупнению, отличаются от вариационных рядов клеток тем, что они характеризуются одновершинностью. Наибольшее количество ядер у серого великана находится в пределах класса 21—25 $\mu\text{к}^2$, у белого великана 26—30 $\mu\text{к}^2$, в то время как у помесных кроликов наибольшее количество ядер находится в пределах 26—30 и 31—35 $\mu\text{к}^2$. Вермель⁽¹⁾ в своих многочисленных карิโอметрических исследованиях считает, что для каждого вида животных существует постоянная минимальная величина клеток (ядер) и что анализ вариационных кривых изменения клеток может дать пред-

ставление о морфологических сдвигах в структуре различных органов. В этой связи интересно отметить, что минимальная величина клеток исходных пород кроликов находится в пределах класса 60—69 мк^2 , в то время как у помесей она находится в пределах класса 80—89 мк^2 .

Для понимания сущности происходящих изменений в клеточных элементах, в связи с их укрупнением, важное значение имеет ядерно-цитоплазматическое отношение. Вычисленный нами индекс ядерно-цитоплазматического отношения клеток исследованных форм составляет: для серого великана $27,05 \pm 0,69$; белого великана — $28,25 \pm 0,67$; помесных кроликов $23,92 \pm 0,59$. Величина разницы индекса ядерно-цитоплазматического отношения между серым и белым великанами незначительна и не достоверна, в то время как этот индекс у помесных кроликов существенно отличается от обеих родительских форм. Величина индекса в обеих случаях достоверна и составляет: между помесами и породой кроликов серый великан—3,44, белый великан—4,81. Ядерно-цитоплазматическое отношение у помесных кроликов по сравнению с родительскими формами шире.

Следует отметить, что под влиянием скрещивания в потомстве кроликов появляются вполне определенные изменения, выражающиеся в увеличении клеточных элементов и объемных сдвигов в клетках кишечного эпителия. Установившееся новое динамическое равновесие между объемами ядра и цитоплазмы подразумевает не только определенное соотношение объемов, но и соотношение содержания различных химических веществ в клетке (³). По-видимому, указанные сдвиги вызваны изменениями содержания химических веществ в клетке. Косвенным подтверждением этого положения может служить увеличение количества ДНК на одно ядро в печени помесных кроликов по сравнению с исходными родительскими формами, показанное в другой работе (⁴).

Сведения о природе укрупнения величины клеточных элементов недостаточны. Оно может произойти вследствие увеличения массы клетки за счет накопления питательных веществ или секретов, набухания и др. Однако в последние годы удалось показать, что увеличение клетки и в первую очередь ее ядра происходит при полиплоидизации. Полиплоидия во всех клетках организма редко встречается у раздельнополых животных, полиплоидия же в отдельных соматических клетках или тканях — распространенное явление в животном мире. В ряде случаев полиплоидия клеток в некоторых тканях в норме и под воздействием установлена также у позвоночных, а среди них у млекопитающих.

В настоящее время накоплен достаточный материал, указывающий на соматическую полиплоидизацию клеток при росте и гипертрофии органов и физиологической регенерации. Биологическая положительная роль полиплоидизации клеток заключается в ее повышенной метаболической активности по сравнению с обычной диплоидной клеткой. Так, например, в процессе митоза клетка дедифференцируется и надолго выключается из работы органа, в то время как в процессе эндомитоза и амитоза (приводящие к полиплоидизации) клетка продолжает дифферен-

цироваться, а специализированные клетки продолжают свою специфическую функцию (6-9). Во время физиологической регенерации органа показано восстановление работоспособности ткани в результате полиплоидизации клеток при сниженном числе их (7).

На основании укрупнения ядер, клеток и объемных сдвигов в ядерно-цитоплазматическом отношении, полученных в опыте, а также литературных данных о наличии соматической полиплоидии у позвоночных в норме и под воздействием мы можем с большой вероятностью говорить о возможности увеличения частоты полиплоидизации клеток в исследованной ткани у помесных кроликов под влиянием скрещивания. Однако для окончательного заключения о причинах, лежащих в основе укрупнения ядер, весьма желательно проведение цитофотометрического контроля количественного содержания ДНК в ядрах.

Зоологический институт Академии наук
Армянской ССР

Ա. Ն. ԶԻԼԻՆԳԱՐՅԱՆ

Տրամախաչման ազդեցությունը կորիզա-ցիտոպլազմատիկ հարաբերության վրա

Կորիզի և ցիտոպլազմայի միջև գոյություն ունեն դինամիկ հավասարակշռություն, որն արտահայտվում է կորիզա-ցիտոպլազմատիկ հարաբերության մեջ: Այդ զանգվածների ցուցանիշները կարող են տատանվել որոշ շրջանակներում, իսկ եթե նրանք խախտվում են այդ շրջանակներից, ապա առաջացնում են բջիջի ֆիզիոլոգիական վիճակի էական փոփոխություն:

Դրական տվյալների համաձայն՝ ջերմության, սննդի, հորմոնների ազդեցության ներքո ստանձին օրգաններում բջիջները, կորիզները, մեծանում են: Բնականաբար պետք էր ենթադրել, որ ֆիզիոլոգիական ուժեղ գործոնի ազդեցությամբ ինչպիսին է տրամախաչումը՝ նրանից ստացված սերնդի մոտ բջջային մակարդակի վրա նման փոփոխություններ նույնպես կառաջանան: Տրամախաչման ազդեցության ներքո կորիզա-ցիտոպլազմատիկ հարաբերության վերաբերյալ՝ դրականության մեջ տվյալներ բոլորովին չկան, իսկ բջիջների մեծության մասին եղած նյութերը պատահական ու հակասական են: Այսպես օրինակ, Վերմելը (1) նշում է, որ հրկու տեսակի բազերի և թառափ ու դուսիսի ձկների տրամախաչումից ստացված հիբրիդների բջիջների մեծությունը հավասար է ծնողական ձկների բջիջների միջինին: Վերմելը միաժամանակ նույն տեղում գրում է, որ յակի ու կովի միացումից ստացված հիբրիդների բջիջներն իրենց չափերով գերազանցում են ծնողական ձկների բջիջներին:

Մեր փորձերի համար վերցված է սպիտակ և դորշ հսկա ցեղերի ճագարների և նրանցից ստացված խառնածինների աղիքի բարակ մասի կտրվածքով:

Հետազոտությունների արդյունքները բեռված են աղյուսակում և № 1, 2 նկարներում: Ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ խառնածին ճագարների բջիջների ու նրա տարրերի (կորիզ և ցիտոպլազմա) չափերը զգալիորեն գերազանցում են ծնողական ձկների բջիջների և նրա տարրերի չափերով: Բջիջների և նրա տարրերի փոփոխության հետևանքով տեղաշարժ է կատարվել նաև խառնածին ճագարների հյուսվածքում կորիզացիտոպլազմատիկ հարաբերության մեջ:

Այն կազմում է դորշ հսկա ճագարների մոտ 27.05 ± 0.69 , սպիտակ հսկայի՝ 28.25 ± 0.67 , իսկ խառնածին ճագարների՝ 23.92 ± 0.59 : Հիշված տեղաշարժերը ըստ երևույթին առնչություն ունեն բջիջի թիմիական կազմի որոշ փոփոխման հետ (3): Այս կապակցությամբ հետաքրքրական են ներկա հոդվածի հեղինակի համատեղ աշխատության մեջ բերված տվյալները՝ գեոօբսիրիոնուկլեինաթթվի (ԴՆԹ) մասին (4): Նույն ցեղերից ստացված խառնածինների լյարդի կորիզներում պարունակող ԴՆԹ քանակը 110% ավելի է քան ծնողական ձկների մոտ:

Բջջիներին և նրա տարրերին խոշորացումը, բջջի ծավալային տեղաշարժը և նրա հիման վրա բջջի բիմիզմի փոփոխությունն ըստ երևույթին կարելի է բացատրել ուսումնասիրված հյուսվածքում տեղի ունեցող բջջիների պոլիպոլիդիզացիայի շնորհիվ, որը առաջանում է տրա-
նսպլանտացիայի ժամանակ և ներքին բիոլոգիական նշանակությունը կայանում է նրա-
հում, որ պոլիպոլիդ բջջեր, համեմատած դիպլոիդ բջջի հետ ցուցաբերում է ավելի բարձր
և անարդիկ ակտիվություն (5, 7, 8, 9):

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Е. М. Вермель, Сб. Рост животных, 1935. ² А. С. Серебровский, Гибридизация животных, 1935. ³ Е. Д. Робертис, В. Новинский, Ф. Сазс, Общая цитология, 1962. ⁴ А. А. Чилингарян, Е. Ф. Павлов, Л. П. Мкртчян, Известия АН Арм. ССР, т. XVII № 9, 1961. ⁵ Ф. Г. Биссерман, Artzliche Wschr. 13, 14, v 25, 1958. ⁶ Л. Н. Жинкин, Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, т. X 11, вып. 1, 1952. ⁷ В. Я. Бродский, Журнал общей биологии, т. XXV, № 1, 1964. ⁸ Г. В. Лопашов, Усп. совр. биол. 1947, 24, 6. ⁹ Л. Гейтлер, Protoplasmatologia, 6, p. 1, 1953.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян и В. А. Давтян

Об изменении интенсивности фотосинтеза короткодневных
и длиннодневных растений в факторостатных условиях

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Гулканяном 19/II 1964)

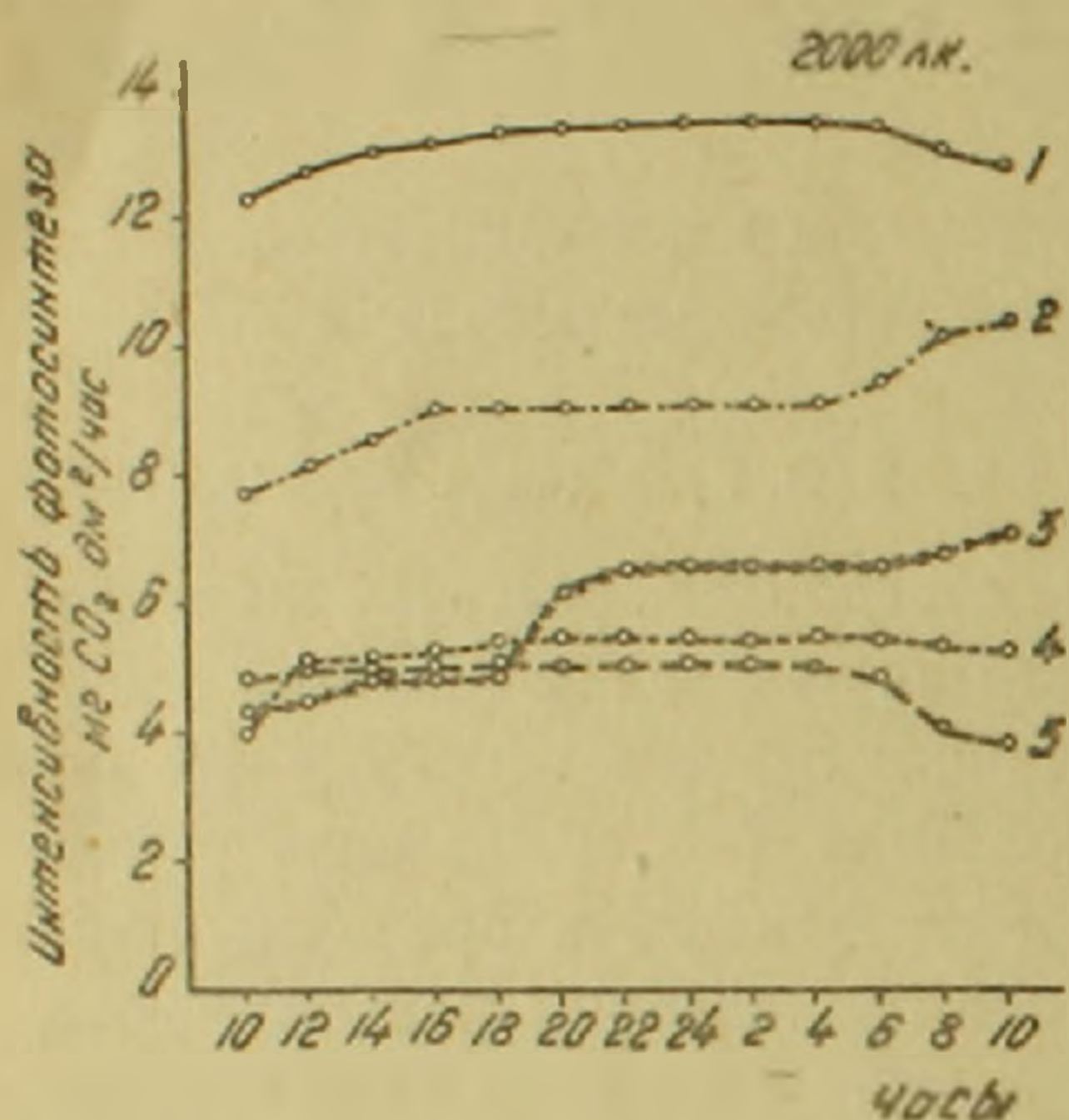
Первые исследования, установившие способность растений к кругло-суточной ассимиляции углекислого газа, были проведены с видами северного происхождения в условиях заполярного летнего непрерывного освещения (¹⁻³). В этих, как и в других работах (^{4,5}), было одновременно показано, что фотосинтетическая продуктивность в пределах суток характеризуется определенной ритмикой с проявлением максимума активности в дневные, минимума—в ночные часы. При этом на некоторых растениях (картофель, кукуруза) были получены противоречивые данные; в опытах одних авторов (³⁻⁶) не удалось обнаружить фотосинтетической активности в ночные часы, у других (⁷⁻⁸) удалось.

Результаты всех этих исследований приводят нас к выводу, что суточный ход фотосинтеза в факторостатных условиях определяется, главным образом, наследственно закрепленным ритмом, так как в подобных условиях фотосинтетическая депрессия всегда приурочивается к ночным часам (⁷). Эти данные вместе с тем наводят нас на мысль, что растения различного географического происхождения и принадлежащие к диаметрально противоположным фотопериодическим группам должны проявлять неодинаковую фотосинтетическую активность в факторостатных условиях.

Это предположение экспериментально проверено нами на ряде коротко-и длиннодневных растений в вегетационном периоде 1961 и 1962 гг. Некоторые контрольные определения были проведены в последующем 1963 г. Растения выращивались в больших глиняных вазонах с садовой почвой в условиях неоптимальных для их цветения фотопериодов. В качестве объектов для исследований были взяты из короткодневных видов—колеус (*Coleus blumei*), хризантема (*Chrysanthemum indicum*), краснолистная перилла (*Perilla nankinensis*) и дурнишник (*Xanthium Stromerium*). Из длиннодневных видов—гортензия (*Hydrangea hortensis*), петунья (*Petunia hibrida*), астра (*Callistephus chinensis*), цинния (*Zinnia haageana*), рудбекия (*Rudbeckia bicolor*).

Определение фотосинтетической активности листьев производилось с помощью инфракрасного поглотителя (ГИП-7), при освещенности на поверхности подопытных листьев 200 лк, при температуре 25°C и свежем токе воздуха 15 л/час. Испытанию подвергались листья средних ярусов. Повторность опыта 3–4-кратная, приведенные кривые выражают средние данные.

Полученные результаты, характеризующие динамику изменения фотосинтетической активности листьев одного и того же яруса в течение суток (фиг. 1) показывают, что у всех подопытных длиннодневных расте-



Фиг. 1. Суточный ход изменения интенсивности фотосинтеза у длиннодневных растений гортензии (1), петунии (2), циннии (4) и рудбекии (5) в факторостатных условиях.

ний энергия фотосинтеза в течение 24 часов колеблется весьма незначительно. Общая фотосинтетическая продуктивность листьев некоторых растений (гортензия и петунья) остается почти на одном и том же уровне. Более резкое изменение обнаруживается у астры, циннии и рудбекии, листья которых к тому же отличаются относительно слабой фотосинтетической продуктивностью. Этот факт до некоторой степени характеризует интенсивность их вегетативного роста и накопления сухой массы. Среди взятых нами растений наибольшей активностью роста за вегетационный сезон отличается гортензия, которая, как видно из кривых, показы-

вает столь же энергичный фотосинтез. Более слабым ростом среди исследуемых видов отличается рудбекия, фотосинтетическая активность которой примерно в 3, 5 раза меньше, чем у гортензии.

Эти данные как бы оспаривают факты о существовании строгой суточной фотосинтетической ритмики, установленной некоторыми авторами у ряда растений (1–5). Причина такого поведения испытанных нами растений, по-видимому, объясняется двумя обстоятельствами. Во-первых, факторостатностью условий, при которых проводились опыты, и во-вторых, слабой интенсивностью освещения. Такое поведение длиннодневных растений вместе с тем показывает, что эндогенный суточный ритм фотосинтеза у них выражен весьма слабо.

Довольно отличающиеся данные были получены для короткодневных растений (фиг. 2). Прежде всего у всех испытанных видов выявлен четко выраженный эндогенный ритм суточного хода фотосинтеза, проявляющийся в значительном повышении уровня этого процесса днем и депрессии — ночью, начиная с 20 или 22 часов. Эта особенность короткодневных растений несомненно является выражением филогенетической адаптации к условиям смены дня и ночи в пределах суток. Если для ви-

тов северного происхождения длительность светлого периода суток в вегетационном сезоне всегда преобладает над продолжительностью ночи, составляя не менее чем три четверти суток, то для южных форм примерно равная длительность ночи и дня уже является более или менее постоянной. Это обстоятельство в ходе филогенеза наглядным образом оставляло свой отпечаток на фотосинтетической деятельности их листьев. Даже даваемое нами слабое освещение (2000 лк) не вызывало сглаживания указанного эндогенного наследственно закрепленного суточного ритма фотосинтеза, как это наблюдалось у длиннодневных видов.

Непосредственная причина фотосинтетической депрессии в ночные часы у листьев короткодневных растений не связана с работой устьичного аппарата. Как было установлено нами (9), при низкой интенсивности и продолжительности воздействия света, параллельно с ночной депрессией фотосинтеза, расширяются устьичные просветы. Раскрытие устьичных щелей в данном случае следует рассматривать как положительную реакцию листа, при которой обеспечивается усиление доступа углекислого газа к хлорофиллоносной ткани. Изложенные данные приводят нас к следующим выводам.

1. Суточный ход фотосинтетической активности коротко- и длиннодневных растений в факторостатных условиях резко отличается. У короткодневных видов наблюдается эндогенный суточный ритм фотосинтетической продуктивности с проявлением максимума активности в дневные, минимума—в ночные часы. Подобного ритма длиннодневных форм не обнаруживается.

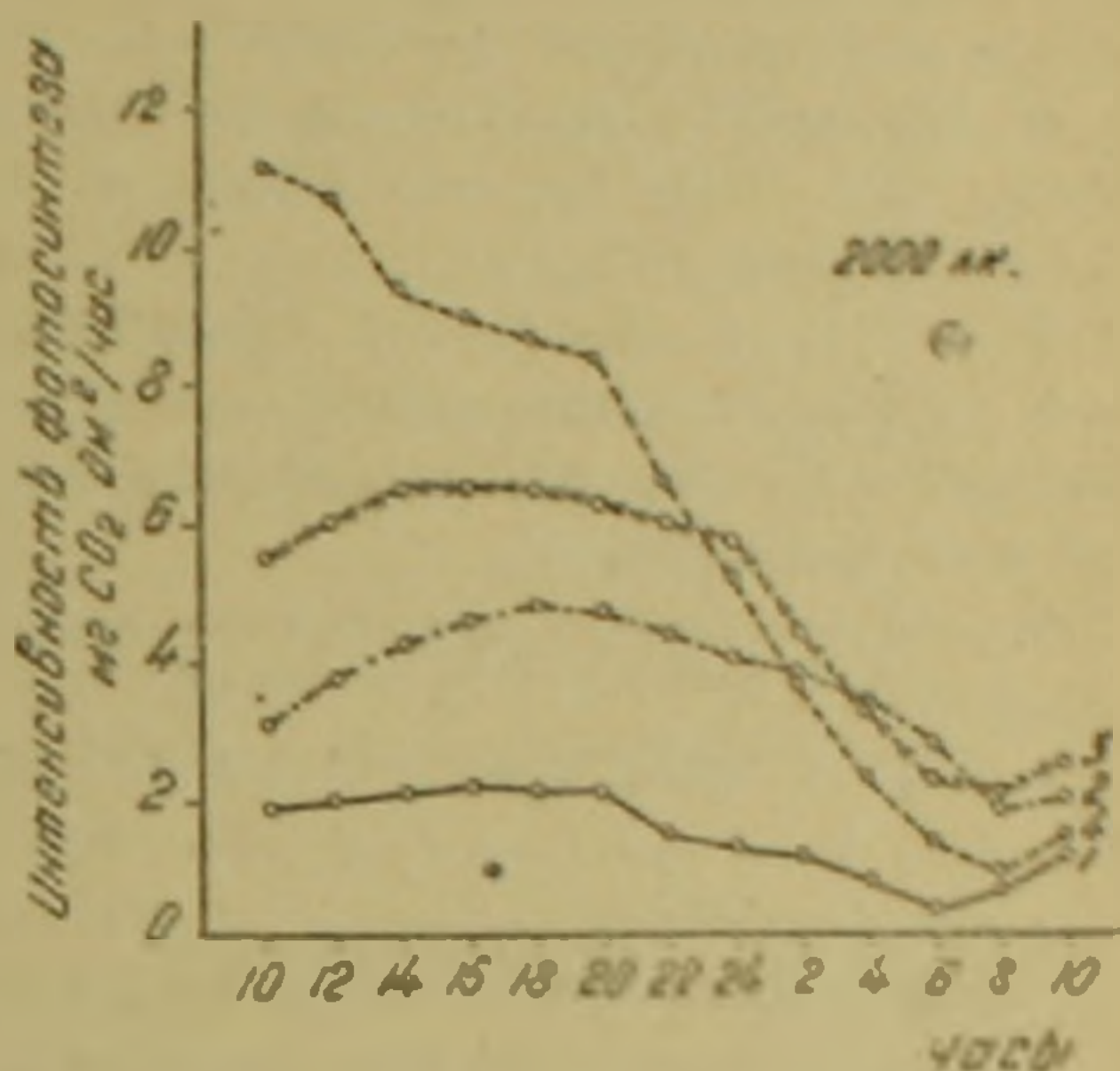
2. Эндогенный суточный ритм фотосинтеза у короткодневных растений возник в ходе длительной эволюции в результате смены дня и ночи в пределах суток.

Ботанический институт Академии наук
Армянской ССР

Վ. Ն. ՂԱԶԱՐՅԱՆ ԵՎ Վ. Ա. ԴԱՎԹՅԱՆ

**Հաստատված գործոնների պայմաններում կարճ և երկար օրվա բույսերի
ֆոսֆորների ինքնահիվանդության փոփոխության մասին**

Մի շարք փորձերով դեռ վաղուց ցույց է տրված, որ որոշ բույսեր հյուսիսային աշխարհագրական լայնություններում ամառվա անընդհատ բնական լուսավորության պայմաններում



Фиг. 2. Ночная фотосинтетическая депрессия у короткодневных растений петунии (1), хризантемы (2), колеуса (3) и герани (4) в факторостатных условиях.

նախած չեն դադարեցնում իրենց ֆոտոսինթեզը, այնուամենայնիվ գիշերվա ժամերին զգալի լափով թուլանում է այնու նկատի ունենալով, որ նշված փորձերը դրվել են բնական օրվա փոփոխվող լուսավորության, ջերմության, խոնավության ինչպես և այլ պայմաններում, պետք է նթադրել, որ ֆոտոսինթեզի օրվա ութմի պատճառը արտաքին գործոնների լարվածության փոփոխությունն է, Մյուս կողմից էլ մենք հիմք ունենք կարծելու, որ նրկարատե էվոլյուցիայի ընթացքում գիշերվա և ցերեկվա հերթափոխությանը նույնպես պետք է իր կնիքը թողնի տերևների ասիմիլյացիոն գործունեության վրա՝ առկա տվյալ վեգետացիոն սեզոնում եղած պայմաններից:

Այս հանգամանքը հիմք է տալիս ենթադրելու, որ տերերն աշխարհագրական ծագում ածեցող և հակադիր ֆոտոսինթետիկ սեակցիա ցուցաբերող բույսերը պետք է որ տարբերվեն ըստ իրենց ֆոտոսինթետիկ ակտիվության հաստատուն յույսի և այլ գործոնների պայմաններում:

Այս ենթադրությունն էքսպերիմենտալ հանապարհով հաստատելու նպատակով 1962—63 թթ. վեգետացիոն սեզոնում մեր կողմից դրվել են մի շարք փորձեր նրկար և կարճ օրվա բույսերի վրա, որոնք նախօրոք աճեցվել են ծաղկման համար ոչ օպտիմալ ֆոտոպերիոդների պայմաններում:

Ֆոտոսինթեզի ակտիվության որոշումները կատարվել են ինֆրակարմիր կլանիչի օգնությամբ (ГІІІ—7), 2000 լյուքս լուսավորվածության, 25°C և հաստատուն հոսանքի թարմ օդի (15լ/ժամ) պայմաններում: Ֆոտոսինթեզի որոշումները տարվել են միջին յարուսի տերևների մոտ՝ 3—4 կրկնողությամբ:

Կատարված փորձերի արդյունքները հեղինակներին ընդել են հետևյալ հիմնական եզրակացությունների.

1. Կարճ և նրկար օրվա բույսերի ֆոտոսինթեզի ակտիվության օրվա ութմը խիստ տարբերվում է, Կարճ օրվա բույսերի մոտ նկատվում է ֆոտոսինթեզի ակտիվության էնդոգեն ութմ, որի մաքսիմումը համընկնում է ցերեկվա ժամերին, մինիմումը՝ գիշերվա: Նրկար օրվա բույսերի մոտ նման ութմ չի հայտնաբերվում:

2. Կարճ օրվա բույսերի մոտ ֆոտոսինթեզի օրվա էնդոգեն ութմը դրսևորվել է նրկարատե էվոլյուցիայի պրոցեսում, օրվա ընթացքում ցերեկվա և գիշերվա հերթափոխության հետևանքով:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Д. Мюллер, *Planta* 2, 22, 1928. ² С. П. Костычев, Е. Н. Базырина и В. А. Чесноков, *Изв. АН СССР, Отд. физ.-мат. наук*, № 7, 599 (1930). ³ А. П. Дахыкин, и В. Г. Григорьева, *ДАН СССР*, 80, № 2, 261 (1957). ⁴ А. Арнольд, *Planta*, 13, 523, 1931. ⁵ Р. Гардер, *Planta*, 20, 699, 1933. ⁶ Г. С. Горбунов, *Изв. Вост. фил. АН СССР*, 1, 121, 1957. ⁷ П. С. Беликов и М. В. Моторина, *ДАН СССР*, 123, № 1, 185 (1958). ⁸ Т. Е. Кислякова, *Физ. раст.*, т. 5, вып. 2, 156, 1958. ⁹ В. О. Казарян, *ДАН Арм ССР*, т. 39, № 2 (1964).

Մաքեմառիկա

է

Յու. Կ. Գերասիմով—Բնդհանրացված ոչ-բաղասական կորուսյունը ռենդոգ
թունկցիայի համար Թրսիգմեն—Լինդելոֆի թեորեմի մասին 3

Յու. Կ. Գերասիմով—Միակուսյան թեորեմ երկու անկախ փոփոխականների
գեպրում էլիպտիկ հավասարման համար 66

Փ. Ն. Քեշիշյան—Բազմանդամների զուգամետ հաջորդականությունների հետ
կապված մի քանի հարցերի մասին 129

Ս. Հ. Սինանյան—Շրջանային աղեղի վրա սահմանափակ բազմանդամների և
երանց ածանցյալների մի քանի զնահատականների մասին 133

Ս. Գ. Հովսեփյան—Բազմակսայ տիրույթներում լարի տուտանման հավասար-
ման համար Դիրիխլեի խնդրի եզրային կետերի ծնող բազմության մասին 193

Կլուսակալան մաքեմառիկա

Ս. Ս. Մինասյան—Բազմադրյալ պլանում ջերմության հարթ կայունացած հոռ-
դի մասին՝ երկու տարրեր շրջապատող միջավայրերի հետ ջերմափոխանակման առ-
կայության դեպքում 257

Մեխանիկա

Ս. Լ. Համբարձումյան, Հայկական ՍՍԽ ԳԱ թղթակից-անդամ, և Դ. Ն. Բալ-
դասարյան—Ջերմային դաշտի աղեղեցության տակ դոնվոդ ֆլատտերը 141

Կ. Ս. Կարապետյան և Ս. Լ. Կոտիկյան—Բետոնի ամրության և դեֆորմացիոն
հատկությունների հետազոտությունը բարդ լարվածային վիճակի դեպքում 201

Մ. Լ. Ջաղոյան—Գլանային կոորդինատներով իդեալական պլաստիկականու-
թյան տեսություն հավասարումների մասնավոր լուծման մասին 265

Գրունցների մեխանիկա

Ս. Ս. Մեսյան—Նմուշի և սահրի զոտու բարձրությունների ազդեցությունը
կալային ընահողերի սահրի դիմադրություն վրա 7

Առաձգականությունը հետաքրքրում

Լ. Հ. Բաբոյան—Մի քանի «զույգ» շարքերի լուծումները 149

Վ. Ս. Սարգսյան—Բազմադրյալ ոչ օրթոտրոպ պրիլմատիկ ձողերի ծռումը 207

Գ. Ն. Բաղդասարյան—Շերտավոր անիզոտրոպ գլանային թաղանթի կայունու-
թյունը ձայնից մեծ արագություն ունեցող գազի հոսանքի մեջ 271

Սողի հետաքրքրում

Կ. Ս. Կարապետյան—Անիզոտրոպիայի ազդեցությունը բետոնի սողի վրա
սեղմման և ձգման դեպքում՝ կախված լարման մեծությունից 13

Ֆիզիկա

Վ. Գ. Մանուսաջյան, Ն. Պ. Բաժուլինա, Գ. Ս. Սարգսյան և Յա. Ս. Վարշա-
վսկի—Դի և տրիպեպտիդների էթիլ-էսթերների քլորաջրածնային աղերի և N-ացե-
տիլ դի և տրիպեպտիդների էթիլ-էսթերների ինֆրակարմիր սպեկտրները 21

Վ. Գ. Մանուսաջյան և Մ. Մ. Յակուշինա և Յա. Մ. Վարշավսկի—Դի և տրիա-
մինապիրտների ինֆրակարմիր սպեկտրները 69

Յան Շի—Որոշ մազնիսական վիճակների կոլեկտիվ գրգռումների մասին 73

Մ. Ն. Մովսեսյան և Յու. Ս. Չիլինգարյան—Ռուբինի R₁ առարման դծի հաճա-
խականություն և լայնություն ջերմաստիճանային կախումը 217

Յու. Մ. Այվազյան—Կիսաանվերջ իդեալական հաղորդիչ թիթեղների սխեմա
հաղորդումը 279

Տեսական ֆիզիկա

Յու. Մ. Այվազյան և Գ. Մ. Անդրանիկյան — Էլեկտրամագնիսական ալիքների առաջացումը հարթ կիսաանվերջ ալիքատարում լիցքավորված մասնիկի կողմից . 81

Պոլիմերների ֆիզիկա

Ն. Մ. Փոչարյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ն. Ա. Նալբանդյան, Վ. Յ. Առաքելյան և Հ. Ս. Ֆաշչյան — Ուլտրաձայնային ալիքների կլանումը պոլիստիրոլի բնօրային լուծույթներում . 221

Առերոֆիզիկա

Վ. Հ. Համբարձումյան, տեղագեմիկոս — Ճառագայթման ադդեցության տակ միջավայրի պարզեցման մի ղեկավար մասին . 169

Ֆ. Յիլիկի — Կոմպակտ գալակտիկաներ . 167

Ա. Գ. Նիկողոսյան — Անվերջ խոր միայնակ միջավայրից դիֆուզ պոլիսրոմատիկ անդրադարձման ոչ զծային մի խնդրի մասին . 227

Ռադիոֆիզիկա

Լ. Լ. Գեկարյուն և Ա. Ռ. Մկրտչյան — Նեյտրոնային լարում մեծ ճշգրտությամբ ռսանքի կայունարարների համար . 171

Քիմիական ֆիզիկա

Յու. Ի. Կուդրյավցևիս, Վ. Ի. Վեդենևսկի և Հ. Մ. Նիսոյան — Էթանի թերմիկ տարալուծման կինետիկան և մեխանիզմը (բարձր ջերմաստիճանային մարզ) . 29

Առաջագիտություն

Լ. Վ. Միրզոյան — Գալակտիկայում O—B1 աստղերի պարցիալ խտություն մասին . 87

Բնօրենական սեյսմոլոգիա

Ա. Գ. Նուգարով, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ տեղագեմիկոս, Բ. Կ. Կարապետյան և Ս. Ա. Շահինյան — Մոզելների վրա կառուցվածքների սեյսմոկայունության ուսումնասիրության մեթոդ՝ պայթեցման սեյսմիկ ադդեցության ներքո . 177

Օգերևաբանություն

Գ. Գ. Զուրյան — Մթնոլորտի մի քանի առանձնահատկությունների մասին Հայաստանում . 93

Ֆիզիկական բիոֆիա

Հ. Հ. Չալրիկյան, Ն. Բ. Բեյլերյան և Ա. Լ. Սամվելյան — Պերսուլֆատ — տրիկլա-նոլամին ռեակցիայի արագություն կախումը ջերմաստիճանից . 35

Օրգանական բիոֆիա

Ա. Թ. Բաբայան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Գ. Թ. Մարտիրոսյան, Ս. Հ. Լիֆիկյան, Ն. Մ. Գալբյան և Ռ. Բ. Միկայելյան — Չորրորդային ամոնիակային աղերի իմնային ճեղքման ռեակցիայի ժամանակ օրգանապես կապված քլորի մինե-րալացման պրոցեսի քիմիզմը . 99

Վ. Ի. Լուսավոլյանց, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ տեղագեմիկոս և Ս. Գ. Սաֆարով — Կարբոնային միացությունների հետ չհագեցած ածխածնածինների կոնդենսումը խոնավօթանակիչ խեմի՝ որպես կատալիզատորի ներկայությամբ . 235

Բիոբիոֆիա

Ս. Յա. Մայգելիս, Ա. Գ. Բազարջյան և Ֆ. Զ. Մեյերսոն — Գլյուկոզային ճեղքումից առաջացած ճյուղերի օդատարածումը սպիտակուցի սինթեզի պրոցեսում որոշ օրգանների կոմպլեքսատոր հիպերֆունկցիայի ժամանակ . 181

Ժ. Ի. Հակոբյան — Վահանաձե ղեղձի և մակերիկամի հորմոնների փոխհարա-բերությունը տիրոգիների օրսիզացման պրոցեսում . 239

Գեոբիոֆիա

Է. Ա. Սաղարեյան և Լ. Ն. Գրիմենկո — Նոր տվյալներ Հյուսիսային Հայաստանի կոլչեղանային հանքավայրերի պիրիտների ծծմբի լիցատուլային կազմի վերաբերյալ . 41

Ռ. Գ. Գեորգյան — Նոր տեղեկություններ կենտրոնական Հայաստանի ալկալային ինտրուզիաների մասին . 107

Հիգրոսերկրաբանություն

Գ. Ի. Տեր-Ստեփանյան և Ա. Պ. Առաքելյան—Կապերով ենթաշերտված լավա-
ներում գետնաջրաբանական տիպեր 245

Գեոմորֆոլոգիա

Հ. Կ. Գաբրիելյան—Հայկական ՍՍՏ արտածայթուկ ապառների լուծունակու-
թյան մասին 113

Տեկտոնիկա

Ս. Կ. Արզումանյան և Գ. Պ. Սիմոնյան—Մերձարարսյան աղաբեր ափազանի
նորագույն տեկտոնիկայի մասին 45

Հանքաբանություն

Ս. Ա. Զոհրաբյան, Սվ. Ս. Մկրտչյան և Է. Ա. Սաղաթելյան—Նոր տվյալներ
կարմիր բարիտի տեղադրման մասին Ախթալայի բազմամետաղային հանքավայրում 283

Պետրոգրաֆիա

Է. Գ. Մալխասյան և Ն. Մ. Չերնիշով—Մինդալինների նշանակությունը լա-
վային հոսքերի բնույթը և կառուցվածքը պարզելու համար 287

Լիտոլոգիա

Ռ. Ա. Մանուկյան—Հայաստանի հյուսիս-արևելյան շրջանի վերին յուրայի
դոլոմիտային ապառների տեսակները և նրանց առանձնահատկությունները 295

Ստրատիգրաֆիա

Հ. Հ. Սարգսյան և Ս. Մ. Գրիգորյան—Օլիգոցենի ձոփային նստվածքների
հայտնաբերումը Սևան-Շիրակի սինկլինորիումում 251

Ա. Ա. Գաբրիելյան, Հայկական ՍՍՏ ԳԱ թղթակից-անդամ և Ս. Մ. Գրի-
գորյան—Նոր տվյալներ Սևանի ափազանի էոցենի կրաքարային շերտախմբի հասակի
մասին 311

Ցիսոլոգիա

Ա. Հ. Չիլինգարյան—Տրամախաչման ազդեցությունը կորիզա-ցիտոսյուզմատիկ
հարաբերության վրա 305

Միկրոբիոլոգիա

Ա. Պ. Պետրոսյան և Ե. Ն. Ավվախումովա—Պայաբակտերիաների բջջաբանա-
կան և բջջաբիմիական փոփոխությունները սպարիկներում 49

Բույսերի ֆիզիոլոգիա

Մ. Մ. Սարգիսովա—Աճմանը խթանող նյութերի ազդեցությունը խաղողի
կտրոնների արմատակալման վրա 53

Վ. Հ. Ղազարյան—Հաստատուն գործոնների պայմաններում ֆոտոսինթեզի
ակտիվության և հերժանցքային ապարատի կառուցվածքի մասին 117

Վ. Հ. Ղազարյան և Վ. Ա. Դավթյան—Հաստատուն գործոնների պայմաննե-
րում կարճ և երկար օրվա բույսերի ֆոտոսինթեզի ինտենսիվության փոփոխու-
թյան մասին 311

Միջառաքանություն

Ս. Մ. Բարլոկով-Խնձորյան—Նոր կլարգեդ (Coleoptera, Scarabaeidae) հայկա-
կան ՍՍՏ-ից 61

Ֆիզիոլոգիա

Ա. Ս. Ամատունի—Հիպոթալամուսի լատերալ կորիզի ազդեցությունը ողնու-
ղեղի ու ֆլեկտոր գործունեության վրա 123

Հ. Գ. Բակլավաջյան—Դիսուլեզիի բիոէլեկտրական ակտիվության վրա H- և
M-թուլինոլիտիկ նյութերի ազդեցության մեխանիզմի մասին 187

СОДЕРЖАНИЕ XXXIX ТОМА

Стр.

Математика

- Ю. К. Герасимов*—О теореме Фрагмена—Линделефа для функций обобщенной неположительной кривизны 3
- Ю. К. Герасимов*—Одна теорема единственности для эллиптического уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными 65
- Ж. Н. Кешишян*—О некоторых вопросах, связанных с сходящимися последовательностями многочленов 129
- С. О. Синянин*—Некоторые оценки для класса ограниченных на дуге окружности многочленов и их производных 133
- С. Г. Овсепян*—О порождающем множестве граничных точек в задаче Дирихле для уравнения колебания струны в многосвязных областях 193

Прикладная математика

- Р. С. Минасян*—О плоском установившемся течении тепла в составном цилиндре при наличии теплообмена с двумя различными окружающими средами 257

Механика

- С. А. Амбарцумян*, чл.-корр. АН Армянской ССР, и *Г. Е. Багдасарян*—Флаттер пластинки, находящейся в поле действия температуры 141
- К. С. Карапетян* и *Р. А. Котикян*—Исследование прочности бетона при сложно-напряженном состоянии 201
- М. А. Забян*—О некотором частном решении уравнений теории идеальной пластичности 265

Механика грунтов

- С. Р. Месчян*—Влияние высоты образца и зоны сдвига на сопротивление грунта сдвигу 7

Теория упругости

- А. А. Баблоян*—Решение некоторых „парных“ рядов 149
- В. С. Саркисян*—Изгиб неортогональных составных призматических стержней 207
- Г. Е. Багдасарян*—Устойчивость анизотропной цилиндрической оболочки в сверхзвуковом потоке газа 271

Теория ползучести

- К. С. Карапетян*—Влияние анизотропии на ползучесть бетона при сжатии и растяжении в зависимости от величины напряжения 13

Физика

- В. Г. Манусаджян, Н. П. Бажулина, Г. С. Саркисян* и *Я. М. Варшавский*—Инфракрасные спектры хлористоводородных солей этиловых эфиров ди- и трипептидов и этиловых эфиров N-ацетил ди- и трипептидов 21
- В. Г. Манусаджян, Л. М. Якушина* и *Я. М. Варшавский*—Инфракрасные спектры ди- и триаминоспиртов 69
- Ян Ши*—О коллективных возбуждениях некоторых магнитных состояний 73
- М. Е. Мовсисян* и *Ю. С. Чилингарян*—Температурная зависимость частоты и ширины излучения линии R₁ рубина 217
- Ю. М. Айвазян*—Излучение от открытого конца системы полубесконечных идеально проводящих полуплоскостей 279

Теоретическая физика

- Ю. М. Айвазян и Д. М. Седракан—Возбуждение электромагнитных волн в плоском полубесконечном волноводе заряженной частицей 81

Физика полимеров

- Н. М. Кочарян, чл.-корр. АН Армянской ССР, Н. А. Налбандян, В. Ц. Аракелян и Г. С. Фаршян—Поглощение ультразвуковых волн в растворах полистирола в бензоле 221

Астрофизика

- В. А. Амбарцумян, академик—Об одном случае просветления среды под воздействием излучения 159
Ф. Цвики—Компактные галактики 167
А. Г. Никогосян—Об одной нелинейной задаче полихроматического диффузного отражения от бесконечно глубокой одномерной среды 227

Радиофизика

- Л. Л. Декабрун и А. Р. Мкртчян—Опорное напряжение для стабилизаторов тока большой точности 171

Химическая физика

- Ю. И. Кудрявцева, В. И. Веденеев и О. М. Ниязян—Кинетика и механизм термического распада этана (высокотемпературная область) 29

Астрономия

- Л. В. Мирзоян—О парциальной плотности O—B1 звезд в Галактике 87

Инженерная сейсмология

- А. Г. Назаров, академик АН Армянской ССР, Б. К. Карапетян и С. Г. Шагинян—Метод исследования сейсмостойкости сооружений на моделях при сейсмовзрывных воздействиях 177

Метеорология

- Г. Д. Зубян—О некоторых особенностях строения атмосферы над Арменией 93

Физическая химия

- О. А. Чалтыкян, Н. М. Бейлерян и А. Л. Самвелян—Температурная зависимость скорости реакции персульфат—триэтаноламин 35

Органическая химия

- А. Т. Бабаян, чл.-корр. АН Армянской ССР, Г. Т. Мартиросян, М. Г. Инджиян, Н. М. Давтян и Р. Б. Минасян—К химизму процесса минерализации органически связанного хлора при щелочном расщеплении четвертичных аммониевых солей 99

- В. И. Исагульянц, академик АН Армянской ССР, и М. Г. Сафаров—Конденсация непредельных углеводородов с карбонильными соединениями в присутствии катионообменной смолы в качестве катализатора 235

Биохимия

- М. Я. Майзелис, А. Г. Базарджян и Ф. З. Меерсон—Использование продуктов распада глюкозы в процессе синтеза белка при компенсаторной гиперфункции некоторых органов 181

- Ж. И. Акоюн—Взаимоотношения между действием гормонов щитовидной железы и гормонов надпочечников в процессе окисления тирозина 239

Геохимия

- Э. А. Сагателян и Л. Н. Гринько—Новые данные об изотопном составе серы в пиритах колчеданных месторождений Северной Армении . . . 41

- Р. Г. Геворкян—Новые сведения о щелочных интрузиях Центральной Армении 107

Гидрогеология

- Г. Н. Тер-Степанян и А. П. Аракелян—Типы гидрогеологических поперечников в лавах, подстилаемых глинами 245

Геоморфология

- Г. К. Габриелян—О растворимости эффузивных пород Армянской ССР 113

Тектоника

- С. К. Арзуманян и Г. П. Симонян—О новейшей тектонике Приараксинского соленосного бассейна 45

Минералогия

- С. А. Зограбян, Св. С. Мкртчян и Э. А. Сагателян—Новые данные о положении красного барита на Ахтальском полиметаллическом месторождении 283

Петрография

- Э. Г. Малхасян и Н. М. Чернышев—Значение миндалин для выяснения природы и строения лавовых потоков 287

Литология

- Р. А. Мандалян—Типы и особенности образования доломитовых пород из верхнеюрских отложений северо-восточной части Армянской ССР . . . 295

Стратиграфия

- О. А. Саркисян и С. М. Григорян—Открытие морских отложений олигоцена в Севано-Ширакском синклинории (Малый Кавказ) 251

- А. А. Гебриелян, чл.-корр. АН Армянской ССР, и С. М. Григорян—Новые данные о возрасте известняковой свиты эоцена бассейна оз. Севан . . . 301

Цитология

- А. А. Чилингарян—Влияние скрещивания на ядерно-цитоплазматическое отношение 305

Микробиология

- А. П. Петросян и Е. Н. Аввакумова—О цитологических и цитохимических изменениях клубеньковых бактерий и клубеньках 49

Физиология растений

- М. М. Саркисова—Влияние ростовых препаратов на корнеобразование черенков винограда 53

- В. О. Казарян—О взаимоотношении интенсивности фотосинтеза и работы устьичного аппарата в факторостатных условиях 117

- В. О. Казарян и В. А. Давтян—Об изменении интенсивности фотосинтеза короткодневных и длиннодневных растений в факторостатных условиях . 311

Энтомология

- С. М. Яблоков-Хизорян—Новый навозник из Армянской ССР (*Coleoptera, Scarabaeidae*) 61

Физиология

- А. С. Амацуни—Влияние латерального ядра гипоталамуса на рефлекторную деятельность спинного мозга 123

- О. Г. Баклаваджян—О механизме действия Н- и М-холинолитических веществ на биоэлектрическую активность головного мозга 187