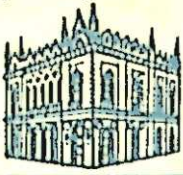


11-10P



АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIV ТИЛД

1978.4

Handwritten signature or mark.

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ЧИЛД



Н ГАЈДАЛАР

нын Мə'рузэлəри»ндə нəзəри вə тəчрүби
нимыш вə нələ дəрч едилмəмиш нəтичə-

ə ајры-ајры мə'луматлар шəклинə салын-
уматлардан мəһрум мубаһисə характерли
лəрсиз кəмəkчи тəчрүбэлəрини тəсвирли-
ри вə ичмал характерли ишлэр, тəсвирлə
методик мəгалəлэр, нəбелə битки вə нєј-
суси əнəмијјэтə малик тапшытыларыш тəс-
ир.

эмни мə'луматларыш даһа кешиш шəкилдə
рин нугугуну' əлиндən алмыр.
олан мəгалəлэр јалныз ихтисас үзрə бир
сија нєј'əти тэрəфиндэн нəзəрдən кечирн-
маг шəртилə мəгалəлэр тəгдим едə билэр.
ин мұхбир үзвлəринини мəгалəлəри тəгди-

ки, мəгалəлəри тəгдим елəркən онларыш
мəгалəнини јерлəшдирилчəји бөлмəнини ады-

мəгалə дəрч етдирə билэр.
магла, мұəллиф вэрəгəнини дəрдлə бирин-
илмиш 6—7 сəһифə нəчминдə (10000 чан

хүласəси олмалыдыр; бундан башга, Азэр-
нидə хүласə əлава едилмəлидир. Рус ди-
линидə хүласəси олмалыдыр.
јеринə јетирилдији елми идарəнини ады вə
ир.

ишлəринини нəтичэлəринини дəрч олунмасы
олмалыдыр.
гла) вэрəгини бир үзүндə ики хəтт ара бу-
вə ики нүсхə тəгдим едилмəлидир. Дүстур-
нəрфлəрини алтындан, кичиклəрини исə үс-
ир; јунан əлифбасы нəрфлəрини гирмызы

сəһифəнини ахырында чыхыш шəклиндə де-
јасына кəрə) мəгалəнини сəпунда мəтидəки
үзрə верилмəлидир. Əдəбијјатыш сијанысы

асы вə инисналы, китабыш бұтəв ады, чил-
лэр үчүн: мұəллифини фамилијасы вə ини-
ни) ады, чилд, бурахылыш, нəшр олундугу

ни фамилијасы вə инисналы, мəгалəнини ады,
ни), сəһифə кəстəрилмəлидир.
вə елми идарəлəрдə сахланан диссертасија-

ини фамилијасы, мəгалəнини ады вə шəклини
мыш шəкилалты сөзлэр ајрыча вэрəгдə тəг-

асија олунмуш ончилик тəсвирлəт үзрə мə-
ратив журнал» үчүн реферат əлава етмəли.

материалларда вə мəгалəнини мəтниндə бу
јол вермəмəлидирлэр.
үчүн нəтичэлэр јалныз зəрури нəллəрдə вə-

едилдикдə онларыш дəрчедилмə ардычылы-

јда олараг, мұəллифлэрə кəндəрилмир. Кор-
ректурə кəндəрилдији тəгдирдə исə јалныз мəтбəэ сəһифлəрини дүзəлтмək олар.

15. Редаксија мұəллифə пулсуз олараг мəгалəнини 15 нүсхə ајрыча оттискини верир.

УВАЖАЕМЫИ ЧИТАТЕЛЬ !

Просмотрев издание,
укажите номер
читательского билета
и код категории
читателя.

(Пример: 325/3Е1)

ректурə кəндəрилдији тəгдирдə исə јалныз мəтбəэ сəһифлəрини дүзəлтмək олар.

15. Редаксија мұəллифə пулсуз олараг мəгалəнини 15 нүсхə ајрыча оттискини верир.

Р. Д. ГУЛИЕВ, Б. И. МУСАЕВ

О СХОДИМОСТИ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫХ КВАДРАТУРНЫХ
 ФОРМУЛ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫЕ, ДЛЯ
 СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛОВ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. И. Гусейновым)

В настоящей работе для сингулярных интегралов вида

$$I(f; x) = \sqrt{1-x^2} \int_{-1}^1 \frac{f(t)}{(t-x)\sqrt{1-t^2}} dt, \quad x \in [-1, 1], \quad (1)$$

$$S(f; x) = \int_{-1}^1 \frac{f(t)}{t-x} dt, \quad x \in (-1, 1), \quad (2)$$

понимаемых в смысле главного значения по Коши, рассматриваются интерполяционные квадратурные формулы, содержащие значения производной плотности f , найдены некоторые новые оценки погрешности этих формул в различных классах функций и дано сравнение с результатами работ других авторов.

1. Зададим систему точек x_1, x_2, \dots, x_n таких, что

$$-1 \leq x_1 < x_2 < \dots < x_n \leq 1$$

и построим интерполяционный полином Лагранжа $L_{n-1}(f'; x)$ степени $n-1$, удовлетворяющий условиям $L_{n-1}(f'; x_i) = f'(x_i)$, $i=1, 2, \dots, n$. Известно, что

$$L_{n-1}(f'; x) = \sum_{k=1}^n \frac{\omega_n(x)}{(x-x_k)\omega_n^1(x_k)} f'(x_k), \quad \text{где } \omega_n(x) = \prod_{k=1}^n (x-x_k).$$

Тогда для производной $f'(x)$ будем иметь точную формулу

$$f'(x) = L_{n-1}(f'; x) + R_{n-1}(f'; x), \quad (3)$$

где $R_{n-1}(f'; x)$ — остаточный член этой формулы. Интегрируя (3) от -1 до x , получим для функции $f(x)$ представление

$$f(x) = L_n^*(f; x) + R_n^*(f; x), \quad (4)$$

где

$$L_n^*(f) \equiv L_n^*(f; x) = f(-1) + \sum_{k=1}^n B_k^n(x) f'(x_k),$$

$$B_k^n(x) = \frac{1}{\omega_n^1(x_k)} \int_{-1}^x \frac{\omega_n(\xi)}{\xi - x_k} d\xi, \quad R_n^*(f) \equiv R_n^*(f; x) = \int_{-1}^x R_{n-1}(f'; \xi) d\xi.$$

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор),
 М. Т. Абасов, Ал. А. Ализаде, Г. А. Алиев,
 В. Р. Волобуев, Г. Г. Гасанов,
 Дж. Б. Гулиев, Н. А. Гулиев, А. И. Гусейнов,
 М. З. Джафаров, Ю. М. Сеидов, (зам. главного редактора),
 Г. Ф. Султанов, А. С. Сумбатзаде, М. А. Топчибашев,
 Т. Н. Шахтагинский, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь):

Заменим $f(x)$ в интегралах (1), (2) её представлением (4). В результате получим точные формулы

$$I(f; x) = \sum_{k=1}^n A_k^n(x) f'(x_k) + I(R_n^*(f); x), \quad (5)$$

$$s(f; x) = -2f(-1) \operatorname{Arth} x + \sum_{k=1}^n D_k^n(x) f'(x_k) + S(R_n^*(f); x), \quad (6)$$

где $A_k^n(x) = I(B_k^n; x)$, $D_k^n(x) = S(B_k^n; x)$. Операторы $I(R_n^*(f); x)$, $S(R_n^*(f); x)$ будем называть остаточными членами соответственно формул (5), (6). Отбрасывая в (5) и (6) остаточные члены, соответственно для интегралов (1) и (2), получим интерполяционные квадратурные формулы

$$I(f; x) \approx \sum_{k=1}^n A_k^n(x) f'(x_k), \quad (7)$$

$$S(f; x) \approx -2f(-1) \operatorname{Arth} x + \sum_{k=1}^n D_k^n(x) f'(x_k). \quad (8)$$

Используя известные точные формулы (см. [2])

$$I(T_m; x) = \pi \operatorname{Sin} m \operatorname{arccos} x,$$

$$S(T_m; x) = 2 \left[-T_m(x) \operatorname{Arth} x + \sum_{k=1}^m \frac{1 - (-1)^k}{k} T_{m-k}(x) + \frac{1 - (-1)^m}{2m} \right],$$

где $T_m(x) = \operatorname{Cos} m \operatorname{arccos} x$ — полином Чебышева I рода, для коэффициентов $A_k^n(x)$, $D_k^n(x)$ можно получить простые выражения

$$A_k^n(x) = \pi \sum_{m=1}^n c_m^{nk} \operatorname{Sin} m \operatorname{arccos} x,$$

$$D_k^n(x) = 2 \sum_{m=1}^n c_m^{nk} \left[-T_m(x) \operatorname{Arth} x + \sum_{k=1}^m \frac{1 - (-1)^k}{k} T_{m-k}(x) + \frac{1 - (-1)^m}{2m} \right] + \frac{1}{2} c_0^{nk} \operatorname{Arth} x,$$

$$\text{где } c_m^{nk} = \frac{2}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} T_m(x) B_k^n(x) dx, \quad m=0, 1, \dots, n$$

2. Рассмотрим следующие классы функций.

C — пространство непрерывных на $[-1, 1]$ функций $f(x)$ с нормой

$$\|f\|_C = \max_{-1 < x < 1} |f(x)|.$$

$C^r = \{f | f^{(r)} \in C, r \text{ — целое неотрицательное число}\}.$

Φ — класс непрерывных, неубывающих функций $\varphi(t)$, заданных на $[0, 2]$, таких, что $\varphi(t) > 0$, $\lim_{t \rightarrow 0^+} \varphi(t) = 0$, и $\varphi(t_1 + t_2) \leq \varphi(t_1) + \varphi(t_2)$.

Пусть $\varphi \in \Phi$. Введем обозначения

$$H_\varphi = \{f \in C | \omega(f, \delta) = O(\varphi(\delta)), \delta \in (0, 2]\},$$

где $\omega(f, \delta)$ — модуль непрерывности функции $f(x)$.

$$H_\varphi^r = \{f \in C^r | f^{(r)} \in H_\varphi, r \geq 0\}.$$

В случае $\varphi(\delta) = \delta^\alpha$, ($0 < \alpha \leq 1$) класс функций H_φ^r будем обозначать через H_α^r ($H_\alpha^0 = H_\alpha$).

Пусть $\alpha \in \Phi$ и r — целое неотрицательное число. Обозначим

$$H(f^{(r)}, \varphi) = \sup_{\delta > 0} \frac{\omega(f^{(r)}, \delta)}{\varphi(\delta)}, \quad (H(f^{(r)}, \alpha) = \sup_{\delta > 0} \frac{\omega(f^{(r)}, \delta)}{\delta^\alpha}), \quad f_x^{(0)} = f(x).$$

3. Займемся теперь оценкой погрешности интерполяционных квадратурных формул (7) и (8) в классах C^{r+1} и H_φ^{r+1} , где r — целое неотрицательное число. Предварительно сформулируем две леммы, используемые при оценке погрешности приближенных формул (7) — (8).

Лемма 1. Пусть $\int_0^1 \xi^{-1} \omega(f, \xi) d\xi < +\infty$. Тогда справедлива оценка

$$|I(f; x)| \leq 8\omega(f, \frac{x+1}{2}) + 4 \int_0^{\frac{x+1}{2}} \xi^{-1} \omega(f, \xi) d\xi + 2\sqrt{1+x} \int_0^1 \xi^{-\frac{3}{2}} \omega(f, \xi) d\xi + 2\sqrt{2} \sqrt{1+x} \omega(f, 1-x), \quad x \in (-1, 0].$$

Лемма 2. Пусть $\varphi(-1) = \varphi(1) = 0$ и $\int_0^1 \xi^{-1} \omega(\varphi, \xi) d\xi < +\infty$.

Тогда справедлива оценка

$$|S(\varphi; x)| \leq \int_0^{1+x} \xi^{-1} \omega(\varphi, \xi) d\xi + \int_0^{1-x} \xi^{-1} \omega(\varphi, \xi) d\xi + \omega(\varphi, x+1) \ln \frac{2}{x+1}, \quad x \in (-1, 0].$$

Замечание 1.

В леммах 1, 2 для $x \in [0, 1)$ имеют место аналогичные оценки.

Теорема 1. Если $f \in C^{r+1}$, ($r \geq 0$), то справедлива оценка

$$|I(R_n^*(f), x)| \leq A_1(x) \frac{c_r(1 + \|L_{n-1}\|)}{(n-1)^r} \omega\left(f^{(r+1)}, \frac{1}{n-1}\right), \quad x \in (-1, 1), \quad n=2, 3, \dots$$

где $A_1(x)$ — постоянная, зависящая от положения точки x

$$A_1(x) = \begin{cases} A_1^-(x), & x \in (-1, 0) \\ A_1^+(x), & x \in [0, 1) \end{cases}$$

причем $A_1(x) = O\left((1+x)^{\frac{1}{2}}\right)$ при $x \rightarrow -1$ и

$$A_1(x) = O\left((1-x)^{\frac{1}{2}}\right) \text{ при } x \rightarrow 1,$$

c_r — постоянная, зависящая от r , $\|L_{n-1}\| = \|L_{n-1}\|_{C \rightarrow C}$ — норма интерполяционного полинома $L_{n-1}(g; x)$ в C .

Теорема 2. Пусть $f \in C^{r+1}$, ($r \geq 0$) и $f(1) - f(-1) = \int_{-1}^1 L_{n-1}(f'; \xi) d\xi$.

Тогда справедлива оценка

$$|s(R_n^*(f); x)| \leq A_2(x) \frac{c_r(1 + \|L_{n-1}\|)}{(n-1)^r} \omega\left(f^{(r+1)}, \frac{1}{n-1}\right), \quad x \in (-1, 1), \quad n=2, 3, \dots,$$

где $A_2(x)$ — постоянная, зависящая от положения точки x ,

причем $A_2(x)$ убывает при $x \rightarrow \pm 1$,

c_r — постоянная, зависящая от r .

Замечание 2.

Если $f(1) - f(-1) \neq \int_{-1}^1 L_{n-1}(f'; \xi) d\xi$, то за квадратурную формулу для интеграла (2) принимаем

$$s(f; x) \approx -2f(-1)\text{Arth}x + \sum_{k=1}^n D_k^n(x) f'(x_k) + s(r(R_n^*(f)); x), \quad (9)$$

$$\text{где } r(g; x) = g(-1) + \frac{g(1) - g(-1)}{2}(x+1).$$

Интеграл $s(R_n^*(f) - r(R_n^*(f)); x)$ является остаточным членом формулы (9). Для остаточного члена квадратурной формулы (9) справедлива

Теорема 3. Пусть $f \in C^{r+1}$, ($r \geq 0$). Тогда справедлива оценка

$$|s(R_n^*(f) - r(R_n^*(f)); x)| \leq 2A_2(x) \frac{c_r(1 + \|L_{n-1}\|)}{(n-1)^r} \omega\left(f^{(r+1)}, \frac{1}{n-1}\right), \quad \times$$

$$\times x \in (-1, 1), \quad n=2, 3, \dots,$$

где $A_2(x)$ — постоянная, зависящая от положения точки x ,

причем $A_2(x)$ убывает при $x \rightarrow \pm 1$,

c_r — постоянная, зависящая от r .

Учитывая, что при $f \in H_{\varphi}^{r+1}$, ($r \geq 0$)

$$\omega\left(f^{(r+1)}, \frac{1}{n-1}\right) \leq \varphi\left(\frac{1}{n-1}\right) H(f^{(r+1)}, \varphi) \quad n=2, 3, \dots \quad (10)$$

из теоремы 1 следует

Теорема 1'. Если $f \in H_{\varphi}^{r+1}$ ($r \geq 0$), то справедлива оценка

$$|I(R_n^*(f); x)| \leq A_1(x) \frac{c_r(1 + \|L_{n-1}\|)}{(n-1)^r} \varphi\left(\frac{1}{n-1}\right) H(f^{(r+1)}, \varphi), \quad x \in (-1, 1), \quad n=2, 3, \dots$$

Из теорем 2, 3 и неравенства (10) соответственно следует Теорема 2'.

Пусть $f \in H_{\varphi}^{r+1}$, ($r \geq 0$) и $f(1) - f(-1) = \int_{-1}^1 L_{n-1}(f'; \xi) d\xi$.

Тогда справедлива оценка

$$|s(R_n^*(f); x)| \leq A_2(x) \frac{c_r(1 + \|L_{n-1}\|)}{(n-1)^r} \varphi\left(\frac{1}{n-1}\right) H(f^{(r+1)}, \varphi), \quad x \in (-1, 1),$$

$$n=2, 3, \dots$$

Теорема 3'. Пусть $f \in H_{\varphi}^{r+1}$, ($r \geq 0$). Тогда справедлива оценка

$$|s(R_n^*(f) - r(R_n^*(f)); x)| \leq 2A_2(x) \frac{c_r(1 + \|L_{n-1}\|)}{(n-1)^r} \varphi\left(\frac{1}{n-1}\right) H(f^{(r+1)}, \varphi),$$

$$x \in (-1, 1), \quad n=2, 3, \dots$$

Замечание 3. Если $f \in H_{\alpha}^{r+1}$, ($r \geq 0$), то в теоремах 1', 2' и 3' $\frac{1}{(n-1)^r} \varphi\left(\frac{1}{n-1}\right) H(f^{(r+1)}, \varphi)$ следует заменить на $\frac{1}{(n-1)^{r+\alpha}} H(f^{(r+1)}, \alpha)$.

Замечание 4. Теоремы 1, 2 и 3 улучшают результаты работ [3] [4]. Для остаточных членов формул (5), (6) в этих работах были получены следующие результаты

Теорема 4. (см. [4]). Пусть $f \in C^{n+1}$. Тогда имеет место оценка

$$|I(R_n^*(f); x)| \leq \frac{\omega_n M_{n+1}}{n!},$$

где $M_{n+1} = \|f^{(n+1)}\|_C$, $\omega_n = \|\omega_n(x)\|_C$, $\omega_n(x) = \prod_{k=1}^n (x - x_k)$.

Теорема 5. (см. [3]).

Пусть $f \in C^{n+1}$ и $f(1) - f(-1) = \int_{-1}^1 L_{n-1}(f'; \xi) d\xi$.

Тогда имеет место оценка

$$|s(R_n^*(f); x)| \leq \frac{\overset{\Delta}{\omega}_n M_{n+1}}{n!},$$

где $M_{n+1} = \|f^{(n+1)}\|_C$, $\overset{\Delta}{\omega}_n = \|\overset{\Delta}{\omega}_n(x)\|_C$, $\overset{\Delta}{\omega}_n(x) = \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 |\omega_n(t)| \ln \frac{4}{|x-t|} dt$.

Пусть $f \in C^{n+1}$. Тогда

$$H(f^{(n)}, \varphi) = \sup_{\delta \in (0, 2)} \frac{\omega(f^{(n)}, \delta)}{\varphi(\delta)} \leq \frac{4}{\varphi(2)} \|f^{(n+1)}\|_c. \quad (11)$$

Учитывая (11), из теорем 1', 2' при $r+1=n$ получим

$$\|I(R_n^*(f); x)\|_c \leq c_1(r) \frac{1 + \|L_{n-1}\|}{(n-1)^{n-1}} \varphi\left(\frac{1}{n-1}\right) \|f^{(n+1)}\|_c, \quad (12)$$

$$\|S(R_n^*(f); x)\|_c \leq c_2(r) \frac{1 + \|L_{n-1}\|}{(n-1)^{n-1}} \varphi\left(\frac{1}{n-1}\right) \|f^{(n+1)}\|_c. \quad (13)$$

где $c_1(r), c_2(r)$ — постоянные, зависящие лишь от r . Например, если в качестве узлов интерполирования взять нули полинома Чебышева

$$T_n(x) = \cos n \arccos x, \text{ т. е. числа } x_k = \cos \frac{(2k-1)\pi}{2n}, \quad k=1, 2, \dots, n,$$

то при этом [1] $\omega_n=1$ и $\|L_{n-1}\| \leq 8 + \frac{4}{\pi} \ln n$.

Тогда при $\varphi(\delta)=\delta$ для достаточно больших n из (12), (13) получаем

$$\|I(R_n^*(f); x)\|_c \leq c_3(r) \frac{\ln n}{(n-1)^n} \|f^{(n+1)}\|_c. \quad (14)$$

$$\|S(R_n^*(f); x)\|_c \leq c_4(r) \frac{\ln n}{(n-1)^n} \|f^{(n+1)}\|_c. \quad (15)$$

где $c_3(r), c_4(r)$ — постоянные, зависящие лишь от r . Сравнивая (14),

(15) с результатами теорем 4, 5 и замечая, что $\frac{\ln n}{n^n} = O\left(\frac{1}{n!}\right)$ при $n \rightarrow +\infty$ получаем, что если $f \in C^{n+1}$ то оценки, полученные в теоремах 4, 5, более грубые, чем оценки (14) и (15).

Литература

1. Натансон И. П. Конструктивная теория функций. Гостехиздат. М.—Л. 1949.
2. Пыхтеев Г. Н. Точные методы вычисления интегралов типа Коши по разомкнутому контуру. *Аррл., мат.*, 10, № 4, 1965.
3. Пыхтеев Г. Н., Мелешко И. Н. Об интерполяционных квадратурных формулах, содержащих производные, для вычисления интегралов типа Коши и сингулярных интегралов. *Вести АН БССР*, № 1, Минск, 1973.
4. Пыхтеев Г. Н., Шокамолов И. Об интерполяционных квадратурных формулах, содержащих производные, для некоторых интегралов типа Коши и их главных значений. *Ж. вычислит. матем. и мат.-физ.*, 10, № 2, М., 1970.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 8. VII 1977

Р. Ч. Гулијев, Б. И. Мусајев

СИНГУЛЈАР ИНТЕГРАЛЛАР ҮЧҮН ТӨРЭМЭЛЭР ИШТИРАК ЕДЭН ИНТЕРПОЛЈАСИЈАЛЫ КВАДРАТУР ДУСТУРЛАРЫН ЫҒЫЛМАСЫ ҲАГҒЫНДА

Магаләдә Сингулјар интегралларын һесаблинамасы үчүн төрәмәләр иштирак едән интерполјасијалы квадратур дустурлар алынмыш вә мүхтәлиф функцијалар синфиндә бу дустурларын хәталары гижәтләндирилмишдир.

R. J. Guliyev, B. I. Musayev

ON CONVERGENCE OF INTERPOLATION QUADRATURE FORMULAS, CONTAINING DERIVATIVES, FOR SINGULAR INTEGRALS

In this article for singular integrals understanding in meaning of main value Cauchy, it is considered interpolation quadrature formulas, containing derivatives.

It is obtained some new estimates of error of these formulas in classes of functions $C^{r+1} H_{\varphi}^{r+1}, H_{\varphi}^{r+1}$, where $r \geq 0$ (integer innegative number).

РАГА МОХАМЕД БАХА ЭЛЬ-ДИН АГАМИ

КОГОМОЛОГИИ ОБРАТНЫХ СПЕКТРОВ ЦЕПНЫХ КОМПЛЕКСОВ И БУЛЕВЫХ АЛГЕБР

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. И. Гусейновым)

Теория когомологий булевых алгебр с замыканием впервые была построена М. Р. Бунятовым [1]. В работе [1] теория когомологий А. Н. Колмогорова топологических пространств была расширена на категорию булевых алгебр с замыканием. Существенную роль при этом играет теорема М. Р. Бунятова о спектральном представлении булевых алгебр с замыканием и понятие булевой цепи [1].

В предлагаемой работе привлечением функтора $\text{Hom}(K, L)$ для цепных комплексов K и L строится когомологический функтор $\text{Hom}(., L)$ на категории обратных спектров цепных комплексов. Этот функтор $\text{Hom}(., L)$ на категории обратных спектров цепных комплексов дает возможность построить теорию когомологий на категории булевых алгебр с замыканием.

Пусть C_* — ковариантный функтор из категории Top топологических пространств и их непрерывных отображений в категорию CC , цепных комплексов и их цепных преобразований.

Пусть $X \in \text{InvSpec Top}$ обратный спектр топологических пространств, т. е. $X = (\{X_i\}_{i \in I}, \{P_i^l: X_i' \rightarrow X_{i+1}\}_{i \in I})$. Тогда

$$C_{**}(X) = (\{C_*(X_i)\}_{i \in I}, \{(P_i^l)_* : C_*(X_i) \rightarrow C_*(X_{i+1})\}_{i \in I})$$

представляет собой обратный спектр цепных комплексов, где для каждой пары (i, i') , такой, что $i < i'$, $(P_i^{i'})_*$ — цепной морфизм цепного комплекса $C_*(X_{i'})$ в цепной комплекс $C_*(X_i)$, индуцированный отображением $P_i^{i'}: X_{i'} \rightarrow X_i$.

Для произвольного R -модуля G построим коцепной комплекс $\text{Hom}(C_*(X_i), G)$, $i \in I$ [2] и коцепной морфизм

$$(P_i^{i'})_* : \text{Hom}(C_*(X_{i'}), G) \rightarrow \text{Hom}(C_*(X_i), G) \quad i, i' \in I, i < i'$$

Очевидно, что $\{\text{Hom}(C_*(X_i), G), (P_i^{i'})_*\}$ есть прямой спектр коцепных комплексов. Обозначим его предел через $C^*(X)$

$$C^*(X) \text{ deb } \varinjlim_{i \in I} (\text{Hom}(C_*(X_i), G), (P_i^{i'})_*).$$

Определим группу когомологий обратного спектра X формулой

$$H^n(X) \text{ deb } H^n(C^*(X)) = H^n(\varinjlim_{i \in I} (\text{Hom}(C_*(X_i), G))),$$

где $H^n(C^*(X))$ n -мерная группа гомологий коцепного комплекса $C^*(X)$.

Пусть теперь $\text{InvSpec } CC$ — категория обратных спектров цепных комплексов, C_0CC — категория коцепных комплексов и их коцепных преобразований, и наконец, $K = (\{K_i\}_{i \in I}, \{f_i^l: K_i \rightarrow K_{i+1}\}_{i \in I})$ — обратный спектр цепных комплексов.

Введем $\text{Hom}(., G)$ и $\text{Hom}(., L)$ для R -модуля G и цепного комплекса L , соответственно, формулами

$$\text{Hom}(K, G) = \varinjlim_{i \in I} (\text{Hom}(K_i, G)_{i \in I}, \{(f_i^l)^* : \text{Hom}(K_i, G) \rightarrow \text{Hom}(K_{i+1}, G)\}_{i \in I})$$

$$\text{и } \text{Hom}(K, L) = \varinjlim_{i \in I} (\text{Hom}(K_i, L)_{i \in I}, \{(f_i^l)^* : \text{Hom}(K_i, L) \rightarrow \text{Hom}(K_{i+1}, L)\}_{i \in I})$$

Здесь $\text{Hom}(K_i, G)$ и $\text{Hom}(K_i, L)$ функторы, введенные в [2].

Определим группы когомологий обратного спектра $K \in \text{InvSpec } CC$ формулами:

$$H^n(K, G) = H^n(\text{Hom}(K, G))$$

$$H^n(K; L) = H^n(\text{Hom}(K, L))$$

Пусть $K, K' \in \text{InvSpec } CC$ и морфизм $F: K \rightarrow K'$ обратных спектров цепных комплексов, имеет вид.

$$F = (p: J \rightarrow I, \{f_i^l: K_{p(i)} \rightarrow K'_{i}\}_{i \in I})$$

Рассмотрим $F^*: \text{Hom}(K', G) \rightarrow \text{Hom}(K, G)$, определяемый формулой $F^* = (p: J \rightarrow I, \{f_i^l : \text{Hom}(K'_{i}, G) \rightarrow \text{Hom}(K_{p(i)}, G)\}_{i \in I})$

Теорема 1. Правило, сопоставляющее каждому обратному спектру $K \in \text{InvSpec } CC$ цепных комплексов коцепной комплекс $\text{Hom}(K, G)$ (коцепной комплекс $\text{Hom}(K, L)$ и каждому морфизму $F: K \rightarrow K'$ обратных спектров цепных комплексов индуцированный морфизм $F^*: \text{Hom}(K', G) \rightarrow \text{Hom}(K, G)$ (морфизм $F^*: \text{Hom}(K', L) \rightarrow \text{Hom}(K, L)$) коцепных комплексов является контравариантным функтором из категории $\text{InvSpec } CC$ в категорию C_0CC .

Эта конструкция дает возможность ввести когомологии булевой алгебры с замыканием.

Пусть $C_*: \text{Top} \rightarrow CC$ ковариантный функтор. Тогда он индуцирует ковариантный функтор C_{**} из категории InvSpec Top в категорию $\text{InvSpec } CC$.

Теорема 2. Пусть $\Sigma: \text{Bool} \rightarrow \text{InvSpec Top}$ контравариантный функтор из категории булевых алгебр с замыканием и их непрерывных полных булевых гомоморфизмов в категорию InvSpec Top [3]. Тогда композиции $\text{Hom}(., G) \circ C_{**} \circ \Sigma$ и $\text{Hom}(., L) \circ C_{**} \circ \Sigma$ являются ковариантными функторами из категории Bool в категорию C_0CC .

Определим функтор когомологий булевых алгебр с замыканием формулой:

$$H^n(S) \text{ deb } H^n(\text{Hom}(C_{**}(\Sigma(S)), G))$$

$$H^n(S) \text{ deb } H^n(\text{Hom}(C_{**}(\Sigma(S)), L))$$

Эта конструкция допускает обобщение на категорию H -разложимых булевых алгебр с замыканием, вводимую ниже.

Пусть H некоторая категория, допустимая для теории гомологий и когомологий в смысле Стиррода и Эйленберга [4].

Можно ввести категорию булевых алгебр с замыканием H .

Объект этой категории есть тройка $(S, X, \alpha: S \xrightarrow{\sim} B(X))$,

где $X \in \text{InvSpec } H$, α — изоморфизм $S \approx B(X)$, $B(X) = \varinjlim_{i \in I} X^i$

Каждая тройка (S, X, α) называется спектрально H -представимой булевой алгеброй с замыканием. Морфизм объектов этой категории определяется как пара (h, f) , образованная гомоморфизмом $h: S \rightarrow S'$ и морфизмом обратных спектров $f: \gamma \rightarrow X$ такая, что диаграмма

$$\begin{array}{ccc} S & \xrightarrow{\alpha} & B(X) \\ h \downarrow & & \downarrow f^* \\ S' & \xrightarrow{\alpha'} & B(\gamma) \end{array}$$

коммулативна.

Композиция определяется формулой:

$$(h', g) \circ (h, f) = (h' \circ h, f \circ g)$$

Обозначим эту категорию через (H) Bool. Взяв, в частности, в качестве категории H категорию CC цепных комплексов или категорию $C_0 CC$ коцепных комплексов, мы приходим к категориям (CC) Bool и $(C_0 CC)$ Bool соответственно.

Определим наконец, когомологический функтор на категории (CC) Bool как композицию функторов:

$$H^n(S, X, \alpha) = \text{deb } H^n(\text{Hom}(C_{**}(X), G))$$

Ясно, что $H^n(S, X, \alpha)$ является ковариантным функтором из категории (CC) Bool в категорию R -модулей.

В категории $\text{InvSpec } CC$ естественно определена гомотопия для морфизма, индуцированная отношением цепной гомотопии для цепных морфизмов.

Мы покажем, что цепно-гомотопные морфизмы категории $\text{InvSpec } CC$ индуцируют равные гомоморфизмы групп когомологий обратных спектров цепных комплексов.

Рассмотрим отношение цепной гомотопии для морфизмов категории CC цепных комплексов.

Это отношение индуцирует отношение эквивалентности на классе морфизмов категории $\text{InvSpec } CC$ обратных спектров цепных комплексов. А именно, два морфизма $F = (\pi: J \rightarrow I, \{f_j\}_{j \in J})$,

$$G = (\rho: J \rightarrow J, \{g_j\}_{j \in J}), F, G: \kappa \rightarrow L$$

обратных спектров $K, L \in \text{InvSpec } CC, \kappa = (\{\kappa_i\}_{i \in I}, \{\varphi_i^1\}_{i < i'})$, $L = (\{L_j\}_{j \in J}, \{\psi_j^1\}_{j < j'})$ называются цепно-гомотопными, если для каждого $j \in J, \exists i \in I$, такое, что $i > \pi(j), i > \rho(j), f_j \circ \varphi_{\pi(j)}^1$ цепно-гомотопно с $g_j \circ \varphi_{\rho(j)}^1$.

Теорема 3. Пусть C — цепной комплекс. Тогда цепно-гомотопные морфизмы $F, G: K \rightarrow L$ обратных спектров цепных комплексов индуцируют равные гомоморфизмы групп когомологий

$$F_{**}, G_{**}: H^n(L, C) \rightarrow H^n(K, C), \text{ т. е. } F_{**} = G_{**}.$$

Доказательство основывается на том, что функтор когомологий для прямого спектра коцепных комплексов и функтор \varinjlim предельного перехода коммутируют

$$\varinjlim_{i \in I} H^n(\text{Hom}(\kappa_i, C)) = H^n(\varinjlim_{i \in I} \text{Hom}(\kappa_i, C))$$

Действительно, цепно-гомотопные морфизмы F и G индуцируют цепно-гомотопные морфизмы F^*, G^* прямого спектра

$$(\{\text{Hom}(L_j, C)\}_{j \in J}, \{(\psi_j^1)^*\}_{j < j'}) \text{ в прямой спектр}$$

$$(\{\text{Hom}(\kappa_i, C)\}_{i \in I}, \{(\varphi_i^1)^*\}_{i < i'}) \text{ коцепных комплексов, т. е.}$$

$\forall j \in J, \exists i \in I, \pi(j) < i, \rho(j) < i, (\varphi_{\pi(j)}^1)^* \circ f_j^*$ цепно-гомотопно с $(\varphi_{\rho(j)}^1)^* \circ g_j^*$.

Функтор гомологий коцепных комплексов индуцирует функтор на категории прямых спектров коцепных комплексов. И этот функтор цепно-гомотопные морфизмы прямых спектров переводит в "канонически-гомотопные" морфизмы прямых спектров групп гомологий коцепных комплексов данного прямого спектра коцепных комплексов, т. е.

$$(\varphi_{\pi(j)}^1)^* \circ (f_j^*)_* = (\varphi_{\rho(j)}^1)^* \circ (g_j^*)_*$$

Морфизмы F^* и G^* индуцируют гомоморфизмы

$$F_{**}^* = (\pi: J \rightarrow I, \{(f_j^*)_*\}_{j \in J}) \text{ и } G_{**}^* = (\rho: J \rightarrow J, \{(g_j^*)_*\}_{j \in J})$$

прямого спектра $(\{H^n(\text{Hom}(L_j, C))\}_{j \in J}, \{(\psi_j^1)^*\}_{j < j'})$

в прямой спектр $(\{H^n(\text{Hom}(\kappa_i, C))\}_{i \in I}, \{(\varphi_i^1)^*\}_{i < i'})$

Положим $H^n(\kappa, C) \text{ deb } \varinjlim_{i \in I} H^n(\text{Hom}(\kappa_i, C)), H^n(L, C) \text{ deb } \varinjlim_{j \in J} H^n \times \text{Hom}(L_j, C)$. Тогда морфизмы F_{**}^* и G_{**}^* индуцируют равные гомоморфизмы $F_{**}^*: H^n(L; C) \rightarrow H^n(\kappa; C)$ и $G_{**}^*: H^n(L; C) \rightarrow H^n(\kappa; C)$,

$$\text{т. е. } F_{**}^* = \varinjlim_{j \in J} (f_j^*)_*, G_{**}^* = \varinjlim_{j \in J} (g_j^*)_*, F_{**}^* = G_{**}^*$$

Пусть $C_* \xrightarrow{h}$ — функтор [4] из категории Top в категорию CC цепных комплексов, т. е. функтор $C_*: \text{top} \rightarrow CC$ сохраняет отношение гомотопии. Тогда он индуцирует h -функтор.

$$C_{**}: \text{InvSpec Top} \rightarrow \text{InvSpec } CC.$$

Функтор C_{**} в свою очередь тоже индуцирует когомологический n -функтор из категории Bool булевых алгебр с замыканием их полных непрерывных гомоморфизмов в категорию Group.

Теорема 4. Пусть полные гомоморфизмы $h, h': S \rightarrow S', S, S' \in \text{Bool}$ гомотопны в смысле [5]. Тогда они индуцируют равные гомоморфизмы группы когомологий $H^n(S)$ в группу когомологий $H^n(S')$.

В заключение автор благодарит своего научного руководителя М. Р. Бунятова за ценные советы и обсуждение данной статьи.

Литература

1. Бунятов М. Р. Когомологии Колмогорова булевой алгебры с замыканием. ДАН СССР, т. 224, № 1, 1975.
2. Маклейн С. Гомология. Изд-во "Мир", М., 1966.
3. Бунятов М. Р. Равномерные булевы алгебры. ДАН СССР, т. 224, № 2, 1975.
4. Стирод Н., Эйленберг С. Основания алгебраической топологии. М., 1958.
5. Бунятов М. Р. Основные понятия гомотопической теории непрерывных гомоморфизмов булевых алгебр с замыканием. ДАН СССР, т. 236, № 6, 1977.
6. Бунятов М. Р., Султанов А. Г. Полигональные гомологии и когомологии абстрактных булевых алгебр с замыканием. ДАН Азерб. ССР, т. 32, № 3, 1976.

АГУ и.м. С. М. Кирова

Поступило 14. XI. 1977

Raĥa Məhəmməd Bəha Əl-din Aġamı

ЗЭНЧИРЛЭР КОМПЛЕКСЛЭРИНИН ТЭРС СПЕКТРЛЭРИ ВЭ БУЛ ЧЭБРЛЭРИ ҮЧҮН КОҢОМОЛОКИЈАЛАР

Мəгалədə зэнчирлэр комплекслэринин тэрс спектрлэри үчүн $\text{Hom}(\cdot, L)$ функтору тәҗини едилир вэ бунун асасында Бул чэбрлэринин коһомолокијалар групу гурулур. Бул чэбрлэри категоријасында гурулмуш коһомолокијалар нэзэријјэси үчүн һомотопијалар һагғында аксиомуи өдэниллији исбат едилир.

Raġaa Mohamed Banaa El-Din Agamy

COHOMOLOGY FOR INVERSE SPECTRUM OF CHAIN COMPLEXES AND FOR BOOLEAN ALGEBRAS

In this paper we introduce the functor $\text{Hom}(\cdot, L)$ on the category of inverse spectrum of chain complexes for arbitrary chain complex L .

This functor enable to define cohomology group for closure Boolean algebras. The axiom of Homotopy in this cohomology theory for closure Boolean algebras is satisfied.

М. Р. БУНЯТОВ, С. А. БАЙРАМОВ

КОГОМОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ГИЗИНА ДЛЯ ОБРАТНЫХ СПЕКТРОВ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. И. Гусейновым)

В работе [4] построена теория когомологий булевых алгебр с замыканием. В связи с этим, естественно, возникает задача булевого обобщения когомологической последовательности Гизина.

По теореме М. Р. Бунятова [4] о спектральном представлении, каждую булеву алгебру с замыканием можно представить как обратный спектр топологических пространств. В связи с этим, в данной работе когомологическая последовательность Гизина строится для обратных спектров топологических пространств.

Пусть $x \in \text{InvSpec}(\text{Top})$, $x = (\{x_i\}_{i \in I}, \{p_i^1 : x_i \rightarrow x_{i'}\}_{i < i'})$ — обратный спектр топологических пространств. Зафиксируем $i_0 \in I$ и, пусть (E_{i_0}, \dot{E}_{i_0}) пара расслоенных пространств над x_{i_0} со слоем (F_{i_0}, \dot{F}_{i_0}) и $\theta_{i_0} : H^*(F_{i_0}, \dot{F}_{i_0}; R) \rightarrow H^*(E_{i_0}, \dot{E}_{i_0}; R)$ когомологическое расширение слоя пары расслоенных пространств над x_{i_0} .

Для любого $i > i_0 \in I$, отображение $P_{i_0}^1 : x_i \rightarrow x_{i_0}$ индуцирует пару расслоенных пространств $((P_{i_0}^1)^*(E_{i_0}), (P_{i_0}^1)^*(\dot{E}_{i_0}))$ над пространством x_i с тем же слоем (F_{i_0}, \dot{F}_{i_0}) и когомологическим расширением

$$\theta_i = ((P_{i_0}^1)_{P_{i_0}^1})^* \cdot \theta_{i_0} : H^*(F_{i_0}, \dot{F}_{i_0}; R) \rightarrow H^*((P_{i_0}^1)^*(E_{i_0}), (P_{i_0}^1)^*(\dot{E}_{i_0}); R) \quad [1]$$

Пусть $\text{Bun}^2(x_i)$ — категория пар расслоенных пространств над x_i с когомологическими расширениями $\theta_{\text{Bun}^2(x_i)}$.

Функтор индуцированного расслоения индуцирует контравариантный функтор из категории обратных спектров топологических пространств $\text{InvSpec}(\text{Top})$ в категорию прямых спектров категорий пар расслоенных пространств с когомологическими расширениями.

Итак, для любого обратного спектра $x \in \text{InvSpec}(\text{Top})$

$$\text{Bun}^2(x) = (\{\text{Bun}^2(x_i)\}_{i \in I}, \{(P_i^1)^* : \text{Bun}^2(x_i) \rightarrow \text{Bun}^2(x_{i'})\}_{i < i'})$$

есть прямой спектр категорий пар расслоенных пространств.

Лемма 1. Когомологические расширения категорий пар расслоенных пространств образуют прямой спектр множеств:

$$\theta_{\text{Bun}^2(x)} = (\{\theta_{\text{Bun}^2(x_i)}\}_{i \in I}, \{(\tilde{P}_i^1)_{(P_i^1)^*(P_{i_0}^1)} : \theta_{\text{Bun}^2(x_i)} \rightarrow \theta_{\text{Bun}^2(x_{i'})}\}_{i < i'})$$

где $(\tilde{P}_i^1)_{(P_i^1)^*(P_{i_0}^1)}$ задается следующим образом: для $\theta_i \in \theta_{\text{Bun}^2(x_i)}$

$$((\tilde{P}_i^1)_{(P_i^1)^*(P_{i_0}^1)}(\theta_i)) = ((P_i^1)_{(P_i^1)^*(P_{i_0}^1)})^* \cdot \theta_i$$

Определение 1. Объекты предела прямого спектра категорий $\text{Inv Bun}^2(x)$ называются расслоенными пространствами над обратным спектром x . Соответствующие этим объектам элементы предела прямого спектра $\text{Inv } \theta_{\text{Bun}^2(x)}$ когомологических расширений называются когомологическими расширениями расслоенных пространств над обратным спектром x .

Категория $\text{Bun}^2(x)$ ориентированных расслоений на сферы над пространством x является подкатегорией категории $\text{Bun}^2(x)$ расслоенных пространств с когомологическими расширениями над тем же пространством x , поэтому верна

Лемма 2. $(\{\text{Bun}^2(x_i)\}_{i \in I}, \{(P_i^1)^* : \text{Bun}^2(x_i) \rightarrow \text{Bun}^2(x_{i'})\}_{i < i'})$ есть прямой спектр категорий ориентированных расслоений на сферы.

$$(\{U_{\text{Bun}^2(x_i)}\}_{i \in I}, \{(\tilde{P}_i^1)_{(P_i^1)^*(P_{i_0}^1)} : U_{\text{Bun}^2(x_i)} \rightarrow U_{\text{Bun}^2(x_{i'})}\}_{i < i'})$$

есть прямой спектр множеств ориентаций категорий расслоений на сферы.

Определение 2. Объекты категории $\text{Inv Bun}^2(x_i)$ называются расслоениями на сферы над обратным спектром x . Соответствующие элементы предела прямого спектра $\text{Inv } U_{\text{Bun}^2(x_i)}$ называются ориентациями

расслоений на сферы над обратным спектром x .

Рассмотрим обратный спектр $x \in \text{InvSpec}(\text{Top})$, $x = (\{x_i\}_{i \in I}, \{P_i^1\}_{i < i'})$. Для любого расслоения на сферы $P_{i_0}^1 : (E_{i_0}, \dot{E}_{i_0}) \rightarrow x_{i_0}$ над компонентой x_{i_0} обратного спектра x топологических пространств, где E_i — цилиндр проекции $P_{i_0}^1 : \dot{E}_{i_0} \rightarrow x_{i_0}$,

$$x_{P_{i_0}^1} = (\{((P_{i_0}^1)^*(E_{i_0}), (P_{i_0}^1)^*(\dot{E}_{i_0}))\}_{i_0 < i \in I}, \{(P_i^1)_{(P_i^1)^*(P_{i_0}^1)}\}_{i_0 < i < i'})$$

есть обратный спектр пар топологических пространств, причем $(P_{i_0}^1)^*(E_{i_0})$ — цилиндр проекции $(P_{i_0}^1)^*(P_{i_0}^1) : (P_{i_0}^1)^*(\dot{E}_{i_0}) \rightarrow x_{i_0}$.

Введем обозначения: $(P_{i_0}^1)^*(E_{i_0}) = E_i$, $(P_{i_0}^1)^*(\dot{E}_{i_0}) = \dot{E}_i$, $(P_{i_0}^1)^*(P_{i_0}^1) = P_i$, $(P_{i_0}^1)^*(P_{i_0}^1) = \dot{P}_i$, $(P_i^1)_{(P_i^1)^*(P_{i_0}^1)} = z_i^1$, $(P_i^1)_{(P_i^1)^*(P_{i_0}^1)} = \dot{z}_i^1$.

Для произвольной пары расслоенных пространств (E_i, \dot{E}_i) расслоения $P_i : (E_i, \dot{E}_i) \rightarrow x_i$ над пространством x_i имеет место точная когомологическая последовательность

$$\dots \rightarrow H^n(\dot{E}_i; G) \xrightarrow{\delta_i} H^{n+1}(E_i, \dot{E}_i; G) \xrightarrow{J_i^*} H^{n+1}(E_i; G) \xrightarrow{J_i^*} H^{n+1}(E_i; G) \rightarrow \dots$$

Функтор когомологической последовательности индуцирует контравариантный функтор из категории обратных спектров пар топологических пространств $\text{InvSpec}(\text{Top}^2)$ в категорию прямых спектров точных когомологических последовательностей. Таким образом, для обратного спектра $(\{(E_i, \dot{E}_i)\}_{i \in I}, \{z_i^1\}_{i < i'})$ пар расслоенных пространств

$$(\{\dots \rightarrow H^n(\dot{E}_i; G) \rightarrow H^{n+1}(E_i, \dot{E}_i; G) \rightarrow H^{n+1}(E_i; G) \rightarrow H^{n+1}(E_i; G) \rightarrow \dots\}_{i \in I}, \{(z_i^1)^*\}_{i < i'})$$

есть прямой спектр точных когомологических последовательностей. Предел этого прямого спектра точных последовательностей является точной последовательностью [2].

Группу $\varinjlim H^n(E_i, \dot{E}_i; G)$ назовем группой когомологий расслоенных пространств ориентированного расслоения на сферы над обратным спектром и обозначим $H^n[E, \dot{E}; G]$. Аналогично, $\varinjlim H^n(x_i; G)$ назовем группой когомологий базы расслоения над обратным спектром x и обозначим $H^n[x; G]$.

Пусть $\Phi_i: H^r(x_i; G) \rightarrow H^{r+q+1}(\dot{E}_i, E_i; G)$ изоморфизм Тома ориентированного расслоения $P_i: (\dot{E}_i, E_i) \rightarrow x_i$ на q -мерные сферы над пространством $x_i: \Phi_i(z) = P_i(z) \vee u_i$.

Теорема 1. Семейство $\{\Phi_i\}_{i \in I}$ есть изоморфизм прямого спектра $\{H^r(x_i; G)\}_{i \in I}$ в прямой спектр $\{H^{r+q+1}(\dot{E}_i, E_i; G)\}_{i \in I}$. Следовательно, $\varinjlim \Phi_i$ есть изоморфизм групп $H^r[x; G]$ и $H^{r+q+1}[E, \dot{E}; G]$ [2]

Изоморфизм $\varinjlim \Phi_i: H^r[x; G] \approx H^{r+q+1}[E, \dot{E}; G]$ назовем изоморфизмом Тома. Для любого i отображения $P_i: E_i \rightarrow x_i$ индуцирует изоморфизм $P_i: H^r(x_i; G) \approx H^r(E_i; G)$ [1], следовательно, система функций $\{P_i\}_{i \in I}$ есть изоморфизм прямого спектра $\{H^r(x_i; G)\}_{i \in I}$ в прямой спектр $\{H^r(E_i; G)\}_{i \in I}$, тогда и $\varinjlim P_i: H^r[x; G] \rightarrow H^r[E; G]$ является изоморфизмом [2].

Теорема 2. Для любого ориентированного расслоения $P: \dot{E} \rightarrow x$ на q -мерные сферы над обратным спектром топологических пространств и любого R -модуля G имеет место точная когомологическая последовательность

$$\dots \rightarrow H^r[x; G] \xrightarrow{\rho^*} H^r[\dot{E}; G] \xrightarrow{\rho^*} H^{r-q}[x; G] \xrightarrow{\psi^*} H^{r+1}[x; G] \rightarrow \dots,$$

$$\text{где } \rho^* = \varinjlim \rho_i^*, \rho_i^* = \varinjlim \Phi_i^{-1} \rho_i, \psi^* = \varinjlim P_i^{-1} j_i^* \Phi_i^*$$

Эта последовательность называется когомологической последовательностью Тома-Гизина расслоения на сферы над обратным спектром. Рассмотрим $\text{JnvSpec}(CW^2)$ категорию обратных спектров относительных CW -комплексов. Пусть $(x, A) \in \text{JnvSpec}(CW^2)$, $(x, A) = ((x_i, A_i))_{i \in I}, \{P_i^1: (x_i, A_i) \rightarrow (x_i, A_i)\}_{i \in I}$ и для любого $i \in I$ $P_i: E_i \rightarrow x_i$ — расслоение над относительным CW -комплексом (x_i, A_i) , а $E = \{E_i^{p,q}\}$ когомологическая спектральная последовательность данного расслоения.

Лемма 3. $(\{E_i\}_{i \in I}, \{((P_i^1)_{(P_i^1)^*(P_i^1)}): E_i \rightarrow E_i\}_{i \in I})$ — есть прямой спектр последовательностей биградуированных модулей.

Определение 3. Предел прямого спектра $\varinjlim E$ называется когомологической спектральной последовательностью расслоения $P: E \rightarrow x$ над обратным спектром относительных CW -комплексов $(x,$

A). Обозначим эту спектральную последовательность следующим образом $|E = \{E_i^{p,q}\}$.

Теорема 3. Для расслоения $P: E \rightarrow x$ над обратным спектром относительных CW -комплексов $(x, A) \in \text{JnvSpec}(CW^2)$ существует сходящаяся когомологическая спектральная последовательность типа $|E_1$, для которой $|E_1^{s,t} \approx H^{s+t}[E_s, E_{s-1}; G] = \varinjlim H_{s+t}((E_1)_s, (E_1)_{s-1}; G)$, а $|E_\infty$ — биградуированный модуль, присоединенный к модулю $H^*[E, E_A; G]$ относительно фильтрации

$$F^s H^*[E, E_A; G] = \ker(H^*[E, E_A; G] \rightarrow H^*[E_s, E_A; G]).$$

Пусть $x = (\{x_i\}_{i \in I}, \{P_i^1\}_{i \in I})$ принадлежит категории обратных спектров линейно связных топологических пространств и для фиксированного $i_0 \in I$, $\text{Bun}_0(x_{i_0})$ — категория ориентируемых расслоений над пространством x_{i_0} , тогда расслоение $P_{i_0}^1: (P_{i_0}^1)^*(E_{i_0}) \rightarrow x_{i_0}$, индуцированное расслоением $P_{i_0}: E_{i_0} \rightarrow x_{i_0}$ и отображением $P_{i_0}^1: x_i \rightarrow x_{i_0}$, также является ориентируемым [1]. Таким образом,

$$\text{Bun}_0(x) = (\{\text{Bun}_0(x_i)\}_{i \in I}, \{(P_i^1)^*: \text{Bun}_0(x_i) \rightarrow \text{Bun}_0(x_{i'})\}_{i < i'})$$

есть прямой спектр категорий ориентируемых расслоений. Предел $\varinjlim \text{Bun}_0(x)$ этого прямого спектра назовем категорией ориентируемых расслоений над обратным спектром x .

Теорема 4. Пусть $P: E \rightarrow x$ — ориентируемое расслоение над обратным спектром линейно связных топологических пространств со слоем F . Тогда для всякого подспектра γ спектра x существует сходящаяся когомологическая спектральная последовательность типа $|E_2$ первой четверти, такая, что $|E_2^{s,t} \approx H^s[x, \gamma; H^r(F; G)]$, а $|E_\infty$ — биградуированный модуль, присоединенный к модулю $H^*[E, E_\gamma; G]$ относительно некоторой фильтрации.

Введенная когомологическая спектральная последовательность для ориентируемых расслоений над обратным спектром линейно связных топологических пространств используется для доказательства теоремы о точности обобщенной когомологической последовательности Гизина.

Теорема 5. Пусть $P: E \rightarrow x$ — ориентируемое расслоение над обратным спектром линейно связных топологических пространств x со слоем F , когомологичным q -мерной сфере над кольцом R , $q \geq 1$. Если γ подспектр спектра x и $E' = \{P_i^{-1}(\gamma_i)\}_{i \in I}$, то имеет место точная когомологическая последовательность

$$\dots \xrightarrow{\rho^*} H^n[E, E'; G] \rightarrow H^{n-q}[x, \gamma; G] \xrightarrow{\psi} H^{n+1}[x, \gamma; G] \xrightarrow{\rho^*} H^{n+1}[E, E'; G] \rightarrow \dots$$

$$\text{где } \psi = \varinjlim \psi_i, \psi_i: H^{n-q}(x_i, \gamma_i; G) \rightarrow H^{n+1}(x_i, \gamma_i; G) \quad \psi_i(u) = u \cup \Omega.$$

Приведенные конструкции и утверждения верны также для категории расслоений над булевой алгеброй с замыканием.

Литература

1. Спеньер Э. Алгебраическая топология. Изд-во "Мир", М., 1971.
2. Стинрод Н., Эйленберг С. Основания алгебраической топологии. Физматгиз, 1958.
3. Расслоенные пространства и их приложения. Ил., 1958.
4. Бунятов М. Р. Когомологии Колмогорова абстрактных булевых алгебр с замыканием. "ДАН СССР", т. 224, № 1, 1975

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 12.X.1977



М. Р. Бунятов, С. А. Байрамов
ТОПОЛОЖИ ФЭЗАЛАРЫН ТЭРС СПЕКТРИ ҮЧҮН КИЗИНИН
КОМОЛОЖИ АРДЫЧЫЛЛЫҒЫ

Мәгаләдә тоположи фәза үзәриндә тәбәғәләнмә үчүн Кизинин комомоложи ардычылыгы тоположи фәзаларын тәрс спектрләринин эмәлә кәтирджи категорија кенишләндириләр.

М. R. Bunyatov, S. A. Bairamov
GYSIN'S COHOMOLOGICAL SEQUENCE OVER INVERSE SPECTRUM OF
TOPOLOGICAL SPACES

In this article constructed Gysin's cohomological sequence for oriented fibers on spheres over inverse spectrum of topological spaces.

УДК 517. 9. 42

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

М. Б. РАГИМОВ, А. Г. БАСКАКОВ

СПЕКТРАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ТЕЙЛОРОВСКИХ И
ПЕРМУТАБЕЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В БАНАХОВОМ
ПРОСТРАНСТВЕ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. И. Гусейновым)

Настоящая статья посвящена выяснению связи между понятием спектра Тейлора [1, 2] коммутирующего набора линейных ограниченных операторов из банахова пространства и спектром пермутабельных операторов, данных в [3]. Рассматриваются приложения полученных результатов к многомерным дифференциальным уравнениям.

В статье приняты следующие обозначения. X — вещественное банахово пространство, Y — комплексное банахово пространство, $\text{Hom}(Y_1, Y_2)$ — банахово пространство линейных ограниченных операторов, действующих из банахова пространства Y_1 в банахово пространство Y_2 (если $Y_1 = Y_2 = Y$, то полагаем $\text{End } Y = \text{Hom}(Y, Y)$). Через $\Pi(X, Y)$ обозначим подмножество из $\text{Hom}(X, \text{Hom}(X, Y))$, состоящее из тех операторов A этого пространства, для которых $Ah Ak = Ak Ah$ для любых векторов $h, k \in X$. Элементы из этого множества $\Pi(X, Y)$, следуя [4], будем называть пермутабельными операторами. R^n — евклидово пространство размерности n и C^n — n -мерное комплексное линейное пространство.

1. Напомним определение спектра пермутабельного оператора [3].

Для каждого (пермутабельного) оператора $A \in \Pi(X, Y)$ и каждого функционала $\lambda \in X^* = \text{Hom}(X, C^1)$ определим оператор $S_\lambda \in \text{Hom}(Y, \text{Hom}(X, Y))$, положив $(S_\lambda y) h = (\lambda h - Ah) y$; $h \in X, y \in Y$. Пусть $D(\lambda) = \{f \in \text{Hom}(X, Y) : (\lambda h - Ah) f_k = (\lambda k - Ak) fh\}$. $D(\lambda)$ есть подпространство пространства $\text{Hom}(X, Y)$, зависящее от параметра λ . Ясно, что $S_\lambda Y \subset D(\lambda)$.

Функционал $\lambda \in X^*$ назовем регулярным, если S_λ есть (линейный) гомеоморфизм Y на $D(\lambda)$; совокупность всех регулярных функционалов обозначим $\rho(A)$ (регулярное множество). Множество $X^* \setminus \rho(A)$ называется спектром оператора A и обозначается $\sigma(A)$.

Спектром Тейлора $\sigma_T(A)$ пермутабельного оператора $A \in \Pi(X, Y)$ назовем дополнение к множеству $\rho_T(A)$ тех функционалов λ из X^* , для которых существует конечный набор векторов $h_1, \dots, h_n \in X$, таких, что вектор $(\lambda h_1, \dots, \lambda h_n) \in C^n$ не принадлежит совместному спектру Тейлора $\sigma_T(A)$ набора $A_n = (Ah_1, \dots, Ah_n)$ операторов из $\text{End } Y$.

Ниже дается определение спектра Тейлора [1] коммутирующего набора операторов $A = (A_1, \dots, A_n) \in \text{End } Y$.

Обозначим через $\wedge^p(\sigma, Y)$ — пространство внешних форм степени $p \geq 0$ с базисом $\sigma = (S_1, \dots, S_n)$ и с коэффициентами из банахова пространства Y , т. е. каждый элемент из $\wedge^p(\sigma, Y)$ единственным образом представляется в виде суммы элементов вида $y \wedge e_{i_1} \wedge \dots \wedge e_{i_p}$.

$y \in Y$. Для каждого вектора $z_0 = (z_0^1, \dots, z_0^n) \in C^n$ рассмотрим точную последовательность $F(Y, A): 0 \rightarrow Y = \Lambda^0(\sigma, Y) \xrightarrow{\alpha_0 - z_0} \Lambda^1(\sigma, Y) \xrightarrow{\alpha_1 - z_1} \dots \xrightarrow{\alpha_{n-1} - z_{n-1}} \Lambda^n(\sigma, Y) = Y \xrightarrow{\alpha_n - z_n} 0$, где кограничный оператор $\alpha_i - z_i$:

$\Lambda^i(\sigma, Y) \rightarrow \Lambda^{i+1}(\sigma, Y)$ ($0 \leq i \leq n$) определяется на каждом элементе $\varphi \in \Lambda^i(\sigma, Y)$ формулой $(\alpha_i - z_i)\varphi = \left(\sum_{j=1}^n (z_j^0 - A_j) S_j \right) \wedge \varphi$.

Вектор $z_0 \in C^n$ относится к резольвентному множеству $\rho_r(A)$ набора A , если комплекс $F(Y, A)$ точен, т. е. группы когомологий $H^p(X, A) = \text{Ker}(\alpha_p - z_p) / (\text{Im}(\alpha_{p-1} - z_{p-1})) = \{0\}$ нулевые. Множество $\sigma_r(A) = C^n \setminus \rho_r(A)$ называется спектром Тейлора коммутирующего набора $A = (A_1, \dots, A_n)$.

Теорема 1. Пусть A — пермутабельный оператор из $\Pi(X, Y)$. Тогда множество $\rho(A)$ совпадает с множеством тех функционалов $\lambda \in X^*$, для которых существует конечный набор векторов $(h_1, \dots, h_n) \in X$, таких, что комплекс $F(Y, B)$, построенный по набору $B = (Ah_1, \dots, Ah_n)$ имеет нулевые группы когомологий: $H^0(\sigma, Y) = H^1(\sigma, Y) = \{0\}$.

Следствие. $\sigma(A) \neq \emptyset$ для произвольного оператора $A \in \Pi(X, Y)$.

Доказательство следствия непосредственно получается из леммы 1, если использовать результаты статьи [5] о непустоте существенного спектра коммутирующих между собой операторов. Это следствие восполняет пробел в спектральной теории пермутабельных операторов [3].

Непосредственно из теоремы 1 следует также

Теорема 2. Для произвольного пермутабельного оператора $A \in \Pi(X, Y)$ имеет место включение $\sigma(A) \subset \sigma_r(A)$.

Следствие. Если X — коммутативная банахова алгебра и $A: X \rightarrow \text{End } Y$ — ограниченное представление этой алгебры, то $\sigma(A) \subset S_p X$, где $S_p X$ обозначает спектр (пространство максимальных идеалов) алгебры X .

Поскольку основные результаты статьи [3] относятся к специальному классу пермутабельных операторов, то естественно выделить связь между различными спектрами операторов этого класса.

Оператор $A \in \Pi(X, Y)$ называется ультраперерывным, если он вполне непрерывен и его значения являются вполне непрерывными операторами.

Теорема 3. $\sigma(A) = \sigma_r(A)$ для любого ультраперерывного пермутабельного оператора A .

Доказательство теоремы существенно использует непустоту спектра Тейлора [1] и теорему 1.

Эта теорема позволяет переформулировать в терминах спектра Тейлора спектральную теорию ультраперерывных пермутабельных операторов, развитую в [3], если заметить, что изучение коммутирующего набора операторов можно свести к изучению подходяще подобранного пермутабельного оператора.

2. В этом пункте рассматриваются многомерные дифференциальные уравнения вида

$$y'h = Ah y + f(x)h, \quad (h \in X), \quad (1)$$

где A — пермутабельный оператор из $\Pi(R^n, Y)$, а функция f принадлежит банахову пространству $C(\text{Hom}(R^n, Y))$ ограниченных и

непрерывных на R^n функций со значениями в пространстве $\text{Hom}(R^n, Y)$.

Теорема 4. Для того, чтобы уравнение (1) имело единственное решение из $C(\text{Hom}(R^n, Y))$ для любой функции f из $C(\text{Hom}(R^n, Y))$, необходимо и достаточно, чтобы спектр $\sigma_r(A)$ оператора A не содержал чисто мнимых функционалов.

Через R_+^n обозначим конус векторов из R^n с неотрицательными координатами.

Теорема 5. Если рассматриваемое уравнение (1) имеет единственное решение из $C(\text{Hom}(R^n, Y))$ для любой функции f из этого же пространства, то каждое такое решение y представимо в виде

$$y(x) = \int_{R^n} G(x-u) f(u) du.$$

Функция G (называется функцией Грина) определяется формулой

$$G(x) = \begin{cases} e^{\lambda x} p_+ & , \text{ если } x \in R_+^n \\ e^{-\lambda x} p_- & , \text{ если } x \in -R_+^n \\ 0 & , \text{ если } x \in R_+^n \cup (-R_+^n). \end{cases}$$

Здесь $P_+ \in \text{End } Y$ — оператор проектирования, на подпространство $Y_+ \subset Y$, инвариантное относительно всех операторов Ax , $x \in R^n$ и такое, что сужение $A|_{Y_+}$ оператора A на Y_+ имеет спектр $\sigma_r(A|_{Y_+})$, равный множеству $\sigma_+ = \{\lambda \in \sigma_r(A) : \text{Re } \lambda(x) \geq 0, \forall x \in R^n\}$. Оператор $P_- = I - P_+$ и $\sigma(A|_{Y_-}) = \{\lambda \in \sigma_r(A) : \text{Re } \lambda(x) \leq 0, \forall x \in R^n\}$, $Y_- = P_- Y$.

Доказательство теоремы 4, 5 существенно использует результаты статей [2], [6], где построено функциональное исчисление для конечного числа коммутирующих и пермутабельных операторов.

Литература

1. Taylor J. L. A joint spectrum for several commuting operators. J. Funct. An. 6, 1970, 172—191.
2. Taylor J. L. The analytic-functional calculus for several commuting operators. Acta Math. 125, 1—2, 1970, 1—38.
3. Баскаков А. Г. Перов А. И., Рагимов М. Б. Спектральная теория пермутабельных ультраперерывных операторов. Труды ВГУ, 1970, 1—7.
4. Перов А. И. К теории многомерных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Дифференциальные уравнения, т. 4, №7, 1968, 5.
5. Любич Ю. М. О спектре представления топологической абелевой группы. ДАН СССР, 280, 4, 1971, 777—780.
6. Рагимов М. Б. Функции пермутабельного оператора. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-тех. и матем. наук, 1972, №3, 9—12.

АГУ им. С. М. Кирова, ВГУ им.

Ленинского комсомола

Поступило 28. V 1977

М. Б. Рагимов, А. Г. Баскаков

ТЕЛЛОР ВЭ ПЕРМУТАБЕЛЛИ ОПЕРАТОРЛАРЫН БАНАХ ФЭЗАСЫНДА СПЕКТРАЛ НЭЗЭРИЛЖЭСИ ВЭ ОНУН ТЭТБИГИ

Магалалэ пермутабелли Теллор вэ пермутабелли операторларын спектрал хассэлэри коһомолокија эсасында өдрэншилр вэ алынган пэтичэлэр чохөлчүлү дифференциал тэнликлэрэ тэтбиг олуур.

M. B. Rahimov, A. G. Bascakov

SPECTRAL THEORY OF TAYLOR AND PERMUTABLE OPERATORS IN BANACH SPACES AND ITS APPLICATION

In this paper the theorems of spectral theory of Taylor and permutable operators is proved.

М. А. МАМЕДОВ

КРИТЕРИИ СОГЛАСИЯ ГИПОТЕТИЧЕСКИХ И РЕАЛЬНЫХ КОМЕТ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР

Г. Ф. Султановым)

В [1,2] мы сравнивали гипотетические и наблюдаемые распределения комет, так сказать, качественно. Теперь рассмотрим количественные согласованности их распределений.

Для этой цели на практике применяется ряд критериев. Мы же применяем критерий согласия А. Н. Колмогорова.

Если обозначим через $F^*(x)$ и $F(x)$ гипотетические и наблюдаемые функции распределения комет, тогда

$$F^*(x) = \frac{m_1^*}{n_1^*} = P_1^* \quad (1)$$

$$F(x) = \frac{m_1}{n_1} = P_1 \quad (2)$$

и P_1^* и P_1 известные величины от (1,2). Максимальное значение модуля разности этих величин обозначим через v . Тогда

$$v = \max (P_1^* - P_1) \quad (3)$$

Далее определяется λ , равная

$$\lambda = v \sqrt{n} \quad (4)$$

где n — число комет, попадающих в соответствующую клетку (2).

Зная λ , с помощью табл. 1, можно найти вероятности $P(\lambda)$, которые и называются критерием согласия. При сравнительно больших значениях $P(\lambda) \ll 1$, можно считать, что гипотетические и реальные распределения комет близки друг другу.

Далее с помощью формул (1), (2), (3), (4) и табл. 1. определяется критерий согласия для распределения большой полуоси, эксцентриситета, перигельных расстояний и наклон орбиты гипотетических и наблюдаемых комет из таблиц, опубликованных в [1, 2]. Для наглядности, в этой работе дадим одну из полученных вероятностей распреде-

Таблица 1

λ	$P(\lambda)$	λ	$P(\lambda)$	λ	$P(\lambda)$
0,0	1,000	0,7	0,711	1,4	0,040
0,1	1,000	0,8	0,544	1,5	0,022
0,2	1,000	0,9	0,393	1,6	0,012
0,3	1,000	1,0	0,270	1,7	0,006
0,4	0,999	1,1	0,178	1,8	0,003
0,5	0,964	1,2	0,112	1,9	0,002
0,6	0,864	1,3	0,068	2,0	0,001

лений наблюдаемых и гипотетических комет по большой полуоси (табл. 2).

Таблица 2

№№ п.п.	$P(\lambda)$	$P^*(\lambda)$	№№ п.п.	$P(\lambda)$	$P^*(\lambda)$
1	1,00	1,00	8	1,00	1,00
2	1,00	1,00	9	1,00	1,00
3	1,00	0,97	10	1,00	1,00
4	1,00	1,00	11	1,00	1,00
5	1,00	1,00	12	1,00	1,00
6	1,00	1,00	13	1,00	1,00
7	1,00	0,50	14	0,96	1,00

Рассматривая таблицы нетрудно заметить хорошее согласие вероятности гипотетических $P^*(\lambda)$ и наблюдаемых $P(\lambda)$ распределений комет. Исключение составляет седьмая строчка, где гипотетические распределения сильно отличаются от наблюдаемых. Такое же согласие, как и для большой полуоси, характерно для распределений эксцентриситетов, перигельных расстояний и наклона орбит.

Литература

1. Мамедов М. А. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-тех. и матем. наук, № 1, 1971.
2. Мамедов М. А., Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-тех. и матем. наук, № 1, 1971

Батабатское отд. ШАО

Поступило 7. X. 1977

М. Э. Мамедов

**ГИПОТЕТИК ВЭ РЕАЛ КОМЕТЛЭРИН ПАЈЛАНМАСЫНЫН
УЈГУНЛУГ КРИТЕРИЈАСЫ**

Мағаләдә гипотетик вә реал кометлэрин орбита элементлэринин кәффијјәт пәјланмасындан фәргли оларағ кәмијјәт пәјланмасына бахылыр. Пәјланманын кәффијјәт пәјланмасында олдуғу кими кафилији алыныр.

М. А. Mamedov

THE CRITERIONS OF AGREEMENT OF HYPOTHETICAL AND REAL COMETS

The question on the agreement of quantitative distribution of comets is suggested.

Г. Б. АЛИЕВ, Й. А. ВЕРДИЕВ

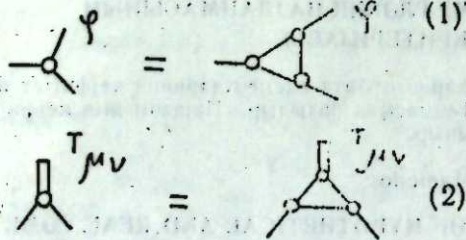
ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ БУТСТРАПНЫХ УРАВНЕНИЙ КОНФОРМНО ИНВАРИАНТНОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ч. М. Джуварлы)

Пользуясь удобным интегральным представлением для полюсной диаграммы, в трехгаммном приближении получены трансцендентные уравнения для параметров φ^3 теории и найдено их приближенное решение.

Как известно, бутстрапные уравнения конформно инвариантной теории (к. и. т.) приводят к координатно независимым трансцендентным уравнениям для параметров теории, т. е. констант связи и аномальных размерностей [1-6]. Для теории φ^3 в пространстве размерности $D=2h$ (теория перенормируема при $h=3$) можно рассматривать уравнения для вершинной функции со скалярными концами и для вершинной функции с тензором энергии-импульса $T_{\mu\nu}$, которые в трехгаммном приближении записываются следующим образом [3-5]:

(Мы пользуемся выражениями для вершинных функций и пропагаторов, данными в работе [4]). После интегрирования в правой части этих уравнений координатная зависимость исчезает и получаются два уравнения для константы связи g^2 и аномальной размерности σ .



$$1 = g^2 f(h, \sigma) \quad (1a)$$

$$1 = g^2 e(h, \sigma) \quad (2a)$$

Теория свободна от расходимостей в области $2 < \sigma_0 + \Delta < 4$, где $\sigma_0 = 2$ есть каноническая размерность поля φ и Δ есть аномальная часть размерности.

Задача таким образом сводится к вычислению функций $f(h, \sigma)$ и $e(h, \sigma)$. Отметим, что точные выражения этих функций, получаемые рецептом Симанзика [6], даются четырехкратными, бесконечными рядами, из которых практически невозможно извлекать какую-нибудь информацию.

Мы здесь показываем, что, пользуясь удобным представлением для полюсной диаграммы, входящей в правую часть этих уравнений, можно получить достаточно простые выражения для $f(h, \sigma)$ и $e(h, \sigma)$ и найти решение уравнений (1a), (2a)

Рассмотрим интеграл выражающую полюсную диаграмму

$$I = \pi^{-h} \int \prod_{i=1}^4 \Gamma(\delta_i) ((x_i - x)^{-2\delta_i}) d^D x, \quad \sum \delta_i = D$$

Этот интеграл с помощью параметризации можно привести к виду

$$I = \int_0^1 du u^{h-\delta_1-1} \prod_{k=1}^3 \varphi_k(u, x_1, x_2, x_3, x_4), \quad (3)$$

где

$$\varphi_1(u, x_1, x_2, x_3, x_4) = 2 \left(u \frac{(x_2 - x_3)^2}{(x_1 - x_4)^2} \right)^{\frac{\delta_1 + \delta_4 - h}{2}} K_{\delta_1 + \delta_4 - h} (2\sqrt{u(x_1 - x_4)^2(x_2 - x_3)^2}),$$

а φ_2 и φ_3 получаются заменой $\delta_1 \rightarrow \delta_2, x_2 \leftrightarrow x_1$ и $\delta_1 \rightarrow \delta_3, x_2 \leftrightarrow x_3$. Здесь $K_\nu(z)$ — функция Макдональда.

Примечательно, что условие сходимости этого интеграла непосредственно ограничивает σ в интервале $2 < \sigma < 4$ известным из анализа Дж. Мака и И. Т. Тодорова [3]. Задача состоит в выделении основной сингулярной части интеграла (3), которая определяется аномальной размерностью σ . Для этого заметим, что функции Макдональда $K_\nu(z)$ при больших значениях аргумента экспоненциально убывают $[z]$,

$K_\nu(z) \sim \frac{1}{\sqrt{z}} e^{-\sqrt{z}}$, $z \rightarrow \infty$, а в интервале $0 < z < 1$ даются выражениями

$$2K_\nu(z) \approx \Gamma(\nu) z^{-\nu} + \Gamma(-\nu) z^\nu$$

Сделаем замену переменного

$$u^1 = u \circ (x_2 - x_3)^2 (x_1 - x_4)^2$$

Тогда непосредственно можно убедиться, что основная часть интеграла заключена в области $0 < W, V < 1$ значений переменных

$$W = \frac{(x_1 - x_2)^2 (x_3 - x_4)^2}{(x_2 - x_3)^2 (x_1 - x_4)^2}, \quad V = \frac{(x_2 - x_1)^2 (x_1 - x_3)^2}{(x_2 - x_3)^2 (x_1 - x_4)^2}$$

В силу этого, заменяя в интеграле (3) две $K_\nu(z)$ функции их выражениями в области $0 < z < 1$, и, проведя оставшийся интеграл по формуле

$$\int_0^1 du u^{s-1} K_\nu(au) = a^{-s} 2^{s-2} \Gamma\left(\frac{s}{2} - \frac{\nu}{2}\right) \Gamma\left(\frac{s}{2} + \frac{\nu}{2}\right),$$

находим основную часть интеграла (3), которая имеет вид:

$$I = \Delta_{h-\delta_2-\delta_4} (x_{13}) \Delta_{h-\delta_1-\delta_4} (x_{12}) \Delta_{h-\delta_1} (x_{11}) \Delta_{h-\delta_1} (x_{23}) + \Delta_{h-\delta_2-\delta_4} (x_{13}) \Delta_{\delta_2+\delta_4-h} (x_{31}) \Delta_{\delta_2} (x_{23}) \Delta_{h-\delta_2} (x_{14}) + \\ + \Delta_{\delta_2+\delta_4-h} (x_{24}) \Delta_{h-\delta_2-\delta_4} (x_{12}) \Delta_{\sigma_2} (x_{23}) \Delta_{h-\delta_2} (x_{11}) + \Delta_{\delta_2+\delta_4-h} (x_{24}) \Delta_{\delta_2+\delta_4-h} (x_{31}) \Delta_{\delta_2+\delta_4-h} (x_{23}) \Delta_{h-\delta_2} (x_{14}) \\ \Delta_\delta(x_{ij}) = \Gamma(\delta) ((x_i - x_j)^2)^{-\delta}$$

В правой части уравнений интегралы по оставшимся двум координатам вычисляются по формуле [4] точно. Итак, окончательно имеем:

$$f(h, \sigma) = F(l=\sigma, S=0; \sigma; h) \\ e(h, \sigma) = F(l=D, S=2; \sigma; h),$$

где

$$F(l, s, \sigma; h) = N_0^2 \Gamma^2\left(\frac{3\sigma}{2} - h\right) \left\{ \frac{\Gamma\left(h - \frac{2s-l-s}{2}\right) \Gamma^3\left(\frac{\sigma}{2}\right) \Gamma(h-\sigma)}{\Gamma\left(\frac{3\sigma}{2} - h\right) \Gamma\left(D - \frac{\sigma+l-s}{2}\right)} \right\}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\Gamma\left(\frac{l+s+\sigma}{2}-h\right)\Gamma^2\left(h-\frac{\sigma}{2}\right)\Gamma(-h+\sigma)\Gamma\left(D-\frac{2\sigma+l-s}{2}\right)\Gamma\left(\frac{\sigma-l+s}{2}\right)}{\Gamma\left(-h+\frac{2\sigma+l+s}{2}\right)\Gamma\left(h-\frac{\sigma-l-s}{2}\right)\Gamma\left(\frac{2\sigma-l-s}{2}\right)} + \\
& + \frac{\Gamma^3(\sigma/2)\Gamma^2(h-\sigma)\Gamma\left(\frac{h+s-\sigma}{2}\right)\Gamma\left(h-\frac{\sigma}{2}\right)\Gamma\left(h-\frac{\sigma+l-s}{2}\right)}{\Gamma\left(h+\frac{\sigma-l+s}{2}\right)\Gamma\left(\frac{\sigma+l+s}{2}\right)} + \\
& + \frac{\Gamma\left(h-\frac{2\sigma-l-s}{2}\right)\Gamma(\sigma/2)\Gamma^3\left(h-\frac{\sigma}{2}\right)\Gamma^2(-h+\sigma)\Gamma^2\left(D-\frac{3\sigma}{2}\right)}{\Gamma^2\left(-h+\frac{3\sigma}{2}\right)\Gamma\left(\frac{3D-3\sigma-l+s}{2}\right)\Gamma\left(-h+\frac{2\sigma+l+s}{2}\right)} \cdot \\
& \cdot \frac{\Gamma\left(-D+\frac{3\sigma+l+s}{2}\right)\Gamma\left(D-\frac{2\sigma+l-s}{2}\right)}{\Gamma\left(D-\frac{3\sigma-l-s}{2}\right)\Gamma\left(\frac{2\sigma-l+s}{2}\right)} \cdot \Gamma\left(\frac{3\sigma-l+s}{2}-h\right) + \\
& + \frac{\Gamma^2(\sigma/2)\Gamma^3\left(h-\frac{\sigma}{2}\right)\Gamma\left(-h+\frac{\sigma+l+s}{2}\right)\Gamma(h-\sigma)\Gamma\left(D-\frac{3\sigma}{2}\right)\Gamma\left(\frac{\sigma}{2}-\frac{l-s}{2}\right)}{\Gamma^2\left(-h+\frac{3\sigma}{2}\right)\Gamma\left(D-\frac{\sigma+l-s}{2}\right)\Gamma\left(h-\frac{\sigma-l-s}{2}\right)\Gamma^{-1}(\sigma-h)} \Bigg\} \\
& N_0^2 = \frac{1}{\Gamma^3\left(\frac{\sigma}{2}\right)\Gamma\left(-h+\frac{3\sigma}{2}\right)\Gamma\left(D-\frac{3\sigma}{2}\right)\Gamma^3\left(h-\frac{\sigma}{2}\right)}
\end{aligned}$$

Непосредственной численной оценкой можно убедиться, что эти уравнения имеют общее решение $\sigma=2,4$, $\Delta=0,4$.

В заключение считаем своим приятным долгом выразить благодарность Е. С. Фрадкину и А. А. Мигдалу за обсуждения и ценные замечания.

Литература

1. Migdal A. A. Phys. Lett. 37B, 386, 1971.
2. Polyakov A. M. JETP Lett., 12, 381, 1971.
3. Mack G. and Todorov I. T. Phys. Rev., 8, 1764, 1973.
4. Пальчик М. Я., Фрадкин Е. С. Препринт № 180, 181, ФИАН им. Лебедева. М., 1975.
5. Mack G., Sumanzik K. Comm. Math. Phys., 27, 247, 1972.
6. Sumanzik K. Lett. Nuovo Cimento, 3, 734, 1972.
7. Янке Е., Эмде Ф., Леш Ф. Специальные функции. Наука, М., 1968.

Институт физики

Поступило 21. X. 1977

И. Б. Алиев, Я. Э. Вердиев

КОНФОРМ ИНВАРИАНТЛЫ САҲЭ НЭЗЭРИЛЖЭСИНДЭ БУТСТРАП ТЭНЛИКЛЭРИНИН ТЭГРИБИ ҲАЛЛИ

Мөгаләдә скелет аҗрылышынын полјус диаграмы үчүн алынмыш элвершля ин-

теграл тәсвирдән истифадә олулмагла, конформ инвариантлы φ^3 нәзәријјәсинин параметрләри үчүн садәләшдирилмиш трансидент тәнликләр алынмыш вә онларын тәгриби һәлли тапылмышдыр.

G. B. Aliev, Yl. A. Verdiev

APPROXIMATE SOLUTION OF THE BOOTSTRAP EQUATION IN CONFORMAL INVARIANT FIELD THEORY

We present here a conventional integral representation for the pole term of the skeleton graph expansion, which allow us to simplify the transcendental equations between parameters of the conformal invariant φ^3 theory and to solve them in a case of 3-vertices approximation.

Чл.-корр. Н. А. ГУЛШЕВ, И. Г. ДЖАФАРОВ, С. Ф. СУЛТАНОВ

МОДИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ВАЙНБЕРГА—САЛАМА ВВЕДЕНИЕМ ТЯЖЕЛЫХ ЛЕПТОНОВ

Обнаружение в экспериментах на встречных электрон-позитронных пучках аномальных μe -событий [1] и аномального инклюзивного рождения мюонов [2, 3] является серьезным аргументом в пользу существования тяжелых лептонов τ^- и τ^+ . По данным, полученным на установке ДОРИС [3], $m_\tau = 1,90 \pm 0,10 \text{ Гэв}$, $t_\tau \ll 10^{-11} \text{ сек}$.

Кроме того, в нейтринном эксперименте на камере СКАТ ускорителя ИФВЭ зарегистрировано событие [4], которое может быть интерпретировано как рождение и распад тяжелого нейтрального лептона по схеме $M^0 \rightarrow \mu^- + e^+ + \nu_e$. Масса и время жизни M^0 : $1,4 \leq m_{M^0} / \text{Гэв} \leq \leq 2,1$, $t_{M^0} \sim 6 \cdot 10^{-12} \text{ сек}$.

В связи с указанной ситуацией в настоящей работе рассматривается возможность введения тяжелых лептонов в схему Вайнберга—Салама (ВС) [5, 6], которая, как известно, находится в хорошем согласии со многими данными эксперимента по изучению нейтральных слабых токов (НСТ).

Наблюдавшееся на камере СКАТ событие требует введения тяжелого нейтрального лептона, обладающего мюонным зарядом. Так, в качестве исходного материала с мюонным зарядом рассмотрим изодублеты

$$\psi_L = \begin{pmatrix} \nu_{\mu\theta} \\ \mu \end{pmatrix}_L, \quad \psi'_L = \begin{pmatrix} M^0 \\ M_0 \end{pmatrix}_L$$

и изосинглеты $\nu_R, \nu_{\mu R}; M_R$ и M_R^0 здесь $\nu_{\mu\theta} = \nu_\mu \cos \theta + M^0 \sin \theta$, $M_0^0 = = -\nu_\mu \sin \theta + M^0 \cos \theta$; M^0 и M —новые нейтральный и положительно заряженный лептоны.

Массы рассматриваемых лептонов возникают благодаря взаимодействию следующего вида:

$$L_m = -\frac{\sqrt{2}f}{m} \left[m_\mu \bar{\psi}_L \nu_{\mu R} \varphi + m_{\nu_\mu} (\bar{\psi}_L \nu_{\mu R} \varphi^c \cos \theta - \bar{\psi}'_L \nu_{\mu R} \varphi \sin \theta) + + m_M \bar{\psi}'_L M_R \varphi^c + m_{M^0} (\bar{\psi}_L M_R^0 \varphi^c \sin \theta + \bar{\psi}'_L M_R^0 \varphi \cos \theta) + \text{h. c.} \right], \quad (1)$$

где $\varphi = \begin{pmatrix} \varphi^+ \\ \varphi^0 \end{pmatrix}$ —поле, нарушающее симметрию; $\varphi^c = i\tau_2 \varphi^*$, $m/f\sqrt{2}$ —значение вакуумного среднего поля φ^0 .

Лагранжиан (1) кроме массовых членов содержит также взаимодействие рассматриваемых лептонных полей с бозоном Хиггса σ . Константа взаимодействия $\bar{l} l \sigma$ ($l = \mu, \nu_\mu, M$ и M^0) определяется как $m_l \sqrt{G\sqrt{2}}$.

Приведем теперь лагранжиан взаимодействия введенных выше лептонов с векторными полями

$$L_{int} = \frac{g}{2\sqrt{2}} \left\{ \cos \theta (\bar{\nu}_\mu O_\alpha \nu_\mu + \bar{M}^c O_\alpha M) + \sin \theta (\bar{\nu}_\mu O_\alpha M^c - - \bar{\nu}_\mu O_\alpha M) \right\} W_\alpha^- + \text{h. c.} + \frac{\sqrt{g^2 + g'^2}}{4} [\cos 2\theta (\bar{\nu}_\mu O_\alpha \nu_\mu - \bar{M}^0 O_\alpha M^0) + + \sin 2\theta (\bar{\nu}_\mu O_\alpha M^0 + \bar{M}^0 O_\alpha \nu_\mu) + 2\bar{\mu} \gamma_\alpha (g_V + g_A \gamma_5) \mu - - 2\bar{M} \gamma_\alpha (g_V + g_A \gamma_5) M] Z_\alpha + \frac{gg'}{\sqrt{g^2 + g'^2}} (\bar{\mu} \gamma_\alpha \mu - \bar{M} \gamma_\alpha M) A_\alpha, \quad (2)$$

где

$$g_V = -1/2 + 2x, \quad g_A = -1/2$$

$$x \equiv \sin^2 \eta = g'^2 / (g^2 + g'^2) \text{—параметр теории ВС.}$$

Ясно, что аналогичным образом можно ввести и новые электронные тяжелые лептоны E^0 и E^+ . При этом соответствующие лагранжианы можно получить из (1) и (2) путем замены

$$\mu \rightarrow e, \nu_\mu \rightarrow \nu_e, \quad M^+ \rightarrow E^+, \quad M^0 \rightarrow E^0. \quad (3)$$

Константа слабого взаимодействия в данной схеме равна

$$\frac{G}{\sqrt{2}} = \frac{e^2}{8m_W^2} \frac{\cos^2 \theta}{\sin^2 \eta}$$

$$\text{откуда } m_W / \text{Гэв} \geq 37,3 \cdot \cos \theta \text{ и } m_Z / \text{Гэв} \geq 74,6 \cdot \cos \theta.$$

Как видно, лагранжиан (2) предполагает возможность образования на ν_μ —пучках нейтрального тяжелого лептона M^0 с последующим распадом по схеме $M^0 \rightarrow \mu^- e^+ \nu_e$ (событие, наблюдавшееся в эксперименте на камере СКАТ [4]). Отметим, что рассматриваемая модификация не затрагивает адронную часть модели ВС, которую в дальнейшем, следуя [5], будем рассматривать в рамках четырехкварковой схемы GIM [7].

Анализ экспериментальных данных относительно процессов рассеяния нейтрино-и антинейтрино на электроны [8—11] и инклюзивных процессов при рассеянии мюонных нейтрино-и антинейтрино на пучках (см. [12, 13]) приводит к ограничениям (см. подробно в [14]):

$$0,2 < \sin^2 \eta < 0,4, \quad \text{tg}^2 \theta < 0,1.$$

Согласно лагранжиану (2)—(3) M^0 обладает пятью модами распада на известные лептоны ($\mu^- \mu^+ \nu_\mu, \mu^- e^+ \nu_e, e^- e^+ \nu_\mu, \nu_\mu \nu_\mu \nu_\mu$, и $\nu_e \nu_e \nu_\mu$). Суммарная ширина этих распадов равна (пренебрегаем вкладом масс-частиц—продуктов)

$$\Gamma_1 = W_0 \text{tg}^2 \theta (2 - 4x + 16x^2 + 5 \cos^2 2\theta), \quad (4)$$

где $W_0 = G^2 m_{M^0}^5 / 192\pi^3$. Минимальное по x значение этой величины приходится на $x = 1/8$. Следовательно,

$$\Gamma \geq W_0 t g^2 \theta \left(\frac{7}{4} + 5 \cos^2 2\theta \right).$$

Если введенный нами M^0 -лептон уподобить обнаруженному на камере СКАТ кандидату [4], то сравнение (4) с экспериментальными данными приводит к ограничению $t g^2 \theta < 0,16$ (в рамках $x < 0,4$).

Анализ полной ширины M^0 -лептона с позиций экспериментальных данных $t_{M^0} \sim 6 \cdot 10^{-12}$ сек и $1,4 \text{ Гэв} < m_{M^0} < 2,1 \text{ Гэв}$ приводит при $0,2 < x < 0,4$ к ограничениям $0,1 < t g^2 \theta < 0,1$ (подробнее см. [14]), что находится в согласии с приведенным выше ограничением на $t g^2 \theta$, вытекающим из экспериментальных данных по рассеянию нейтрино и антинейтрино на электроне и нуклонах.

Оценим отношение сечения процессов $\nu_\mu N \rightarrow M^0 + \text{agr.}$ и $\nu_\mu N \rightarrow \nu_\mu + \text{agr.}$, обусловленных взаимодействием НСТ. Как видно из лагранжиана (2), токи $(\bar{\nu}_\mu \nu_\mu)$ и $(\bar{M}^0 \nu_\mu)$ обладают одинаковой структурой и входят в лагранжиан соответственно со множителями $\cos 2\theta$ и $\sin 2\theta$. Следовательно, если отвлечься от массы M^0 -лептона, то сечение образования M^0 -лептона должно быть подавлено в $t g^2 \theta$ раз по сравнению с сечением рассеяния нейтрино (учет массы M^0 -лептона приводит к уменьшению сечения его рождения):

$$\frac{\sigma(\nu_\mu N \rightarrow M^0 + \text{agr.})}{\sigma(\nu_\mu N \rightarrow \nu_\mu + \text{agr.})} \leq \frac{4 t g^2 \theta}{(1 + t g^2 \theta)^2} \quad (5)$$

В рамках ограничений $0,01 < t g^2 \theta < 0,1$ правая часть соотношения (5) принимает значения от 0,04 до 0,33. Отметим, что наблюдаемое на камере СКАТ событие [4] укладывается в рамки данной качественной оценки. При этом следует иметь в виду, что при вышеуказанных ограничениях на $t g^2 \theta$ и x парциальная ширина распада $M^0 \rightarrow \mu^- e^+ \nu_2$ составляет приблизительно 10% от полной ширины M^0 .

Заряженный тяжелый лептон τ , обнаруженный на встречных $e^+ e^-$ -пучках [1-3], обычно рассматривают [15] (см. также обзор [16]) как последовательный (τ , е. обладающий новым лептонным числом). В этом случае рассматриваемую схему легко расширить введением соответствующих новых лептонных мультиплетов. Тривиальным способом такого расширения является введение мультиплетов $\begin{pmatrix} \nu_\tau \\ \tau^- \end{pmatrix}$, τ^- и $\nu_{\tau R}$. Отметим, что, по-видимому, не исключена возможность идентификации τ^+ -лептона с введенными выше тяжелыми лептонами E^+ и M^+ (предпочтительнее E^+).

Литература

1. Perl M. L. et al. Phys. Lett. 63B, 466, 1976; M. L. Perl et al. Phys. Rev. Lett. 35, 1489, 1975. 2. Feldman G. J. et al. Phys. Rev. Lett. 38, 117, 1977. 3. Meyer H. Talk presented at the Intern. Conf. on Neutrino Physics and Neutrino Astrophysics, USSR, Elbrus, 1977. 4. Баранов Д. С. и др. Препринт ИФВЭ ППК 77-32, 1977; Баранов Д. С. и др. ЯФ 26, 110, 1977. 5. Weinberg S. Phys. Rev. Lett. 19, 1264, 1967; 27, 1688, 1971; Phys. Rev. D5, 1412, 1972. 6. Salam A. Proc. 8-th Nobel Symp., Stockholm, 1968, p. 376. 7. Glashow, S. J. Iliopoulos, L. Maiani. Phys. Rev. D2, 1285, 1970. 8. Hassert F. J. et al. Phys. Lett. 46B, 121, 1973; J. Blitschau et al. Preprint

CERN/EP/PHYS 76-42, 1976. 9. Falssner H. Talk presented at the Intern. Conf. on Neutrino Physics and Neutrino Astrophysics, USSR, Elbrus, 1977. 10. Reines F. Proc. Neutrino Conf. Aachen, 1976. 11. Falssner H. Proc. XVIII Intern. Conf. on High Energy Phys., Tbilisi, 1976, part II, p. B114. 12. Smith J. ibid, p. B184. 13. Gershtein S. S. ibid, p. B125. 14. Джафаров И. Г., Султанов С. Ф. Препринт № 58, ИФАН Азерб. ССР, Баку, 1977. 15. Perl M. L., Rapidis P. A. Preprint SLAC-PUB-1496, 1974. 16. Азимов Я. И., Франкфурт Л. Л., Хозе В. А. Препринт ЛИЯФ, № 350: Л., 1977.

Институт физики

Поступило. 29. XII. 1977

Н. А. Гулиев, И. Г. Джафаров, С. Ф. Султанов

ВАЙНБЕРГ—САЛАМ МОДЕЛИНИН АҒЫР ЛЕПТОН ДАХИЛ ЕТМӘКЛӘ МОДИФИКАСИЯСЫ

Мәғаләдә Вайнберг—Салам моделинин ЈЕФИ сүрәтләндиричисинин СКАТ камерасында гәдә алынмыш һадисәни изаһ едә билән модификасиясына бахылмышдыр. һәмнин һадисә ν_μ —дәстәсиндә ағыр M^0 лептонунун әмәлә кәлмәси, сонра исә $M^0 \rightarrow \mu^- e^+ \nu_2$ каналы илә парчаланмасы кими шәрһ олуур.

N. A. Guliyev, I. G. Jafarov, S. F. Sultanov

MODIFICATION OF WEINBERG-SALAM MODEL BY INTRODUCING HEAVY LEPTONS

The modification of the Weinberg-Salam model which allow to describe event detected on the SCAT chamber of IHEP accelerator and interpreted as the production of the heavy lepton M^0 on ν_μ -beams with following decay $M^0 \rightarrow \mu^- e^+ \nu_2$ is considered.

Чл.-корр. АН СССР Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, Т. К. ИСМАИЛОВ, С. А. АБАСОВ,
С. И. МЕХТНОВ, Г. Г. АХМЕДОВ, К. Р. АХМЕДОВ,
У. А. КАБУЛОВ, Я. Г. РАГИМОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
СЕЛЕНОВОЙ РЕЗИНЫ НА ОСНОВЕ ДИВИНИЛНИТРИЛЬНОГО
КАУЧУКА

Известно, что среди вулканизирующих агентов селен занимает особое место, так как он является также ускорителем, стабилизатором и антиоксидантом для полимеров [1-4].

Однако в литературе отсутствует описание конкретных смесей с использованием селена, не указана рецептура смеси, способ ее получения и свойства.

В предыдущей работе [5] нами были изложены результаты исследования по разработке рецептуры изготовления резиновой смеси на основе дивинилнитрильного каучука, содержащей известные ингредиенты и в качестве вулканизирующего агента селен. В эту смесь дополнительно введена каталитическая добавка йода, причем с целью равномерного распределения селена в резиновой смеси и исключения распыления его при перемешивании селен введен в виде пасты, представляющей собой смесь селена с нефтяным маслом.

Следует отметить, что в указанной работе [5] селен в качестве вулканизирующего агента был применен без серы.

В данной работе проводились исследования по изучению вулканизации дивинилнитрильного каучука с применением комбинирующего вулканизирующего агента (селен совместно с серой).

Резиновые смеси на основе дивинилнитрильного каучука (СКН-40м) изготавливались по рецепту ИРП-1293, предназначенному для изготовления изделий, применяемых в нефтебуровой технике, в частности, в буровых насосах У8-6М. В указанном рецепте часть серы заменялась селеном. При этом с целью обеспечения равномерного распределения селена в резиновой смеси и исключения распыления его при перемешивании, селен введен в виде пасты, представляющей собой смесь селена с нефтяным маслом (ПН-6). Селеновая паста в сырую резиновую смесь вводилась при 50-60°C при тщательном перемешивании путем вальцования.

Были изготовлены резиновые смеси, содержащие переменные количества серы с селеном. Смесей приготовлены при следующих режимах: время приготовления смеси 38 мин, время выдержки смеси перед вулканизацией 6 ч, температура вулканизации 150°C, время вулканизации - 25 мин, давление пресса при вулканизации 120 атм.

Для установления оптимального соотношения в замене в известном рецепте части из 3 вес. ч. серы селеном были изучены механические прочностные свойства резиновых смесей, содержащих различные количества селена. С этой целью снимались зависимости долговечности (времени, прошедшего от момента нагружения образца до его разрыва) от разрывающего механического напряжения для резиновых

смесей, содержащих различные количества селена. С целью устранения влияния больших удлинений при измерении механической прочности на разрыв и долговечности и тем самым обеспечения однозначного влияния селена на эти свойства, измерение долговечности проводилось ниже температуры стеклования, т. е. при температуре -70°C.

Долговечность образцов τ определялась на разрывной установке, которая обеспечивает постоянство разрывного механического напряжения σ в течение опыта с помощью рычажного приспособления [6].

На рис. 1 приведены зависимости $\lg \tau$ от σ при -70°C для резиновых смесей, содержащих различные количества серы и селена. Видно, что для всех резиновых смесей при постоянной температуре выполняется следующая формула для долговечности [7]:

$$\tau = A \exp(-\alpha \sigma), \quad (1)$$

где A и α являются параметрами, определяющими механические прочностные свойства материала. Из рис. 1 также видно, что механическая прочность σ (или долговечность τ при постоянном значении σ) резиновых смесей с увеличением количества селена (соответственно с уменьшением количества серы) увеличивается и при соотношении 2 в. ч. S+1 в. ч. Se имеет наибольшее значение, а при дальнейшем увеличении содержания селена происходит уменьшение прочности.

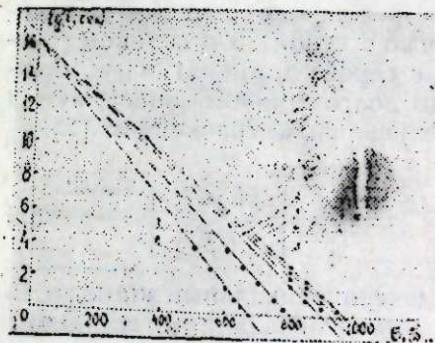


Рис. 1. Зависимость долговечности резиновых смесей, содержащих различные количества серы и селена, от разрывающего напряжения при -70°C: 1 - 3,00 вес. ч. S; 2 - 2,90 вес. ч. S+0,10 вес. ч. Se; 3 - 2,75 вес. ч. S+0,25 вес. ч. Se; 4 - 2,50 вес. ч. S+0,50 вес. ч. Se; 5 - 2,00 вес. ч. S+1,00 вес. ч. Se; 6 - 1,50 вес. ч. S+1,50 вес. ч. Se.

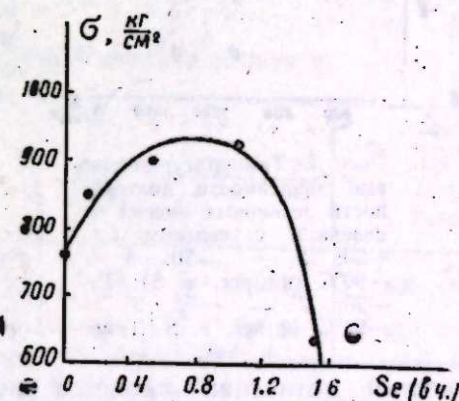


Рис. 2. Зависимость механической прочности резиновой смеси от содержания селена.

Для наглядности на рис. 2 приведена зависимость кратковременной механической прочности резиновых смесей от содержания селена. В качестве кратковременной механической прочности было принято механическое разрывающее напряжение σ при $\lg \tau = 0$, т. е. $\tau = 1$ сек. Как видно, действительно, при соотношении 2 в. ч. S+1 в. ч. Se механическая прочность достигает максимального значения.

С целью установления влияния селена на энергетические характеристики процесса механического разрушения, в частности, на энергию активации, была изучена температурно-силовая зависимость долговечности (т. е. зависимость долговечности от механического напряжения, при различных температурах) для двух резиновых смесей: 1) без селена, т. е. содержащей 3 вес. ч. S и 2) содержащей 2 вес. ч.

S+1 вес. ч. Se, т. е. для той смеси, которая имеет максимальное значение механической прочности.

На рис. 3 представлены зависимости $\lg \tau$ от σ для резиновых смесей без селена (3 вес. ч. S) и с селеном (2 вес. ч. S+1 вес. ч. Se) при различных температурах (-20, -70, -90°C). Видно, что во всех температурах для обеих резиновых смесей выполняется формула для долговечности (1), т. е. сохраняется линейное уменьшение $\lg \tau$ от σ , причем с уменьшением температуры параметра A и α в формуле увеличиваются и наоборот. При экстраполяции прямых в координатах $\lg \tau$ от σ , соответствующих различным температурам, в сторону больших напряжений и малых долговечностей, эти прямые пересекаются в одной точке—плюсе при значении долговечности $\lg \tau = -12$, т. е. $\tau = 10^{-12}$ сек.

Обработка экспериментальных данных, приведенных на рис. 3, показала, что для резиновых смесей без селена (только с серой) и с селеном (совместно с серой) температурные зависимости долговечности описываются экспоненциальным уравнением [7]:

$$\tau = \tau_0 \exp \left[\frac{U(\sigma)}{RT} \right], \quad (2)$$

где предэкспоненциальный множитель $\tau_0 = 10^{-12}$ сек совпадает с периодом собственных колебаний атомов около своих равновесных положений, $U(\sigma)$ —

энергия активации процесса механического разрушения, зависящая от напряжения σ , R —универсальная газовая постоянная.

Чтобы определить зависимость $U=f(\sigma)$, как указывается в работах [7, 8], следует использовать формулу (2), переписав ее в виде:

$$U(\sigma) = 2,3 RT (\lg \tau - \lg \tau_0). \quad (3)$$

Приняв $\tau_0 = 10^{-12}$, можно вычислить значение энергетического барьера U для каждого значения логарифма долговечности и температуры T , приведенных на рис. 3, а затем построить полученные значения U в зависимости от разрывного напряжения σ , каждому значению которого соответствуют определенные значения $\lg \tau$ и T . Такие зависимости $U=f(\sigma)$ приведены на рис. 4. Как видно, энергия активации механического разрушения U линейно уменьшается в зависимости от σ , т. е. выполняется уравнение:

$$U = U_0 - \gamma \sigma, \quad (4)$$

где U_0 —начальный энергетический барьер при $\sigma=0$, а параметр γ , определяемый из наклона прямой (4), является структурно-чувствительным коэффициентом [7].

Исходя из уравнения (2) и (4), можно утверждать, что для резиновых смесей без селена и с селеном температурно-силовые зависимости долговечности (при относительно низких температурах) выражаются известным уравнением Журкова [7]:

$$\tau = \tau_0 \exp \left(\frac{U_0 - \gamma \sigma}{RT} \right). \quad (5)$$

Вычисленные значения τ_0 , U_0 и γ для двух резиновых смесей приведены в таблице, в которую включены также значения механической прочности σ для этих смесей, измеренных при -70°C и времени разрыва $\tau = 1$ сек.

Из таблицы видно, что увеличение механических прочностных свойств резиновой смеси при замене 1 вес. ч. серы (в известном рецепте из 3 вес. ч. серы) селеном не приводит к изменению энергии активации процесса механического разрушения U_0 , а отражается в уменьшении структурно-чувствительного коэффициента γ .

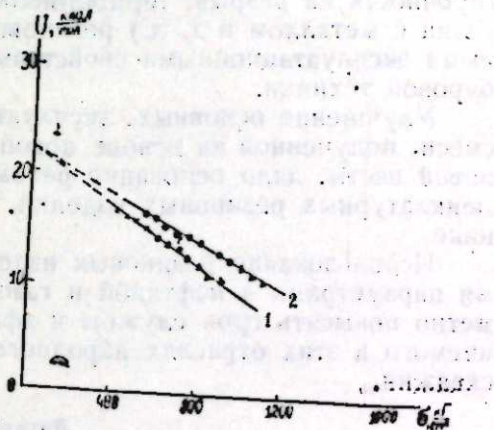


Рис. 4. Зависимость энергии активации механического разрушения резиновых смесей без селена и с селеном: 1—3 вес. ч. S; 2—2 вес. ч. S+1 вес. ч. Se.

Резиновые смеси с различным содержанием серы и селена	τ_0 , сек	U_0 , $\frac{\text{ккал}}{\text{моль}}$	γ , $\frac{\text{ккал}}{\text{моль}} \cdot \frac{\text{см}^2}{\text{кг}}$	σ , $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ при -70°C $\tau = 1$ сек.
3 вес. ч. S	10^{-12}	23	0,0130	800
2 вес. ч. S+1 в. ч. Se	10^{-12}	23	0,0108	970

Другими словами, изменение, в частности, увеличение механических прочностных свойств резиновых смесей при замене части серы в известном рецепте селеном связано со структурными изменениями, происходящими в результате образования поперечных связей—C—Se—C—при вулканизации.

Увеличение механических прочностных свойств с ростом содержания селена в резиновой смеси до 1 вес. ч. включительно (рис. 1, 2), можно объяснить тем, что с увеличением числа поперечных связей число и размеры отдельных ослабленных участков в материале уменьшается. Резкое уменьшение этих свойств при содержании селена в резиновой смеси выше 1 вес. ч. можно, по-видимому, связать с затруднением ориентации и кристаллизации полимерных цепей при достаточно большом числе поперечных связей. Однако не исключено, что наблюдаемое падение прочности резиновой смеси также связано с процессами деструкции (термической, окислительной) цепных молекул [9—11].

После того, как было установлено, что механические прочностные свойства (долговечность τ при $\sigma = \text{const}$ или механическая прочность σ при $\tau = \text{const}$) резиновой смеси при соотношении 2 вес. ч. S+1 вес. ч. Se

максимально увеличиваются, были изучены некоторые физико-механические показатели этой резиновой смеси, определяющие срок службы изделий.

Опыты показали, что замена в известном рецепте из 3 вес. ч. серы 1 вес. ч. серы селеном улучшает физико-механические показатели (прочность на разрыв, термостойкость, эластичность, прочность связи резины с металлом и т. д.) резиновой смеси, которые являются основными эксплуатационными свойствами резиновых деталей для нефтебуровой техники.

Улучшение основных эксплуатационных показателей резиновой смеси, полученной на основе новой рецептуры с применением селеновой пасты, дало основание рекомендовать ее для изготовления номенклатурных резиновых изделий, применяемых в нефтебуровой технике.

Использование резиновых изделий с высокими эксплуатационными параметрами в нефтяной и газовой промышленности позволит заметно повысить срок службы и эффективность оборудования, применяемого в этих отраслях народного хозяйства и снизить себестоимость скважин.

Литература

1. Блох Г. А. Органические ускорители вулканизации каучуков. Изд-во "Химия". Л., 1972.
2. Гаузер Э. Технология резины, т. 1. Изд-во ОНТИ. М., 1936.
3. Тагер А. А. Физико-химия полимеров. Изд-во "Химия". М., 1968.
4. Чижиков Д. М., Счастливый В. П. Селен и селениды. Изд-во "Наука" М., 1964.
5. Абдуллаев Г. Б., Исмаилов Т. К., Абасов С. А., Ахмедов Г. Г., Мехтиева С. И., Ахмедов К. Р., Пашаев Т. А. Авт. свид. № 529186, 1976, Бюлл. № 35, 1976.
6. Томашевский Э. Е., Слуцкер А. И., Зав. лаб., 29, 994, 1964.
7. Регель В. Р., Слуцкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. Изд-во "Наука" М., 1974.
8. Журков С. Н. ФТТ, 21, 3352, 1962.
9. Догадкин Б. А. Докл. на IV Международн. конф. по каучуку. М., 1962.
10. Бертенев Г. М., Зуев Ю. С. Прочность и разрушение высокоэластических материалов. Изд-во "Химия". М—Л., 1961.
11. Гуль В. Е. Структура и прочность полимеров. Изд-во "Химия" М., 1971.

Институт физики

Поступило 19. XII 1977

Г. Б. Абдуллаев, Т. К. Исмаилов, С. А. Абасов, С. И. Мехтиева,
Г. Г. Ахмедов, К. Р. Ахмедов, У. А. Кабулов, Я. Г. Рагимов

ДИВИНИЛ-НИТРИЛ КАУЧУКУ ЭСАСЫНДА ҲАЗЫРЛАНАН РЕЗИНИН ФИЗИКИ-МЕХАНИКИ ХАССЭЛЭРИНИН ТЭДГИГИ

Мағаләдә дивинил-нитрил каучуку (СКН—40м) эсасында һазырланмыш резинә вулканизә едән агент кими вурулмуш селенин онун физики-механики хассәләринә тәсирни тәдгиг олунмушдур. Мүәҗҗән едилмишдир ки, резинини стандарт һазырланма рецептиндә 3 чәки һиссәсиндә олан күкүрдүн 1 чәки һиссәси селенлә әвәз олундугда (башга сөзлә десәк 2 чәки һиссәси күкүрд+1 чәки һиссәси селен олан резиндә) механики мөһкәмлик максимум артыр вә резинини эсас физики-механики көстәрчилләри (истиҗәдһамлылыг, эластиклик резинлә метал әлагәсинини мөһкәмлији) җахшылашыр. Адларм чәкилән көстәрчилләр нефт-газма техникасында ишләмә мүддәтнини мүәҗҗән едир.

G. B. Abdullayev, T. K. Ismailov, S. A. Abasov, S. I. Mekhtiyeva,
G. G. Akhmedov, K. R. Akhmedov, U. A. Kabulov, Ya. G. Ragimov

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SELENIUM VULCANIZATE BASED ON DIVINYL-NITRILE RUBBER

An investigation is made of the effect of selenium as a vulcanizing agent on the physical and mechanical properties of the vulcanizate mixture based on divinyl-nitrile rubber (SK—40m).

It is established that in replacing 1 weight part of sulphur by selenium in the standard recipe consisting of 3 weight part (i. e. the vulcanizate mixture consists of 2 weight part of sulphur+1 weight part of selenium) the mechanical strength (lifetime) increases essentially and the main physical and mechanical factors of the vulcanizate mixture (heat resistance, elasticity, vulcanizate—metal bond strength), determining the lifetime of the rubber article for oil drilling equipment, improve.

УДК 539.3

МЕХАНИКА

Чл.-корр. Ю. А. АМЕНЗАДЕ, Р. М. БЕРГМАН, Т. Т. НАСИРОВ

**ОБ УСТОЙЧИВОСТИ НЕКРУГОВОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ
ОБОЛОЧКИ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ВНЕШНЕМУ ДАВЛЕНИЮ**

В работе методом асимптотического интегрирования рассмотрена задача потери устойчивости упругой тонкой цилиндрической оболочки произвольного очертания, находящейся под действием равномерного внешнего давления интенсивности p_* , свободно опертой по торцам. Задача решается в линейной постановке, а начальное напряженное состояние считается безмоментным.

Уравнения устойчивости рассматриваемой оболочки имеют вид [1]

$$\frac{1}{R} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \frac{h^2}{3(1-\nu^2)} \Delta \Delta \zeta - R \cdot p \frac{\partial^2 \zeta}{\partial \beta^2} = 0$$

$$\frac{1}{R} \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \Delta \Delta \varphi = 0 \left(\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \right) \quad (1)$$

Здесь $R = R(\beta)$ — безразмерный радиус кривизны направляющей; ν — коэффициент Пуассона; α, β — гауссовы координаты; α — безразмерная длина образующей, а β — направляющей; h — безразмерная полутолщина оболочки (считаем, что $h \ll 1$). Безразмерный параметр внешнего давления p и величина ζ связаны соответственно с интенсивностью внешнего давления p_* и нормальным смещением w по формулам

$$p = \frac{p_*}{2Eh}; \quad \zeta = 2 Ehw,$$

где E — модуль Юнга, φ — функция усилий, связанная с тангенциальными усилиями T_1, T_2, S_1, S_2 по формулам

$$T_1 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \beta^2}; \quad T_2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}; \quad S = S_1 = -S_2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial \beta}$$

Здесь r — некоторое характерное для оболочки число, имеющее размерность длины, к которому отнесены безразмерные величины, фигурирующие в задаче.

Если искать решение системы уравнения (1) в виде

$$\varphi = \varphi_*(\beta) \sin k\alpha; \quad \zeta = \zeta_*(\beta) \sin k\alpha; \quad k = \frac{\pi}{l}, \quad (2)$$

где l — безразмерная длина оболочки, то условия свободного опирания

$$T_1 = v = w = G_1 = 0 \quad (3)$$

на торцах $\alpha = 0$ и $\alpha = l$ будут выполнены автоматически. В условиях (3) через v обозначено крутильное смещение, а G_1 — изгибающий момент, действующий в сечении $\alpha = \text{const}$. Подставляя (2) в (1) и исключая величину ζ_* из первого уравнения системы при по-

мощи второго уравнения, получаем уравнение для φ_* ($\Delta_1 = \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} - \kappa^2$):

$$\frac{\kappa^4}{R} \varphi_* + \frac{h^2}{3(1-\nu^2)} \Delta_1 \Delta_1 R \Delta_1 \Delta_1 \varphi_* + R p \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} R \Delta_1 \Delta_1 \varphi_* = 0 \quad (4)$$

Будем считать, что $l \sim \kappa \sim 0(1)$. Если принять $p \sim h^x$ и предположить, что изменяемость по β у исследуемого напряженно-деформированного состояния велика, что будем обозначать так $\frac{\partial}{\partial \beta} \sim h^{-\theta} (\theta > 0)$, то получим, что $p_{\min} \sim h^{3/2}$, (5)

причем такому асимптотическому порядку p_{\min} соответствует $\theta = 1/4$.

Зная асимптотический порядок параметра критической нагрузки (5) и изменяемость соответствующих ему решений уравнения (4), будем искать решение указанного уравнения в виде (см, [2]):

$$\varphi_* = \exp(f(\beta)/\varepsilon) (\varphi_1(\beta) + \varepsilon \varphi_2(\beta) + \varepsilon^2 \varphi_3(\beta) + \dots)$$

$$p = p_1 \varepsilon^6 + p_2 \varepsilon^8 + p_3 \varepsilon^9 + \dots, \quad \varepsilon = (h/\sqrt{3(1-\nu^2)})^{1/4} \quad (6)$$

В формулах (6) $f(\beta), \varphi_i(\beta) (i=1, 2, 3)$ — искомые функции, а p_i — искомые постоянные. Функции φ_i — коэффициенты интенсивности, а $f(\beta)$ — функция изменяемости. Подставляя (6) в (4) и приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях малого параметра нулю, начиная со старшей, получаем алгебраическое уравнение для f' и обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка для коэффициентов интенсивности φ_i . Уравнение для f' имеет вид.

$$f'^3 + R p_1 \cdot f'^6 + \frac{\kappa^4}{R^2} = 0 \quad (f' = \frac{df}{d\beta}). \quad (7)$$

Уравнение для φ_1 такое:

$$[8 R f'^3 + 6 p_1 R^2 f'] \frac{d\varphi_1}{d\beta} + [4 R' f'^3 + 15 p_1 R^2 f'' + 28 R f'^2 f' + 2 p_1 R R' f'] \varphi_1 = 0 \quad (R' = \frac{dR}{d\beta}).$$

Из этого уравнения находим

$$\varphi_1 = C_1 R^{-1/2} (f')^{-3/2} (4f'^2 + 3p_1 R)^{-1/2} (f'^2 + p_1) \exp \left(\int_0^\beta \frac{2p_1 R'}{4f'^2 + 3p_1 R} d\beta \right), \quad (8)$$

где C_1 — произвольная постоянная.

Нетрудно выписать неоднородные дифференциальные уравнения первого порядка для $\varphi_i (i > 1)$ и их решения, но мы ограничимся лишь первым коэффициентом интенсивности.

Восьми корням уравнения (7) соответствуют восемь линейно-независимых решений (6) уравнения (4), причем p_1 предполагается одинаковым и положительным для каждого из восьми решений. Так как уравнение (4) восьмого порядка, то восьми его решений достаточно для построения форм потери устойчивости и определения параметра критического давления как открытых оболочек с различными граничными условиями на прямолинейных краях, так и замкнутых. При этом по найденной функции $\varphi_*(\beta)$ перемещения u, v, w , удовлетворяющие условиям свободного опирания (3), должны приближенно определяться по формулам

$$2 Ehu = \xi_*(\beta) \cos \kappa \alpha; 2Ehv = \eta_*(\beta) \sin \kappa \alpha; 2Ehw = \zeta_*(\beta) \sin \kappa \alpha$$

$$\xi_* = \frac{1}{r\kappa} \frac{d^2 \varphi_*}{d\beta^2}; \quad \eta_* = -\frac{1}{r\kappa^2} \frac{d^3 \varphi_*}{d\beta^3}; \quad \zeta_* = \frac{R}{r\kappa^2} \frac{d^4 \varphi_*}{d\beta^4} \quad (9)$$

Формулы (9) дают возможность выразить любые граничные условия на прямолинейных краях оболочки через функцию φ_* .

При исследовании устойчивости оболочек основной интерес представляют такие корни уравнения (7), которые хотя бы на части отрезка интегрирования имеют чисто мнимые значения [3]. Из уравнения (7) следует, что если в некоторой точке β_* выполняется равенство

$$p_1 = \frac{4}{3} \kappa R^{-3/2} (\beta_*), \quad (10)$$

то в этой точке у уравнения (7) имеется две пары чисто мнимых корней (будем обозначать $f' = q$, а левую часть уравнения (7) $F = F(q)$)

$$q_{1,2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{p_1 R} i; \quad q_{3,4} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{p_1 R} i,$$

где i — мнимая единица. В указанной точке β_* решения (6) уже не являются линейно-независимыми и, как следует из (8), имеют особенность. Такая точка β_* представляет собой кратную точку поворота [3, 4], в ее окрестности решения (6) — (8) становятся непригодными и для построения решений надо применить методику, разработанную в [3,]. Будем считать, что на рассматриваемом отрезке интегрирования $[0, \beta_0]$ кривизна направляющей возрастает. Как следует из уравнения (7), все его корни при $p_1 = 0$ комплексные. Пусть p_1 возрастает и достигает такого значения, что в некоторой точке β_* выполняется (10) (точка поворота), тогда справа от точки поворота ($\beta > \beta_*$) все корни q уравнения (7) комплексные, а слева ($\beta < \beta_*$) у указанного уравнения имеется две пары чисто мнимых корней. Согласно [3], это означает, что на участке $[0, \beta_*]$ оболочка потеряла устойчивость. С возрастанием параметра p_1 точка поворота β_* движется к точке β_0 и

когда для p_1 будет выполнено неравенство $p_1 > \frac{4}{3} \kappa R^{-3/2} (\beta_0)$, точка поворота выйдет из отрезка интегрирования, при этом потеря устойчивости произойдет на всей оболочке.

Перейдем к построению решений уравнения (4) при наличии точки поворота. В предположении, что в точке поворота β_* $F''_{qq} \neq 0$, для четырех попарно слипающихся в точке β_* корней получаем следующие выражения в окрестности точки поворота

$$q_1 = i\tilde{\psi} + i\tilde{\varphi} \sqrt{\beta - \beta_*}; \quad q_2 = i\tilde{\psi} - i\tilde{\varphi} \sqrt{\beta - \beta_*}; \\ q_3 = -i\tilde{\psi} - i\tilde{\varphi} \sqrt{\beta - \beta_*}; \quad q_4 = -i\tilde{\psi} + i\tilde{\varphi} \sqrt{\beta - \beta_*};$$

где $\tilde{\varphi} = \tilde{\varphi}(\beta)$ и $\tilde{\psi} = \tilde{\psi}(\beta)$ — голоморфные при $\beta = \beta_*$ функции, причем $\tilde{\varphi}(\beta_*) > 0$; $\tilde{\psi}(\beta_*) > 0$. Считаем, что $\sqrt{\beta - \beta_*} > 0$, при $\beta > \beta_*$. Перейдем от уравнения (4) к системе уравнений нормального вида при помощи замены искомых функций

$$\varphi_* = x_1; \quad \varepsilon \frac{dx_1}{d\beta} = x_2; \quad \varepsilon \frac{dx_2}{d\beta} = x_3, \dots, \quad \varepsilon \frac{dx_7}{d\beta} = x_8 \quad (10')$$

Тогда уравнение (4) перейдет в следующую систему уравнений нормального вида

$$\varepsilon \frac{dx_j}{d\beta} = x_{j+1} \quad (j=1, 2, \dots, 7) \quad (11)$$

$$\varepsilon \frac{dx_8}{d\beta} = -\frac{\kappa^4}{R^2} x_1 - 2\varepsilon p_1 \frac{R'}{R} x_6 - P_1 x_7 - 4\varepsilon \frac{R'}{R} x_8$$

В правой части системы (11) удержаны члены, содержащие ε в степени не выше первой, что соответствует интересующей нас точности, с которой ищется решение уравнения (4). Следуя [3], необходимо построить такое линейное невырожденное преобразование, которое сведет систему уравнений (11) к двум системам дифференциальных уравнений второго порядка, каждая из которых приводится к уравнению Эри, и четырем расщепившимся системам первого порядка. Такое преобразование имеет вид:

$$X = C(\beta, \varepsilon) Y; \quad Y = K(\beta, \varepsilon) Z,$$

где

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_8 \end{pmatrix}; \quad Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_8 \end{pmatrix}; \quad Z = \begin{pmatrix} z_1 \\ \vdots \\ z_8 \end{pmatrix}; \quad C = \sum_{j=0}^{\infty} \varepsilon^j C^{(j)}(\beta); \quad K = \sum_{j=0}^{\infty} \varepsilon^j K^{(j)}(\beta),$$

причем

$$C^{(0)}(\beta) = \begin{pmatrix} 1 & \dots & 1 \\ q_1 & \dots & q_8 \\ q_1^2 & \dots & q_8^2 \\ \vdots & \dots & \vdots \\ q_1^7 & \dots & q_8^7 \end{pmatrix}; \quad K^{(0)}(\beta) = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}; -\frac{1}{q_2 - q_1} & 0 \\ \frac{1}{2}; \frac{1}{q_2 - q_1} & \frac{1}{2}; -\frac{1}{q_4 - q_3} \\ 0 & \frac{1}{2}; \frac{1}{q_4 - q_3} \\ & & & 1 \\ & & & & 1 \\ & & & & & 1 \end{pmatrix}$$

Преобразование от X к Y приводит систему уравнений (11) к следующей

$$\varepsilon \frac{dy_\kappa}{d\beta} = \sigma_\kappa(\beta, \varepsilon) y_\kappa; \quad \sigma_\kappa = \sum_{l=0}^{\infty} \varepsilon^l \sigma_\kappa^{(l)}; \quad \kappa = 1, 2, \dots, 8 \quad (\sigma_\kappa^{(0)} = q_\kappa) \quad (12)$$

Для нахождения $\sigma_\kappa^{(1)}$ сравниваем решения (12)

$$y_\kappa(\beta) = C_\kappa \exp \left\{ \frac{1}{\varepsilon} \int_{\beta_0}^{\beta} [q_\kappa(t) + \varepsilon \sigma_\kappa^{(1)}(t)] dt \right\} (1 + O(\varepsilon)),$$

где C_κ — произвольные постоянные, с решениями, определяемыми по формулам (6) — (8), (10'), напомним

$$\sigma_\kappa^{(1)} = \frac{d}{d\beta} \ln(F'_{q_\kappa})^{-1/2}$$

Легко видеть, что главная часть преобразования

$$T(\beta) = C^{(0)}(\beta) \cdot K^{(0)}(\beta)$$

является невырожденной. Для функций $z_i (i=1,2,3,4)$ (выписываются только члены, необходимые для вычисления главных членов асимптотики) получаем следующие две системы уравнений второго порядка

$$\varepsilon \frac{dz_{k+1}}{d\beta} = \frac{1}{2} (q_{k+1} + q_{k+2}) z_{k+1} + z_{k+2} \quad (13)$$

$$\varepsilon \frac{dz_{k+2}}{d\beta} = \left[\frac{1}{4} (q_{k+1} - q_{k+2})^2 + \varepsilon (q_{k+1} - q_{k+2}) (\sigma_{k+1}^{(1)} - \sigma_{k+2}^{(1)}) \right] z_{k+1} + \left[\frac{1}{2} (q_{k+1} + q_{k+2}) + \varepsilon (\sigma_{k+1}^{(1)} + \sigma_{k+2}^{(1)}) + \frac{d}{d\beta} \ln(q_{k+1} - q_{k+2}) \right] z_{k+2}$$

$\kappa=0;2$

На основании [3] после сведения систем (13) к решению уравнений Эри и использования асимптотических свойств решений уравнений Эри получаем формулы, связывающие решения слева и справа от точки поворота

$$\varepsilon^{-1/6} (2\pi)^{-1/2} c_{k2}^{(0)} y_2 \leftarrow x_k^{(1)} \rightarrow \varepsilon^{-1/6} (2\pi)^{-1/2} (c_{k1}^{(0)} y_1 + c_{k2}^{(0)} y_2) \quad (14)$$

$$\varepsilon^{-1/6} \left(\frac{\pi}{2} \right)^{-1/2} c_{k1}^{(0)} y_1 \leftarrow x_k^{(2)} \rightarrow i \varepsilon^{-1/6} (2\pi)^{1/2} (c_{k1}^{(0)} y_1 - c_{k2}^{(0)} y_2)$$

Здесь справа стоят асимптотические выражения $x_k^{(1)}$ при $\beta > \beta_*$, а слева — при $\beta < \beta_*$. В формулах (14) $c_{ij}^{(0)}$ — элементы матрицы $c^{(0)}(\beta)$. Асимптотические формулы для $x_k^{(3)}$ и $x_k^{(4)}$ получаются из формул (14), если перейти в них к комплексно-сопряженным величинам и учесть

$$\bar{q}_1 = q_3, \bar{q}_2 = q_4 (\beta > \beta_*); \bar{q}_1 = q_4, \bar{q}_2 = q_3 (\beta < \beta_*).$$

Формулы для $x_k^{(5)}, x_k^{(6)}, x_k^{(7)}, x_k^{(8)}$ ($\kappa=1,2,\dots,8$) непосредственно следуют из формул (6)–(8), (10'). Полученные формулы для $x^{(i)}$ ($i=1,2,\dots,8$) дают возможность находить критические нагрузки и соответствующие им формы потери устойчивости как для открытых цилиндрических оболочек произвольного очертания с различными граничными условиями на прямолинейных краях, так и для замкнутых.

Литература

1. Вольмир А. С. Устойчивость упругих систем. Физматгиз, 1963.
2. Гольденвейзер А. Л. Теория упругих тонких оболочек. Гостехтеориздат, 1953.
3. Товстик П. Е. Свободные колебания и устойчивость оболочек вращения. Докт. дисс. ЛГУ им. Жданова, 1968.
4. Бергман Р. М. Исследование свободных колебаний некруговых цилиндрических оболочек. ИММ, № 6, 1973.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 29. XII 1977

Ж. Э. Эманзаде, Р. М. Бергман, Т. Т. Насиров

ХАРИЧИ ТЭЖИГИН ТЭСИРИ АЛТЫНДА ОЛАН
ГЕЈРИ-ДАИРЭВИ СИЛИНДРИК ӨРТУЈҮН ДАЈАНЫГЛЫҒЫ ҲАГГЫНДА

Мәғаләдә асимптотик интеграллама үсүлү илә ихтијари ен кәсіклик назик еластикли силиндрин дајаныглығын итирилмәси һаггында мәсәлә һәлл едилмишдир. Өртүјүн чидди гејри-даирәви олмасынн бахылан процесә тәсири кејфијјәтчә ашкар едилмишдир. һәмчиннн кәстәрлимишдир ки, критик гүввәнин вә дајаныглығын итирилмәси формасынн тәјини, дајаныглығын диференснл тәһликләр системинн дөһмә нөгтәләриннн анализиндән асылдыр.

U. A. Amenzade, R. M. Bergman, T. T. Nasirov

ABOUT NONCIRCULAR CYLINDRICAL SHELL STABILITY UNDER EXTERNAL PRESSURE

Any profile elastic thin cylindrical shell stability loss problem by an asymptotic integration technique is decided in this work. Quality peculiarities of this problem resulted from the noncircular shell form were found. It was shown that critical load and stability loss forms are connected with the analysis of the turning points of the system of the differential equations of stability.

А. Н. МАМЕДОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ОБРАЗОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ $TlIn(Ga)Se_2$ и $TlIn(Ga)Te_2$

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Л. М. Имановым)

В работах [1-3] было проведено термодинамическое исследование сплавов систем $Tl_2Se-In_2Se_3(Ga_2Se_3)$ и $Tl_2Te-In_2Te_3(Ga_2Te_3)$ методом э. д. с. Более подробные результаты приведены в [4]. Поскольку существующие методики измерения э. д. с. не позволяют определить парциальные свойства квазикомпонентов Tl_2Se и Tl_2Te в целом, термодинамические функции образования сплавов систем $Tl_2Se-In_2Se_3(Ga_2Se_3)$ и $Tl_2Te-Ga_2Te_3(In_2Te_3)$ были вычислены приближенно, без учета парциальных свойств халькогена.

В настоящей работе показывается, что термодинамические функции образования $TlIn(Ga)Se_2$ и сплавов на основе $TlIn(Ga)Te_2$ можно строго вычислить и без экспериментального определения парциальных свойств халькогена. В основе предлагаемой методики расчета лежат следующие представления:

1) постоянство парциальных свойств компонентов в гетерогенной смеси [5] и 2) допущение о линейном изменении парциальных свойств неметалла в области гомогенности, определяемом данными граничных сплавов.

Зная диаграмму состояния квазибинарного сечения и парциальные свойства неметалла в исходных бинарных соединениях, согласно вышеуказанным двум представлениям, можно получить зависимость парциальных свойств неметалла от состава для тройных фаз. Например, для квазибинарного сечения, характеризующегося одним тройным соединением диаграммы, могут быть вида, приведенные на рисунке.

Эти диаграммы менее строгие для $\Delta\bar{H}_B$ сплавов γ -фазы с широкой областью гомогенности. Учитывая, что при составе $x=0,5$ должно произойти перераспределение химических связей, менее строгим является и зависимость $\Delta\bar{G}_B$ от состава в пределах γ -фазы. Поэтому при расчетах целесообразно использовать $\Delta\bar{z}_B$ только для граничных сплавов γ -фазы. Нужно запомнить, что в качестве парциальных свойств бинарных соединений, с узкой областью гомогенности, используются парциальные характеристики соседних по составу гетерогенных смесей бинарной системы.

Если в системе $A_pB_q-C_p'B_q'$ имеется жидкая фаза (рисунок 2), например, в области составов богатых легкоплавким соединением A_pB_q , то расчет следует вести при температуре, близкой к температуре плавления соединения A_pB_q . Определяя значения $\Delta\bar{z}_B$ описанным способом, а значения $\Delta\bar{z}_A$ экспериментально, можно вычислить интегральные термодинамические функции тройных сплавов по следующей формуле, полученной решением уравнения Гиббса-Дюгема [5] по квазибинарному сечению $A_pB_q-C_p'B_q'$:

$$\Delta z = (1 - x_{A_pB_q}) \left[\int_0^{x_{A_pB_q}} \frac{\Delta z_{A_pB_q}}{(1 - x_{A_pB_q})^2} dx_{A_pB_q} + \Delta z(C_p'B_q') \right]_{A_pB_q-C_p'B_q'} \quad (1)$$

где: $x_{A_pB_q}$ — мольная доля, $\Delta z_{A_pB_q}$ — парциальные термодинамические функции смещения квазикомпонента A_pB_q ; $\Delta z(C_p'B_q')$ — мольная термодинамическая функция образования соединения $C_p'B_q'$. В нашем случае $A_pB_q \rightarrow Tl_2Se$ или Tl_2Te ; $C_p'B_q' \rightarrow In_2Se_3$ или Ga_2Te_3 . Термодинамические функции образования тройных сплавов из бинарных соединений A_pB_q и $C_p'B_q'$ вычисляются по выражению;

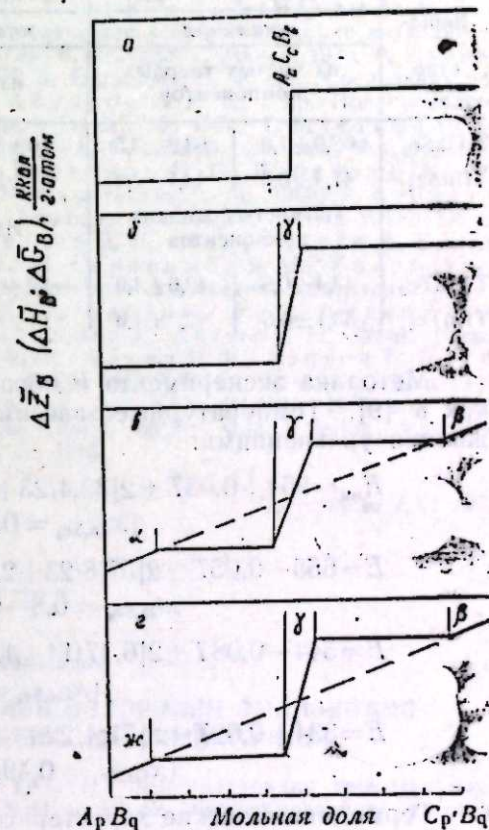
$$\Delta z' = \Delta z - (1 - x_{A_pB_q}) \Delta z(C_p'B_q') - x_{A_pB_q} \cdot \Delta z(A_pB_q) \quad (2)$$

а) системы $Tl_2Se - In_2Se_3 \times (Ga_2Se_3)$

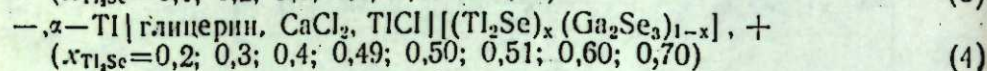
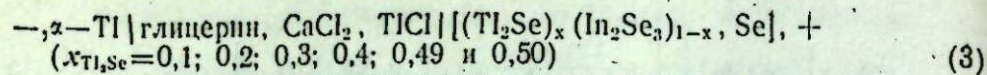
Системы $Tl_2Se - In_2Se_3 \times (Ga_2Se_3)$ в [1, 2] исследованы в температурном интервале 750-850°K. В этом температурном интервале в бинарных системах $In - Se$ и $Ga - Se$, соединения In_2Se_3 и Ga_2Se_3 сосуществуют с жидкими сплавами с незначительным содержанием индия или галлия, соответственно [6]. Поэтому можно предположить, что $\Delta z_{Se}(In_2Se_3; Ga_2Se_3) \approx 0$. Тогда из диаграмм состояния систем $Tl_2Se - In_2Se_3(Ga_2Se_3)$ [4] и рисунка а, б следует, что при $x_{Tl_2Se} \leq 0,5$, $\Delta z_{Se} \times [(Tl_2Se)_x(In_2Se_3)_{1-x}] = 0$, а при $x_{Tl_2Se} \leq 0,48$, $\Delta z_{Se}(Tl_2Se)_x \times (Ga_2Se_3)_{1-x} = 0$. В результате, для свободной энергии образования $\Delta'G_{TlInSe}$ из Tl_2Se и In_2Se_3 получается положительная величина, а для ΔG_{TlGaSe} — величина, равная -1,25 ккал/моль при 673°K. Однако $\Delta G_{TlGaSe}^{(ид)} = -2,1$ ккал/моль, что указывает на положительное отклонение величины ΔG_{TlGaSe} от идеальности.

Это невозможно для сплава, соответствующего конгруэнтному соединению. Таким образом, полученные данные нельзя считать достоверными, т. к. $\Delta z_{Se}(In_2Se_3; Ga_2Se_3) \neq 0$.

Чтобы получить надежные данные для термодинамических функций образования $TlGaSe_2$ и $TlInSe_2$, выполнялись низкотемпературные измерения э. д. с. (при $T=310-400^\circ K$). В этом температурном интервале можно строго предположить, что $\Delta z_{Se}(In_2Se_3; Ga_2Se_3) = 0$ [7, 8]. Измерены э. д. с. концентрационных цепей:



Зависимость парциальной свободной энергии и энтальпии смещения неметалла тройных сплавов от мольной доли A_pB_q



Термодинамические функции образования соединений $\text{TlGa}(\text{In})\text{Se}_2 (T=298^\circ\text{K})$
и $\text{TlGa}(\text{In})\text{Te}_2 (T=723^\circ\text{K})$

Вещество	$-\Delta G_T$	$-\Delta H_T$	$-\Delta S_T$	ΔS_T	$-\Delta H_T$	$-\Delta G_T$
	ккал/моль		ккал/моль, град		ккал/моль	
	из чистых твердых компонентов		из $\text{Ti}_2\text{Se}(\text{тв.})$ или $\alpha = \text{In}_2\text{Se}_3$ и $\alpha = \text{Ga}_2\text{Se}_3$			
TlGaSe_2	$62,9 \pm 1,0$	$63,2 \pm 3,5$	$1,0 \pm 3,0$	$0,6 \pm 1,5$	$3,60 \pm 2,0$	$3,78 \pm 0,20$
TlInSe_2	$41,4 \pm 0,3$	$44,1 \pm 2,4$	$9,1 \pm 3,5$	0	$1,9 \pm 1,0$	$1,9 \pm 0,2$
	Из чистых жидких компонентов		Из $\text{Ti}_2\text{Te}(\text{ж})$ и $\text{Ga}_2\text{Te}_3(\text{тв.})$ или $\alpha = \text{In}_2\text{Te}_3$			
TlGaTe_2	$43,4 \pm 0,6$	$42,6 \pm 4,0$	$-1,1 \pm 8,0$	$-0,7 \pm 2,5$	$5,6 \pm 2,0$	$5,1 \pm 0,2$
TlInTe_2	$33,1 \pm 0,5$	$42,5 \pm 4,0$	$13 \pm 8,0$	$1,0 \pm 2,5$	$5,0 \pm 2,0$	$5,9 \pm 0,2$

Методика эксперимента и обработки результатов была такая же, как в [9]. Температурные зависимости э. д. с. цепей (3, 4), выражаются уравнениями:

$$E_{\text{III}} = 564 + 0,05T \pm 2[32,4/23 + 23,1 \cdot 10^{-4}(T - 368,6)^2]^{1/2},$$

$$(x_{\text{In}_2\text{Se}_3} = 0,90 - 0,50) \quad (5)$$

$$E = 655 - 0,05T \pm 2[57,8/23 + 2,0 \cdot 10^{-3}(T - 369,4)^2]^{1/2},$$

$$(x_{\text{Ga}_2\text{Se}_3} = 0,8 - 0,51) \quad (6)$$

$$E = 544 - 0,08T \pm 2[6,17/14 + 4,4 \cdot 10^{-3}(T - 355,4)^2]^{1/2},$$

$$(x_{\text{Ga}_2\text{Se}_3} = 0,5) \quad (7)$$

$$E = 334 + 0,02T \pm 2[71,4/22 + 3,1 \cdot 10^{-3}(T - 343,3)^2]^{1/2},$$

$$(x_{\text{Ga}_2\text{Se}_3} = 0,49; 0,40; 0,30) \quad (8)$$

Термодинамические характеристики соединений TlInSe_2 и TlGaSe_2 , вычисленные на основе зависимостей (5—8) и литературных данных для соединений Ti_2Se [10], In_2Se_3 [7] и Ga_2Se_3 [8, 11] приведены в таблице. Значения $\Delta z_{\text{Se}}[(\text{Ti}_2\text{Se})_x (\text{In}_2\text{Se}_3)_{1-x}]$ и $\Delta z_{\text{Se}}[(\text{Ti}_2\text{Se})_x (\text{Ga}_2\text{Se}_3)_{1-x}]$, необходимые для расчета, определены с помощью диаграммы типа (рисунки а, б), соответственно.

б) системы $\text{Ti}_2\text{Te} - \text{In}_2\text{Te}_3 (\text{Ga}_2\text{Te}_3)$

Термодинамические характеристики (таблица) сплавов γ -фаз на основе TlInTe_2 и TlGaTe_2 вычислили по данным [4] при температуре плавления теллура ($T = 723^\circ\text{K}$ [11]), которая близка к температуре плавления Ti_2Te [12]. Из диаграммы состояния систем $\text{Ti}_2\text{Te} - \text{In}_2\text{Te}_3 \times (\text{Ga}_2\text{Te}_3)$ [4] следует, что зависимость Δz_{Te} от состава имеет вид подобно рисунку, г. Для построения соответствующих диаграмм для $\Delta z_{\text{Te}} = f(x_{\text{Ti}_2\text{Te}})$ использованы результаты работ [13—16]. Термодинамические функции образования In_2Te_3 , Ga_2Te_3 и Ti_2Te , необходимые при расчетах, взяты из [11, 13—17]. При пересчетах были использованы величины $\Delta H_{\text{пл}}(\text{Te}) = 4,18$ ккал/моль [11], $\Delta H_{\text{пл}}(\text{Ga}) = 1,33$ ккал/моль [17] и $\Delta H_{\text{пл}}(\text{In}) = 0,78$ ккал/моль [17].

Результаты расчета приведены в таблице.

Таким образом, термодинамические характеристики тройного соединения можно вычислить без экспериментального определения парциальных свойств неметалла.

Литература

1. Бабанлы М. Б., Мамедов А. Н., Кулиев А. А., ЖФХ, 1976, 50, 7, 1886.
2. Бабанлы М. Б., Мамедов А. Н., Кулиев А. А. Химия и химическая технология, 1976, 19, 9, 1457.
3. Кулиев А. А., Мамедов А. Н., Бабанлы М. Б. Тез. докл. на III Всесоюз. научно-техническом совещании по термодинамике металлических сплавов. Изд-во Белорусск. Гос. ун-та им. В. И. Ленина. Минск, 1976.
4. Бабанлы М. Б. Автореф. канд. дисс. Минск, 1977.
5. Ормонт Б. Ф. Сб. "Соединения переменного состава". "Химия", Л., 1969.
6. Абрикосов Н. Х. и др. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. "Наука", М., 1975.
7. Мустафаев Ф. М., Азизов Т. Х., Алиев И. Я., Аббасов А. С. "Азерб. хим. ж.", № 2, 93, 1974.
8. Аббасов А. С., Мамедов К. Н., Рустамов П. Г., Бабаева Б. К. Сб. "Химическая связь в полупроводниках". "Наука и техника", М., 1969.
9. Бабанлы М. Б., Мамедов А. Н., Кулиев А. А. Редколлегия "ЖФХ", деп. в ВИНТИ за № 460-77, от 3 февраля 1977 г.
10. Васильев В. П., Никольская А. В., Герасимов Я. И. ЖФХ, 1971, 45, 8, 2061.
11. Герасимов Я. И., Крестовников А. Н., Горбов С. И. Химическая термодинамика в цветной металлургии, т. VI. "Металлургия" М., 1974.
12. Асадов М. М., Бабанлы М. Б., Кулиев А. А. "Неорг. мат-лы", 1977, 13, 8, 1407.
13. Накашима J., Shimoji M. Trans. Farad. Soc., 1971, № 5, 1270.
14. Мустафаев Ф. М., Алиев И. Я., Азизов Т. Х., Аббасов А. С. "Неорг. мат-лы", 1975, 11, 4, 623.
15. Аббасов А. С., Никольская А. В., Герасимов Я. И., Вечер А. А. "ДАН СССР", 1964, 156, 1140.
16. Mills K. C. Thermodynamic data for Inorg. sulph., selen., tellur. L., 1974.
17. Справочник химика, т. I, Госхимиздат. Л., 1963.

Институт физики

Поступило 1.XI 1977

А. Н. Мамедов

$\text{TlIn}(\text{Ga})\text{Se}_2$ ВЭ $\text{TlIn}(\text{Ga})\text{Te}_2$ БИРЛЭШМЭЛЭРИНИН ЭМЭЛЭКЭЛМЭ ТЕРМОДИНАМИКИ ФУНКЦИЈАЛАРЫНЫН ТЭЈИНИ

Мэгалэдэ TlInSe_2 , TlInTe_2 , TlGaSe_2 , TlGaTe_2 бирлэшмэлэринин термодинамики функцијалары таллиумун вэ $\text{Ti}_2\text{Se}(\text{Te})$, $\text{In}_2\text{Se}(\text{Te})_3$, Ga_2Se_3 бирлэшмэлэринин хассэлэринэ эсасэн хесаблинмышдыр.

A. N. Mamedov

THE DETERMINATION OF THERMODYNAMIC PROPERTIES OF THE COMPOUNDS $\text{TlIn}(\text{Ga})\text{Se}_2$ and $\text{TlIn}(\text{Ga})\text{Te}_2$

The proposed a method to determine of the thermodynamic characteristics of ternary compounds using binary data. The method has been used to calculated the ΔG , ΔH and ΔS of the TlInSe_2 , TlGaSe_2 , TlInTe_2 and TlGaTe_2 .

С. Б. ЗЕЙНАЛОВ

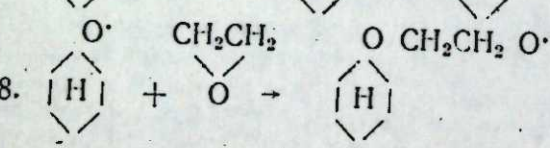
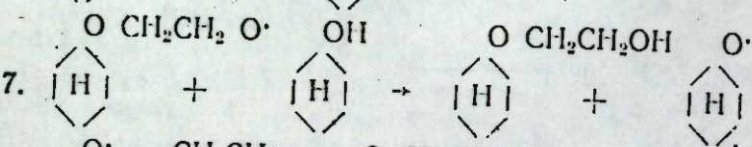
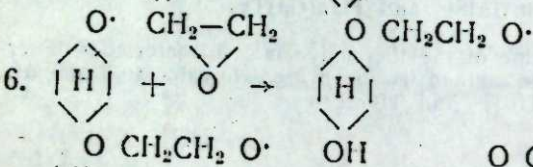
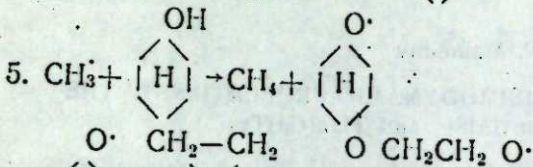
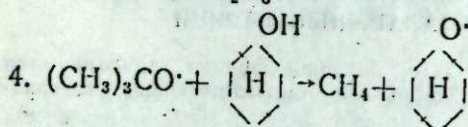
О СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ АЛИЦИКЛИЧЕСКИХ СПИРТОВ С ОКСИЬЮ ЭТИЛЕНА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Т. Н. Шахтахтинским)

Реакция присоединения спиртов к различным классам органических соединений, протекающая по радикальному механизму, описана в работах [1—4]. В литературе практически не встречаются реакции свободно-радикального присоединения алициклических спиртов к α-окисям. С этой точки зрения представляет определенный теоретический и практический интерес изучение некоторых элементарных стадий протекания этой реакции, на примере взаимодействия циклогексанола и его производных 2-метилциклогексанола, 3-метилциклогексанола с окисью этилена в присутствии инициатора перекиси третичного бутила. Реакцию проводили в интервале температур 150—160°C в течение 7—8 ч, давлении 8—24 атм. при соотношении исходных компонентов: окись этилена—спирт: перекись: 1—4: 0,16—0,24.

Результаты проводимого исследования показывают, что по мере расходования инициатора на радикалы [5] реакция протекает по механизму до полного расходования одного из компонентов—окиси этилена с образованием циклогексоксиэтанола, согласно схеме:

1. $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-(\text{CH}_3)_3 \rightarrow 2(\text{CH}_3)_3\text{CO}\cdot$
2. $(\text{CH}_3)_3\text{CO}\cdot \rightarrow \text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3 + \text{CH}_3$
3. $\text{CH}_3 + \text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$



Чистота полученного соединения была доказана хроматографически, а строение методом ЯМР и установлено в областях: 1,53 м. д.—CH₂ в цикле нафтенового кольца, 3,21 м. д.—CH в цикле нафтенового кольца, 1,48 м. д.—CH₂ в боковой цепи, связанной с C—O—C, OH-группами и 4,30 м. д.—OH-группа в боковой цепи.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1. Синтез циклогексоксиэтанола

В автоклав, охлажденный жидким азотом, помещают 44 г (1 моль) окиси этилена, 400 г (4 моля) циклогексанола и 20 г перекиси третичного бутила. Реакционную смесь при перемешивании нагревают до 150—160°C в течение 7—8 ч при 24 атм с последующим понижением до 8 атм. После обработки реакционной смеси было установлено наличие метана и этана в газовой фазе, а в жидкой фазе ацетона и трет-бутанола—продуктов распада перекиси. Расфракционировкой при атмосферном давлении был выделен избыток циклогексанола (298 г), а при остаточном давлении 3 мм рт. ст. (137 г) циклогексоксиэтанола или (95% от теории) со следующими показателями: т. кип. 68—70/3; d_{20}^4 —0,9842; n_D^{20} —1,4616. Элементарный состав: найд.: С—66,71; Н—11,10, выч.: С—66,62; Н—11,17; Гидроксильное число: найд.: 11,74, выч.: 11,80; $MR_{\text{найд.}}$ —40,26, $MR_{\text{выч.}}$ —40,36.

2. Синтез 2-метилциклогексоксиэтанола

По изложенной методике реакции подвергают 44 г окиси этилена, 456 г—2 метилциклогексанола и 23 г перекиси. После соответствующей обработки из реакционной смеси было выделено 146 г или (92,7%) 2-метилциклогексанола со следующими показателями: т. кип. 75—77/3; d_{20}^4 —0,9664; n_D^{20} —1,4584. Элементарный состав: найд.: С—68,77; Н—11,54; выч.: С—68,56, Н—11,46. Гидроксильное число: найд.: 10,55, выч.: 10,75, $MR_{\text{найд.}}$ —45,08; $MR_{\text{выч.}}$ —45,28.

3. Синтез 3-метилциклогексоксиэтанола

Реакция осуществлялась в аналогичных условиях. Было взято 44 г окиси этилена, 456 г 3-метилциклогексанола и 23 г перекиси. Из реакционной смеси был выделен целевой продукт 3-метилциклогексоксиэтанола в количестве 144 г или (91,2%) со следующими показателями: т. кип. 86—88/3; d_{20}^4 —0,9404; n_D^{20} —1,4565. Элементарный состав: найд.: С—68,27, Н—11,27; выч.: С—68,56, Н—11,46. Гидроксильное число: найд.: 10,60; выч.: 10,75; $MR_{\text{найд.}}$ —45,49, $MR_{\text{выч.}}$ —45,28.

Выводы

1. Изучена реакция взаимодействия алициклических спиртов с окисью этилена, инициированная перекисью третичного бутила и показано, что она протекает по радикальному механизму.
2. Найден оптимальный режим, позволяющий синтезировать циклогексоксиэтанола с выходом в порядке 90—95% от теории.

Литература

1. Никитин Г. И., Лефор Д., Воробьев В. Д. Изв. АН СССР, серия хим., № 7, 1966.
2. Никитин Г. И., Воробьев В. Д. Изв. АН СССР, серия хим., № 5, 1962.
3. Глуховцев В. Г., Никитин Г. И., Спектор С. С., Захарова С. В. Изв. АН СССР, серия хим., № 7, 1968.
4. Фрейдлин Л. Х.

С. Б. Зеиналов

АЛИТСИКЛИК СПИРТЛЭРЛЭ ЕТИЛЕН ОКСИДИ АРАСЫНДА КЕДЭН СЭРБЭСТ РАДИКАЛ РЕАКЦИЈА ҺАГГЫНДА

Мәгаләдә алитсиклик спиртләрлә етилен оксиди арасында кедән сәрбәст радикал
реаксија һаггында бәһс олуишудур.

Тсиклоһексоксиетанолларын синтезинин оптимал шәранти өрәнилишиш, вә онла-
рын максимал чыхымларла (90—95%) алынмасы әлдә едилмишидир. Мүәҗҗән едилмиш-
дир ки, алитсиклик спиртләрлә оксетилен арасында реаксија үчлү бутил пероксиди-
нин иштиракы илә сәрбәст радикал механизми әсасында кедир.

S. B. Zeinalov

ON THE FREE-RADICAL REACTION OF ALICYCLIC ALCOHOLS WITH OXIDANE

The reaction of alicyclic alcohols with ethylene oxide initiated by di-tert-butyl
peroxide has been studied.

The reaction has been shown to proceed by radical mechanism.

The optimum performance found allows to synthesize cyclohexaoxyethanols with
90--95% yields.

УДК 661.183.123.549.7

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. И. БАГИРОВ, А. Н. НУРИЕВ, С. М. РУСТАМОВ, З. А. ДЖАББАРОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОБМЕНА ИОНОВ $B_4O_7^{2-} \rightleftharpoons OH^-$ НА АНИОНИТЕ ЭДЭ—10 П

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. Б. Шахтахтинским)

С целью разработки оптимальных условий ионообменного извле-
чения тетраборат ($B_4O_7^{2-}$)-ионов из минеральных вод [1—3] была ис-
следована кинетика обмена ионов $B_4O_7^{2-} \rightleftharpoons OH^-$ на анионите ЭДЭ—10 л
в зависимости от концентрации раствора, зернения анионита и темпе-
ратуры среды.

Опыты проводились в статических условиях на анионите ЭДЭ—10 л
в ОН-форме. Навески анионита по 1 г. (абс. сух. вес) помеща-
лись в колбочки с притертыми пробками и заливались 100 мл рас-
твором $Na_2 B_4 O_7 \cdot 10 H_2 O$ разной концентрации (от 0,001 до 0,1N). В
опыте было исследовано также влияние на кинетику обмена среднего
диаметра частиц анионита (от 0,4 до 1,0 мм) и температуры среды
(от 10 до 60°C). Содержимое в колбах непрерывно перемешивалось.
По истечении заданного времени контакта раствор отделялся от анио-
нита и определялась в нем концентрация $B_2 O_3$ [4]. В расчетах была
использована концентрация, пересчитанная на $B_4 O_7^{2-}$ ион.

Адсорбированное количество $B_4 O_7^{2-}$ иона было рассчитано по
формуле

$$S = \frac{V C_0}{g} \left(1 - \frac{C}{C_0} \right), \quad (1)$$

где V —объем раствора, мл; C_0 —исходная концентрация раствора,
 $\frac{мг-экв}{мл}$; C —испытуемая концентрация раствора, $\frac{мг-экв}{мл}$; g —на-
веска анионита, г/абс. сух. ОН-форма. На рис. 1 и 2 приведены гра-
фики зависимости $S=f(\tau)$ для двух значений исходной концентрации
раствора.

Из опытных данных сперва были определены значения $F = \frac{S_\tau}{S_{рав.}}$,
а далее величины эффективного коэффициента диффузии по форму-
ле [5],

$$D_{эфф.} = \frac{B t r^2}{\pi^2 \tau}, \quad (2)$$

где r —радиус частиц анионита, см; τ —время контакта раствора с
анионитом, сек. Величину Bt , соответствующую опытным значениям
величины F , определяли по таблицам Бойда и сотрудников [5]. В

Таблица 1
 $t=20^{\circ}\text{C}$
 $r=0,03125 \text{ см}$

Влияние концентрации раствора на кинетику обмена в системе $\text{BaO}_7^{2-} \rightleftharpoons \text{OH}^-$

Co, N	0,001				0,01				0,05				0,1			
	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{D \cdot 10^{-8}}{\text{С.М}^2} \cdot \frac{\text{Сек}}{\text{Сек}}$	$\frac{S_c}{F = S_{\text{рав}}}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{D \cdot 10^{-8}}{\text{С.М}^2} \cdot \frac{\text{Сек}}{\text{Сек}}$	$\frac{S_c}{F = S_{\text{рав}}}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{D \cdot 10^{-8}}{\text{С.М}^2} \cdot \frac{\text{Сек}}{\text{Сек}}$	$\frac{S_c}{F = S_{\text{рав}}}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{D \cdot 10^{-8}}{\text{С.М}^2} \cdot \frac{\text{Сек}}{\text{Сек}}$	$\frac{S_c}{F = S_{\text{рав}}}$
30	0,0049	0,0116	8,56	0,143	0,0251	0,0959	0,218	0,338	0,1254	0,959	0,076	0,2113	0,2976	0,158	10,27	
120	0,0048	0,0174	4,500	0,214	0,0234	0,1975	0,432	4,82	0,1224	0,3897	0,297	0,2344	0,6953	0,368	12,64	
300	0,0047	0,0222	3,03	0,285	0,0227	0,2364	0,517	5,53	0,1149	0,7185	0,539	0,2327	0,7955	0,422	6,67	
900	0,0042	0,0523	6,44	0,543	0,0219	0,2815	0,623	5,93	0,1120	0,8775	0,668	0,2293	0,929	0,526	3,86	
1800	0,0041	0,0639	6,75	0,766	0,0204	0,3722	0,814	6,50	0,1095	1,0221	0,778	0,2207	1,1938	0,790	5,89	
3600	0,0039	0,0697	3,99	0,857	0,0197	0,4105	0,898	5,04	0,1066	1,1904	0,907	0,2156	1,7881	0,948	6,80	
4200	0,0038	0,0755	5,19	0,929	0,0193	0,4377	0,958	6,36	0,1045	1,3129	1	0,2139	1,8871	1		
4800	0,0037	0,0813		1	0,0189	0,4570	1		0,1045	1,3129	1	0,2139	1,8871	1		
5400	0,0037	0,0813		1	0,0189	0,4570	1		0,1045	1,3129	1	0,2139	1,8871	1		
Сред.			5,20				5,37				59,7				7,68	

Таблица 2

Влияние зерна аннонита на кинетику обмена в системе $\text{BaO}_7^{2-} \rightleftharpoons \text{OH}^-$

$t=20^{\circ}\text{C}$
 $C_0=0,05N$

r	0,02075 см				0,03125 см				0,04375 см				0,05 см			
	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{D \cdot 10^{-8}}{\text{С.М}^2} \cdot \frac{\text{Сек}}{\text{Сек}}$	$\frac{S_c}{F = S_{\text{рав}}}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{D \cdot 10^{-8}}{\text{С.М}^2} \cdot \frac{\text{Сек}}{\text{Сек}}$	$\frac{S_c}{F = S_{\text{рав}}}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{D \cdot 10^{-8}}{\text{С.М}^2} \cdot \frac{\text{Сек}}{\text{Сек}}$	$\frac{S_c}{F = S_{\text{рав}}}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{\text{Св.О}_7^{2-}}{\text{Мг-экв}} \cdot \frac{\text{М.Л.}}{2}$	$\frac{D \cdot 10^{-8}}{\text{С.М}^2} \cdot \frac{\text{Сек}}{\text{Сек}}$	$\frac{S_c}{F = S_{\text{рав}}}$
30	0,1229	0,2226	0,180	0,075	0,1254	0,0985	2,61	0,075	0,1254	0,0935	0,078	0,1254	0,955	0,085	6,60	
120	0,1187	0,4859	0,361	0,296	0,1204	0,3874	8,08	0,296	0,1228	0,1911	0,152	0,1238	0,1911	0,164	7,15	
300	0,1154	0,6770	0,502	0,540	0,1149	0,7057	12,35	0,540	0,1204	0,874	0,307	0,1201	0,4050	0,349	8,87	
900	0,1120	0,8733	0,648	0,668	0,1120	0,8733	7,11	0,668	0,1170	0,5844	0,464	0,1170	0,5844	0,503	6,68	
1800	0,1087	1,0614	0,790	0,779	0,1095	1,0181	5,62	0,779	0,1104	0,9659	0,766	0,1104	0,659	0,831	18,05	
3600	0,1038	1,3475	0,1	0,907	0,1066	1,1857	5,29	0,907	0,1070	1,1622	0,922	0,1087	1,0644	0,916	14,47	
4200	0,1038	1,3475	1	1	0,1045	1,3070		1	0,1062	1,2085	0,958	0,1078	1,1159	0,960	16,67	
4800	0,1038	1,3475	1	1	0,1045	1,3070		1	0,1053	1,2607	1	0,1074	1,1391	0,980	18,51	
5400	0,1038	1,3475	1	1	0,1045	1,3070		1	0,1053	1,207	1	0,1070	1,1622	1		
6000	0,1038	1,3475	1	1	0,1045	1,3070		1	0,1053	1,267	1	0,1070	1,1622	1		
Сред.			4,22				6,84				8,13				12,09	

Таблица 3
Влияние температуры среды на кинетику обмена в системе $V_4O_7^{2-} \rightleftharpoons OH^-$

$C_0 = 0,01N$
 $r = 0,03125 \text{ см}$

$t, ^\circ C$	10°C			20°C			40°C			60°C		
	$C_{V_4O_7^{2-}}, \frac{M}{L}$	$S_{V_4O_7^{2-}}, \frac{M^2}{\text{сек}}$	$F = \frac{S}{S_{рав}}$	$C_{V_4O_7^{2-}}, \frac{M}{L}$	$S_{V_4O_7^{2-}}, \frac{M^2}{\text{сек}}$	$F = \frac{S}{S_{рав}}$	$C_{V_4O_7^{2-}}, \frac{M}{L}$	$S_{V_4O_7^{2-}}, \frac{M^2}{\text{сек}}$	$F = \frac{S}{S_{рав}}$	$C_{V_4O_7^{2-}}, \frac{M}{L}$	$S_{V_4O_7^{2-}}, \frac{M^2}{\text{сек}}$	$F = \frac{S}{S_{рав}}$
300	0,0257	0,1783	0,593	0,0227	0,2364	0,5173	0,024	0,238	0,559	0,0237	0,1783	0,779
900	0,0224	0,2538	0,559	0,0219	0,2845	0,623	0,0226	0,336	0,59	0,0229	0,2287	1
1800	0,0216	0,2595	0,619	0,0204	0,3722	0,814	0,0211	0,3285	0,929	0,0229	0,2287	1
3600	0,027	0,3535	0,779	0,0197	0,4105	0,898	0,0207	0,3535	1	0,0229	0,2287	1
5400	0,0198	0,4041	0,890	0,0189	0,4570	1	0,0207	0,3535	1	0,0229	0,2287	1
7200	0,0190	0,4541	1	0,0189	0,4570	1	0,0207	0,335	1	0,0229	0,2287	1
9000	0,019	0,4541	1	0,0189	0,4570	1	0,0207	0,3535	1	0,0229	0,2287	1
$S_{рав}$			4,13			5,75			13,19			33,69

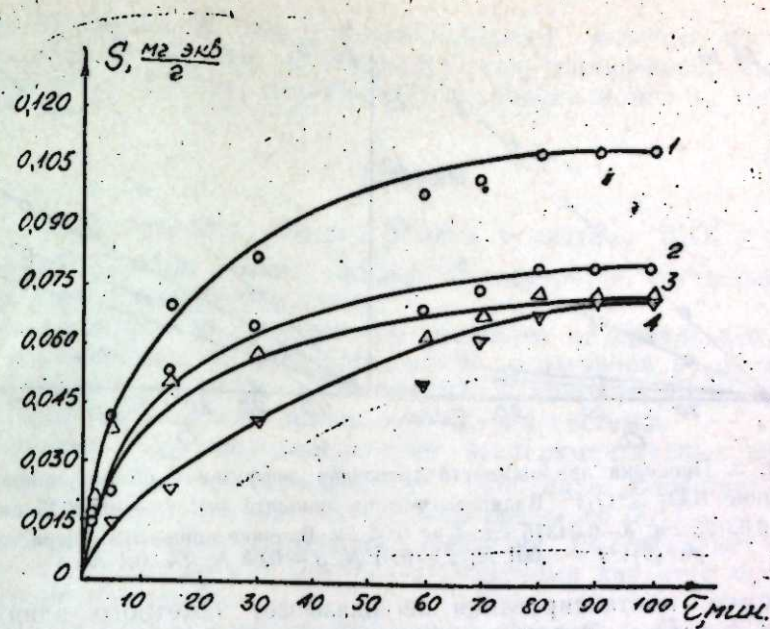
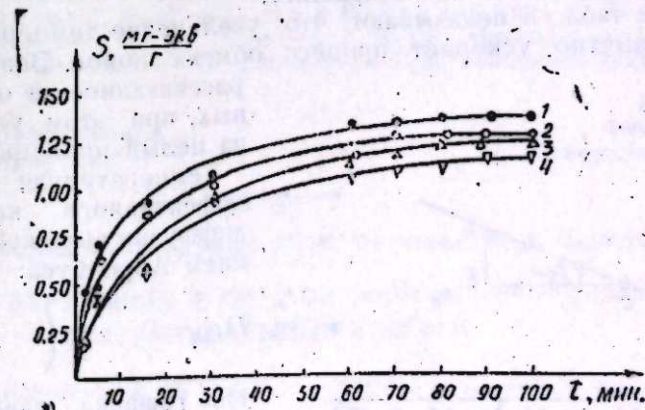
Рис. 1. Влияние зернения анодита ЭДЭ=10п на кинетику сорбции $V_4O_7^{2-}$ ионов при $C_0 = 0,001N$: 1 — 0,02075 см; 2 — 0,03125 см; 3 — 0,04375 см; 4 — 0,05 см.

табл. 1—3 обобщены результаты экспериментальных и расчетных данных.

Прямые линии, выходящие из начала координат в графиках зависимости Bt от τ (рис. 3), характеризуют удовлетворительную приложимость уравнения (2) к данному процессу.

Ход кривых на рис. 1, 2 и возрастание значений F (табл. 1—3) с увеличением времени контактирования фаз показывает, что ионный обмен в системе $V_4O_7^{2-} \rightleftharpoons OH^-$ не мгновенный процесс, а имеет диффузионный характер.

В данной работе кинетика процесса обмена была характеризована значениями величин F и $D_{эфф}$. Из данных табл. 1 видно, что увеличение в широком интервале концентраций тетраборат-ионов в раство-

Рис. 2. Влияние зернения анодита ЭДЭ=10п на кинетику сорбции $V_4O_7^{2-}$ ионов при $C_0 = 0,05N$: 1 — 0,02075 см; 2 — 0,03125 см; 3 — 0,04375 см; 4 — 0,05 см.

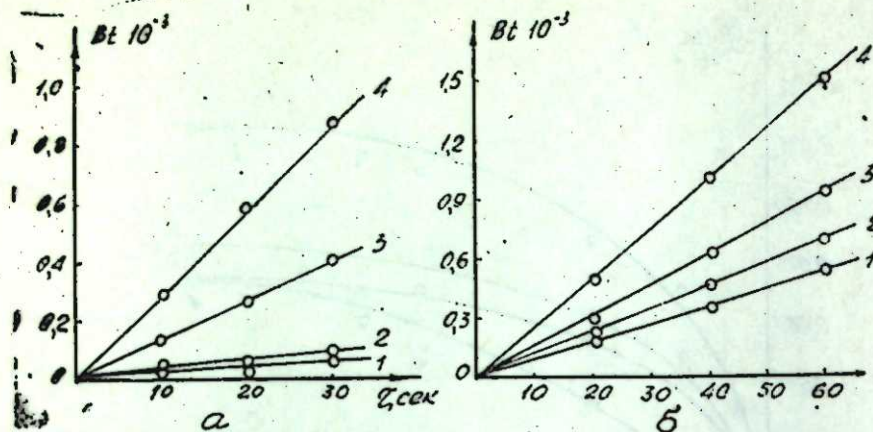


Рис. 3. Проверка приложимости уравнения диффузии к обмену ионов в системе $\text{V}_4\text{O}_7^{2-} \rightleftharpoons \text{OH}^-$. Влияние зернения анионита (а): 1 — 0,02075 см; 2 — 0,03125 см; 3 — 0,04375 см; 4 — 0,05 см. Влияние концентрации раствора (б): 1 — 0,001 N; 2 — 0,01 N; 3 — 0,05 N; 4 — 0,1 N.

ре и времени контактирования не оказывает заметного влияния на значения F и $D_{\text{эфф}}$. Это доказывает внутридиффузионный характер кинетики обмена в данном случае, при котором, как известно, скорость обмена мало зависит от концентрации раствора [6, 7].

При изучении влияния зернения анионита на кинетику обмена установлено, что с увеличением среднего радиуса частиц анионита значение F незначительно падает, однако, вопреки литературным данным, $D_{\text{эфф}}$ заметно возрастает (см. табл. 2). Аналогичные результаты по ионному обмену на катионитах получены в работе [8]. Авторы работы [8] этот факт объясняют тем, что в формуле (2) радиус частиц ионита стоит в числителе в квадрате, поэтому с увеличением зернения ионита растет значение $D_{\text{эфф}}$. Возрастание значений $D_{\text{эфф}}$ в конце обмена с увеличением среднего радиуса частиц анионита можно объяснить следующим образом.

Из [9—11] известно, что величина $D_{\text{эфф}}$ определяется скоростью диффузии иона микрокомпонента. По мере того, как концентрация иона гидроксила снижается до микроконцентрации, $D_{\text{эфф}}$ приближается к коэффициенту диффузии иона гидроксила внутри ионита и поэтому $D_{\text{эфф}}$ в конце обмена возрастает.

Данные табл. 3 показывают, что увеличение температуры среды обмена ионов. Значение $D_{\text{эфф}}$, рассчитанное из опытных данных, при этом увеличивается на целый порядок.

Температурная зависимость эффективного коэффициента диффузии выражается уравнением Аррениуса:

$$D_{\text{эфф}} = D_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad (3)$$

Из графика зависимости $\ln D_{\text{эфф}}$ от $\frac{1}{T}$ (рис. 4) была определена величина энергии

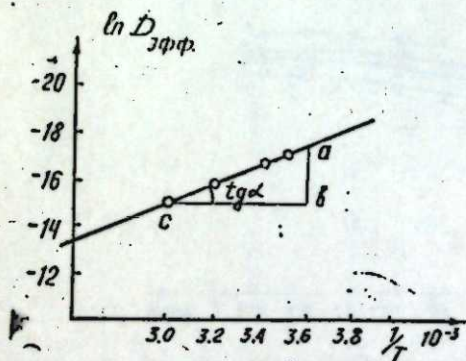


Рис. 4. Температурная зависимость логарифма эффективного коэффициента диффузии.

активации диффузии E для данного процесса, которая составила ~ 7950 кал/моль. (4). Это подтверждает внутридиффузионный характер процесса обмена тетраборат-и гидроксил ионов на анионите ЭДЭ—10л.

Выводы

1. Изучена кинетика ионного обмена в системе $\text{V}_4\text{O}_7^{2-} \rightleftharpoons \text{OH}^-$ на анионите ЭДЭ—10л в зависимости от концентрации раствора, зернения анионита, температуры среды.
2. Установлено, что увеличение в широком интервале (от 0,001 до 0,1 N) концентрации тетраборат-ионов в растворе не оказывает заметного влияния на скорость обмена, что доказывает внутридиффузионный характер кинетики обмена для данной системы.
3. Значение $D_{\text{эфф}}$, определенное на экспериментальных данных, для исследуемой системы составляет 10^{-8} см²/сек и возрастает на целый порядок при увеличении температуры среды до 60° С.
4. Величина энергии активации диффузии E составляет ~ 7950 кал/моль, что подтверждает внутридиффузионный характер процесса обмена в данной системе.
5. Незначительное влияние увеличения среднего диаметра частиц анионита на степень и скорость обмена в системе $\text{V}_4\text{O}_7^{2-} \rightleftharpoons \text{OH}^-$ указывает на целесообразность использования ЭДЭ—10л в OH^- -форме в широком интервале зернения для извлечения тетраборат-ионов из минеральных вод.

Литература

1. Нуриев А. Н., Джаббарова З. А., Халилзаде В. Х. в сб. Исследования в области неорганической и физической химии. Изд-во „Элм“, Баку, 1974.
2. Багиров А. И. Тез. докл. III республиканск. науч. конф. молодых ученых-химиков, стр. 20, Баку, 1975.
3. Джаббарова З. А., Багиров А. И., Нуриев А. Н., Салаева З. Ю. Исследования в области переработки минеральных ресурсов Азербайджана. Изд-во „Элм“, Баку, 1977.
4. Методическое руководство по определению микрокомпонентов в природных водах при поисках рудных месторождений. Госгеолтехиздат, 1961.
5. Бойд Г. Е., Майерс Р. И., Адамсон А. В. Сб. Хроматографический метод разделения ионов. ИЛ, 1949.
6. Reichelberg D. J. Amer. Chem. Soc., 75, 3, 1953.
7. Tetenbaum V. M., Gregor N. P. J. Phys. Chem., 58, 12, 1954.
8. Саидхмедов У. А., Джалилов А. К., Вулх А. И., Ризаев Н. У., Убайдуллаев Ш. З. ЖПХ, 1975, 48, №11, 2419—2423.
9. Helfferich F. Angew. Chem., 8, 22, 1956.
10. Чернева Е. П., Некрасов В. В., Тушицкий Н. Н. Ж. физ. хим., 30, 10, 1956.
11. Чашина О. В., Катаев Г. А. Сб. „Иониты и ионный обмен“, Изд-во „Наука“, М., 1966, стр. 93.
12. Антипина Т. В. Химическая кинетика. Изд-во МГУ, 1953, стр. 15.

Институт неорганической и физической химии

Поступило 4.X 1977

Э. И. Багиров, Э. Н. Нуриев, С. М. Рустамов, З. Э. Чаббарова

ЕДЕ—10 п ГЭТРАНЫНДА $\text{V}_4\text{O}_7^{2-} \rightleftharpoons \text{OH}^-$ ИОНЛАРЫНЫН ДЭЈИШМЭ КИНЕТИКАСЫНЫН ТЭДГИГИ

ЕДЕ—10 п гэтрагында $\text{V}_4\text{O}_7^{2-} \rightleftharpoons \text{OH}^-$ системн үзрэ нондэјишмэ кинетикасы өјрэнлишидир.

Мүэјјэн едилмишидир ки, дэјишмэ кинетикасы дахили диффузијага анд олуб ($D_{\text{эфф}} = 10^{-8}$ см²/сан), активлэшмэ енержиси $E = 7950$ кал/мол-дур. Гэтрагыни дэнэвэрлији дэјишмэ сүр'этинэ вэ дэрэчэсинэ чох аз тэ'сир кэстэрир.

A. I. Bagirov, A. N. Nuriyev, S. M. Rustamov, Z. A. Jabbarova

INVESTIGATION OF KINETICS OF $B_4O_7^{2-} \rightleftharpoons OH^-$ EXCHANGE ON
EDE-10p ANION EXCHANGER

The kinetics of $B_4O_7^{2-} \rightleftharpoons OH^-$ exchange on EDE-10p anion exchanger has been studied. It was determined that the rate or the uptake of anions is limited by diffusion into the resin bead.

It was shown that the extent and the rate of the exchange does not depend very much on character of the particles of the resin.

АЗЭРБАЙЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIV ЧИЛД

№ 4

1978

УДК (551. 782)

ГЕОЛОГИЯ

Л. Д. МАМЕДОВА

ПАЛЕОЦЕН-ЭОЦЕНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ РАЗРЕЗА
СС. ТОРАДЫ—АСХАРАКЕРАН ЮЖНОГО ТАЛЫША

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР

А. А. Ализаде)

Палеогеновые отложения в южном Талыше пользуются широким распространением и представлены толщей пород от палеоцена до миоцена. Изучением этих отложений занимались многие исследователи. Мы не будем останавливаться на первых кратких упоминаниях о геологическом строении Талыша и сообщениях о разрозненных случайных наблюдениях А. Ф. Шталя (1907), Ф. Ф. Освальда (1915), В. В. Богачева (1916, 1926, 1927, 1930), А. Везирзаде (1928) и др. Более обстоятельные геологические исследования в Талыше начали проводиться с 1930 г. Первая попытка расчленения палеогеновых отложений сделана П. П. Авдусиным [1], который выделил четыре свиты, обозначенные им латинскими буквами—*a*, *b*, *c*, *d*, причем каждой дал ясную литологическую характеристику. Однако выделенные им свиты палеонтологически почти не были обоснованы. Детальным изучением стратиграфии, тектоники, вулканизма и палеогеографии Талыша Азербайджанская нефтяная экспедиция начала заниматься с 1946—1948 гг. Материалы, собранные ею, нашли свое отражение в статьях и работах В. П. Ренгартена [9], В. Г. Морозовой [8], Ш. Ф. Мехтиева и А. С. Байрамова [5], В. Е. Ханна и Ш. Ф. Мехтиева (1949), Ш. Ф. Мехтиева (1942), К. А. Ализаде (1951), К. А. Ализаде и Д. М. Халилова [4], К. А. Ализаде, Д. М. Халилова и В. П. Побединой (1947), Д. М. Халилова [10], К. М. Султанова (1947, 1949), А. Г. Алиева и Н. К. Бескиной (1948), М. А. Багманова (1957, 1959) и др.

Стратиграфическое расчленение палеогена в Лерикском районе Талыша на основании моллюсковой фауны и микрофауны впервые дано К. А. Ализаде, Д. М. Халиловым [4]. Однако палеонтологически охарактеризованных палеоценовых отложений ими не обнаружено. В 1949 г. В. П. Ренгартен и В. Г. Морозова выделили в самых низах астаринской свиты пачку пород палеоценового возраста. Кроме того, ими для литологически охарактеризованных свит, ранее выделенных Авдусиным, были даны названия по местностям наиболее типичного развития. Последовательность свит такая: астаринская, космолянская, неслинская, пештарская, аркеванская и др. Однако огромная толща отложений астаринской свиты не была палеонтологически охарактеризована. В связи с этим наша работа преследовала цель изучить отложения астаринской свиты по разрезам у сс. Торады, Гамушан, Келемби, Риадулла, Асхаракеран и дать палеонтологическое обоснование самой древней свите палеогена.

Изучение микрофауны палеогеновых отложений у сс. Торады—Асхаракеран показало наличие очень скудных микрофаунистических комплексов, причем раковины имеют плохую сохранность, а потому по-

лученные данные не могли бы быть использованы для анализа развития этой фауны. Однако на основании обнаруженных фораминифер и радиолярий удалось впервые выделить и обосновать верхнепалеоценовый и нижнеэоценовый возраст вмещающих их отложений.

Разрез сс. Торады—Асхаракеран

Палеогеновые отложения наблюдаются к с-з от с. Торады по левому берегу Вешарючая.

Верхний палеоцен. Литологически верхний палеоцен представлен темными, черными, зеленовато-серыми мергелями, редкими пропластками коричневатых мергелей, зелеными плотными более светлыми алевролитами. В верхней части обнажения имеется пласт мелкозернистого, зеленовато-серого известняка (20 см). Встречаются также алевро-туффиты зеленые, очень твердые, несколько окремненные; аргиллиты оливково-серые, коричневатые с прослоями слоистых туффитов и микроконгломератов, в которых изобилуют кусочки зеленых алевро-туффитов.

Мощность этих отложений около 150 м. Описываемые отложения содержат обеденную фауну фораминифер, но в определенных слоях оказалось обильное скопление радиолярий *Cenodiscus*, *Cenosphaera*.

Среди обнаруженных фораминифер отметим следующие: *Globigerina trina* Chal., *G. quadriloculinoides* Chal., *G. varianta* Subb., *G. papa* Chal., *G. legitima* Chalil., *Globorotalia angulata* (Whit.), *G. aequa* Cushman et Renz., *G. elongata* (Glaess.), *Protonina complanata* (Fran.), *Acarinina acarinata* Subb., *Hastigerinella voluta* (White), *Ammodiscus incertus* (d'Orb.), *Heterohelix* aff. *crinita* (Glaess.).

Нижний эоцен. При переходе от слоев верхнего палеоцена к нижнему эоцену фиксируется пласт микроконгломератов (25 см), который, видимо, связан с изменением береговой линии бассейна. Далее породы представлены слоистыми туфопесчаниками, плотными, серыми, коричневатыми мергелями. Встречаются также алевролиты серые, зеленовато-серые, местами коричневые с раковистым изломом, пласт серого, мелкозернистого известняка (10 см) и аргиллиты, темно-серые с прослоями туфоконгломератов. Местами осадочная толща, сложенная мергелями, алевритами находится между туфопесчаниками и туфами.

Мощность нижнего эоцена достигает 335 м. Здесь обнаружены следующие виды фораминифер: *Globorotalia subbotinae* Mогоz., *G. aragonensis* Nutt., *G. aequa* Cushman et Renz., *Globigerina triloculinoides* Plum., *G. plicata* Chal., *Acarinina pentamerata* (Subb.), *A. acarinata* Subb., *Nuttaloides trumpu* (Nutt.) и др., а также встречены *Nummulites* и шаровидные, дисковидные радиолярии из родов *Cenosphaera*, *Cenodiscus*.

Литература

1. Авдусин П. П. К геологии Талыша. „Изв. азерб. ин-та“. Баку, вып. 4, 11, 1932.
2. Ализаде А. А. Палеогеновые отложения Азербайджана. Азнефтенздат, 1947.
3. Ализаде К. А. Стратиграфия палеогеновых отложений Талыша по фауне моллюсков. Изд-во АН СССР. М., 1958.
4. Ализаде К. А., Халилов Д. М. „ДАН Азерб. ССР“, т. 4, № 2, 1948.
5. Мехтиеv Ш. Ф., Байрамов А. С. Геология и нефтеносность Ленкоранской области. Баку, 1953.
6. Мехтиеv Ш. Ф., Султанов К. М. Неоген Талыша. Изд-во АН СССР. М., 1958.
7. Морозова В. Г. Стратиграфия палеогеновых и нижнеэоценовых отложений Центрального и Южного Талыша. Сб. „Советская геология“, № 36, 1949.
8. Ренгартен В. П. Новые данные по геологии Талыша (Азерб. ССР). Сб. „Советская геология“, № 36, 1949.
9. Ренгартен В. П. Геологическое строение Талыша. Изд-во АН СССР. М., 1958.
10. Халилов Д. М. Стратиграфия третичных отложений Талыша по микрофауне. Изд-во АН СССР. М., 1958.

Институт геологии

Поступило 28. IX. 1977

Л. Ч. Маммадова

ЧЭНУБИ ТАЛЫШДА ТОРАДЫ—АСХАРАКЕРАН КЭНДЛЭРИ ЭТРАФЫНДА ПАЛЕОСЕН-ЕОСЕН ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИН КЭСИЛИШИ

Мәгаләдә ән гәдим палеоцен ләј дәстәси палеонтологик нөгтеји-нәзәрдән характеризә едилмишдир.

Палеоцен чөкүнтүләриндәки микрофаунаың дәгиг өјрәнилмәси Торады-Асхаракеран кәндләри әтрафында микрофауна комплексләринин ајрылмасына имкан јаратмышдыр.

Раст кәлимиш хырда фораминиферләрә вә шүалыларә әсасланараг Үст Палеоцен вә Алт Еоцен чөкүнтүләри әсаслы шәкилдә ајрылмышдыр.

L. D. Mamedova

PALEOCENE-EOCENE DEPOSITS OF TORADY-ASKHARAKERAN VILLAGES IN THE SOUTH TALYSH

Paleogene deposits in the South Talysh enjoy on a large scale and are represented by the rock strata from Paleocene to Miocene. But, thick series of Astara suite deposits was not described paleontologically.

Paleontological basis of the ancient Paleogene suite is given in this article.

As a result of studying of microfauna of Paleogene deposits in Torady—Askharakeran villages was succeeded in determining microfaunistic complexes.

Deposits of Upper Paleocene and Lower Eocene are distinguished and based on the grounds of discovered and fine foraminifera and radiolarians.

Э. С. СУЛЕЙМАНОВ, А. А. МАГРИБИ, Б. Н. ЭФЕНДИЕВ Б В. МУСТАФАЗАДЕ

К ТРЕЩИННОЙ ТЕКТОНИКЕ ДАГКЕСАМАНСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. Н. Мамедовым)

Дагкесаманское полиметаллическое месторождение расположено в пределах Казахского прогиба Сомхито-Агдамской складчатой зоны Малого Кавказа. Прогиб представляет собой поперечный синклиниорий, наложенный на юрский субстрат и отделяет кулисообразно расположенные Аллахвердский и Шамхорский антиклинории. Синклиниорий в плане имеет U-образную форму и простирается в северо-восточном направлении. Он впервые выделен Л. Н. Леонтьевым [2], позже описан В. Е. Ханиным [3], Р. Н. Абдуллаевым [1], Э. Ш. Шихалибейли [4] и др.

В образовании этого прогиба важную роль сыграли многочисленные разрывные нарушения близмеридионального простирания. Наиболее крупными из них являются Индживан-Дашсалахлинский, Мусакей-Татлынский и Агдан-Ривазлинский разломы. К последнему приурочено Дагкесаманское полиметаллическое месторождение, расположенное в пределах одноименной антиклинали, имеющей ассиметричное строение и заложеное в верхнемеловой период. Эта антиклинальная складка является основной рудоконтролирующей структурой, предопределившей размещение разрывных нарушений, игравших важную роль в локализации оруденения.

Оруденения данного месторождения относятся к жильному и прожилково-вкрапленному типам с широко развитыми зонами гидротермально-измененных пород, характеризующимися значительной сульфидной минерализацией.

Нередко рудные жилы сопровождаются маломощными оперяющими жилами (небольшой протяженности) и прожилками. Последние располагаются по обоям зальбандам основных жил. Оперяющие жилы и прожилки отходят от главных жил под острыми углами (20—25°) или же образуют параллельную систему (зоны 2, 4, 5 и 11).

Нередко мощность рудоносных зон и жил меняется по простиранию с частыми пережимами и раздувами. Большинство полиметаллических зон и жил обладает близвертикальным (75—80°) падением, лишь некоторые из них относительно пологие (50—60°).

Рудные тела в большинстве случаев ограничены с обеих сторон тектоническими плоскостями. Главное рудное тело месторождения приурочено к зоне интенсивно гидротермально-измененных пород, разбитых мелкой трещиноватостью. Учитывая важность изучения трещинной тектоники месторождения, нами был произведен массовый замер элементов залегания более 3000 трещин, на основании статистической обработки составлены круговые диаграммы трещиноватости, отражающие основной план трещинной структуры месторождения в целом. При массовых замерах трещиноватости особое внимание было уделено, главным образом, морфологическим особенностям трещин.

При изучении трещинных структур в тесной связи с рудогенезом названного месторождения установлен ряд закономерностей размещения рудного вещества на основе последних, в свою очередь выработаны некоторые поисковые критерии, которые можно использовать при дальнейших поисковых работах на других участках Дагкесаманского рудного поля.

Детальное изучение трещинной структуры рудных тел показывает, что трещины весьма разнообразны по своей генетической природе. Главную роль при этом играют тектонические разрывы. Особенностью, отличающей их от разрывов других генетических типов, является закономерность пространственной ориентировки трещин рудных тел, которая обычно тесно связана с направлением тектонических трещин вмещающих пород.

Рассматриваемые разрывы представлены крутопадающими трещинами северо-восточного и северо-западного простирания, которые дают тесные диаграммы ориентировки трещин очень характерного вида. Рис. 1 составлен по замерам трещин северо-восточного фланга Дагкесаманского месторождения. Как видно из рисунка, на фоне всей трещиноватости данного участка выделяются один максимум отражающий трещиноватость, ориентированную, в основном, в близмеридиональном (СВ) направлении с крутыми углами падения на северо-запад (рис. 1).

Сравнительно пологозалегающие трещины, соответствующие трещинам отрыва самостоятельных максимумов не дают, а сливаются с полем максимума.

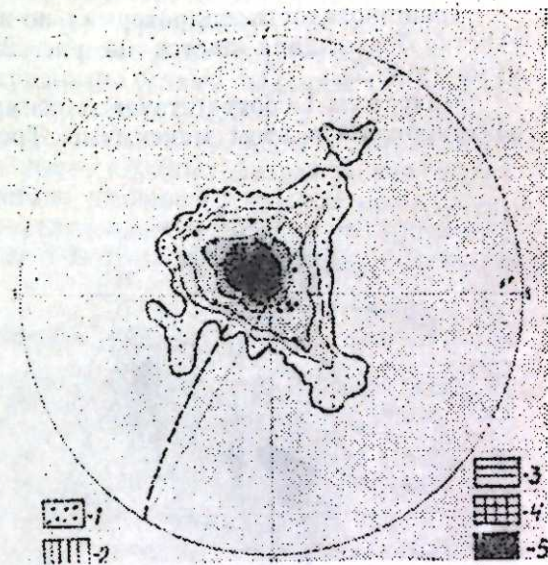


Рис. 1. Ориентировка трещин в гидротермально измененных порфиритах 50 замеров. О — полюса рудопроявляющих трещин 1 — 1 — 2; 2 — 2 — 6; 3 — 6 — 10; 4 — 10 — 16; 5 — >16%.

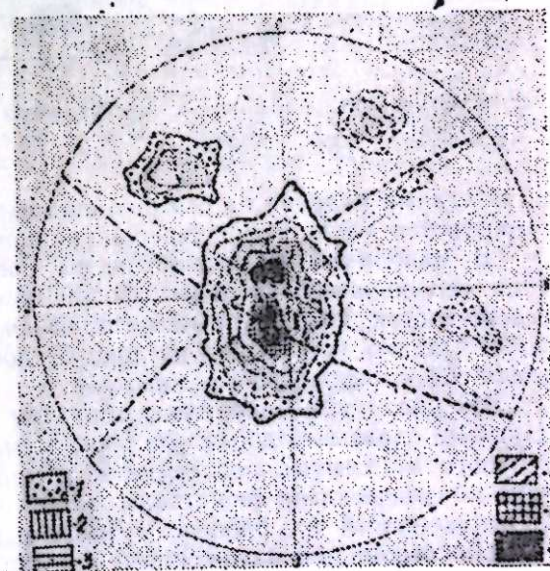


Рис. 2. Ориентировка трещин в гидротермально измененных порфиритах. 100 замеров: 1 — 1 — 2; 2 — 2 — 4; 3 — 4 — 10; 4 — 10 — 12; 5 — 12 — 15; 6 — >15%.

Рудовмещающие трещины на данной диаграмме отражены в поле максимума. Большинство полюсов рудовмещающих трещин приурочено к северо-западному и юго-восточному квадратам и ориентированы в северо-восточном направлении, в основном с крутыми углами падения.

Трещиноватость гидротермально-измененных пород, размытых на участке Гызылдара дается на рис. 2. Здесь выделяются два максимума (рис. 2).

Максимум I соответствует максимуму I на рис. 1 и трещины сконцентрированы в этом максимуме. Трещины максимума II ориентированы в северо-западном направлении с крутыми углами падения на юго-запад. Максимум I и II отражают трещины двух различных систем — I дорудного, II послерудного возраста.

Трещиноватость альбитофириров и андезитодацитов, занимающих значительное место в строении Дагкесаманского месторождения, отражается на рис. 3.

Максимум I как здесь, так и на предыдущих диаграммах, образует концентрированное поле, где залегают трещины близмеридионального простирания с северо-восточным направлением и крутыми углами падения.

Трещины отрыва преимущественно северо-восточного простирания со средними углами падения на северо-запад охвачены полем максимума I, что выражается изолиниями северо-западном квадрате круга рис. 3.

Рис. 3. Ориентировка трещин в альбитофирах, 100 замеров: 1 — 2 — 5; 2 — 5 — 10; 3 — 10 — 15; 4 — >15%

В максимуме II сосредоточены послерудные трещины сколового типа северо-западной ориентировки со средними углами падения на северо-восток. Послерудные трещины на рис. 2 образуют обособленное поле. Однако как видно из рис. 3, послерудные трещины образуют здесь самостоятельный максимум.

На рис. 1 и 2 максимумы образуют единое поле, выраженное изолиниями, охватывающими оба максимума. Проявление здесь самостоятельного максимума послерудных трещин может быть объяснено физико-механическими свойствами альбитофириров, в частности, степенью подверженности их процессам размывания и трещинообразования.

На основании изложенного статистического анализа трещиноватости вмещающих пород Дагкесаманского месторождения можно сделать следующие основные выводы.

Выводы

1. В пределах месторождения выделены две резко выраженные системы трещин, образующие четкие максимумы на фоне всей трещи-

новатости: а) дорудные (рудоносные) сколовые трещинные системы, простирающиеся в северо-восточном направлении (20—60) с крутыми углами падения на юго-восток и северо-запад, отличающиеся четкостью, протяженностью, выполненной кварцевыми, кварц-полиметаллическими жилами, прожилками или перетертым материалом и нередко сопровождаются интенсивным гидротермальным метаморфизмом вмещающих пород б) послерудные (молодые) северо-западного направления сколовые трещины со средними углами падения. Они нередко смещают зоны гидротермально-измененных пород и рудные жилы.

2. Менее четко на рисунках выделяются трещины отрыва, являющиеся оперяющими элементами более крупных разрывов как дорудных, так и послерудных. Присутствие разновозрастных и разнохарактерных трещинных систем и унаследованных структур свидетельствует об интенсивности дорудной и послерудной тектоники Дагкесаманского месторождения.

Литература

1. Абдуллаев Р. Н. Мезозойский вулканизм северо-восточной части Малого Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР, 1963.
2. Леонтиев Л. Н. «Бюлл. Моск. об-ва исп. природы, отд. геол.», т. XXIV, ч. 4, 1949.
3. Хани В. Е. Труды кон. по попр. рег. геологии Закавказья. Изд-во АН Азерб. ССР, 1952.
4. Шихалибеил и Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР, т. I, 1964.

Институт геологии

Поступило 29.XI 1977

Е. С. Сүлейманов, Э. А. Магриби, Б. Н. Эфендиев, Б. Н. Мустафазадэ

ДАГКЭСЭМЭН ПОЛИМЕТАЛ ЈАТАҒЫНЫН ЧАТ ТЕКТОНИКАСЫНА ДАИР

Дагкесаман јатагынын чат структурунун филизмәләкәлмә илә бирликдә өјрәшилмәсинин ахтарыш ишләринин дүзкүн јөнәлдилмәсиндә бөјүк әһәмијјәти вардыр. Тәдқиғатлар кәстәрмишдир ки, һәмин јатағда чат структуру мұхтәлиф нөвлү вә мәншәлидир. Бурада тектоник гирылмалар бөјүк рол ојнајыр. Филиз күтләләринин мөкәмчә истигамәтләринин чатлары әтраф сұхурларын тектоник чатларынын истигамәтинә ујғун кәлир.

E. S. Suleimanov, A. A. Magribi, B. N. Efendiev, B. V. Mustafazade

AT THE CRACK TECTONIC OF DAGKESAMAN POLYMETALLIC DEPOSITS

The detail investigation of crack structure of ore deposits shows that the cracks are quite different by their genetic origin. Tectonic ruptures plays the leading part. Peculiarity distinguishing them from the ruptures of other genetic types is the regularity of space orientation of the cracks of ore bodies which is often connected with the direction of tectonic cracks of containing rocks.

УДК 553.06.553. 43/44 (479. 24)

ГЕОЛОГИЯ

Д. Д. МАЗАНОВ

ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА*(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. Д. Султановым)*

Исследования последних лет в пределах южного склона Большого Кавказа показывают, что изучение минералогии и геохимии колчеданно-полиметаллических месторождений, их структуры и геологического строения должно непременно сопровождаться детальными фаціальными палеогеографическими и геохимическими, а также стадийными анализами регионально-метаморфизованных толщ юры.

Колчеданные руды, залегающие в юрских сланцах, встречаются в виде вторичных выполнений разрывных нарушений, проходящих в сводовой части складок и падающих согласно напластованию отложений. Такая формулировка рудных залежей южного склона Большого Кавказа была предложена сторонниками гидротермальной гипотезы. При этом они понимают рудные залежи чисто гидротермальными, т. е., как случайное сонахождение колчеданных руд и глинистых сланцев, а не как генетическую их связь в силу образования в общих литолого-геохимических условиях. Поэтому исследования представителей гидротермальной гипотезы ограничиваются чисто эмпирическим выделением и описанием рудных тел без их фаціально-генетического анализа. Пока не предложено ни сколько-нибудь ясных поисковых критериев для обнаружения новых рудных залежей в юрских сланцах южного склона Большого Кавказа. Для этого необходимы, в первую очередь, фаціально-генетический подход к изучению рудных залежей и вмещающих пород и разработка ясного представления механизма возникновения колчеданно-полиметаллических руд как естественной части осадочного породообразования. К сожалению, многие наши рудогенетики вообще игнорируют фаціальный анализ.

Проблема генезиса колчеданных и цветных полиметаллических руд в юрских сланцах Большого Кавказа в настоящее время приобретает чрезвычайно важное значение в связи со значительным объемом геолого-разведочных работ в этой области. Решение этих вопросов во многом зависит от того, насколько правильно определена природа и происхождение оруденения.

Колчеданно-полиметаллические руды в юрских сланцах Большого Кавказа считались гидротермально-метасоматическими и длительное время назывались так лишь по традиции и благодаря одностороннему подходу к вопросам генезиса рассматриваемых месторождений с позиции господствующей эндогенной концепции.

Теперь уже на большом фактическом материале доказана приуроченность оруденения к определенным стратиграфическим уровням, а также пострудный характер всех тектонических деформаций, связь кварцевых жил с вкрапленностью рудных минералов с более поздними

фазами дислокации и минерализации, чем линзовидно-пластообразные полосчатые колчеданно-полиметаллические руды, отсутствие связи рудки, свидетельствующие о несомненной принадлежности рассматриваемого оруденения к типу осадочных сульфидных месторождений, формирование которых происходит путем седиментации рудного вещества, внесенного в геосинклинальный бассейн как в результате размыва древнейших месторождений Центрального Кавказа, так и подводными вулканогенными потоками.

Дальнейшие перспективы и практические аспекты развития важнейших исследований, проводимых на южном склоне Большого Кавказа должны быть связаны с задачей литологии и геохимии осадочных пород и руд, т. е. необходимо исследовать содержание главных элементов как в центральных частях рудных залежей, так и по периферии, указывая возможные пути правильного решения проблемы происхождения этих руд и выявления региональных и локальных факторов контроля оруденения для дальнейшего направления прогнозной оценки колчеданно-полиметаллических руд стратифицированного типа для рудного района, каковым является южный склон Большого Кавказа. Такой подход к вопросам генезиса оруденения, несомненно, расширяет перспективы южного склона Большого Кавказа и вместе с тем будет содействовать преодолению устаревших представлений на генетическую природу изучавшихся рудопроявлений, не соответствующих современному уровню учения об осадочных породах и рудах.

Следует подчеркнуть, что в решении регионального координационного совещания в г. Тбилиси (17—18 января 1977 г.) о задачах геологической науки по расширению ресурсов минерального сырья Кавказа предусмотрено развитие структурно-фаціального и формационного исследования разновозрастных потенциальных рудоносных вулканогенно-осадочных и терригенных толщ Кавказа с целью составления специализированных прогнозных карт и исходя из новых тектонических представлений оценить перспективность приводораздельной зоны Главного Кавказского хребта с точки зрения возможности формирования в ее пределах промышленного колчеданного оруденения. В этой связи нам представляется два пути поисков колчеданных руд на южном склоне Большого Кавказа.

Первый — прослеживание тех рудных горизонтов, которые известны в пределах Белокано-Закатальской рудоносной зоны (Мазымчай-Белоканчайская, Катехчай-Талачайская, Карачай-Кишчайская группы сближенных месторождений и проявлений), но необходимы также работы и в других, более восточных районах, которые тяготеют к северо-западному продолжению Самуро-Ахтычайской рудоносной зоны горного Дагестана (Аттачайское, Цейхурское, Курдулское и др.).

Второй путь — поиски медно-колчеданных и полиметаллических руд филизчайского типа, который известен у Борчи, Хиов, Кызыл-Дере, Маза, Куруш и связан с алевроито-глинисто-сланцевыми нижнеюрскими отложениями и выявить, как они переходят в Азербайджан и как там распространяются.

С целью решения поставленных задач мы настоятельно ставим вопрос о генетической связи полосчатых колчеданно-полиметаллических руд с осадконакоплением флишоподных толщ юры Большого Кавказа.

В пределах Белокано-Закатальского района разведочными работами вскрыты промышленные объекты (Филизчай, Катех, Кацдаг),

расположенные в толще нижней юры. Вместе с тем рудоносность остальной территории южного склона Большого Кавказа и некоторых участков Белокано-Закатальского района (Тенеросс, Цылтакчай, Чедер и др.) еще недостаточно изучена и результаты разведки неудовлетворительны, хотя основной объем поисково-разведочных работ был сконцентрирован в бассейнах рек Карабчай, Цылтыкчай, а в последнее время в Тенероссе, Чедере и др. В районе Чедерского рудопроявления бурение было проведено в небольшом объеме.

Недостаточная изученность рудоносности южного склона Большого Кавказа объясняется различным подходом к генезису оруденения, слабой геологической и геофизической изученностью глубинного строения южного склона Большого Кавказа, расплывчатостью объяснений геохимических и геофизических аномалий (магнитометрия, гравиметрия и электроразведка), недоучетом фактора глубинности, вызывающих аномалии объектов и влиянием на последних перекрывающих отложений и минералогического состава предполагаемых рудных тел.

Внимательное изучение металлогенетических особенностей южного склона Большого Кавказа, его рудных месторождений, анализ гипсометрического положения рудных тел Белокано-Закатальского района, проводимые Д. Д. Мазановым (1973), показывает, что на данном этапе колчеданно-полиметаллические руды сосредоточены в скрытых рудных телах Филлизчайского, Катехского, Кацдагского месторождений. Во всех перечисленных месторождениях сульфидные руды оказываются приуроченными к верхнесидеритовой свите нижней юры. Таким образом, так называемые «структурные условия локализации» исследованной области фактически отражают гипсометрические уровни самой рудоносной верхнесидеритовой свиты, в пределах которой сульфидные руды находятся внутри ниже- и среднеюрской формации, залегающей среди песчано-глинистых отложений верхнесидеритовой свиты, составляя третий элемент маккоритма (флишондная, конкреционная, песчано-сланцевая рудоносная и существенно глинистая), т. е. налицо стратиграфический контроль оруденения. Все это позволяет поставить площадные фацциально-геохимические поиски вообще там, где выступает верхнесидеритовая свита, независимо от разрывной тектоники.

Итак необходимость расширения минерально-сырьевой базы южного склона Большого Кавказа настоятельно требует:

1. Постановки специальных работ для определения эффективных (региональных и локальных) поисковых критериев и факторов контроля наиболее усиленного оруденения.

2. Проведения геохимических опробований и для других рудоносных участков южного склона Большого Кавказа, почти неизучившихся с литолого-геохимической точки зрения.

3. Постановки специальных тематических работ по обобщению комплекса геолого-геофизических исследований для оценки геохимических (литохимических, гидрохимических) и геофизических (магнитометрических, гравиметрических и электрометрических) аномалий и выявления их природы.

4. Продолжения поисково-разведочных работ в пределах Филлизчайского, Катехского и Кацдагского месторождений, а также других перспективных рудопроявлений.

5. Вовлечения в оценку уже выявленных новых геофизических (магнитных и гравиметрических) аномалий, которые могут привести к открытию новых колчеданно-полиметаллических месторождений Филлизчайского типа. Принимая во внимание, что промышленные (Филлизчайское, Катехское, Кацдагское) месторождения и лежащие непо-

далеку другие рудопроявления приурочены к одной и той же верхнесидеритовой свите нижнеюрских песчано-глинистых отложений и расположены в интервале абсолютных отметок 600—3 100 м и разведаны примерно на глубину 200 м, а также факт сосредоточения балансовых руд известных промышленных объектов в скрытых рудных телах, надо полагать, что и в пределах других перспективных участков промышленные колчеданно-полиметаллические руды, видимо, находятся в сходных геологических условиях.

Для ускорения геолого-поисковых и геолого-разведочных работ и улучшения их качества мы считаем также необходимым принять на ближайший период следующие направления работ по вмещающим породам рудных залежей южного склона и многих других мелких рудопроявлений:

I. Структурно-фацциальное районирование всей территории южного склона Большого Кавказа.

II. Широкое применение литолого-фацциальных и литолого-геохимических методов как основы прогнозирования залежей колчеданно-полиметаллических руд, для чего необходимо:

а) опробование аалена (все разновидности пород) и конкреций всех типов, включая пластовую вкрапленность сульфидов;

б) усиление геохимических исследований по корреляции $S_{\text{сульф.}}$ — $S_{\text{орг.}} - CO_{2\text{карб.}}$

Учитывая, что геологи, занимающиеся изучением рудных залежей южного склона, сумели литолого-геохимические вопросы при решении генетических особенностей указанных объектов даже не затронуть, и это, конечно, никак нормальным признать нельзя, необходимо заново составить «кларки» Cu, Pb, Zn, Ni, As и других элементов для отложений аалена юго-восточной части Большого Кавказа, внутри которого локализованы Филлизчай, Катех, Кызыл-Дере (Дагестан) и еще целая гамма мелких рудопроявлений.

Следует пробы при усреднении сгруппировать следующим образом:

- 1) «ксенолиты» аргиллитов и алевролитов внутри руд;
- 2) аргиллиты и алевролиты в эндоконтактах рудных тел;
- 3) аргиллиты и алевролиты в экзоконтактах — однородные, с рудными прожилками (прожилки, аргиллиты между ними), с сидеритовыми конкрециями (конкреции, «цементирующие» аргиллиты); с пиритовыми конкрециями (конкреции, «цементирующие», аргиллиты);
- 4) аргиллиты и алевролиты на расстоянии 2,5, 10, 50, 1000 м от рудных тел вкрест простиранья.

Институт геологии

Поступило 30.XI 1977

Ч. Ч. Мазанов

БӨҮК ГАҒҒАЗЫН ЧӘНУБ ЈАМАЧЛАРЫНДА КЕОЛОЖИ ТӘДГИГАТЛАРЫН ИСТИГАМӘТИ ВӘ ПЕРСПЕКТИВЛӘРИ

Магаләдә Бөјүк Гағғазын чәнуб јамачларындакы филиз јатағларынын вә онларын сүхурларынын кеоложи характеристикасы, колчедан-палиметал јатағларынын әмәләкәлмә проблемни, мәһсулдар интерваллар вә онларын перспективни шәрһ едилір.

D. D. Mazanov

PERSPECTIVES AND TRENDS OF GEOLOGICAL INVESTIGATIONS
ON THE SOUTHERN SLOPE OF GREAT CAUCASUS

The short characteristic of geological study of ore-bearing rocks and rocks of Great Caucasus southern slope and also the problem of genesis of pyrite-polymetallic rocks deposits, the width of productive interval and intervals of elevation marks, which are perspective due to industrial rocks, are examined in the article.

Specific trends of the work upon the ore-bearing rocks of investigated region are given.

АЗЭРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МЭ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIV ЧИЛД

№ 4

1978

УДК 553.982.

ГОРНОЕ ДЕЛО

Б. Ш. АЛИЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТУРОВ НЕФТЕНОСНОСТИ
ГОРИЗОНТОВ IV cde и ПК верхи ПТ БАЛАХАНЫ-САБУНЧИ-
РАМАНИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК
ВАЖНОГО ФАКТОРА В СВЯЗИ С ЕГО ПОДЗЕМНОЙ
РАЗРАБОТКОЙ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. Н. Мамедовым)

Накопленный опыт за длительный период разработки нефтяных месторождений как за рубежом, так и в нашей стране, показывает, что, несмотря на значительное усовершенствование техники и технологии разработки залежей существующими методами добывается только небольшая часть запасов нефти, а другая часть, исчисляемая в громадных количествах, остается в недрах земли в качестве потерь. В настоящее время, в связи с высоким уровнем развития горно-технической науки шахтная разработка нефтяных месторождений (особенно «истощенных» нефтяных месторождений) признается одним из наиболее эффективных способов разработки нефтяных залежей [1].

Этот метод гарантирует наибольший отбор нефти из пласта. Одним из важнейших преимуществ шахтного способа разработки нефтяных месторождений является возможность создания значительной поверхности истечения нефти, при которой облегчаются условия дренирования.

В связи с возможностью применения методов открытой и подземной разработки на Апшеронском полуострове и в первую очередь на Балаханы—Сабунчи—Раманинском нефтяном месторождении нами на базе существующего большого фактического геолого-промыслового материала проанализированы все основные факторы, влияющие на выбор рациональной системы разработки этого нефтяного месторождения. В данной статье рассматриваются контуры нефтеносности горизонтов ПТ Балаханы—Сабунчи—Раманинского нефтяного месторождения. Подробное изучение этого вопроса имеет большое значение при разработке залежей нефти как первичным (скважинами, пробуренными с поверхности земли), так и рудничным способом. Только после детального анализа контуров нефтеносности горизонтов можно дать обоснованную рекомендацию в отношении эффективности площадок под шахтную разработку, определить размеры шахтного поля, перспективы ее развития, эффективность и безопасность выполняемых работ, а также правильно решать целый ряд других вопросов, связанных с технологией шахтной разработки нефтяных месторождений [2].

Необходимо отметить, что в отличие от существующих методов эксплуатации нефтяных месторождений (скважинами, пробуренными с поверхности земли) при открытой и подземной разработках их (особенно «истощенных» залежей нефти, кроме текущих контуров нефтеносности следует еще обратить особое внимание на расположение начальных контуров нефтеносности. Площадь, расположенная между текущей и начальной контурами нефтеносности является такой нефтенос-

D. D. Mazanov

PERSPECTIVES AND TRENDS OF GEOLOGICAL INVESTIGATIONS
ON THE SOUTHERN SLOPE OF GREAT CAUCASUS

The short characteristic of geological study of ore-bearing rocks and rocks of Great Caucasus southern slope and also the problem of genesis of pyrite-polymetallic rocks deposits, the width of productive interval and intervals of elevation marks, which are perspective due to industrial rocks, are examined in the article.

Specific trends of the work upon the ore-bearing rocks of investigated region are given.

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МЭ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIV ЧИЛД

№ 4

1978

УДК 553.982.

ГОРНОЕ ДЕЛО

Б. Ш. АЛИЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТУРОВ НЕФТЕНОСНОСТИ
ГОРИЗОНТОВ IV cde и ПК верхи ПТ БАЛАХАНЫ-САБУНЧИ-
РАМАНИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК
ВАЖНОГО ФАКТОРА В СВЯЗИ С ЕГО ПОДЗЕМНОЙ
РАЗРАБОТКОЙ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. Н. Мамедовым)

Накопленный опыт за длительный период разработки нефтяных месторождений как за рубежом, так и в нашей стране, показывает, что, несмотря на значительное усовершенствование техники и технологии разработки залежей существующими методами добывается только небольшая часть запасов нефти, а другая часть, исчисляемая в громадных количествах, остается в недрах земли в качестве потерь. В настоящее время, в связи с высоким уровнем развития горно-технической науки шахтная разработка нефтяных месторождений (особенно «истощенных» нефтяных месторождений) признается одним из наиболее эффективных способов разработки нефтяных залежей [1].

Этот метод гарантирует наибольший отбор нефти из пласта. Одним из важнейших преимуществ шахтного способа разработки нефтяных месторождений является возможность создания значительной поверхности истечения нефти, при которой облегчаются условия дренирования.

В связи с возможностью применения методов открытой и подземной разработки на Апшеронском полуострове и в первую очередь на Балаханы—Сабунчи—Раманинском нефтяном месторождении нами на базе существующего большого фактического геолого-промыслового материала проанализированы все основные факторы, влияющие на выбор рациональной системы разработки этого нефтяного месторождения. В данной статье рассматриваются контуры нефтеносности горизонтов ПТ Балаханы—Сабунчи—Раманинского нефтяного месторождения. Подробное изучение этого вопроса имеет большое значение при разработке залежей нефти как первичным (скважинами, пробуренными с поверхности земли), так и рудничным способом. Только после детального анализа контуров нефтеносности горизонтов можно дать обоснованную рекомендацию в отношении эффективности площадок под шахтную разработку, определить размеры шахтного поля, перспективы ее развития, эффективность и безопасность выполняемых работ, а также правильно решать целый ряд других вопросов, связанных с технологией шахтной разработки нефтяных месторождений [2].

Необходимо отметить, что в отличие от существующих методов эксплуатации нефтяных месторождений (скважинами, пробуренными с поверхности земли) при открытой и подземной разработках их (особенно «истощенных» залежей нефти, кроме текущих контуров нефтеносности следует еще обратить особое внимание на расположение начальных контуров нефтеносности. Площадь, расположенная между текущей и начальной контурами нефтеносности является такой нефтенос-

ной площадью, где остаточную нефть можно получить только методами открытой и подземной разработки. Если еще учесть, что в начальный период разработки на Балаханы—Сабунчи—Раманнинской площади эксплуатация велась бессистемно, то с уверенностью можно отметить, что здесь сохранилось значительное количество общего запаса нефти, что является резервом для шахтной разработки этой зоны [3].

Анализ существующего большого геолого-промыслового материала в отношении контуров нефтеносности показал, что несмотря на длительный период разработки залежей рассматриваемого нефтяного месторождения из 20 нефтеносных объектов, которые на сегодняшний день находятся в разработке в 15 из них текущие контуры по сравнению

Горизонт	Начальный контур нефтеносности, га	Текущий контур нефтеносности, га	Изменение контура нефтеносности, га	Примечание
C+C-Д	190	308	+118	Расширение по СВ крылу
I+Ia	200	394	+194	
II	1130	1140	+10	
III	1030	1125	+95	Расширение по южному крылу
IV+IVав	1279	1267	-12	
IV cde	1385	1476	+91	Расширение по ЮВ и СВ крылу
V	1290	1312	+22	
p-V+VI	1025	1043	+18	Расширение на восток вдоль нарушения
VII	300	270	-30	
VIII	260	252	+52	Расширение на восток вдоль нарушения
IX	205	150	-55	
X	85	130	+45	Расширение на юг и восток
„Перерыв“	50	43	-7	
НКГ	270	281	+11	Расширение по площади Кошанаур
НКП	469	438	-31	
ИКС	712	790	+78	Расширение по площади Кошанаур и Раманы
ПКСв	608	864	+256	
ПКСн	739	1097	+358	
ПКв	915	947	+32	
ПКн	225	465	+240	

с начальными (1950) увеличились (таблица 1), тогда как длительная эксплуатация должна была повлечь за собой резкое уменьшение контуров нефтеносности. Следует отметить, что увеличение нефтенасыщенной площади горизонтов продуктивной толщи, представленной в таблице, прежде всего объясняется тем, что при подсчете запасов нефти (1950) для горизонтов верхнего отдела основным критерием нефтеносности определялось 7 ом, а для горизонтов нижнего отдела ПТ—10—12 ом. Однако в последнее время данные опробования показали, что в скважинах с омическим сопротивлением 2—3 ом получен положительный результат, как, например: по III горизонту скв. № 2616 (2 ом); 997 (2—3 ом); 2448 (2 ом), по IV+IV ав горизонту скв. № 3027 (1—2 ом); 2802 (2 ом); 2294 (2,5—3 ом); по IV cde — скв.

№ 3289 (3 ом), 3302 (3,5 ом), 3216 (4—5 ом); по V — 3244, 3134, 3232; НКП — 2122, 2999; I—КС—2600, 1968, 2600; ПК в — 2690, 3243 и т. д. В связи с этими и с целью более рациональной доразработки нефтяных горизонтов способами подземной разработки, возникла необходимость уточнить месторасположение начального контура нефтеносности на основе вновь составленных структурных карт. Изучив существующий геологический материал по НГДУ «Лениннефть», согласно которому подсчитаны запасы нефти, а также рассмотрев огромное количество электрокаротажных диаграмм скважин, расположенных за «начальным» контуром нефтеносности, из которых получена нефть, проанализировав фактические критерии омических сопротивлений, определяющих нефтенасыщенность, карты эффективных мощностей, суммарных отборов нефти обводнения, состояние текущей разработки и т. д., уточнено расположение начальных контуров нефтеносности двух горизонтов (по которым нами составлена новая структурная карта): ПК_{верхн} и IV cde (рис. 1 и 2).

Как видно из рисунков, увеличение начального контура нефтеносности по свите ПК_{верхн} в основном происходит по южному крылу складки и по площади Кошанаур — 368 га, а по горизонту IV cde увеличение нефтенасыщенной площади наблюдается по направлению восточного погружения оси складки. Следует отметить, что после уточне-

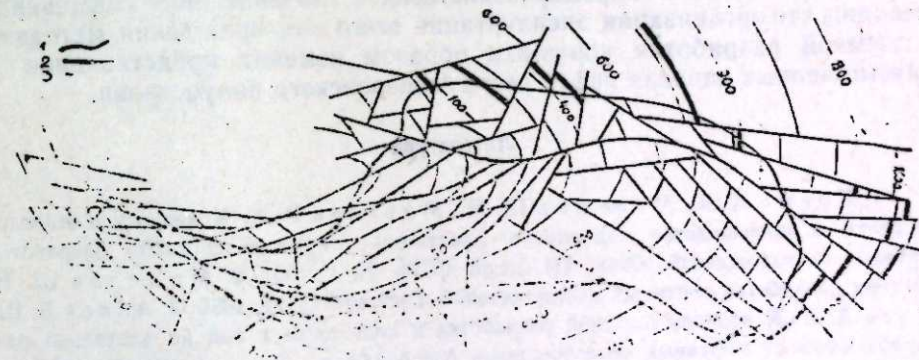


Рис. 1. 1 — начальный контур нефтеносности на 1951 г. 2 — начальный контур нефтеносности на 1971 г. 3 — тектонические нарушения

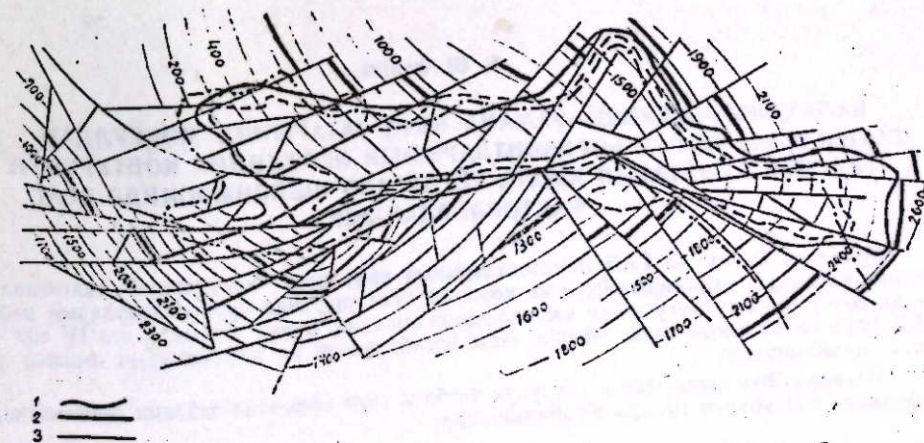


Рис. 2.

ния тектонического строения Балаханы—Сабунчи—Раманинского нефтяного месторождения в свете новых данных с выявлением большого количества дополнительных тектонических нарушений образовались многочисленные самостоятельные блоки и поля, в которых нетрудно определить закономерное распределение нефти, газа и воды. Уточнение места распределения контуров нефтеносности в этих самостоятельных блоках не только изменило площадь нефтеносности в сторону увеличения, но и окончательно отвергло существующее мнение «висячих» залежей рассматриваемого нефтяного месторождения.

Установлено, что после уточнения месторасположения начального контура нефтеносности нефтенасыщения площадь горизонта ПК^{верх} увеличилась на 655 га, а IV cde на 525 га.

В данном случае нами уточнено месторасположение контуров нефтеносности только двух горизонтов продуктивной толщи. Если аналогичную работу произвести и по всем остальным горизонтам, по которым в таблице имеется изменение контуров нефтеносности, то, безусловно, остаточный запас нефти по месторождению в целом значительно возрастает. Это прежде всего подтверждает целесообразность применения методов открытой и подземной разработок на Балаханы—Сабунчи—Раманинском нефтяном месторождении. А применение подземных способов разработки нефтяных месторождений на данном этапе имеет исключительно важное народнохозяйственное значение, ибо совершенно очевидно, что организация эксплуатации этого месторождения методами подземной разработки коренным образом изменит представление о промышленных запасах нефти всего Апшеронского полуострова.

Литература

1. Кремс А. Я., Мамедов Ш. Н., Мирзоев Р. Х. К вопросу о широком внедрении в производстве подъемного (шахтного) открытого способов разработки нефтяных месторождений. «Изв. АН Азерб. ССР», № 1; 1961.
2. Мамедов Ш. Н. Шахтная разработка нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, 1956.
3. Алиев Б. Ш., Алиев А. К. К вопросу шахтной разработки и подготовка к ней на длительно разрабатываемых нефтяных месторождений Азербайджана. Труды АЗНИПИ; 1972.

Институт геологии

Поступило 31. I 1977

Б. Ш. Әлиев

БАЛАХАНЫ—САБУНЧУ—РАМАНА НЕФТ ЈАТАҒЫНДА МӘЪСУЛДАР ГАТЫН IV cde ВӘ ГАД ҺОРИЗОНТЛАРЫНЫН НЕФТЛИЛИК КОНТУРУНУН ТӘДГИГИ БУ ЈАТАҒЫН ШАХТА ҮСУЛУ ИЛӘ ИШЛӘНМӘСИНДӘ ӘСАС ФАКТОРЛАРДАНДЫР

Мәғаләдә IV cde вә ГАД горизонтларыны нефтлилик контурунун тәдгигиндә алынған нәтиҗәләр верилмишдир. Јени кеоложи әсас үзәриндә бу горизонтлары нефтлилик контурунун тутдуғу мөвгә дәгигләшдирилмишдир. Бунун әсасында исе IV cde вә ГАД горизонтларыны галыг еһтијатлары һесаблиныш вә нефтчыхарма әмсалы дәгигләшдирилмишдир.

Мәғаләдә һәмчинини шахта үсүлунун тәтбиги үчүн еффектив сәһәнини сечилмәсиндә нефтлилик контурунун тәсирини өјрәнилмишдир.

B. Sh. Aliev

INVESTIGATION OF OIL POOL OUTLINE OF 4 CDE AND UNDER KYRMANY HIGHS HORIZONS OF PRODUCTIVE STRATA OF BALAKHANY— —SABUNCHY—ROMANY OIL FIELD, AS AN IMPORTANT FACTOR IN CONNECTION WITH ITS UNDERGROUND EXPLOITATION

Results of analyses of oil pool outline of 1 cde and Under Kyrmany high horizons are elucidated in the article.

Location of oil pool outline of these horizons is distinguished on the new tectonic base. In connection with this residual reserves amount and oil extract coefficient on these two horizons is determined separately.

Concrete influence of oil pool outline for the determination of the area under pit exploitation and selection of rational system of mine exploitation is ascertained.

ния тектонического строения Балаханы—Сабунчи—Раманинского нефтяного месторождения в свете новых данных с выявлением большого количества дополнительных тектонических нарушений образовались многочисленные самостоятельные блоки и поля, в которых нетрудно определить закономерное распределение нефти, газа и воды. Уточнение места распределения контуров нефтеносности в этих самостоятельных блоках не только изменило площадь нефтеносности в сторону увеличения, но и окончательно отвергло существующее мнение «висячих» залежей рассматриваемого нефтяного месторождения.

Установлено, что после уточнения месторасположения начального контура нефтеносности нефтенасыщения площадь горизонта ПК^{верх} увеличилась на 655 га, а IV cde на 525 га.

В данном случае нами уточнено месторасположение контуров нефтеносности только двух горизонтов продуктивной толщи. Если аналогичную работу произвести и по всем остальным горизонтам, по которым в таблице имеется изменение контуров нефтеносности, то, безусловно, остаточный запас нефти по месторождению в целом значительно возрастает. Это прежде всего подтверждает целесообразность применения методов открытой и подземной разработок на Балаханы—Сабунчи—Раманинском нефтяном месторождении. А применение подземных способов разработки нефтяных месторождений на данном этапе имеет исключительно важное народнохозяйственное значение, ибо совершенно очевидно, что организация эксплуатации этого месторождения методами подземной разработки коренным образом изменит представление о промышленных запасах нефти всего Апшеронского полуострова.

Литература

1. Кремс А. Я., Мамедов Ш. Н., Мирзоев Р. Х. К вопросу о широком внедрении в производстве подъемного (шахтного) открытого способов разработки нефтяных месторождений. «Изв. АН Азерб. ССР», № 1; 1961. 2. Мамедов Ш. Н. Шахтная разработка нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, 1956; 3. Алиев Б. Ш., Алиев А. К. К вопросу шахтной разработки и подготовка к ней на длительно разрабатываемых нефтяных месторождений Азербайджана. Труды АЗНИПИ; 1972.

Институт геологии

Поступило 31. I 1977

Б. Ш. Әлиев

БАЛАХАНЫ—САБУНЧУ—РАМАНА НЕФТ ЈАТАҒЫНДА МӘЪСУЛДАР ГАТЫН IV cde ВӘ ГАД ҺОРИЗОНТЛАРЫНЫН НЕФТЛИЛИК КОНТУРУНУН ТӘДГИГИ БУ ЈАТАҒЫН ШАХТА ҮСУЛУ ИЛӘ ИШЛӘНМӘСИНДӘ ӘСАС ФАКТОРЛАРДАНДЫР

Мәгаләдә IV cde вә ГАД горизонтларынын нефтлилик контурунун тәдгигиндән алынған нәтижәләр верилмишдир. Јени кеоложи әсас үзәриндә бу горизонтларын нефт-лилик контурунун тутдуғу мөвгә дәгигләшдирилмишдир. Бунун әсасында йсә IV cde вә ГАД горизонтларынын галыг еһтијатлары һесаблинмиш вә нефтчыхарма әмсалы дә-гигләшдирилмишдир.

Мәгаләдә һәмчинин шахта үсулуунун тәдбиги үчүн еффектив саһәнин сечилмәсиндә нефтлилик контурунун тәсири өјрәнилмишдир.

B. Sh. Aliev

INVESTIGATION OF OIL POOL OUTLINE OF 4 CDE AND UNDER KYRMANY HIGHS HORIZONS OF PRODUCTIVE STRATA OF BALAKHANY— —SABUNCHY—ROMANY OIL FIELD, AS AN IMPORTANT FACTOR IN CONNECTION WITH ITS UNDERGROUND EXPLOITATION

Results of analyses of oil pool outline of 1 cde and Under Kyrmany high horizons are elucidated in the article.

Location of oil pool outline of these horizons is distinguished on the new tectonic base. In connection with this residual reserves amount and oil extract coefficient on these two horizons is determined separately.

Concrete influence of oil pool outline for the determination of the area under pit exploitation and selection of rational system of mine exploitation is ascertained.

К. З. АЗИЗОВ, Г. Г. ГУСЕЙНОВ, А. А. МАМЕДОВ, А. П. АХМЕДОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПРЕСНЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДРЕНАЖА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ДРЕНИРОВАНИЯ

(Представлено академиком АН Азербайджанской
ССР В. Р. Волобуевым)

В результате многолетних исследований установлено, что при мелиорации засоленных почв обеспечивается снижение содержания не только в верхнем слое, но и в более глубоких слоях. Также установлено, что развитие опреснения вглубь почвенно-грунтовой толщи тесно связано с ходом опреснения верхних слоев. Однако опресняющая способность дренажа вглубь при различных междренних расстояниях и при сходных природно-хозяйственных условиях в настоящее время изучена недостаточно. Выяснение опресняющей способности дренажа вглубь чрезвычайно актуально и имеет большое теоретическое и практическое значение.

Исследования в этой области мелиорации сделаны В. Р. Волобуевым [4]. В результате обработки многочисленных опытных данных В. Р. Волобуев пришел к заключению, что изменение засоленности по толще промытых почвогрунтов подчиняется одной общей закономерности:

$$h = \mu \cdot \lg \left(\frac{C_h}{C_0} \right), \quad (1)$$

где h — глубина, для которой определяется остаточное содержание, м;
 C_h — остаточное содержание на глубине h , % от исходного;
 C_0 — остаточное содержание в слое 0—1 м, % от исходного;
 μ — параметр, зависящий от фильтрационной способности почвогрунтов и степени их дренированности.

В случае $\lg \left(\frac{C_h}{C_0} \right) = 1$, зависимость (1) будет иметь следующий вид:

$$h = \mu$$

Из (2) видно, что параметр μ отражает опресняемую глубину. Тогда его можно называть параметром, который характеризует опресняющую способность дренажа вглубь. Из (2) следует также, что при значительной степени рассоления почв параметр μ может быть принят в качестве показателя общей мощности почвогрунтов, охваченной рассолением (в метрах от поверхности земли).

Обобщая ранее найденные значения μ для различных условий промывки В. Р. Волобуев [5] приходит к следующему:

в тяжелых глинистых грунтах, где $k_f < 2$ м/сут, при наличии глубокого открытого дренажа глубиной 3—3,5 м — $\mu = 2 \div 4$;
в суглинистых и слонистых глинисто-суглинистых грунтах при том же дренаже — $\mu = 6 \div 8$;

в слонистых глинисто-суглинистых грунтах при вертикальном дренаже — $\mu = 10 \div 12$.

В. Р. Волобуев [4] и В. А. Ковда (1976), ссылаясь на опыт МОМСа (Муганская опытная мелиоративная станция) и других опытных дренажных участков отметили, что дренаж за длительный период (25—30 лет) рассоляет почвогрунты и грунтовые воды на 3—4-кратную глубину самой дрены. Рассоление засоленных почв при этом достигает полной стабильности и обеспечивается возможность получения высоких урожаев от сельскохозяйственных культур.

Как видно, в этих обобщениях величина междренних расстояний не упоминается.

Важно выяснить, влияют ли величины междренних расстояний на опреснение почвогрунтов вглубь? При каких междренних расстояниях опресняющая способность дренажа больше?

Для того, чтобы найти ответы на эти вопросы были использованы результаты наших исследований, а также и других авторов (Ш. Г. Таирова [9]; М. И. Веллева (1965); М. К. Абилова [1], Г. Г. Гасанова [6], Б. А. Алиева (1972), Я. В. Гахраманова [7] и др.) по изменению засоленности при промывке и по водно-солевому режиму почвогрунтов в эксплуатационный период, проведенных на территории Мугано-Сальянского массива.

Полученные средние данные по степям сведены в таблице, из которой видно, что значения параметра μ тесно связаны с междренними расстояниями; где узкое междренье, там значения μ меньше, а где широкое — больше. Так, при междренних расстояниях 100, 200, 300 и 400 м значение μ составляет, соответственно — 3,8 5,8 7,7 и 9,2 м — для Сальянской степи и 4,2 6,2; 8,0; и 9,3 м — для Северной Мугани.

При сравнении представленных данных в таблице (1) нетрудно заметить, что во всех различных интенсивности дренирования значения μ в Сальянской степи меньше, чем в Северной Мугани. Это объясняется тем, что почвы Сальянской степи по механическому составу тяжелее почв Северной Мугани.

Результаты обработки опытных данных позволили найти зависимость, описывающую связь между параметром μ и междренними расстояниями:

$$\mu = \frac{B^{0,6}}{4}, \quad (3)$$

где B — междреннее расстояние, м.

Увеличение рассоляющей способности дренажа с возрастанием междренних расстояний можно объяснить следующим образом. При узких междренних расстояниях поднявшийся уровень грунтовых вод под влиянием оросительных вод выполаживается в короткий срок (за 5—8 дней) и действующий напор в течение вегетационного периода очень незначителен и составляет 20—30 см (от уровня заложения дрены). Естественно, такой маленький напор не может влиять на водоносный горизонт с мощностью 15—20 м. Кроме этого, при узких междренних значительная часть инфильтрационной влаги поступает в дренаж непосредственно с боковым притоком. С возрастанием междренних расстояний скорость выполаживания постепенно замедляется, а действующий напор увеличивается и при широких междренях (400—600 м) за период вегетации составляет 100 см и более. Такой напор, как известно, может влиять на большую глубину водоносного горизонта. В связи с этим опресняющее влияние широких междреней больше (глубже).

Изменение значений параметра μ в зависимости от интенсивности дренирования

Междеревное расстояние, м	10)					20					30)					400				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Глубина, м																				
Для Сальнойской степи																				
Начальное солесодержание С, %	1,85	2,39	3,46	3,83	3,3)	1,85	2,38	2,97	3,29	3,12	1,21	1,78	2,43	2,56	3,37	1,17	1,36	1,69	2,12	2,6
Остаточное солесодержание С, %	0,12	0,26	0,74	1,82	1,81	0,31	0,44	0,75	1,19	1,64	0,31	0,31	0,48	0,54	1,01	0,42	0,65	0,85	0,84	1,6
% остаточного солесодержания от исходного, С, %	6,31	10,93	21,39	34,77	54,95	12,59	19,30	25,18	36,31	52,48	12,59	17,38	2,60	21,09	29,97	35,89	47,79	50,79	39,62	60,17
Ig С, %	0,80	1,04	1,33	1,51	1,74	1,10	1,28	1,40	1,56	1,72	1,10	1,21	1,31	1,32	1,47	1,5	1,68	1,70	1,69	1,78
μ , м	3,83					5,80					7,73					9,16				
Для Северной Мугань																				
Начальное солесодержание С, %	1,78	1,68	2,16	2,15	1,87	1,37	1,24	1,47	1,15	1,19	1,05	1,0	1,6)	1,86	2,06	0,85	1,45	1,62	1,81	1,93
Остаточное солесодержание С, %	0,20	0,33	0,60	1,10	1,6	0,5	0,32	0,48	0,44	0,72	0,09	0,13	0,32	0,36	0,52	0,10	0,26	0,34	0,59	0,61
% остаточного солесодержания от исходного С, %	11,18	19,9	27,89	51,23	89,13	18,16	26,30	33,13	38,26	60,26	8,32	9,35	13,80	19,73	25,12	11,76	17,93	20,98	21,55	31,62
Ig С, %	1,06	1,30	1,44	1,71	1,95	1,26	1,42	1,52	1,58	1,78	0,92	0,97	1,14	1,29	1,40	1,06	1,25	1,32	1,33	1,50
μ , м	4,20					6,20					8,00					9,30				

Все указанное убедительно подтверждает, что слишком загущенный дренаж, который обслуживает мелнируемые площади в эксплуатационный период может задерживать коренное глубокое рассоление почвогрунтов.

Литература

1. Абилов М. К., Рагимов М. К. Труды АЗНИИГиМА, т. VII, Баку, 1968.
2. Алиев Б. А. Труды АЗНИИГиМа, т. X, Баку, 1973.
3. Велиев М. И. Тез. докл. третьей научно-технич. конф. молодых научных работников и аспирантов по гидро-технике и мелнирации. Баку, 1967.
4. Волобуев В. Р. Количественные критерии оценки солевого режима орошаемых и мелнируемых земель. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1967.
5. Волобуев В. Р. Расчет промывки засоленных почв. Изд-во "Колос", М., 1975.
6. Гасанов Г. Я. Мат-лы V юбил. науч.-технич. конф., посвященной 50-летию Азерб. ССР и КП Азербайджана. Баку, 1970.
7. Гахраманов Я. В. Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук, № 4, 1973.
8. Конда В. А. Ардизация суши и борьба с засухой. Изд-во "Наука", 1977.
9. Таиров Ш. Г. "ДАН Азерб. ССР", т. XIII, № 3, 1967.

Г. З. Эзизов, Н. Н. Гусейнов, А. Э. Маммадов ва Э. П. Эһмәдов
 ДРЕНЛӘШМӘНИН ИНТЕНСИВЛИЈИНДӘН АСЫЛЫ ОЛАРАГ
 ДРЕНИН ДУЗСУЗЛАШДЫРМА ГАБИЛИЈӘТИНИН ТӘЈИНИ

Мәгаләдә мұхтәлиф дренарасы мәсафә вә ејни тәбии—тәсәррүфат шәраитиндә дренин дәринә дузсузлашдырма габилитјәти тәдгиг олунмушдур. Мә'лум олмушдур ки, араларындакы мәсафә охшар (300—400) олан дренин дәринә дузсузлашдырма габилитјәти, араларындакы мәсафә аз олан (100 ÷ 200 м) дренин хәлти бәјүклдур.

K. Z. Azizov, G. G. Guseinov, A. A. Mamedov, A. P. Akhmedov
 DETERMINATION FRESHEN ABILITY OF DRAINAGE IN DEPENDENCE
 FROM INTENSITY DRAIN

Study freshen ability of drainage in depth between with different drainage distance and identical-natural-economical condition.
 Clearing freshen ability of narrow between drainage distance (100—200 m) is smaller in depth than, with wide (300—400 m).

Ш. Г. ГАСАНОВ, С. Д. ЯКУБОВА

ВЛИЯНИЕ КАМЕНИСТОСТИ НА ВЕЛИЧИНУ БАЛЛА БОНИТЕТА ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. Д. Мустафеевым)

В нашей стране, особенно в горных районах СССР — на Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке, в Закавказье, Крыму, в Средней Азии и т. д. значительные площади сельскохозяйственных угодий в различной степени засорены камнями, наличие которых существенно влияет на плодородие почв и вызывает недоборы урожая, снижение производительности труда и повышение затрат на ремонт техники.

В нашей республике каменистые почвы занимают значительную территорию. Они в большинстве случаев встречаются в горной части, особенно в шлейфовой части гор — предгорной равнины, где распространены делювиально-пролювиальные и пролювиальные отложения. Эти почвы имеют большое распространение в конусах выноса, а также в старых руслах и древних подпойменных террасах рек.

По предварительным данным Министерства сельского хозяйства СССР земель, засоренных камнями, в нашей стране насчитывается: под пашней 4,3 млн. га, под залежью — 0,5 млн. га, под сенокосами 9,5 млн. га (И. П. Герасимов, 1958).

При вспашке каменистых почв всегда остаются огрехи, сокращающие полезную площадь и являющиеся очагами сорняков. Установлено, что потери сельскохозяйственных площадей при этом составляют от 3 до 15%. К этому следует прибавить еще потери урожая, вызываемые ухудшением качества сельскохозяйственных и агротехнических работ. По зерновым культурам эти потери доходят до 30%.

Важным фактором при повышении плодородия почв и решении вопроса о правильном использовании каменистых почв является выявление их качественной характеристики и бонитировочной особенности.

В связи с этим необходимо остановиться на значении учета каменистости при качественной оценке и конкретизировать роль каменистости почв как фактора, влияющего на продуктивность земельных ресурсов.

Среди последних работ, посвященных вопросам учета каменистости при оценке земель, следует отметить работу Н. А. Благовидова [2], в которой даны таблицы поправочных коэффициентов на каменистость для полевых и лугопастбищных угодий. В Латвийской ССР В. Малишаускасом (1966) разработаны специальные таблицы для учета каменистости.

Отдельные методические вопросы по учету каменистости при почвенных исследованиях освещены в работах Н. А. Благовидова и Сельбекмана, А. П. Петрова (1959), М. Н. Малышкина [6] и др.

Каменистость в общем смысле отрицательно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных растений, особенно на почвах с легким ме-

ханическим составом, а на почвах с тяжелым механическим составом — положительно.

Камни отнимают у растений объем почвы, вследствие чего урожай растений соответственно уменьшается. Наличие камней уменьшает активную поверхность почвенной массы, поэтому снижается и способность почвы к поглощению питательных веществ. Например, по данным Дж. Ф. Лутца [3], добавление 25% камней при исходном количестве песка, пыли и глины уменьшает поверхность почвы примерно на 24%. Если на поле, занятом зерновыми, за счет одного камня диаметром 40—100 см² остаются необработанными 1—8 м² земли, то при сенокосном использовании теряется лишь площадь, которую занимает камень.

Отрицательное влияние каменистости на урожайность растений в большой степени сказывается на агротехнических приемах при посеве. Если каменистость велика (15%), то посев обычной сеялкой не обеспечивает ввода семян в почву, что значительно снижает урожай.

Нами установлено, что на почвах, не покрытых камнями, урожайность не снижается, при покрытии же на 4% урожайность снижается на 30%, а при 14% — почти наполовину.

Для учета каменистости при качественной оценке выявления их влияния на плодородие, а также на балл бонитета почв, нами были выбраны три хорошо отличимые учетные площадки — с минимальной, средней и максимальной степенью каменистости (рис. 1).

Площадки эти выбраны на пашне под зерновыми культурами (озимая пшеница, сорт Севиндж, Джафари). Для получения достоверных данных исследования нами были проведены весной до обработки почв.

Степень каменистости почв была определена методом сплошного покрытия, принятым в последней практике, при котором щебень и гальку с площади 1 м² собирали и складывали в форму квадрата, одним плотным слоем. Затем установили площадь полученного квадрата по его отношению ко всей делянке и вычисляли процент покрытия (в 3-кратных повторностях).

При использовании разработанной на основе специальных исследований шкалы ступеней каменистости нами получены по объекту исследования данные, приведенные в таблице.

Урожайность на некаменистых почвах составляет 17,7 ц/га, на слабокаменистых, среднекаменистых, сильнокаменистых, соответственно — 13,5; 8,3; 4,0 ц/га.

Если наивысший урожай на некаменистых почвах принять за единицу, то на слабо- и сильнокаменистых почвах поправочные коэффициенты соответственно будут 0,8; 0,6; 0,5 (таблица).

Зависимость баллов бонитета по свойствам почв и урожайности от степени каменистости

Степень каменистости	Степень покрытия, в %	Показатели плодородия почв, т/га					Баллы бонитета по свойствам почв (x)	Баллы бонитета по урожайности (y)
		Запасы гумуса		Запасы азота				
		Глубина, см						
		0—20	0—50	0—100	0—20	0—50		
Некаменистые	Нет	104,1	275,3	367,5	9,14	15,02	100	100
Слабокаменистые	4	86,9	230,2	343,2	5,83	12,87	83	76
Среднекаменистые	7	59,4	154,4	254,4	3,81	5,72	55	46
Сильнокаменистые	14	52,1	140,1	265,9	3,30	5,01	51	40

Каменистость весьма существенно влияет на плодородие почв, снижая урожайность и валовой сбор зерновых культур, что наносит

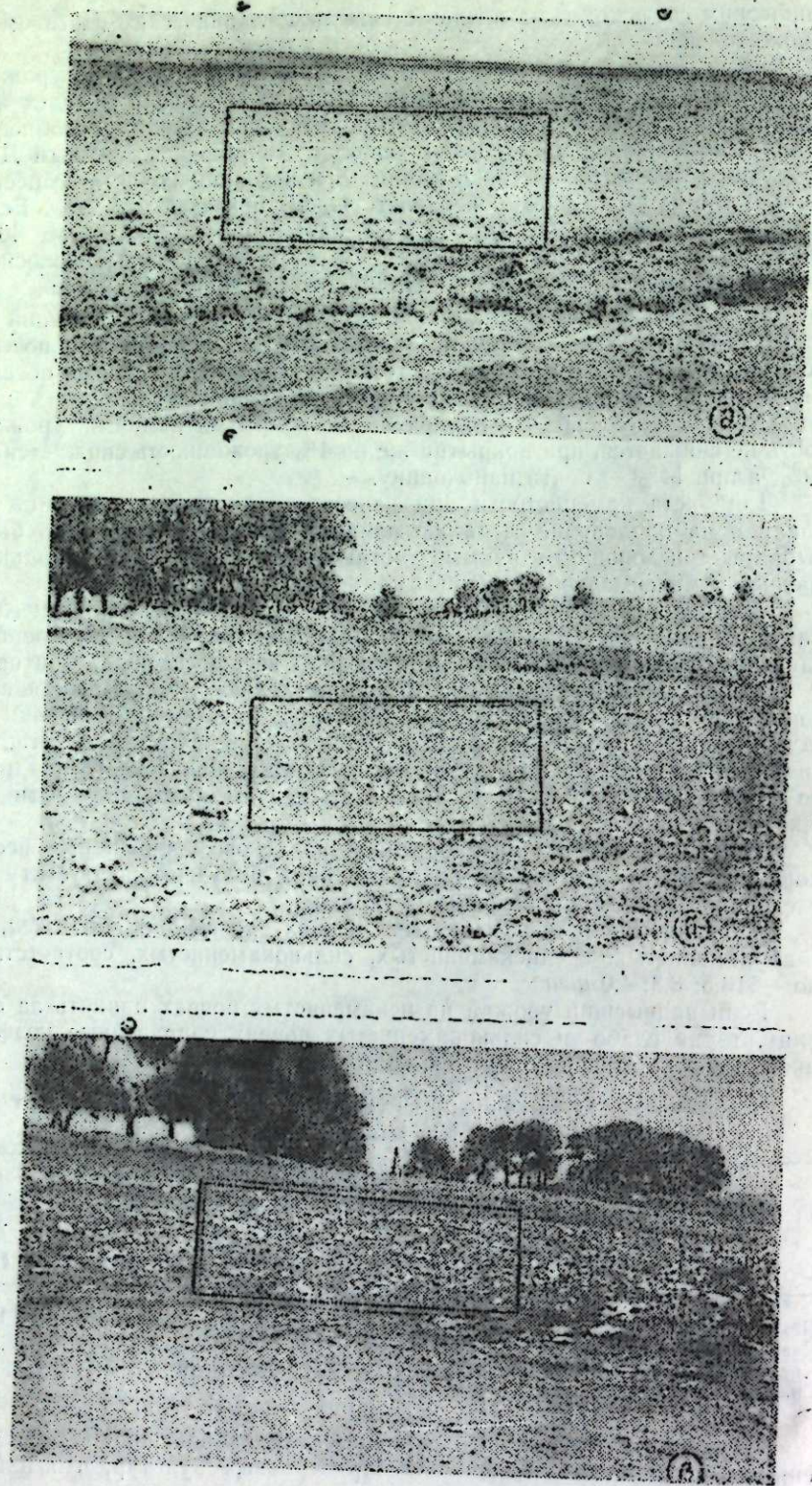


Рис. 1. Ключевые участки по степени каменности: а — слабый; б — средний; в — сильный

большой ущерб сельскому хозяйству. Вычисленные баллы по показателям плодородия будут следующие. Если некаменистые почвы как наилучшие, взять за 100, то остальные соответственно будут 83, 55, 51, а баллы по урожайности, если наивысший урожай на некаменистых почвах принять за 100, то последующие соответственно будут 76, 46, 40. Коэффициент корреляции между баллами почв по свойствам и баллами по урожайности составляет 0,87, что говорит о их тесной связи. Зависимость урожайности зерновых культур от природных свойств почв легко установить при помощи простой эмпирической регрессии (рис. 1).

Известно, что урон, наносимый каменностью различным угодьям и культурам, неодинаков. Это, с одной стороны, зависит от характера и количества механизированных работ по уходу, а, с другой — от того, насколько каменная почва подходит для возделывания данной культуры, вида угодья или способа его использования.

Способ использования каменных земель зависит не только от степени каменности, и характера, но в первую очередь, от распределения камней по фракциям. В зависимости от количества камней эффективность рассматриваемых мероприятий различна.

Целесообразно на сильнокаменных, но более плодородных почвах, закладывать культурные луга и пастбища, способом поверхностного улучшения. При использовании таких земель под пастбища потери сводятся к минимуму, что благоприятно сказывается на урожае.

Каменные почвы исследуемой территории являются реликтовыми, а поэтому и борьба с ней приведет к их уменьшению, т. к. новых образований не происходит.

Было отмечено, что в зависимости от степени покрытия почв исследуемой территории, эффективность мероприятий по борьбе с каменностью различна.

При степени покрытия меньше 7% необходимы такие мероприятия, как землеустройство (экономическое мероприятие), т. е. организация полного, рационального и эффективного использования земель; их охрана и агротехника (обработка почвы) — важнейший элемент интенсификации системы земледелия, способствующая улучшению водно-воздушных и тепловых свойств почв, усилению ее биологической активности, уничтожению сорняков, вредителей и болезней полевых культур, защите почвы от эрозии. Камнеуборка обычно не рациональна и может привести к отрицательным результатам.

При степени покрытия более 7% необходимы: землеустройство, приспособление техники, камнеуборка, агротехника. Объем работы по камнеуборке очень велик, камни в пахотном слое сохраняются.

Поскольку каменность может сильно варьировать в пределах одного района и даже хозяйства, практически работникам необходимо

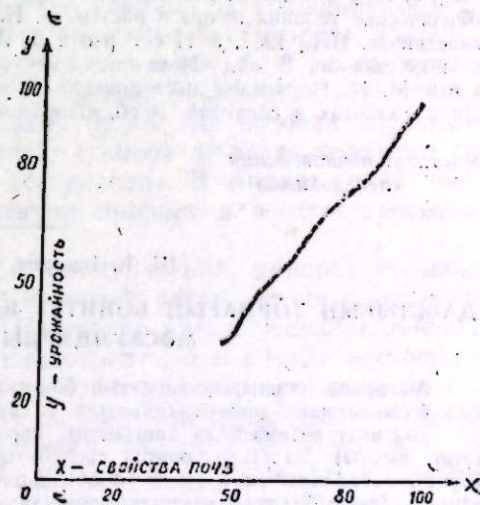


Рис. 2. Зависимость урожайности от природных свойств почв.

при использовании общих указаний учитывать конкретные условия данного хозяйства и искать наиболее рациональный путь их выполнения.

Выводы

1. Установлено, что камнеуборка весьма существенно влияет на плодородие почв, снижает урожайность и валовый сбор зерновых культур.

2. Выявлены поправочные коэффициенты на каменность: слабокаменистые—0,8; среднекаменистые—0,6; сильнокаменистые—0,5.

3. Вычислены баллы бонитета по показателям плодородия и урожайности. Коэффициент корреляции между ними составляет 0,87.

4. Определены мероприятия, с помощью которых можно избежать вреда, причиняемого каменностью, т. е. необходима правильная организация территории, землеустройство, правильная агротехника.

Литература

1. К и л ь д е м а К. Т. Об улучшении использования каменных земель. Сельхозгиз, 1962. 2. Б л а г о в и д о в Н. Л. Качественная оценка земель. Сельхозгиз, 1960. 3. Л у т ц Д. Ф. Механические препятствия в почве и развитие растений. В сб. «Физические условия почвы и растений». ИЛ., 1955. 4. М и т ч е р л и х Э. А. «Почвоведение». ИЛ., 1957. 5. П е т р о в А. П. Определение каменности почв при почвенных съемках В. сб.: «Почвенная съемка». Изд-во АН СССР, 1952. 6. М а л ы ш к и н М. И. Почвенные исследования в связи с землеустройством и планированием с/х в колхозах и совхозах. В сб. «Почвенная съемка» Изд-во АН СССР, 1959.

Институт почвоведения
и агрохимии

Поступило 14. X 1977

Ш. Г. Гасанов, С. Д. Ягубова

ДАШЛЫҒЫН ТОРПАҒЫН БОНИТЕТ БАЛЫНА ВӘ ТАХЫЛ БИТКИЛӘРИНИН МӘСҮЛДАРЛЫҒЫНА ТӘСИРИ

Мәгаләдә дашлыгы торпагы бонитет балына вә бунула әләгәдәр оларак тахыл биткиләринин мәсүлдарлығына тәсириндән данышылып.

Тәдгигат нәтижәсиндә дашлыгы дәрәжәләри зәиф дашлы, орта дашлы вә шидәтли дашлы) вә уҗғун оларак тәсирин эһсаллары (0,8, 0,6, 0,5,) һесапламышдыр. Торпагы баллары илә уҗғун мәсүлдарлыгы баллары арасындакы асыллығыны сыһ олмасы ($r=0,87$) мөһәҗҗәләшдирилмишдир.

Мәгаләдә һәмчинин дашлығы арадан галдырмаг вә торпаглардан сәмәрәли истифада әтмәк үсулларындан бәһс едилер.

Sh. G. Gasanov, S. D. Yagubova

THE INFLUENCE OF STONE SOIL TO FRUITFULNESS AND TO BONITET OF SOIL

The influence of stone soil to fruitfulness and to bonitet of soil studied in the Garabakh plain. The correction factor of stone soil exposed: weakly stone—0,8, middle stone—0,6, and strong stone—0,5. Number bonitet exposed fertility and fruitfulness. Correction factors are 0,87.

УДК 633.11:631:81

АГРОХИМИЯ

Чл.-корр. А. Н. ГЮЛЬАХМЕДОВ, Д. Ш. МАМЕДОВ, Н. А. АГАЕВ

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ И СООТНОШЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ХНЫ НЕКОЛОЧЕЙ В УСЛОВИЯХ АПШЕРОНА (Азербайджанская ССР)

Хна (*Lawsonia inermis* L.) — многолетний вечнозеленый кустарник семейства Дербенниковых (*Lythraeae*), родом с Ближнего и Среднего Востока. Из листьев хны получают порошок, используемый для окраски шерсти в красно-бурый цвет, очень стойкий к свету, а также для укрепления и окраски волос.

Ветви и ствол хны покрыты тонкой гладкой светло-коричневой корой с розоватым оттенком. Листья, в зависимости от формы, длиной от 3 до 9 см, эллиптические, гладкие, тонкокожистые, блестящие, ярко-зеленые. Цветки—мелкие (1—2 см в диаметре) в конечных многоцветковых крупных (до 13 см дл.) метелках белой или розовой окраски с сильным запахом. Хна обильно цветет с конца июля до середины сентября. В период цветения весьма декоративна. В жаркие сухие месяцы бурно растет, в течение вегетации прирост в высоту превышает 3 м в условиях закрытого грунта.

Исследователи, работавшие с этой культурой, пришли к выводу, что хна в сухих субтропиках СССР может расти, но не плодоносить [2]. По И. М. Ахундаде и А. И. Иващенко [3], в условиях Азербайджана хна не успевает цвести и плодоносить, а в случае цветения не дает полноценных семян. По мнению этих авторов, для получения семян хну необходимо выращивать в теплице как однолетнюю культуру, получая ежегодно семена из-за границы, что обойдется дешевле, чем покупка готовой продукции. М. А. Микаилов [4] предлагает размножить хну вегетативным способом, используя одревесевшие черенки. Он приводит также данные о повышении всхожести хны [5].

Изучены биоэкологические особенности, а также агротехнические приемы выращивания хны в условиях Азербайджана [1]. Однако материалов о биоэкологических особенностях хны с целью получения семян и ее продукции в литературе нет.

Одним из ведущих мероприятий, направленных на повышение урожая сельскохозяйственных культур, в том числе и хны, является применение систем удобрений.

Но по данным В. П. Алексеева [2], опыты с минеральными удобрениями под культуру хна не дали хороших результатов.

Наши же двухлетние (1975—1976 гг.) исследования показали обратное, т. е. что на рост, развитие, урожайность и качество этой культуры оказывает положительное влияние внесение макроудобрений (N, P, K) в условиях Апшерона Азерб. ССР (Бот. Сад. БИН, Мардакянский дендрарий). Почва опытного участка — серо-бурая, легкогоглинистая, бесструктурная, бедная питательными элементами. На глубине около 1 м ее подстилает плотный ракушечный известняк.

Для определения агрохимической характеристики почв опытного участка перед закладкой опытов из слоев (0—20; 20—40; 40—60; 60—80; 80—100 см) по диагонали были взяты средние смешанные почвенные пробы, в которых определяли общий гумус и азот — по И. В. Тюрину, фосфор и калий — по К. Е. Гинзбург и Г. М. Щегловой, легкогидролизуемый азот — по И. В. Тюрину и М. М. Кононовой, воднорастворимый и поглощенный аммиак — колориметрически, при помощи реактива Неслера, нитратный азот — по Грандваль—Ляжу, воднорастворимый и подвижный фосфор — по методу Дениже и Б. П. Мачигину, обменный калий — по методу Протасова, а также сумму поглощенных оснований и степень засоления. Результаты анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные физико-химические показатели серо-бурых почв

Глубина, см	Плотный остаток, %	HCO ₃ '		Cl'		CO ₃ '	Поглощенные основания, м-эquiv			Сумма погл. основ., м-эquiv	Поглощенные основания, % от общ. суммы		
		м-эquiv	%	м-эquiv	%		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
0—20	0,698	0,48	0,029	0,20	0,007	Нет	8,30	5,50	2,0	15,80	52,53	34,81	12,66
20—40	0,079	0,70	0,030	0,18	0,006	.	6,80	4,30	1,8	12,90	52,71	33,33	13,9
40—60	0,73	0,53	0,032	0,18	0,006	.	7,00	2,70	1,8	11,50	60,87	23,48	15,6
60—80	0,009	0,55	0,034	0,16	0,005	.	7,50	2,10	1,0	10,60	70,75	19,81	9,44
80—100	0,070	0,57	0,035	0,12	0,004	.	6,86	1,80	1,0	9,66	71,02	18,63	10,3

Таблица 2

Агрохимическая характеристика почв опытного участка

Глубина, см	Общий гумус	Азот				Фосфор			Калий		
		Общий, %	мг на 1 кг почвы			Общий, %	в мг на 1 кг почвы		общий, %	обменный (K ₂ O) мг на 1 кг почвы	
			Гидролизуемый	Поглощенный	Воднораств.		нитратный	подвижный			воднораств.
0—20	1,35	0,14	37,60	13,7	2,20	5,35	0,17	10,0	3,80	2,8	242,0
20—40	1,19	0,12	34,22	12,5	1,90	4,30	0,14	9,4	3,00	2,6	228,0
40—60	1,13	0,10	28,42	11,3	1,50	3,20	0,11	8,8	2,30	2,2	210,0
60—80	1,06	0,08	22,00	10,5	1,10	2,00	0,08	8,0	1,70	1,92	195,0
80—100	1,00	0,06	16,00	9,1	0,95	1,50	0,05	7,2	1,12	1,81	182,0

Анализ почвенных образцов показали, что сумма поглощенных оснований колеблется от 9,66 до 16,80 м-эquiv на 100 г воздушно-сухой почвы (табл. 1). Из общей суммы поглощенных оснований большую часть составляет Ca⁺⁺ (52,53—71,02%), далее следует Mg⁺⁺ (18,63—34,81%) и Na⁺ (9,44—13,95%). Как видно из данных табл. 2, содержание гумуса в этих почвах невысокое (1,00—1,25%). Количество общего азота, фосфора и калия изменяется соответственно в следующих пределах: 0,06—0,14, 0,05—0,17, 1,81—2,8%.

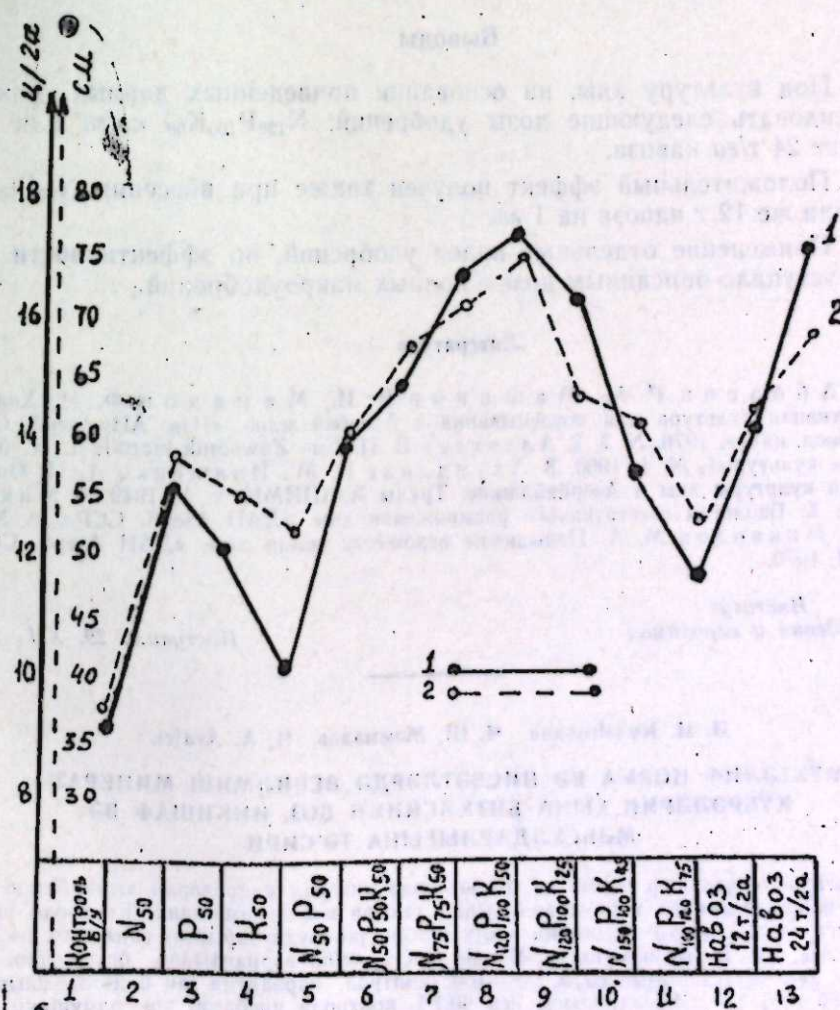
Почвы опытного участка характеризуются невысокой обеспеченностью усвояемыми формами азота, фосфора и калия. Чтобы получить высокий урожай с/х культур, указанные почвы необходимо обеспечить питательными веществами. Полевой опыт был заложен по следующей схеме:

1. Контроль б/у
2. N₅₀
3. P₅₀
4. K₅₀
5. N₅₀ P₅₀
6. N₅₀ P₅₀ K₅₀

7. N₇₅ P₇₅ K₅₀
8. N₁₂₀ P₁₀₀ K₅₀
9. N₁₂₀ P₁₀₀ K₂₅
10. N₁₅₀ P₁₀₀ K₂₅
11. N₁₀₀ P₁₂₀ K₇₅
12. Навоз 12 т/га
13. Навоз 24 т/га

(Доза минеральных удобрений дана в расчетах — кг/га действующего вещества). Минеральные удобрения внесены в различных фазах, учитывая потребность растений. Из питательных элементов применены азот-аммиачная селитра (NO₃ — 34%), фосфор — простой суперфосфат (P₂O₅ — 18%) и калий — калий сернокислый (K₂O — 46%).

В контрольный вариант удобрение не вносилось. В изучаемых вариантах перед закладкой опыта удобрение не вносилось. В исследуемых вариантах перед закладкой опыта вносилось 40% из общей нормы фосфора и калия, в виде подкормки в период посадки черенков использовалось 15% фосфора, 20% азота и 10% калия, а 40% азота, 25% фосфора и 20% калия вносилось через месяц после посадки, 40% азота, 20% фосфора и 30% калия после цветения растений. При подкормках



Влияние удобрений на рост и урожайность хны (средн. из 2-х лет):
1 — урожайность, ц/га; 2 — рост, см.

минеральные удобрения вносились на расстоянии 15—20 см от растения и заделывались на глубину 10—21 см рыхлителем. Посадка хны проводилась деланочным способом. Площадь деланок 6 м² при 8-кратной повторности. Площадь питания составляла 70×30 см.

Результаты наших исследований показывают, что растения хны, в первую очередь, высокоотзывчивы на азот, затем фосфор и калий (рисунок). Наиболее положительное действие на растения хны оказывает совместное внесение азота, фосфора и калия. При этом по вариантам 6,7 и 8 рост и урожайность хны значительно увеличивается. Прирост составляет соответственно 30,7, 34,4, 38,5 см, число боковых ветвей 149—160 шт. (в контрольном варианте 62—80 шт.), а урожайность сухого листа увеличивается на 5,7, 7,6, 8,3 ц/га по сравнению с контрольными вариантами.

Отметим, что в вариантах с внесением навоза в дозах 12 и 24 т/га получены почти такие же результаты, как по 6 и 8 вариантам, где внесены минеральные удобрения без навоза. В контрольном варианте рост в среднем составлял 37,8 см, в варианте, где вносили азот, фосфор и калий, из расчета по 50 кг/га 59,1, 55,7, 53,0 см соответственно.

Выводы

1. Под культуру хны, на основании приведенных данных, можно рекомендовать следующие дозы удобрений: N₁₂₀P₁₀₀K₅₀ кг/га или же внесение 24 т/га навоза.

2. Положительный эффект получен также при внесении N₅₀P₅₀K₅₀ кг/га или же 12 т навоза на 1 га.

3. Применение отдельных видов удобрений, по эффективности заметно уступало описанным дозам полных макроудобрений.

Литература

1. А б б а с о в Р. М., М а ш а н о в В. И., М а м е д о в Ф. М. Хна — перспективная культура для возделывания в Азербайджане. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук», 1976, № 3.
2. Алексеев В. П. Хна *Zawsonia inermis* L. «Субтропические культуры», № 4, 1960.
3. Ахунд-заде И. М., Иващенко А. И. Опыты освоения культуры хны в Азербайджане. Труды АЗНИИМН, т. 1, 1949.
4. Миканлов М. А. Биология вегетативного размножения хны. «ДАН Азерб. ССР», т. XXV, 1969.
5. Миканлов М. А. Повышение всхожести семян хны. «ДАН Азерб. ССР», т. XXVI, 1970.

Институт
почвоведения и агрохимии

Поступило 29. XII. 1977

Ә. Н. Күләһмәдов, Ч. Ш. Мәммәдов, Н. А. Агајев

МҮХТӘЛИФ НОРМА ВӘ НИСБӘТЛӘРДӘ ВЕРИЛМИШ МИНЕРАЛ КҮБРӘЛӘРИН ХЫНА БИТКИСИНИН БОЈ, ИНКИШАФ ВӘ МӘҤСУЛДАРЛЫҒЫНА ТӘСИРИ

Мәғаләдә мұхтәлиф норма вә нисбәтләрдә минерал күбрәләрини хына биткисиниң бојуна, инкишафына вә мәһсулдарлығына тәсири кәстәрилмишдир. Контрола нисбәтәи башга вариантларда биткисиниң боју жүксәк, јан будағларының сајы чох вә мәһсулдарлығы исә артыг олмушдур. N₁₂₀P₁₀₀K₅₀ кг/га вариантында биткиләриниң боју 38,50 см, јан будағларының сајы 149—160 (контрол вариантыда јан будағларының сајы 62—80-дир) вә мәһсулдарлығы исә 90,7% контрола нисбәтәи чох олмушдур. Мүәјјән едилмишдир ки, Абшеронда N₁₂₀P₁₀₀K₅₀ кг/га вариантында хына биткисиниң даһа чох фәјда верир.

A. N. Gulakhmedov, D. Sh. Mamedov, N. A. Agayev

THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS TO GROWTH, DEVELOPMENT AND CROP CAPACITY OF HENNA PLANTS IN DIFFERENT NORMS AND CORRELATIONS IN CONDITION OF ABSHERON'S GREY-BROWN SOILS

The experiment show that, the mineral fertilizers influence to growth, development and crop capacity of henna plants in different norms and correlations in condition of Absheron's grey-brown soils.

АРХЕОЛОГИЯ

С. М. АГАМАЛНЕВА, А. Н. МУСТАФАЕВ

ОБ ОДНОМ ТИПЕ ГОНЧАРНО-ОБЖИГАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. М. Буятовым)

Основным этапом производства гончарных изделий является обжиг который производится в специальных печах в Азербайджане — «курэ» или «дэм».

Дошедшие до нас обжигательные печи являются вещественными источниками, сохранившими основные элементы их конструкций, без знания которых невозможно изучение этой сложной отрасли производства.

Этнографические поездки по центрам современного гончарного производства Азербайджана позволили нам выявить и изучить гончарные печи, различные по типам, конструкциям и формам. В устройстве всех функционирующих ныне гончарных печей имеется много элементов архаичности. Конструкция обжигательных и топочных камер этих печей идентична почти во всех этнографических зонах Азербайджана.

Настоящая статья посвящена лишь одному типу печей, так называемого открытого типа, который зафиксирован нами в селах Пенсар Астаринского района и Шаглакуджа Ленкоранского района¹. Этот тип печей не только не изучен, но судя по научной литературе², не был замечен.

Г. И. Ионе³ рассматривает древние одноярусные, так называемые костровые печи, археологически обнаруженные в Мингечауре. Но эти обжигательные «печи» всего лишь ямы с топочным каналом в грунте.

Обнаруженный нами тип печей ныне используется только гончарками-женщинами, при этом, работающими только с ручным кругом или без круга простейшей техникой формовки: способами налепа и выдавливания из одного куска глины. Известно, что производство на ручном круге или без круга закономерно и типично для гончарок. Это

¹ Основную информацию о таких печах дали 100-летию гончарка Надирова Сария Салах кызы, в с. Пенсар и 80-летию Керимова Бановша Джабраил кызы в с. Шахлакуджа.

² Г. И. Ионе. Гончарные печи древнего Мингечаура. КСИИМК, вып. XXIV, 1949, Его же. О гончарных обжигательных печах из Мингечаура. Материальная культура Азербайджана, вып. II. Баку, 1951; О. Ш. Исмаилов. О гончарных обжигательных печах, открытых в Кабале в 1961 г. «Изв. АН Азерб. ССР», № 5, 1963; Н. В. Минкевич-Мустафаева. Раскопки гончарных печей на городище Оренкала. Труды Азербайджанской (Оренкалинской) археологической экспедиции, т. I. М.—Л., 1959; Г. М. Ахмедов. Неполитая керамика Азербайджана (по материалам IX—XIII вв. из раскопок Оренкалы). Баку, 1959; Р. Б. Георгиев. Керамика г. Кабалы (I—X вв.). Автореф. Баку, 1962; А. Ш. Оруджев. Керамическое производство в раннесредневековом Азербайджане (IV—VIII вв.). Автореф. Баку, 1971; Ф. Р. Махмудов, И. Г. Нариманов. Раскопки холма Аликемектепеси. Археологические и этнографические изыскания в Азербайджане (1973 г.), Баку, 1974.

³ Г. И. Ионе. Керамическое производство древнего и средневекового Азербайджана (по данным раскопок Мингечаура). Автореф. Л., 1958.

еще раз доказывает архаичность печей, являющихся предметом настоящей статьи, пережиточно сохранившихся параллельно усовершенствованному двухъярусному печам развитого ремесла.

Конструкция печи открытого типа чрезвычайно проста, что позволяет строить их даже самим гончарам (см. рисунок). В отличие от

печей закрытого типа с отдельными камерами обжига и топки, в печах открытого типа обжиг производится в одном объеме с топливом.

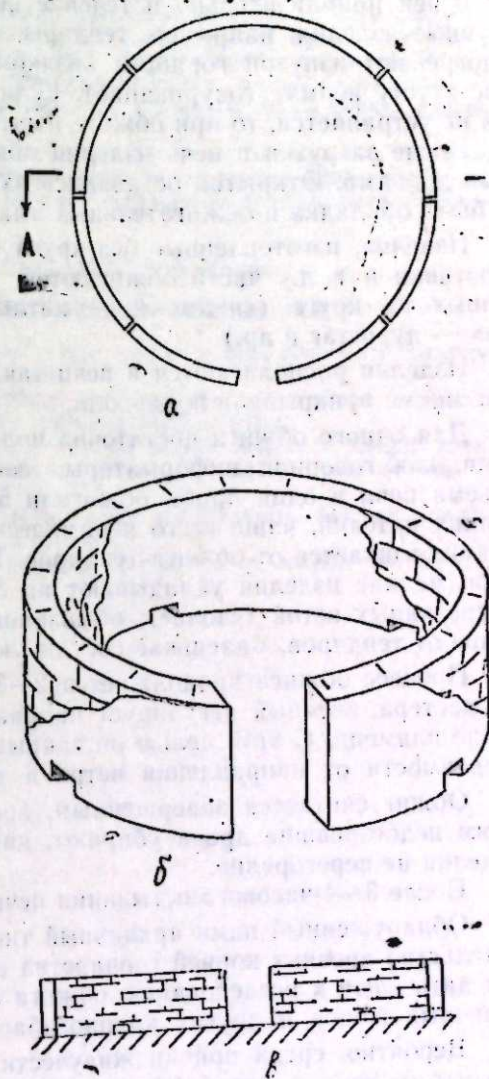
Печи открытого типа круглые в плане, диаметром до 3 м, высотой 0,5—0,7 м. Стены таких печей кладут на глиняном растворе с примесью самана как из сырцового, так и обожженного кирпича, иногда — из камня. В стене печи, на высоте первого ряда кладки, лежащего непосредственно на земле, имеются прямоугольные отверстия — поддувала («кулбэ») шириной — 12 см, высотой — 15 см, на расстоянии 80 см одна от другой. Приподнятость поддувал над уровнем земли делается из-за скопления золы на полу печи. При работе печи часть поддувал, в зависимости от направления ветров, закрывается. Поддувала служат также для регулирования силы огня и теплового режима в отдельных частях печи, в зависимости от состояния обжига отдельной группы данного заклада. Поддувала используются и для добавления топлива. В зависимости от периметра печи количество поддувал меняется от 4 до 6.

В стене печи не застраивается загрузочно-выгрузочный проем («агыз») шириной 80 см. После загрузки печи его прикрывают.

Стена печи с обеих сторон обмазана толстым слоем глины с примесью самана.

В противопожарных целях печи возводятся в той части двора, которая наиболее удалена от жилых и хозяйственных построек. Характерно, что гончарные печи и мастерские гончаров, как известно, не

⁴ В других зонах Азербайджана их называют «жел чэкэн», «тусту чэкэн», «лудкеш».



а — план; б — гончарная печь открытого типа — дэм из с. Пенсар Астаринского р-на; в — разрез А—А.

ри, в античное время и в средние века размещались на окраине квартала или населенного пункта⁵.

В печах открытого типа, естественно, процесс обжига отличен от обжига в закрытых печах.

Перед обжигом преодолевают влажность печи ее подогревом, сжигая в ней приблизительно в течение получаса кизяк или сухие ветки. Крупные изделия, например, тендиры, с той же целью перед обжигом подогревают изнутри горящим кизяком. Мастера называют этот процесс «тусту вермэ» (окуривание). Если влажность печи и самих изделий не устраняется, то при обжиге изделия трескаются.

После загрузки в печь изделия обкладываются со всех сторон сухими дровами. Открытой оставались их верхние поверхности. Идентична была обкладка в обжигательных ямах⁶.

Изделия, изготовленные без круга (тендиры, «киранэ» — очажные подставки и т. д.) часто обжигаются отдельно от изделий, сформованных на круге («чөлмэк» — котлы, «дуваг» — крышки, «ашсузэн» — дуршлаги и др.)

Изделия раскладываются в печи так, чтобы при обкладке их топливом они не прикрывали поддувала.

Для одного обжига достаточно полная загрузка печи сухими дровами, как говорили информаторы, любой породы. В зависимости от объема печи в один прием обжигали 5—6 тендиров или 20—30 более мелких изделий, чаще всего керамические кастрюли и их крышки. Их обжиг отличается от обжига тендиров. Тендиры устанавливают на полу печи, мелкие изделия укладывают на специальных подставках из свежесрезанных веток («зола»); обмазанных глиной, слоем в 1 см. В отличие от тендиров, маленькие сосуды укладывают вверх дном.

Процесс обжига продолжается 2—3 ч под постоянным наблюдением мастера, который регулирует направление и равномерное распределение пламени. С этой целью он закрывает то или иное поддувало, в зависимости от направления ветра и теплового режима внутри печи.

Обжиг считается законченным, когда изделия покраснели. После этого недогоревшие дрова убирают, как сказали нам мастера, «чтобы изделия не перегорели».

После 3—4-часового остывания печь разгружают.

Обнаруженный нами архаичный тип печи — вполне вероятное свидетельство древних корней гончарства в Азербайджане. Такие печи могут дать ключ к исследованию обжига самых древних больших хозяйственных кюпов и других крупногабаритных изделий.

Вероятно, среди причин живучести архаичных примитивных печей открытого типа в Азербайджане следует отметить натуральное хозяйство и трудности транспортировки хрупкой продукции гончаров.

Выявление и этнографическое изучение современных гончарных печей, даже самых примитивных, важно для выяснения уровня техники, местных традиций многовекового гончарного производства.

Сектор археологии
и этнографии

Поступило 14.XI 1977

⁵ Г. И. Ионенко. Ук. раб.; О. Ш. Исмаилов. Ук. раб., Н: В. Минкевич-Мустафаева. Ук. раб., В. Ф. Гайдукевич. Античные керамические обжигательные печи. М.—Л., 1934; А. Л. Яковсон. Гончарные печи средневекового Херсона. КСИИМК, X, 1941. Его же. Раннесредневековые гончарные печи в Восточном Крыму. КСИИМК, 54, 1954 и др.

⁶ Г. И. Ионенко. Ук. раб., стр. 5.

С. И. Агамалыева, А. Н. Мустафаев

АЗЭРБАЙЖАНЫН ДУЛУС КҮРЭЛЭРИНИН БИР ТИПИ ҲАГГЫНДА

Мәгалә Азәрбајҗанын Ләнкәран—Астара зонасында галмагда олан ачыг типли дулус күрәләринин («дәм») өјрәнилмәси јеқинларына һәср олуимушдур.

Етнографик чөл материаллары әсасында бу күрәләрин конструктив хүсусијјәтләри вә мухтәлиф кил мәмулатынын биширилмә үсуллары тәдгиг олуимушдур.

Илк дөфә олараг ашкар едилмиш вә тәдгиг олуимуш бу күрәләр даярәви олуб, диаметри 3 м-ә, һүндүрлүјү 0,5—0,7 м-ә чатыр. Бу күрәләрин дивары чий, јахуд бишимиш кәрпичдән, бәзән исә дандан һөрүлүр. Һөркүнүн биринчи чәркәсиндә алтыја гәдәр күлбә дүзәлдилир. Күрә диварынын бир тәрәфиндә 80 см ениндә кириш јолу сахланылыр.

Ачыг типли күрә Азәрбајҗан дулусчулуғунун гәдим көкләриндән сораг верир. Белә күрәләр гәдим аманларда истифадә олуимуш тәсәррүфат күпләринин вә башга ири көвдәли мәмулат нөвләринин биширилмә үсулларынын арашдырмаға имкан верир.

S. M. Agamaliyeva, A. N. Mustafayev

TYPE OF POTTER'S KILN IN AZERBAIJAN

The work provides a study of open type potter's kiln, remnantly preserved in Lenkarano—Astarinsky zone in Azerbaijan.

On the basis of field ethnographical materials the constructive peculiarities of the kiln, the way of kilning of pottery are described in detail.

The round kilns, 3 metres in diameter, 0,5 or 0,7 metres in height have been studied for the first time. The walls of the kilns are made of raw or kiln bricks, stones sometimes.

At a height of the first row of laying there are 6 ashpits. On one side there is a charge and discharge opening 80 cm in wide.

The kiln of open type is quite probable illustration of ancient pottery in Azerbaijan.

МҮНДЭРИЧАТ

Ријазийјат

- Р. Ч. Гулијев, Б. И. Мусајев. Сингулар интеграллар үчүн төрэмэлэр
иштирак едэн интерполјасијалы квадратур дүстурларын јыгылмасы һаггында 3
Раһа Мәһәмәд Бәһа Әл-дин Ағамн. Зәңчирләр комплекслә-
риһини тәрс спектрләрн вә Бул чәбләрн үчүн коһомолокијалар 10
М. Р. Бунјадов, С. А. Бајрамов. Тоположи фәзаларын тәрс спектри
үчүн киһинини коһомоложи ардычылығы 14

Функционал анализ

- М. Р. Рәһимов, А. Г. Баскаков. Тејлор вә пермутабелли операторла-
рын Банах фәзасында спектрал нәзәријјәси вә онун тәтбиғи 19

Астрономија

- М. Ә. Мәммәдов. Гипотетик вә реал кометләрнн пәјланмасынын уј-
гуулуғ критеријасы 22

Нәзәри вә ријазн физика

- Һ. Б. Әлијев, Ј. Ә. Вердијев. Конформ инвариантлы саһә нәзәриј-
јәсиндә Бутстрап тәһликләрннн тәғриби һәлли 24

Физика

- Н. А. Гулијев, И. Һ. Чәфәров, С. Ф. Султанов. Вајнберг-Салам
моделлиннн агыр лент даһил етмәклә модификасијасы 28

Полимерләр физикасы

- Һ. Б. Абдуллајев, Т. К. Исмајылов, С. А. Аббасов,
С. М. Мейдијева, Һ. Һ. Әһмәдов, К. Р. Әһмәдов, Ү. Ә. Кабулов,
Ј. Һ. Рәһимов. Дивинил—нитрил каучуку эсасында һазырланан резиннн
физики-механики хәссәләрнннн тәдғиги 32

Механика

- Ј. Ә. Әмәнзадә, Р. М. Бертман, Т. Т. Нәсиров. Харичи тәзји-
ғини тәсирн алтында олан гејри-даирәви өртүјүн дајанығлығы һаггында 38

Физики кимја

- А. Н. Мәммәдов. $TlJn(Ga)Se_2$ вә $TlJn(Ga)Te_2$ бирләшмәләрннн
әмәләкәлмә термодинамики функцијаларыннн тәјини 44

Үзви кимја

- С. Б. Зејналлов. Алтсиклик спиртләрлә етилен оксиди арасында кедән
сәрбәст радикал реаксија һаггында 48

Физики кимја

- Ә. И. Бағыров, Ә. Н. Нуријев, С. М. Рүстәмов, З. Ә. Чаб-
барова. Еде—10п гәтраһында $B_2O_3 \rightleftharpoons OH-$ ионларыннн дәјинимә кинети-
касыннн тәдғиги 51

Кеолокија

- Л. Ч. Мәммәдова. Чәнуби Талышда Торады—Асхаракеран кәндләрн
әтрафында палеосен-еосен чөкүнтүләрннн кәсплиши 59

- Е. С. Сүлејманов, Ә. А. Мәғриби, Б. Н. Әфәндијев, Б. В. Мус-
тафазадә. Дағкәсмән гызыл-полиметал јатағынын чат тектоникасына даир 62

- Ч. Ч. Мазанов. Бөјүк Гафгазын чәнуб јамачларында кеоложи тәдғи-
гатларын истиғамәти вә перспективләрн 66

Дағ-мә'дән иши

- Б. Ш. Әлијев. Балаханы—Сабуңчу—Рамана нефт јатағында мөһсулдар
гатын IV сдә вә ГАД һоризонтларыннн нефтлилик контурунун тәдғиги бу јата-
ғын шахта үсулу илә ишләймәсиндә эсас факторлардандыр 71

Торпағшүнаслығ

- Г. З. Әзизов, Һ. Һ. Һүсејнов, А. Ә. Мәммәдов, Ә. П. Әһмәдов.
Дренләшмәннн интенсивлијиндән асылы оларағ дренни дузлашдырма габилиј-
јәтиннн тәјини 76

Ш. Һ. Һәсәнов, С. Д. Јағубова. Даһлығын торпағын Бонитет ба-
лына вә таһыл биткиләрннн мөһсулдарлығына тәсирн 80

Агрокимја

Ә. Н. Күләһмәдов, Ч. Ш. Мәммәдов, Н. А. Агајев. Мүхтәлиф
норма вә нисбәтләрдә верилмиш минерал күбрәләрнн хына биткисиннн бој, ни-
кишаф вә мөһсулдарлығына тәсирн 85

Археолокија

С. И. Ағамалијева, А. Н. Мустафајев. Азәрбајчан дулус кү-
рәләрннн бир типн һаггында 90

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Р. Д. Гулиев, Б. И. Мусаев. О сходимости интерполяционных квадратных формул, содержащих производные, для сингулярных интегралов Рага Мохамед Баха Эль-Дин Агам. Когомологии обратных спектров цепных комплексов и булевых алгебр	3 10
Алгебраическая топология	
М. Р. Бунятов, С. А. Байрамов. Когомологическая последовательность гизина для обратных спектров топологических пространств	14
Функциональный анализ	
М. Б. Рагимов, А. Г. Баскаков. Спектральная теория тейлоровских и пермутабельных операторов в банаховом пространстве и ее приложения	19
Астрономия	
М. А. Мамедов. Критерии согласия гипотетических и реальных кометных уравнений конформно инвариантной теории поля	22 24
Теоретическая и математическая физика	
Г. Б. Алиев, Я. А. Вердиев. Приближенное решение бутстрап-Физика	28
Чл.-корр. Н. А. Гулиев, И. Г. Джафаров, С. Ф. Султанов. Модификация модели Вайнберга—Салама введением тяжелых лептонов	28
Физика полимеров	
Чл.-корр. АН СССР Г. Б. Абдуллаев, Т. К. Исмаилов, С. А. Абасов, С. И. Мехтиева, Г. Г. Ахмедов, К. Р. Ахмедов, У. А. Кабулов, Я. Г. Рагимов. Исследование физико-механических свойств селеновой резины на основе дивинилнитрильного каучука	32
Механика	
Чл.-корр. Ю. А. Амензаде, Р. М. Бергман, Т. Т. Насиров. Об устойчивости некруговой цилиндрической оболочки, подверженной внешнему давлению	38
Физическая химия	
А. Н. Мамедов. Определение термодинамических функций образования соединений $TlIn(Ga)Se_2$ и $TlIn(Ga)Te_2$	44
Органическая химия	
С. Б. Зейналов. О свободно-радикальной реакции алициклических спиртов с окисью этилена	48
Физическая химия	
А. И. Багиров, А. Н. Нуриев, С. М. Рустамов, З. А. Джаббарова. Исследование кинетики обмена ионов $V_4O_7^{2-} \rightleftharpoons OH^-$ на аннионите ЭДЭ—10 П	51
Геология	
Л. Д. Мамедова. Палеоцен-эоценовые отложения разреза сс: Торады—Асхаракеран Южного Талыша	59
Э. С. Сулейманов, А. А. Магриби, Б. Н. Эфендиев, Б. В. Мустафазаде. К трещинной тектонике Дагкесаманского полиметаллического месторождения	62
Д. Д. Мазанов. Перспективы и направления геологических исследований на южном склоне Большого Кавказа	66
Горное дело	
Б. Ш. Алиев. Исследование контуров нефтеносности горизонтов IV cde и ПК верхи ПТ Балаханы—Сабунчи—Раманинского нефтяного месторождения как важного фактора в связи с его подземной разработкой	71
Почвоведение	
К. З. Азизов, Г. Г. Гусейнов, А. А. Мамедов, А. П. Ахмедов. Определение опресняющей способности дренажа в зависимости от интенсивности дренирования	76

Ш. Г. Гасанов, С. Д. Якубова. Влияние каменистости на величину балла бонитета почв и урожайность зерновых культур 8

Агрохимия

А. Н. Гюльяхмедов, Д. Ш. Мамедов, Н. А. Агаев. Влияние различных доз и соотношений минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность хны неколючей в условиях Апшерона. 8

Археология

С. М. Агамалиев, А. Н. Мустафаев. Об одном типе гончарно—обжигательных печей Азербайджана 9

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В «Докладах Академии наук Азербайджанской ССР» помещаются краткие сообщения, содержащие законченные, еще не опубликованные результаты научных исследований, имеющих теоретическое или практическое значение.

В «Докладах» не публикуются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений, статьи полемического характера без новых фактических данных, статьи с описанием промежуточных опытов без определенных выводов и обобщений, работы не принципиальные, описательного или обзорного характера, чисто методические статьи, если предлагаемый метод не является принципиально новым, а также статьи по систематике растений и животных (за исключением описания особо интересных для науки находок).

Статьи, помещаемые в «Докладах», не лишают автора права последующей публикации того же сообщения в развернутом виде в других изданиях.

2. Поступающие в «Доклады» статьи рассматриваются Редакционной коллегией только после представления их академиком по специальности. Каждый академик может представить не более 5-ти статей в год.

Статьи членов-корреспондентов Академии наук Азербайджанской ССР принимаются без представления.

Редакция просит академиков при представлении статьи указывать дату получения ее от автора, а также наименование раздела, в котором статья должна быть помещена.

3. В «Докладах» публикуются не более трех статей одного автора в год.

4. В «Докладах» помещаются статьи, занимающие не более четверти авторского листа — около 6—7 страниц машинописи (10 000 печатных знаков), включая рисунки.

5. Все статьи должны иметь резюме на английском языке; кроме того, статьи, написанные на азербайджанском языке, должны иметь: резюме на русском языке и на обороте.

6. В конце статьи должны быть указаны название научного учреждения, в котором выполнена работа, и номер телефона автора.

7. Опубликование результатов работ, проведенных в научных учреждениях должно быть разрешено дирекцией научного учреждения.

8. Статьи (включая и резюме), должны быть напечатаны на машинке через два интервала, на одной стороне листа и представляются в двух экземплярах. Формулы должны быть вписаны четко и ясно, при этом прописные буквы должны быть подчеркнуты (черным карандашом) двумя черточками снизу, а строчные — сверху, букву греческого алфавита надо обводить красным карандашом.

9. Цитируемая в статье литература должна приводиться не в виде подстрочных сносок, а общим списком (выбор), в алфавитном порядке (по фамилии автора), в конце статьи с обозначением ссылки в тексте порядковой цифрой. Список литературы должен быть оформлен следующим образом:

а) для книг: фамилия и инициалы автора, полное название книги, номер тома, город, издательство и год издания;

б) для статей в сборниках (трудах): фамилия и инициалы автора, название статьи, название сборника (трудов), том, выпуск, место издания, издательство, год, страница;

в) для журнальных статей: фамилия и инициалы автора, название статьи, название журнала, год, том, номер, (выпуск), страница.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются (за исключением отчетов и диссертаций, хранящихся в научных учреждениях).

10. На обороте рисунков должны быть указаны фамилия автора, название статьи и номер рисунка. Отпечатанные на машинке подписи к рисункам представляются на отдельном листе.

11. Авторы статей должны указывать индекс статьи по Унифицированной десятичной классификации (УДК) и прилагать реферат для «Реферативного журнала».

12. Авторы должны избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и в тексте статьи.

Ввиду небольшого объема статей выводы помещаются лишь в необходимых случаях.

13. В случае представления двух или более статей одновременно необходимо указать желательный порядок их помещения.

14. Корректур статей авторам как правило не посылается. В случае посылки корректуры допускается лишь исправление ошибок типографии.

15. Редакция выдает автору бесплатно 15 отдельных оттисков статьи.

Сдано в набор 7/III-1978 г. Подписано к печати 11/V 1978 г. Формат бумаги 70×108¹/₁₆. Бум. лист 3,00. Печ. лист, 8,4. Уч.-изд. лист, 6,78. ФГ 05747. Заказ 286. Тираж 735. Цена 40 коп.

Издательство «Элм»,
370073 Баку-73, проспект Нариманова, 31,
Академгородок, Главное здание.

Типография АН Азерб. ССР. Баку, проспект Нариманова, 31.

