

ISSN 0002-3078

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXV ЧЕЛД

1979 • 10

АЗƏРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР
ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXV ЧИЛД.

№ 10



„ЕЛМ“ НƏШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭЛМ“
БАКЫ—1979—БАКУ

17-168

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. Шахтактинский, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство „Элм“, 1979 г

Адрес: г. Баку, Коммунистическая, 10. Редакция „Известий Академии наук Азербайджанской ССР“

Р. Т. ПАШАЕВ

ТЕОРЕМЫ ЕДИНСТВЕННОСТИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С РАЗРЫВНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

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

Данная статья посвящена теоремам единственности определения самосопряженной краевой задачи вида (1)–(2) по спектральной матричной мере или по данным рассеяния в предположении, что $\rho(x)$ — кусочно-постоянная положительная матрица-функция, имеющая конечное число точек разрыва.

В дальнейшем, не отмечая особо, везде предполагаем, что $Q(x)$ и $\rho(x)$ — вещественные и симметричные матричные функции с локально суммируемыми элементами на $[0, \infty)$ и $\rho(x) > 0$.

Рассмотрим граничную задачу

$$\begin{aligned} -y'' + Q(x)y &= \lambda \rho(x)y, \quad 0 \leq x < \infty, \\ y(0) &= 0, \end{aligned} \tag{1}$$

в пространстве $L_2(0, \infty; E^n)$.

Обозначим через $\Phi(x, \lambda)$ решение уравнения (1) с начальными условиями

$$\Phi(0, \lambda) = 0, \quad \Phi'(0, \lambda) = I_n. \tag{3}$$

Известна следующая

Теорема 1. Существует, по крайней мере, одна неубывающая матричная функция $\sigma(\lambda)$, определенная на $(-\infty, \infty)$ такая, что для любой вектор-функции $f(x)$ из $L_{2\rho}(0, \infty)$ верно равенство Парсеваля

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} E(\lambda) d\sigma(\lambda) F^*(\lambda) = \int_0^{\infty} (f(x)\rho(x), f(x)\rho(x)) dx, \tag{4}$$

где

$$E(\lambda) = \int_0^{\infty} f(x)\Phi(x, \lambda)\rho(x) dx.$$

Матричная функция $\sigma(\lambda)$ называется спектральной мерой задачи (1)–(2). Имеют место следующие теоремы.

Теорема 2. Пусть матричные функции $Q(x)$ и $\rho(x)$ удовлетворяют следующим условиям:

$$\int_0^{\infty} x \|Q(x)\| dx < \infty, \tag{5}$$

$$\int_0^{\infty} x \|\rho(x) - I_n\| dx < \infty. \tag{6}$$

Тогда, если $\kappa = \sqrt{\lambda}$, где $\text{Im } \kappa > 0$ при $\lambda \in [0, \infty)$, при каждом фиксированном λ уравнение (1) имеет единственное решение $F(x, \kappa)$, для которого справедлива асимптотическая формула

$$F(x, \kappa) = l^{ikx} [I_n + o(1) I_n] \quad (7)$$

при $x \rightarrow \infty$. Далее, при каждом фиксированном x матричные функции $F(x, \kappa)$ и $F_x(x, \kappa)$ являются голоморфными по κ в верхней полуплоскости и имеют непрерывные граничные значения на вещественной оси.

Теорема 3. Пусть выполняются условия теоремы 2. Тогда граничная задача (1-2) имеет лишь конечное число отрицательных собственных значений $-\kappa_1^2, \dots, -\kappa_m^2$ с конечными кратностями и абсолютно непрерывный спектр, который совпадает с $[0, \infty)$.

В этом случае разложение (4) принимает следующий вид:

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^\infty U(x, \kappa) U^*(t, \kappa) \rho(x) \rho(t) d\kappa + \sum_{j=1}^m U_j(x) U_j^*(t) \rho(x) \rho(t) = \delta(x-t) \rho(x). \quad (8)$$

Здесь

$$U(x, \kappa) = \Phi(x, \kappa) F^{-1}(0, \kappa), \quad U_j(x) = F(x, i\kappa_j) M_j,$$

M_j — неотрицательная матрица n -го порядка, ранг которой совпадает с кратностью собственного значения $-\kappa_j^2$, а $\delta(x)$ — функция Дирака.

Отметим, что при $x \rightarrow \infty$ имеем асимптотические формулы

$$U(x, \kappa) \approx e^{ikx} I_n + e^{-ikx} S(\kappa), \quad (9)$$

$$U_j(x) \approx e^{-i\kappa_j x} M_j, \quad (10)$$

где

$$S(\kappa) = \overline{F(0, \kappa)} [F(0, -\kappa)]^{-1}. \quad (11)$$

Таким образом, асимптотика собственных вектор-функций граничной задачи (1-2) при $x \rightarrow +\infty$ определяется величинами

$$\{S(\kappa); -\kappa_1^2, \dots, -\kappa_m^2; M_1, \dots, M_m\}.$$

Эта совокупность называется данным рассеяния граничной задачи (1)-(2).

Приведем следующие классические постановки обратных задач: а) когда монотонно растущая матрица-функция $\sigma(\lambda)$ будет спектральной мерой граничной задачи типа (1-2), можно ли по ней определить $Q(x)$ и $\rho(x)$; б) когда совокупность величин $\{i\kappa_j, M_j, j=1, m; S(\kappa)\}$ будет данным рассеяния граничной задачи типа (1-2), можно ли по ним определить $Q(x)$ и $\rho(x)$, обладающие свойствами (5) и (6).

Отметим, что в случае $\rho(x) = I_n$ эти обратные задачи для краевой задачи вида (1-2) полностью решены в [1, 2].

В настоящей статье обобщены некоторые результаты работы [3], где изучаются задачи а) и б) для краевой задачи вида (1-2) в скалярном случае.

Предположим, что

$$\rho(x) = \begin{cases} \alpha_j^2, & a_{j-1} < x < a_j, \quad j = \overline{1, p}, \\ I_n, & x < \infty. \end{cases} \quad (12)$$

Оказывается, что в этом случае по спектральной мере или по данным рассеяния обе функции $Q(x)$ и $\rho(x)$ определяются однозначно. При этом можно также указать алгоритм для восстановления $Q(x)$ и $\{a_j, \alpha_j\}$ по спектральным данным.

Теорема 4. Пусть для двух краевых задач с коэффициентами $Q(x)$ и $\rho(x)$, $Q_1(x)$ и $\rho_1(x)$ выполняются условия теоремы 3. Тогда, если соответствующие им данные рассеяния совпадают,

$$Q(x) \equiv Q_1(x), \quad \rho(x) \equiv \rho_1(x).$$

Теорема 5. Пусть $\rho(x)$ — кусочно-постоянная матричная функция вида (12) и при любом κ с $\text{Im } \kappa \neq 0$ уравнение (1) имеет равно n -линейно-независимых решений из $L_2(0, \infty; F^n)$.

Тогда по спектральной матричной мере коэффициенты $Q(x)$ и $\rho(x)$ определяются однозначно.

Приведем краткое изложение доказательства теоремы 4 при $p=1$. Если $\rho(x) \neq \rho_1(x)$, то обязательно предел

$$\lim_{\kappa \rightarrow \infty} S_\rho(\kappa) S_{\rho_1}^{-1}(\kappa)$$

не существует. Поэтому по асимптотическому поведению $S(\kappa)$ однозначно определяется $\rho(x)$. Обозначим через $S_0(\kappa)$ матрицу рассеяния краевой задачи

$$-y'' = \kappa^2 \rho(x) y, \quad y(0) = 0.$$

Тогда при $x > a$ имеет место основное уравнение В. А. Марченко

$$F(x+t) + K(x, t) + \int_x^\infty K(x, \xi) F(\xi+t) d\xi = 0,$$

где

$$F(x+t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^\infty [S(\kappa) - S_0(\kappa)] e^{-ik(x+t)} d\kappa + \sum_{j=1}^m f(x, i\kappa_j) M_j^2 f(t, i\kappa_j).$$

Отсюда находим

$$K(x, t) \text{ и } Q(x) = 2 \frac{d}{dx} K(x, x).$$

Остается определить $Q(x)$ при $x < a$. С этой целью положим

$$F(x, \kappa) = e^{ikx} + \int_x^\infty K(x, t) e^{ikt} dt.$$

Тогда функция Вейля [5] для краевой задачи (1-2) и

$$y(a) = 0 \quad (13)$$

имеют вид

$$m(\kappa) = \{F'(a, \kappa) - F'(a, -\kappa) S(\kappa)\} \{F(a, \kappa) - F(a, -\kappa) S(\kappa)\}^{-1}.$$

По функции $m(\kappa)$ можно восстановить спектральную меру краевой задачи (1-13), и поэтому $Q(x)$ при $x \leq a$ однозначно определяются методом Гельфанда-Левитана.

Аналогично доказывается теорема 5.

Для случая $n=1$, $Q(x) \equiv 0$, в работе А. Н. Тихонова [4] доказана однозначность определения $\rho(x)$ по $\sigma(\kappa)$ при единственном

условии

$$\sigma(x) \geq \alpha > 0.$$

Заметим, что обратные задачи для уравнений вида (1) возникают в различных прикладных задачах, в частности в геофизике [4].

Автор глубоко благодарен проф. М. Г. Гасымову за постановку задачи и руководство работой.

Литература

1. Агранович Э. С., Марченко В. А. Обратная задача теории рассеяния. Изд-во ХГУ, 1960. 2. Гельфанд И. М., Левитан Б. М. Изв. АН СССР, серия матем., 15, 309—360, 1951. 3. Гасымов М. Г. Прямые и обратные задачи спектрального анализа для одного класса уравнений с разрывными коэффициентами. Новосибирск. 4. Тихонов А. Н. ДАН СССР, 63, 1949, № 6, 797—800. 5. Титчмарш Э. И. Разложения по собственным функциям, связанные с дифференциальными уравнениями второго порядка, I. М., 1960.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 26. I 1979

Р. Т. Пашаев

БИРСНИФ КЭСИЛЭН ЭМСАЛЛЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЭНЛИКЛЭР СИСТЕМИ ҮЧҮН СПЕКТРАЛ НЭЗЭРИЛЖЭНИН ТЭРС МЭСЭЛЭСИНИН ЈЕКАНЭЛИЈИ

Мәгәләдә бирсиниф кәсилән әмсаллы дифференциал тәкликләр системи үчүн гоҗулмуш тәрс мәсәләнни сәпилмә вериләиләринә вә спектрал өлчүсүнә кәрә јекәнәлик теоремләри исбат едилмишдир.

R. T. Pashayev

ON THE UNIQUENESS THEOREMS OF INVERSE PROBLEM OF SPECTRAL THEORY FOR ONE CLASS OF SYSTEMS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH DISCONTINUOUS COEFFICIENTS

In this paper the uniqueness theorems of inverse problem on scattering data and on spectral measure for one class of systems of differential equations with discontinuous coefficients are proved.

УДК 517.944

МАТЕМАТИКА

А. М. ГУСЕЙНБЕКОВА

ОДНОЗНАЧНАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ РАЗРЫВНОГО НЕЛИНЕЙНОГО ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ПСЕВДОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ПАРАМЕТРОМ В ОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ

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

Пусть в ограниченной области $G \in R$ задано эллиптическое уравнение второго порядка

$$A(x, D)u \equiv \sum_{i,k=1}^{n+1} a_{ik}(x) \frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_k} + \sum_{i=1}^{n+1} b_i(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} + c(x)u = f(x) \quad (1)$$

со смешанными граничными условиями

$$B_1(x, D)u|_{\Gamma^+} = g_1(x'), \quad x' \in \Gamma^+, \quad (2)$$

$$B_2(x, D)u|_{\Gamma^-} = g_2(x''), \quad x'' \in \Gamma^-.$$

Задача (1—2) при нелинейной правой части сводится к разрывным нелинейным эллиптическим псевдодифференциальным уравнениям.

В данной статье доказана однозначная разрешимость разрывного нелинейного эллиптического псевдодифференциального оператора с параметром в ограниченной области с разрывом вдоль границы раздела.

Пусть s —любое действительное число и $H_s(R^n)$ —пространство Соболева—Слободецкого (обобщенных) функций f таких, что

$$\|f\|_s^2 = \int_{R^n} (1 + |\xi|^2)^s |\hat{f}(\xi)|^2 d\xi < +\infty,$$

где $\hat{f}(\xi)$ —преобразование Фурье функции $f(x)$.

Обозначим через $\bar{R}_+^n (R_-^n)$ замкнутое полупространство $x_n \geq 0 (x_n \leq 0)$, а через $R_+^n (R_-^n)$ —соответствующее открытое полупространство.

Для любого s через $\dot{H}_s^+ = \dot{H}_s^+(R_+^n)$ обозначим подпространство H_s , состоящее из функций, носители которых сосредоточены в \bar{R}_+^n , т. е. равных нулю в R_-^n . Аналогично определяется $\dot{H}_s^- = \dot{H}_s^-(R_-^n)$. Обозначим через $H_s(R_+^n)$ пространство, состоящее из функций, заданных в R_+^n , которые являются сужениями на R_+^n функций из $H_s = H_s(R_+^n)$.

Пусть $ef \in H_s(R^n)$ —продолжение f на R^n , тогда

$$\|f\|^+ = \|f\|_{H_s(R_+^n)} = \inf \|ef\|_s,$$

где нижняя грань берется по всем продолжениям ef функции f .

Далее, продолжим $f(x) \in H_s(R_+^n)$ нулем для $x \in R^n$ и обозначим это продолжение через $f_+(x)$. Тогда $f_+(x) \in H_0^+$.

Обозначим через H_s^+ пространство таких функций $f_+(x) \in H_0^+ = H_0^+$, что $f_+(x) \in H_s(R_+^n)$ на R_+^n .

Пусть G —ограниченная область в R^n с гладкой границей Γ . Через $H_s(G)$ обозначим обычное пространство Соболева—Слободецкого (т. е. сужение на G функций $H_s(R^n)$ с нормой $\|u\|_s = \inf \|v\|_{H_s(R^n)}$), через $H_s^+(G)$ —пространство функций, заданных во всем R^n , равных нулю при $x \in R^n/G^-$ и совпадающих в \bar{G} с функцией из $H_s(G)$.

Определение I. $a(\xi) \in O_\alpha$, если:

1. $a(\xi)$ —однородная функция порядка α по ξ ;
2. $a(\xi)$ —непрерывная функция до $\xi \neq 0$.

Определение II. $a_+(\xi) \in O_\alpha^+$, если:

1. $a_+(\xi) \in O_\alpha$;
2. $a_+(\xi', \xi_n)$ имеет аналитическое продолжение по ξ_n в пространстве $\text{Im } \xi_n > 0$ для каждого ξ' .

Определение III. $a(\xi) \in E_\alpha$, если:

1. $a(\xi) \in O_\alpha$;
2. $a(\xi) \neq 0$ для $\xi \neq 0$;
3. $a(\xi)$ имеет для $\xi' \neq 0$ непрерывные производные, ограниченные при $|\xi| = 1, \xi' \neq 0$.

Определение IV. $a(x, \xi', \xi_n) \in D_\alpha^0$, если:

1. $a(x, \xi) \in O_\alpha$ для $x \in R^n$;
2. $a(x, \xi)$ бесконечно дифференцируемы относительно x и ξ ;
3. $\frac{\partial^k}{(\partial \xi')^k} a(x, 0, -1) = (-1)^k \exp(-i\alpha\pi) \frac{\partial^k}{(\partial \xi')^k} a(x, 0, 1)$,

$x \in R^n, 0 \leq k < \infty, k = (k_1, k_2, k_n)$.

Определение V. Пусть A —ограниченный линейный оператор из H_s^+ в $H_{s-\alpha}(R_+^n)$. Тогда любой ограниченный линейный оператор T из H_{s-1}^+ в $H_{s-\alpha}(R_+^n)$ (как из H_s^+ в $H_{s-\alpha+1}(R_+^n)$) называется правым (левым) сглаживающим оператором относительно A . T является сглаживающим оператором относительно A , если он является одновременно правым и левым сглаживающим оператором.

Пусть $a(x, \xi) \in E_\alpha, b(x, \xi) \in E_\alpha$ для каждого $x \in G$ и $a(x, \xi), b(x, \xi)$ —бесконечно дифференцируемые функции относительно x и ξ . Так как G ограниченная область R^n , можно предполагать, что G содержится в кубе со стороной 2ρ с центром в o . Продолжим $a(x, \xi), b(x, \xi)$ по x на все R^n , полагая $a(x, \xi) = 0, b(x, \xi) = 0$, если $|x| > \rho - \epsilon$ для $\epsilon > 0$. Получим финитную функцию, однородную порядка α относительно ξ .

Расширенные $a(x, \xi)$ и $b(x, \xi)$ разложим в ряд Фурье и по этим разложениям построим операторы

$$Au_+ = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \psi_k(x) \exp[(i\pi kx)/\rho] L_{k, \frac{n}{2}}^{\alpha} u_+$$

$$Bu_+ = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \theta_k(\cdot) \exp[(i\pi kx)/\rho] u^{*k} u_+$$

Для $u_+(x) \in H_s^+(G)$ определена свертка $L_k \times u_+, M_k(x) \times u_+$, так как u_+ финитна.

Пусть область G состоит из двух областей G_1 и G_2 , разделенных $(n-1)$ -мерной поверхностью γ и не имеющих общих точек с Γ . Обозначим через $p^+(p^-)$ оператор сужения функций, определенных на R^n на $G_1(G_2)$. Обозначим через $\{N_j\}$ конечное покрытие G . Пусть $\{\varphi^j(x)\}$ —подчиненное такому покрытию разбиение единицы.

Пусть, далее, $\psi_j(x) \in C_0^\infty(R^n), \psi_j(x) \varphi_j(x) = \varphi_j(x), \text{supp } \psi_j \in N_j$. Имеем

$$p^+ Au_+ = \sum_j p^+ \varphi_j Au_+,$$

$$p^- Bu_+ = \sum_j p^- \varphi_j Bu_+.$$

Рассмотрим разрывной эллиптический оператор порядка α вида

$$p^+ Au_+ = \sum_j p^+ \varphi_j A \psi_j u_+ + T^1 u_+ \text{ в } G_1,$$

$$p^- Bu_+ = \sum_j p^- \varphi_j B \psi_j u_+ + T^2 u_+ \text{ в } G_2, \quad (3)$$

где T^1, T^2 —сглаживающие операторы.

Предположим, что $a(x, \xi), b(x, \xi) \in D_\alpha^0$, тогда согласно дополнению 2 работы [3] операторы $\varphi_j A \psi_j, \varphi_j B \psi_j$ в новой системе координат (в локальных координатах) могут быть записаны в виде

$$\varphi_j A \psi_j = \varphi_j A_j \psi_j + T_j^1, \quad \varphi_j B \psi_j = \varphi_j B_j \psi_j + T_j^2,$$

где A_j, B_j —главные части разложения, A, B —операторы свертки вида (3), T_j^1, T_j^2 —сглаживающие операторы. Обозначим через $a_j(x^j, \xi), b_j(x^j, \xi)$ символы A_j, B_j . Доказана следующая теорема о существовании.

Теорема 1. Пусть $A(B)$ —эллиптический оператор вида (3) на $G_1(G_2)$ порядка $\alpha, \alpha > 0$.

Предположим, что

1. $a_j(x^j, \xi), b_j(x^j, \xi) \in E_\alpha \cap D_\alpha^0$,
2. $a_j(x^j, \xi), b_j(x^j, \xi)$ имеют для x^j факторизацию вида

$$a_j(x^j, \xi) = a_j^+(x^j, \xi) a_j^-(x^j, \xi), \quad b_j(x^j, \xi) = b_j^+(x^j, \xi) b_j^-(x^j, \xi),$$

где $a_j^+ \in O_0^+, a_j^- \in O_\alpha^-$ для всех $x^j \in N_j \cap G_1, b_j^+ \in O_\alpha^+, b_j^- \in O_0^-$ для всех $x^j \in N_j \cap G_2$.

3. Существуют лучи $\arg \lambda = \theta_1, \arg \mu = \theta_2$ такие, что

$$a_j(x^j, \xi) + \lambda^\alpha \neq 0 \text{ для } |\xi| + |\lambda| \neq 0, x^j \in N_j \cap G_1,$$

$$b_j(x^j, \xi) + \mu^\alpha \neq 0 \text{ для } |\xi| + |\mu| \neq 0, x^j \in N_j \cap G_2.$$

Пусть $f_1(x, \xi_0, \dots, \xi_{|a|-1})$ —измеримая функция по x на G_1 , непрерывная по всем другим переменным, а $f_2(x, \xi_0, \xi_{|a|-1})$ —измеримая функция по x на G_2 , непрерывная по всем другим переменным.

Предположим, что существуют постоянные $M_1 > 0$, $M_2 > 0$ такие, что

$$|f_i(x, \xi_0, \dots, \xi_{|\alpha|-1})| \leq M_i \left\{ 1 + \sum_{j=0}^{|\alpha|-1} |\xi_j| \right\}, \quad i = 1, 2.$$

Пусть T_k^i , $k = 0, \dots, |\alpha| - 1$, $i = 1, 2$ — ограниченные линейные операторы из $H_k^+(G)$ в $L_2(G)$. Тогда для $|\lambda| > \lambda_0 > 0$, $|\mu| > \mu_0 > 0$, $\arg \lambda = \theta_1$, $\arg \mu = \theta_2$ существует решение $u \in H_+^+(G)$ уравнения

$$\begin{aligned} p^+(A + \lambda^\alpha) u_+ &= f_1(x, T_0^1 u_+, \dots, T_{|\alpha|-1}^1 u_+) \text{ в } G_1, \\ p^-(B + \mu^\alpha) u_+ &= f_2(x, T_0^2 u_+, \dots, T_{|\alpha|-1}^2 u_+) \text{ в } G_2. \end{aligned} \quad (4)$$

Эта теорема доказывается следующим образом.

Согласно М. И. Вишику и М. С. Аграновичу [1] устанавливается априорная оценка и доказывается существование и единственность решения разрывного линейного эллиптического уравнения в свертке, зависящего от большого параметра в ограниченной области. Затем применяется принцип Лере—Шаудера в формулировке Браудера [2].

Доказана следующая теорема о единственности.

Теорема 2. Пусть выполнены все условия теоремы 1.

Если f_1, f_2 удовлетворяют условию Липшица по $\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_{|\alpha|-1}$, то решение уравнения (4) единственно.

Литература

1. Агранович М. С. и Вишик М. И. УМН, 19, 1964, № 3. 2. Browder F. E. Trans. Amer. Math. Soc., 117, 1965. 3. Вишик М. И. и Эскин Г. И. УМН, 20, 1965, № 3. 4. Красносельский М. А. Топологические методы в теории нелинейных интегральных уравнений. М., 1953. 5. Агаев Г. Н. и Ахмедова (Гусейнбекова) А. М. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук 1969, № 3.

Институт математики и механики
АН Азерб. ССР

Поступило 16. V 1978.

А. М. Гусейнбекова

ПАРАМЕТРДЭН АСЫЛЫ КЭСИЛЭН ГЕЈРИ-ХЭТТИ ЕЛЛИПТИК ПСЕВДОДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЭНЛИЈИН МЭҲДУД ОБЛАСТДА БИРГИЈМЭТЛИ ҺЭЛЛИ

Мәгаләдә параметр дән асылы кәсилән гејри-хәтти еллиптик псевдодифференциал тәнлијин мөһдуд областда һәллинин варлыг вә јекәнәлији исбат олунур.

A. M. Guseinbekova

ON ONE-VALUED SOLVABILITY OF A DISCONNECTED NON-LINEAR ELLIPTIC PSEUDO-DIFFERENTIAL EQUATION WITH A PARAMETER IN A BOUNDED DOMAIN

In this paper an existence and uniqueness of the solution of a disconnected elliptic pseudo-differential operator with a parameter in a bounded domain with a rupture along the boundary of division are proved.

К. Б. МАНСИМОВ

ОБ ОПТИМАЛЬНОСТИ ОСОБЫХ УПРАВЛЕНИЙ В СИСТЕМАХ ГУРСА—ДАРБУ ПРИ НАЛИЧИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ ТИПА НЕРАВЕНСТВА НА СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ

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

В работе выводятся необходимые условия оптимальности для особых управлений в системах Гурса—Дарбу при наличии функциональных ограничений типа неравенств на состояние системы. Получена последовательность необходимых условий оптимальности, позволяющих существенно сузить число особых управлений, подозрительных на оптимальность.

Отметим, что особый случай в системах Гурса—Дарбу без функциональных ограничений типа неравенств на состояние системы рассматривался в работах [1—7].

1. Пусть управляемый процесс в области $D = [0, T] \times [0, X]$ описывается следующей системой гиперболических уравнений

$$z_{tx} = f(t, x, z, z_t, z_x, u) \quad (1)$$

с условиями Гурса

$$\begin{aligned} z(0, x) &= a(x), \quad x \in [0, X], \\ z(t, 0) &= b(t), \quad t \in [0, T], \quad a(0) = b(0). \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь $f(t, x, z, z_t, z_x, u)$ — заданная n -мерная вектор-функция, непрерывная по совокупности аргументов вместе с частными производными по z, z_t, z_x ; $a(x), b(t)$ — непрерывно дифференцируемые n -мерные вектор функции; $u(t, x)$ — r -мерный кусочно-непрерывный (с конечным числом линий разрыва первого рода) вектор управления со значениями из заданного ограниченного множества $U \subset E_r$.

Управление $u(t, x) \in U$ назовем допустимым, если соответствующее ему решение системы (1)—(2) удовлетворяет ограничениям

$$\varphi_i(z(T, X)) \leq 0, \quad i = \overline{1, p}. \quad (3)$$

Задача. Среди всех допустимых управлений найти такое, которое доставляет минимальное значение функционалу

$$S_0(u) = \varphi_0(z(T, X)). \quad (4)$$

Относительно $\varphi^i(z)$, $i = \overline{0, p}$, предполагается, что

$$\varphi_i(z) \in C^1(E_n), \quad i = \overline{1, p}; \quad \varphi_0(z) \in C^2(E_n).$$

Процесс $(u(t, x), z(t, x))$, являющийся решением задачи (1)—(4) назовем оптимальным процессом, а $u(t, x)$ — оптимальным управлением.

2. Допустим, что $(u(t, x), z(t, x))$ — оптимальный процесс. Введем следующие обозначения:

$$I = \{l: \varphi_l(z(T, X)) = 0, l = \overline{1, p}\},$$

$$H(t, x, z, z_1, z_x, u, \lambda^1) = \lambda^1 \cdot f(t, x, z, z_1, z_x, u),$$

$$\Delta_v f(t, x) = f(t, x, z(t, x), z_1(t, x), z_x(t, x), v) - f(t, x, z(t, x), z_1(t, x), z_x(t, x), u(t, x)),$$

$$\Delta_v H(t, x, \lambda^1) = H(t, x, z(t, x), z_1(t, x), z_x(t, x), v, \lambda^1(t, x)) -$$

$$- H(t, x, z(t, x), z_1(t, x), z_x(t, x), u(t, x), \lambda^1(t, x)),$$

$$\lambda^1(t, x) = -R'(T, X; t, x) \frac{\partial \varphi_l(z(T, X))}{\partial z},$$

$$H_u(t, x, \lambda^1) = H_u(t, x, z(t, x), z_1(t, x), z_x(t, x), u(t, x), \lambda^1(t, x)),$$

где $R(t, x; \tau, s)$ — $(n \times n)$ — матрица, являющаяся по (τ, s) решением следующего линейного матричного интегрального уравнения типа Вольтера [8]:

$$R(t, x; \tau, s) = E + \int_{\tau}^x \int_{\tau}^x R(t, x; \alpha, \beta) f_z(\alpha, \beta) d\alpha d\beta + \\ + \int_{\tau}^t R(t, x; \alpha, s) f_{z_1}(\alpha, s) d\alpha + \int_{\tau}^x R(t, x; \tau, \beta) f_{z_x}(\tau, \beta) d\beta.$$

Здесь $f_z(t, x), f_{z_1}(t, x), f_{z_x}(t, x)$ — производные $f(t, x, z, z_1, z_x, u)$ по z, z_1, z_x , вычисленные вдоль процесса $(u(t, x), z(t, x))$, E — единичная матрица.

Теорема 1. Для оптимальности допустимого управления $u(t, x)$ в задаче (1) — (4) необходимо, чтобы неравенство

$$\Delta_v H(t, x, \lambda^0) < 0$$

выполнялось для всех $v \in U$ и почти всех $(t, x) \in D$ таких, что

$$\min_{|e|} \Delta_v H'(t, x, \lambda^1) > 0.$$

Теперь допустим, что $f(t, x, z, z_1, z_x, u)$ непрерывно дифференцируема также по u .

За класс допустимых управлений примем выпуклое множество r -мерных кусочно-непрерывных вектор-функций $u(t, x)$ и это множество обозначим через V .

Теорема 2. Для оптимальности допустимого управления $u(t, x) \in V$ необходимо, чтобы условие

$$\int_0^T \int_0^X H'_u(t, x, \lambda^0) [v(t, x) - u(t, x)] dt dx < 0$$

выполнялось для всех $v(t, x) \in V$ таких, что

$$\min_{|e|} \left\{ \int_0^T \int_0^X H'_u(t, x, \lambda^1) [v(t, x) - u(t, x)] dt dx \right\} > 0.$$

3. Определение. Допустимое управление $u(t, x) \in U$ назовем особым, если

$$\Delta_v H(t, x, \lambda^0) = 0 \quad (5)$$

для всех $v \in U$ и почти всех $(t, x) \in D$.

Ясно, что при

$$\text{grad } \varphi_0(z(T, X)) = 0 \quad (6)$$

условие (5) всегда выполняется.

Теорема 3. Для оптимальности особого (в смысле (6)) управления $u(t, x) \in U$ необходимо, чтобы для любого натурального числа μ условие

$$\sum_{j=1}^{\mu} \sum_{s=1}^{\mu} l_j l_s \Delta_{v_j} f'(t, x) K(t, x) \Delta_{v_s} f(t, x) < 0$$

выполнялось для всех $v_j \in U, l_j > 0, j = \overline{1, \mu}$, и почти всех $(t, x) \in D$ таких, что

$$\min_{|e|} \left\{ \sum_{j=1}^{\mu} l_j \Delta_{v_j} H(t, x, \lambda^1) \right\} > 0,$$

где

$$K(t, x) = -R'(T, X; t, x) \frac{\partial^2 \varphi_0(z(T, X))}{\partial z^2} R(T, X; t, x),$$

а $l_j > 0$ — произвольное вещественное число.

Теорема 4. Пусть

$$f(t, x, z, z_1, z_x, u) = A(t, x) z_1 + B(t, x) z_x + f_1(t, x, z, u),$$

где $A(t, x), B(t, x)$ — $(n \times n)$ — непрерывные матричные функции, $f_1(t, x, z, u)$ — непрерывная вектор-функция вместе с частными производными по z до второго порядка включительно.

Тогда для оптимальности особого (в смысле (5)) управления $u(t, x) \in U$ необходимо, чтобы для любого натурального числа μ неравенство

$$\sum_{j=1}^{\mu} \sum_{s=1}^{\mu} l_j l_s \Delta_{v_j} f'(t, x) Q(t, x) \Delta_{v_s} f(t, x) + \\ + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{\mu} \left[l_j \Delta_{v_j} H'_z(t, x, \lambda^0) \left\{ l_j \Delta_{v_j} f(t, x) + 2 \sum_{s=1}^{j-1} l_s \Delta_{v_s} f(t, x) \right\} \right] < 0$$

выполнялось для всех $v_j \in U, l_j > 0, j = \overline{1, \mu}$, и почти всех $(t, x) \in D$ таких, что

$$\min_{|e|} \left\{ \sum_{j=1}^{\mu} l_j \Delta_{v_j} H(t, x, \lambda^1) \right\} > 0,$$

где

$$Q(\tau, s) = \int_{\tau}^T \int_{\tau}^X R'(t, x; \tau, s) H_{zz}(t, x, \lambda^0) R(t, x; \tau, s) dt dx + \\ + K(\tau, s).$$

Справедлива также

Теорема 5. Для оптимальности особого (в смысле (6)) управления $u(t, x) \in V$ необходимо, чтобы неравенство

$$\int_0^T \int_0^X \int_0^T \int_0^X [v(\tau, s) - u(\tau, s)]' L(t, x, \tau, s) [v(t, x) - \\ - u(t, x)] dt dx d\tau ds < 0$$

выполнялось для всех $v(t, x) \in V$ таких, что

$$\min_{|e|} \left\{ \int_0^T \int_0^X H'_u(t, x, \lambda^i) [v(t, x) - u(t, x)] dt dx \right\} > 0,$$

где

$$L(t, x, \tau, s) = -f'_u(t, x) R'(T, X; t, x) \frac{\partial^2 \varphi_0(z(T, X))}{\partial z^2} \times \\ \times R(T, X; \tau, s) f_u(\tau, s).$$

Литература

1. Васильев О. В. В сб.: "Управляемые системы", вып. 10. Новосибирск, 1972. 2. Ащенок Л. Т., Васильев О. В. "Ж. вычислит. матем. и матем. физ.", 1975, № 5. 3. Сумин В. И. Автореф. канд. дисс. Горький, 1975. 4. Меликов Т. К. Автореф. канд. дисс. Баку, 1976. 5. Мансимов К. Б. Мат-лы Респ. конфер. молодых ученых по матем. и мех. Баку, "Элм", 1976. 6. Мансимов К. Б. "Уч. зап. АГУ, серия физ.-матем. наук", 1976, № 6. 7. Срочко В. А. "Сибир. матем. ж.", 1976, № 5. 8. Ахнев С. С., Ахмедов К. Т. "Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук", 1973, № 2.

Институт кибернетики
АН Азерб. ССР

Поступило 29. V 1978

К. Б. Мансимов

ГУРСА—ДАРБУ СИСТЕМЛЭРИНДЭ СИСТЕМИН ВЭЗИЛЈЭТИНЭ БЭРАБЭРСИЗЛИК ТИПЛИ МЭЪДУДИЛЈЭТЛЭР ОЛАН ҺАЛДА МЭХСУСИ ИДАРЭЛЭРИН ОПТИМАЛЛЫҒЫ ҺАГҒЫНДА

Мәгәләдә

$$S_0(u) = \varphi_0(z(T, X)) \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\varphi_l(z(T, X)) < 0, \quad l = \overline{1, p} \quad (2)$$

$$z_{ix} = f(t, x, z, z_p, z_x, u), \quad (t, x) \in [0, T] \times [0, X]$$

$$z(0, x) = a(x), \quad x \in [0, X]$$

$$z(t, 0) = b(t), \quad t \in [0, T] \quad (3)$$

мәсәләсіндә биринчи вә икинчи тәртібдән зәрури шәртләр алынмасына һәср едилмишдир. Алынған икинчи тәртіб зәрури шәртләр ардычыллығи оптималлыға шүбһәли мөхсуси идарәләрин сағыны қафи гәдәр азалтмаға имкан верир.

К. В. Mansimov

ON THE OPTIMALITY OF THE SINGULAR CONTROL IN THE GOURSA— DARBUX SYSTEMS WITH FUNCTIONAL CONSTRAINTS OF THE INEQUALITY TYPE

In this paper for the problem

$$z_{ix} = f(t, x, z, z_p, z_x, u)$$

$$z(0, x) = a(x), \quad x \in [0, X]$$

$$z(t, 0) = b(t), \quad t \in [0, T], \quad a(0) = b(0).$$

$$\varphi_l(z(T, X)) < 0, \quad l = \overline{1, p}$$

$$S_0(u) = \varphi_0(z(T, X)) \rightarrow \min$$

first- and second-order necessary conditions are obtained.

Р. Г. ФАРАДЖЕВ

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ КОНЕЧНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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

Настоящая статья посвящена проблеме устойчивости и стабилизируемости дискретных динамических систем над полем Галуа $G^r(q)$. Определим конечную динамическую систему (КДС) над полем $GF(q)$ при помощи векторно-матричного соотношения вида

$$s[n+1] = F(s[n], x[n]), \quad GF(q), \quad (1)$$

где $s[n_0]$ — начальное положение КДС.

Здесь $n \in N = [n_0, n]$ — конечное или счетное множество целых чисел (в последнем случае $n_1 = \infty$); обобщенные координаты состояния КДС обозначены через $s = \text{col}(s_1, s_2, \dots, s_m)$, а вектор входа — через $x = \text{col}(x_1, x_2, \dots, x_r)$; векторная функция q -значной логики $F = \text{col}(f_1, f_2, \dots, f_m)$ представляется при помощи арифметических операций модулярной алгебры $GF^r(q)$ и характеризует функции перехода КДС [1—3].

Из факта, что КДС определена над конечным полем, следует, что алфавитом состояний S и алфавитом входов X для КДС служат соответственно m -мерное и r -мерное линейные пространства $[GF(q)]^m$ и $[GF(q)]^r$, начальное положение $s[n_0]$ может совпадать с любым из возможных состояний из q^m -элементного множества S .

Широкий класс КДС описывается с помощью матричного уравнения (1), где q -значный алфавитный оператор F действует из SOX в S и становится линейным в $GF(q)$:

$$s[n+1] = As[n] + Bx[n], \quad GF(q); \quad (3)$$

где q -значные матрицы A и B имеют соответственно порядки m и r . Элементы этих матриц могут быть как постоянными (для стационарных КДС), так и переменными по $n \in N$ величинами (для нестационарных КДС), т. е. модулярными функциями [2, 3].

Определение 1. Системы, представимые матричным уравнением (3), называются линейными КДС (ЛКДС).

Если кроме линейных членов в (3) входят и нелинейные в смысле q -значной логики члены, то функция перехода такой КДС имеет вид [2—6]

$$s[n+1] = As[n] + Bx[n] + \hat{F}(s[n], x[n]) GF(q), \quad (4)$$

$$\text{где } \hat{F}(s, x) = \text{col}(\hat{F}_1(s, x), \hat{F}_2(s, x), \dots, \hat{F}_m(s, x)), \quad (5)$$

а $\hat{f}_i(s_1, s_2, \dots, s_m, x_1, x_2, \dots, x_r) = \hat{f}_i(s, x)$ — некоторые полиномиальные функции в модулярной алгебре.

Определение 2. Дискретные системы, представимые в виде (4)—(5), называются нелинейными КДС (НКДС).

Автономная КДС, соответствующая системе (1), находится в состоянии равновесия $s[n+1] = s[n] = s'$, если

$$s' = F(s', x^0), x^0 \in X, \quad (6)$$

где $x^0 = \text{col}(0, 0, \dots, 0)$

В общем случае КДС может иметь и не единственное состояние равновесия [1,7-9].

Определение 3. Автономная КДС, имеющая единственное положение равновесия, является глобально устойчивой (или Γ -устойчивой), если существует такое минимальное целое число $h_\Gamma > 0$, что при любом $s[n_0] \in S$ имеет место

$$s[n_0 + h_\Gamma] = s' = F^*(s[n_0], x[n_0], x[n_0 + 1], \dots, x[n_0 + h_\Gamma - 1]), GF(q); \quad (7)$$

здесь $F^*(\cdot)$ — алфавитный оператор, действующий из $S \times X^{h_\Gamma}$ в S и получаемый из $F(\cdot)$ при помощи h_Γ -кратной подстановки.

Если в этом определении принять $s[n_0] \in S' \subset S$, то можно говорить о локальной устойчивости (или Λ -устойчивости) некоторого положения равновесия автономной КДС.

Целое число $h_\Gamma > 0$, фигурирующее в определении 3, назовем степенью Γ -устойчивости.

Теорема 1. Для степени Γ -устойчивости автономной КДС с числом состояний q^m справедлива оценка

$$h_\Gamma \leq q^m - 1. \quad (8)$$

Для ЛКДС имеет место следующий критерий Γ -устойчивости.

Теорема 2. Автономная нестационарная ЛКДС Γ -устойчива тогда и только тогда, когда существует минимальное целое число $h_\Gamma > 0$ такое, что соответствующая матрица переходного состояния машины $\Phi[n, n_0]$ удовлетворяет условию

$$\Phi[n_0 + h_\Gamma, n_0] = \emptyset, GF(q), \quad (9)$$

где \emptyset — нулевая матрица порядка $m \times m$.

На случай стационарной ЛКДС $\Phi[n_1, n_0] = \Phi[n - n_0]$, после чего условие (9) принимает вид

$$\Phi[n_0 + h_\Gamma, n_0] = A^{h_\Gamma} = \emptyset, GF(q). \quad (10)$$

Этим свойством обладает матрица A , в рационально-каноническом виде имеющая форму с поддиагональными (наддиагональными) блоками, минорами, инорами. Легко заметить сходство между условиями Γ -устойчивости ЛКДС и условиями бесконечной степени устойчивости импульсной системы [2, 3, 10-12].

Рассмотрим замкнутую КДС, т. е. случай, когда КДС из (1) охвачена обратной связью вида [2, 13]

$$x[n] = U(s[n]) \text{ при } n \in N, \quad (11)$$

где U — некоторый q -значный алфавитный оператор, действующий из $[GF(q)]^m$ в $[GF(q)]^r$.

Определение 4. Неавтономная КДС с каноническим уравнением (1) называется стабилизируемой, если существует такое зависящее от s управление x вида (11), при котором автономная КДС

$$s[n+1] = F(s[n], x[n]) = F(s[n], U(s[n])), GF(q) \quad (12)$$

является Γ -устойчивой.

В случае, когда алфавитные операторы (11) — (12) являются линейными, справедлива

Теорема 3. Нестационарная ЛКДС из (3) является стабилизируемой тогда и только тогда, когда существует такое линейное над полем управление вида $x[n] = U[n]s[n]$ и такое целое число $h_3 > 0$, для которых выполняется условие

$$\Phi_3[n_0 + h_3, n_0] = \prod_{i=n_0}^{n_0+h_3-1} (A[n+i] + B[n+i]U[n+i]) = \emptyset, GF(q). \quad (13)$$

Если же ЛКДС стационарна, то

$$\Phi_3[h_3] = (A + BU)^{h_3} = \emptyset, GF(q). \quad (14)$$

Выполнение соотношения (13) — (14) означает, что ЛКДС максимум через h_3 тактов времени из любого положения при помощи линейного управления оказывается в равновесии. Поэтому управление вида $x[n] = U^*[n]s[n]$ с

$$h_3^* = \min \{h_3 | \Phi_3[n_0 + h_3, n_0] = \emptyset\}, GF(q), \quad (15)$$

может быть названо оптимальным управлением по быстрдействию ЛКДС. Эти утверждения остаются в силе и для алгебраически эквивалентных ЛКДС [3, 13].

Теорема 4. Если $L_1(n)$ и $L_2(n)$ — алгебраически эквивалентные ЛКДС при $n \geq n_0$, то $L_1(n)$ стабилизируема тогда и только тогда, когда стабилизируема $L_2(n)$.

Существует естественная связь между полной управляемостью и стабилизируемостью ЛКДС.

Теорема 5. Нестационарная ЛКДС является стабилизируемой, если она обладает свойством полной h_3 -управляемости при $n = n_0$.

Приведенные теоремы часто позволяют анализировать устойчивость и некоторые классы НКДС. Так, если m -мерная стационарная НКДС из (5) автономна и $s' = \text{col}(0, 0, \dots, 0)$, то при помощи специального нелинейного преобразования координат [2] можно свести ее к автономной ЛКДС $(q^m - 1)$ -го порядка и далее воспользоваться условием (10).

При исследовании Γ -устойчивости сложных НКДС, состоящих из Γ -устойчивых ЛКДС, которые соединены между собой нелинейными связями, важную роль играет

Теорема 6. Пусть для автономной НКДС из (4) выполнены следующие условия:

а) A — Γ -устойчивая матрица со степенью h_A ;

б) $\hat{F}_1(s) = b_1 \prod_{j=1}^{r_1} (s_j)^{\nu_j}$, $b_1 \neq 0$, $1 < r_1 \leq m$, $1 < \nu_j \leq q - 1$;

в) существует хотя бы одна пара ортогональных q -значных функций $\Phi_{\nu_1}(s)$ и $\Phi_{\nu_2}(s)$, представляющих координаты вектор-функции $\Phi(s) = As + \hat{F}_1(s)$ из (4).

Тогда НКДС Γ -устойчива и $h_\Gamma = h_A + 1$.

Теорема при определенной модификации допускает обобщение. Основные результаты по Γ -устойчивости и стабилизируемости КДС переносятся на дискретные системы над произвольным полем, например, на случай бесконечных линейных и квазилинейных последовательностных машин [2].

Литература

1. Айзерман М. А. и др. Логика. Автоматы. Алгоритмы. М., Физматгиз, 1963. 2. Фараджев Р. Г. Линейные [последовательностные машины. М., Сов. радио, 1975. 3. Фараджев Р. Г. Докт. дисс. Баку, 1975. 4. Фараджев Р. Г. и др. ДАН СССР, 206, 1972, № 5. 5. Яблонский С. В. Тр. МИАН, 51, 1958. 6. Поспелов Д. А. Логические методы анализа и синтеза схем. М., Энергия, 1974. 7. Цыпкин Я. З. Современная теория систем управления. М., Наука, 1970. 8. Гаврилов М. А. Теория релейно-контактных схем. М., Наука, 1950. 9. Монсеев Гр. К. Алгебраическая теория ДАС. М., Изд-во иностр. лит., 1963. 10. Цыпкин Я. З. и Фараджев Р. Г. ДАН СССР, 166, 1966, № 3. 11. G III A. Assoc. Comp. Mach., 12, 1964, № 1. 12. Цыпкин Я. З. Теория линейных импульсных систем. М., Наука, 1963. 13. Ли Э. Б., Маркус Л. Основы теории оптимального управления. М., Наука, 1972.

АГУ и.м. С. М. Киров

Поступило 20. III 1978

Р. Һ. Фэрэчов

СОНЛУ ДИНАМИК СИСТЕМЛЭРИН ДАЈАНЫГЛЫҒЫНА ДАИР

Мәгаләдә Галуа мейдан үзәриндә тәјин олунмуш сонлу динамик системләрнин (СДС) тәснифаты верилмиш, онларын хәтти ачыг, гапалы схем һалларында глобал дајаныглыгыны тәмин едән зәрури вә кафи шәрт теоремләри исбат едилмишдир. Алынған нәтижәләрин бәзи синиф гејри-хәтти СДС-ләрин дајаныглыгынын анализиндә мүмкүнлүјү гејд едилмишдир.

R. G. Faradjev

ABOUT THE FINITE DYNAMIC SYSTEMS STABILITY

In this paper the classification of the appointed finite dynamic systems (FDS) in the Galua space is given. And also in the cases of their linear open and closed schemes their contented global stability necessary and satisfactory condition theorems are proved. The received results may be applied to the analysis of some nonlinear finite dynamic systems stability.

М. А. МЕХТИЕВ, В. А. КАЛИНА

К ТЕОРИИ ТАММОВСКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СОСТОЯНИЙ ПЛЕНОК $Hg_{1-x}Cd_xTe$

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

В работах [1—3] проводилось исследование таммовских поверхностных состояний для полуметаллических и полупроводниковых образцов типа $HgTe$ и $Hg_{1-x}Cd_xTe$, граничащих с вакуумом. Показано, что в этих материалах возникают два типа поверхностных состояний, отщепляемых от зоны проводимости и валентной зоны. Для образцов с конечной толщиной [2] каждое из этих состояний расщепляется на симметрическое и антисимметрическое, причем в тонких образцах ($qL \ll 1$) спектр антисимметрических состояний сильно отличается от спектра объемных. Так, например, энергия поверхностных состояний, отщепляемых от зоны проводимости, оказывается в 4 раза меньше энергии объемных состояний. В работе [2] рассматривался только предельный случай малых толщин ($L \sim 0$) и получены аналитические выражения для спектров при $L=0$.

В настоящей статье с целью выяснения зависимости спектра поверхностных состояний от толщины образцов L на ЭВМ проводился расчет для реальных пленок $L=150$, $L=100$ и $L=50$ Å при различных значениях ϵ_g —энергетического расстояния между зонами легких частиц ($\epsilon_g=0$; $\epsilon_g=0,15$; $\epsilon_g=0,3$ эВ), а для спектров тонких пленок ($qL \ll 1$) получены первые аналитические поправки, зависящие от L . За основу расчета спектров полуметаллических образцов принялось уравнение [2]

$$\frac{3}{4} \frac{h^2 q^2}{E} \sqrt{q^2 + \frac{2m_h}{h^2} E} \left[1 \mp \exp \left(- \sqrt{q^2 + \frac{2m_h}{h^2} E} L \right) \right] \mp \left(2m_h + \frac{3}{4} \frac{h^2 q^2}{E} \right) \sqrt{q^2 - \frac{E(E + \epsilon_g)}{\frac{2}{3} p^2}} \left[1 \mp \exp \left(- \sqrt{q^2 - \frac{E(E + \epsilon_g)}{\frac{2}{3} p^2}} L \right) \right] = 0, \quad (1)$$

где h —постоянная Планка, деленная на 2π , q —квазиимпульс поверхностных состояний, m_h —эффективная масса тяжелых дырок, p —параметр модели Кейна, E отсчитывается от дна зоны проводимости, знаки \mp в квадратных скобках отвечают антисимметрическим и симме-

трическим поверхностным состояниям, а (-) и (+) перед вторым слагаемым (1) определяют состояния, отщепляемые соответственно от зоны проводимости и валентной зоны.

В случае тонких образцов, когда

$$\sqrt{q^2 + \frac{2m_h}{h^2} E} L \ll 1 \text{ и } \sqrt{q^2 - \frac{E(E + \epsilon_g)}{2\rho^2}} L \ll 1$$

и в параболическом пределе ($\epsilon_g \gg E$), из уравнения (1) с учетом поправок порядка qL можно установить аналитическую зависимость эффективных масс поверхностных состояний от толщины образцов L .

Так, эффективные массы антисимметрических поверхностных состояний, отщепляемых от зоны проводимости и от валентной зоны соответственно, определяются из выражений

$$\frac{1}{m_s} = \frac{1}{4m_c} \left[(1-3x) + \frac{3}{4}(1+x)^{1/2} (x^{-1/2} - \sqrt{3}) qL \right] \quad (2)$$

и

$$\frac{1}{m_s} = -\frac{6}{7m_h} \left(1 + \frac{1}{44} qL \right), \quad (3)$$

а симметрических — из

$$\frac{1}{m_s} = \frac{1}{m_c} \left[\left(1 - \frac{9}{16} x \right) + \frac{9}{16} x^{1/2} \left(1 - \frac{1}{2} x \right) qL \right] \quad (4)$$

и

$$\frac{1}{m_s} = -\frac{15}{16m_h} \left(1 + \frac{1}{33} qL \right), \quad \text{где } x = \frac{m_c}{m_h}. \quad (5)$$

Уравнение для спектров поверхностных состояний полупроводниковых образцов получается из (1) заменой E на $(E + \epsilon_g)$, и наоборот [2].

В случае тонких образцов, когда

$$\sqrt{q^2 + \frac{2m_h}{h^2} (E + \epsilon_g)} L \ll 1 \text{ и } \sqrt{q^2 - \frac{E(E + \epsilon_g)}{2\rho^2}} L \ll 1$$

и в параболическом пределе ($\epsilon_g \gg E$), эффективные массы антисимметрических поверхностных состояний находятся соответственно из

$$\frac{1}{m_s} = \frac{1}{4m_c} \left(1 + \frac{3}{2} q_0 L \right) \quad (6)$$

и

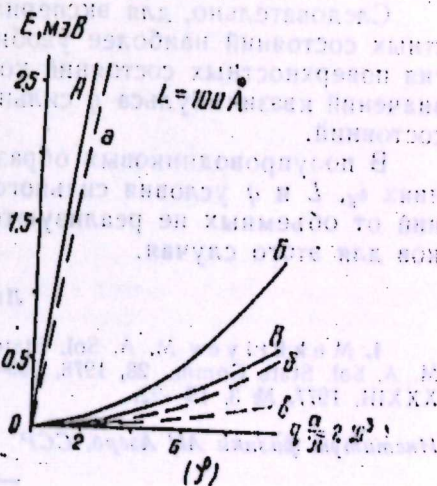
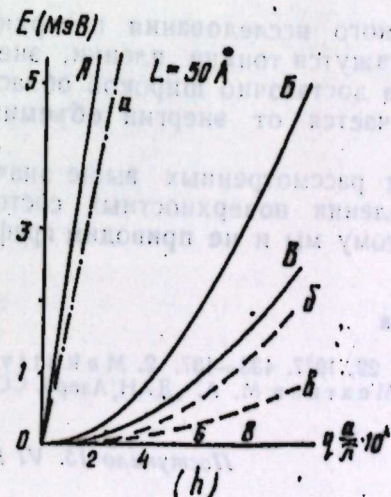
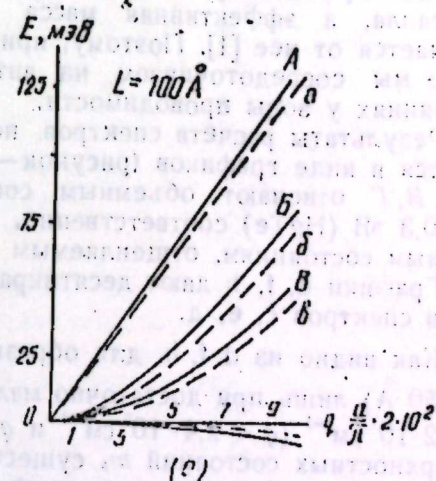
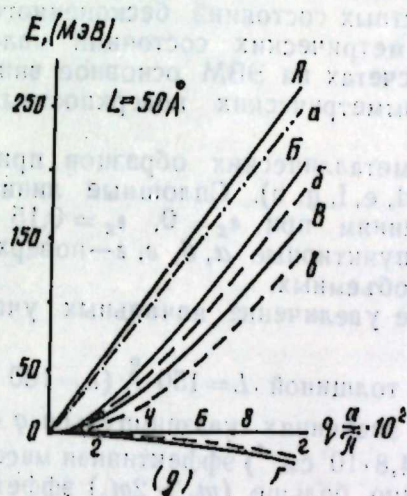
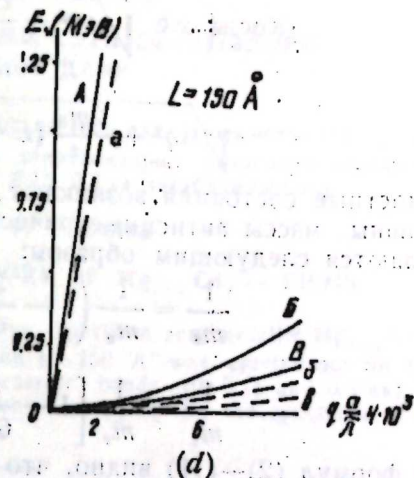
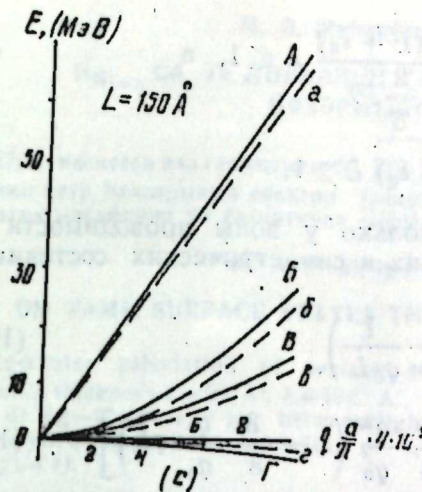
$$\frac{1}{m_s} = \frac{6}{7m_h} \left(1 + \frac{1}{44} qL \right), \quad (7)$$

а симметрических состояний — из

$$\frac{1}{m_s} = \frac{1}{m_c} \left[1 - \frac{9}{16} \frac{q^2}{q_0^2} (1 - q_0 L) \right] \quad (8)$$

и

$$\frac{1}{m_s} = \frac{15}{16m_h} \left(1 + \frac{1}{33} qL \right), \quad \text{где } q_0^2 = \frac{2m_h}{h^2} \epsilon_g. \quad (9)$$



Энергия поверхностных состояний E как функция от квазимпульса q для пленок толщиной 150, 100 и 50 Å

Когда же $\sqrt{q^2 - \frac{E(E + \epsilon_g)}{2\rho^2}} L \ll 1$, а

$$\sqrt{q^2 + \frac{2m_h}{h^2}(E + \epsilon_g)} L \gg 1,$$

поверхностные состояния возникают только у зоны проводимости и эффективные массы антисимметрических и симметрических состояний определяются следующим образом:

$$\frac{1}{m_s} = \frac{1}{m_c} \left(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{q_0 L} \right) \quad (10)$$

и

$$\frac{1}{m_s} = \frac{1}{m_c} \left[1 - \frac{9}{64} \cdot \frac{q^2}{q_0^2} \left(1 - \frac{3}{8} \cdot \frac{q}{q_0} \cdot qL \right) \right]. \quad (11)$$

Из формул (2)–(11) видно, что эффективная масса антисимметрических поверхностных состояний для тонких пленок в 4 раза превосходит эффективную массу поверхностных состояний бесконечного кристалла, а эффективная масса симметрических состояний мало отличается от нее [1]. Поэтому, при расчетах на ЭВМ основное внимание мы сосредоточиваем на антисимметрических поверхностных состояниях у зоны проводимости.

Результаты расчета спектров полуметаллических образцов приводятся в виде графиков (рисунок—с, d, e, f, g, h). Сплошные линии А, Б, В, Г отвечают объемным состояниям при $\epsilon_g = 0$, $\epsilon_g = 0,15$ и $\epsilon_g = 0,3$ эВ (HgTe) соответственно, а пунктирные а, б, в, г—поверхностным состояниям, отщепляемым от объемных.

Графики d, f, h дают десятикратное увеличение начальных участков спектров с, e, д.

Как видно из d, f, h, для образцов толщиной $L = 150 \text{ \AA}$ ($L = 100$ и $L = 50 \text{ \AA}$) лишь при достаточно малых значениях квазимпульса $q < 1,2 \cdot 10^5 \text{ см}^{-1}$ ($q < 2,4 \cdot 10^5 \text{ см}^{-1}$ и $q < 4,8 \cdot 10^5 \text{ см}^{-1}$) эффективная масса поверхностных состояний m_s существенно больше ($m_s > 2m_c$) эффективной массы объемных состояний.

Следовательно, для экспериментального исследования поверхностных состояний наиболее удобными окажутся тонкие пленки, энергия поверхностных состояний которых в достаточно широкой области значений квазимпульса q сильно отличается от энергии объемных состояний.

В полупроводниковых образцах при рассмотренных выше значениях ϵ_g , L и q условия сильного отщепления поверхностных состояний от объемных не реализуются, поэтому мы и не приводим графиков для этого случая.

Литература

1. Mekhtiyev M. A. Sol. State Comm., 22, 1977, 433–437.
2. Mekhtiyev M. A. Sol. State Comm., 28, 1978, 299–303.
3. Мехтiev М. А. „ДАН Азерб. ССР“, XXXIII, 1977, № 3, 19–22.

Институт физики АН Азерб. ССР

Поступило 15. VI 1979

М. Э. Мехтiev В. А. Калина

Hg_{1-x}Cd_xTe ЛЕВЪЭНИН ТАММ СЭТЬ СЭВИЛЭЛЭРИ НЭЗЭРИЛЭСИНЭ ДАИР

ЭВМ вэситэсi илэ галыилыгы 50, 100, 150 ангстрем олан жарымметал Hg_{1-x}Cd_xTe левъэнин сэтн халларынын спектри јункул зэррэчиклэрин золаглары арасындакы енеркетик масафэнин үч гыјметинде сыфыр, 0,15, 0,3 эв һесаблинмышдыр.

М. А. Mekhtiyev, V. A. Kalina

ON TAMM SURFACE STATES THEORY OF Hg_{1-x}Cd_xTe FILMS

Computer calculation of surface states spectrum semimetallic Hg_{1-x}Cd_xTe films with thickness $L = 50 \text{ \AA}$, $L = 100 \text{ \AA}$ and $L = 150 \text{ \AA}$ was carried out for three values of E_g —the energy gap between light-carrier bands (0; 0,15 and 0,3 eV). The first analytical corrections depending on L were obtained for the spectrum of thin films ($gL \ll 1$).

Е. С. КРУПНИКОВ, Ф. Ю. АЛИЕВ, А. Г. АБДУЛЛАЕВ, И. Г. КЕРИМОВ

ИОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ
ТЕЛЛУРИДА СЕРЕБРА

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

В последние годы интенсивно исследуется особый класс ионных соединений—суперионные проводники, характерной особенностью которых является наличие высокой ионной проводимости, сравнимой с проводимостью жидких электролитов. Столь высокая ионная проводимость возникает благодаря фазовому переходу, который сопровождается разупорядочением одной из подрешеток (обычно катионной), что приводит к скачкообразному увеличению ионной проводимости [1].

Халькогениды серебра являются проводниками со смешанной электронной и ионной проводимостями. При фазовом переходе I рода, имеющем место в этих соединениях в области температур 373—473 К, на несколько порядков возрастает ионная проводимость. При этом низкотемпературная β-фаза переходит в высокотемпературную α-фазу с разупорядоченной катионной подрешеткой. Температура перехода и величина скачка ионной проводимости зависят от соотношения составляющих компонентов. Увеличение количества серебра по сравнению со стехиометрическим отношением смещает температуру перехода в сторону высоких температур [2]. Помимо этого фазового перехода в низкотемпературной фазе соединения Ag₂Se при температуре ~363 К наблюдался фазовый переход II рода [3—5]. На возможность существования аналогичного фазового перехода в β-фазе Ag₂Te при исследовании температурных зависимостей кинетических коэффициентов массивных образцов указывалось в [6]. Наличие в низкотемпературной фазе нескольких полиморфных превращений, сопровождающихся частичным разупорядочением катионной подрешетки, вытекает из рассмотрения особенностей термодинамики разупорядоченных систем [7,8]. Подтверждением этой теории является существование бипереходов вблизи температур 125 и 200 К в суперионных проводниках M Ag₄I₆, где M—Rb, K, NH₄ [1,9]. Первый из них является фазовым переходом I рода, второй—фазовым переходом II рода.

Исследование фазовых переходов в β-фазах Ag₂Se и [Ag₂Te затруднено из-за наличия электронной проводимости, которая при комнатной температуре более чем в 10⁵ раз превосходит ионную. Поэтому изучение фазовых переходов в этих материалах возможно только благодаря измерению параметров, в которых участвуют одни ионы, обуславливающие переход. Известна лишь одна работа [2], посвященная измерению ионной проводимости в массивных образцах, которая, однако, не затрагивает области низкотемпературного β₁→β₂-пре-

вращения. Для выделения ионной составляющей проводимости использовались электроды из ионного проводника AgI, тогда как для измерения полной проводимости—платиновые электроды. Результаты измерения показали, что, в отличие от α-фазы, ионная проводимость β-фазы определяется степенью отклонения от стехиометрического отношения. Данные по ионной проводимости в пленках халькогенидов серебра в литературе отсутствуют.

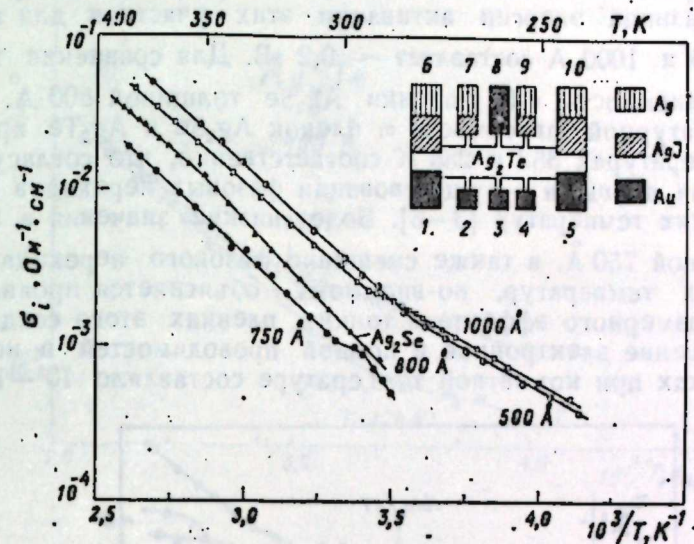


Рис. 1

В настоящей статье с целью установления фазового превращения в β-фазе Ag₂Te и выявления его особенностей проводились измерения ионной проводимости σ_i и коэффициента линейного теплового расширения α_l тонких пленок теллурида серебра.

Пленки получались конденсацией в вакууме 10⁻⁵ мм рт. ст. предварительно синтезированного соединения Ag₂Te на ситалловые подложки, подогретые до 100—110°C. Полученные пленки отжигались в течение часа при этой температуре. Как показали результаты электронографического анализа, структура полученных пленок не отличалась от структуры исходного образца. Измерение ионной проводимости проводилось по методу [2] с использованием пленок AgI в качестве ионного проводника. Предварительное измерение ионной проводимости пленки AgI толщиной 1900 Å, полученной напылением в вакууме на ситалловую подложку при температуре 323 К, дало результаты, близкие к [10]. Температура во время измерения σ_i поддерживалась с точностью до 0,4°C. Точность определения температурной зависимости ионной проводимости составляла 3%, тогда как абсолютное значение σ_i из-за большой ошибки в измерении толщины определялось с точностью до 30%.

На рис. 1 представлены результаты измерения температурной зависимости σ_i пленок Ag₂Te, а также схема расположения контак-

тов на образце. Электроды 6 и 10 служат для пропускания ионного тока, а зонды 7 и 9—для измерения возникшей при этом разности потенциалов. На золотых зондах 2,4 и 3,8 при пропускании постоянного тока через электроды 1 и 5 измеряются общая электропроводность и постоянная Холла. Пропуская ток через электроды 1,6 и 5,10, можно варьировать число междоузельных ионов Ag^+ в образце и определять зависимость σ_i от состава пленки. Как видно из рисунка, температурная зависимость σ_i состоит из двух участков с разными наклонами. Разница энергии активации этих участков для пленок толщиной 500 и 1000 Å составляет $\sim 0,2$ эВ. Для сравнения там же приведена зависимость $\sigma_i(T)$ пленки Ag_2Se толщиной 800 Å. Изменение температурной зависимости σ_i пленок Ag_2Se и Ag_2Te происходит при температурах 352 и 286 К соответственно, что согласуется с литературными данными о существовании фазовых переходов II рода в этих областях температур [3—6]. Более низкие значения σ_i пленки Ag_2Te толщиной 750 Å, а также смещение фазового перехода в область высоких температур, по-видимому, объясняется проявлением квантового размерного эффекта в тонких пленках этого соединения [11]. Соотношение электронной и ионной проводимостей в исследованных пленках при комнатной температуре составляло 10^5 — 10^6 .

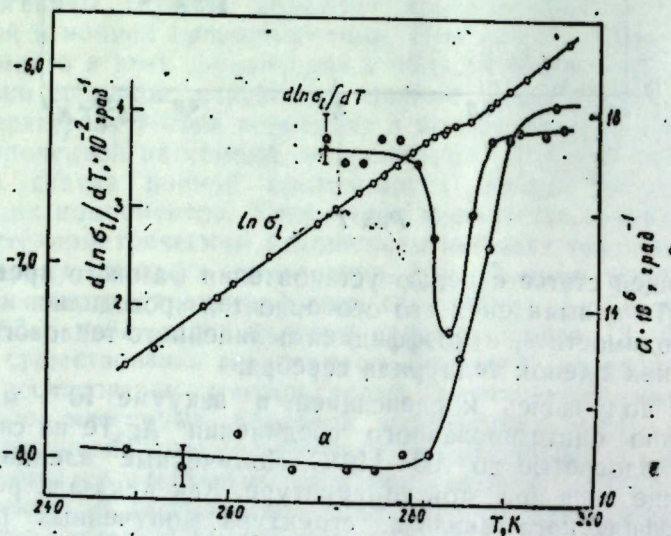


Рис. 2

На рис. 2 показана зависимость от температуры коэффициента линейного теплового расширения α_T и σ_i пленки Ag_2Te толщиной ~ 1000 Å в области фазового перехода. Измерение α_T проводилось по методу биспираль с точностью до 10% [12]. Пленка наносилась на неподогретую внутреннюю поверхность стеклянной спирали, один конец которой во время измерения α_T был закреплен, а другой перемещался под действием упругих напряжений, возникших в биспираль при изменении температуры. Определение α_T производилось путем дифференцирования температурной зависимости перемещения свобод-

ного конца и учета теплового расширения стекла. Из рисунка видно, что в области фазового перехода $\sigma_T \sim d \ln \sigma_i / dT$, что совпадает с зависимостью $C_p \sim d \ln \sigma_i / dT$, найденной в [9] при исследовании фазового перехода II рода в суперионных проводниках типа $M Ag_4 J_5$. Там же этот результат был выведен теоретически. При этом предполагалось, что свойства кристалла вблизи фазового превращения определяются ближним порядком.

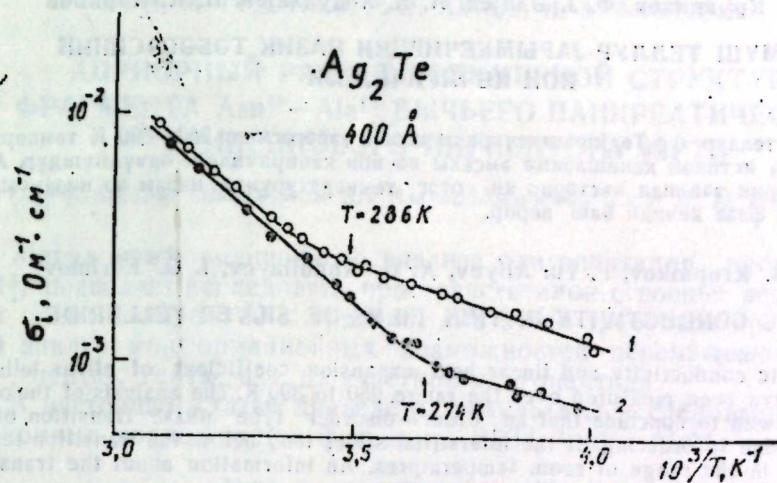


Рис. 3

Зависимость ионной проводимости пленки Ag_2Te толщиной 400 Å от концентрации междоузельных ионов серебра показана на рис. 3. Кр. 1 представляет температурную зависимость σ_i пленки стехиометрического состава, а кр. 2— σ_i пленки с недостатком серебра. Уменьшение числа междоузельных ионов привело к смещению температуры фазового перехода в сторону низких температур и уменьшению значений σ_i , сохраняя неизменной энергии активации.

Таким образом, можно сделать вывод, что в низкотемпературной фазе Ag_2Te имеет место фазовый переход, аналогичный существующему в β -фазе Ag_2Se . Наблюдаемый фазовый переход обусловлен упорядочением междоузельных ионов Ag^+ при низких температурах и, по-видимому, по аналогии с фазовыми переходами в суперионных проводниках типа $M Ag_4 J_5$ является фазовым переходом II рода типа порядок—беспорядок.

Литература

1. Fast Ion Transport in Solids. W. van Geol. ed. Amsterdam, 1973.
2. Miyazaki S. J. Phys. Soc. Japan, 14, 1959, № 8, 996.
3. Baer J., Busch G., Frölich C. Zs. Naturf., 17 A, 1962, № 10, 886.
4. Dalven R., Gill R. Phys. Rev., 159, 1967, № 3, 645.
5. Ridder R., Amelinsk S. Phys. State Sol. (a), 18, 1973, 99.
6. Астахов О. П., Голышев В. Д. Неорг. мат-лы, 10, 1974, № 9.
7. Гуревич Ю. Я., Харкац Ю. И. Ж. эксперим. и теоретич. физ., 72, 1977, № 5, 1845.
8. Гуревич Ю. Я., Резник Г. В., Харкац Ю. И. ФТТ, 20, вып. 6, 1978, 1661.

дексы $i, j, \dots = 11, \dots, 12, \dots, 13, \dots, 21, \dots$ и т. д. отвечают положениям боковой цепи $-(\chi^1 \chi^2 \dots)$, причем индекс i соответствует значению угла χ в области $0-120^\circ, 2-120-120^\circ$ и $3-120-0^\circ$. Отсчет двугранных углов вращения Φ, ψ, ω и χ произведен согласно номенклатуре [3].

Конформационная энергия $\text{Asn}^{43}-\text{Ala}^{58}$ представлялась нами как сумма невалентных и электростатических взаимодействий, водородных связей и торсионного вклада. Невалентные взаимодействия оценивались по потенциалу Леннарда-Джонса с параметрами Скотта [4].

Таблица 2

Шейп	Лучшая конформация шейпа	Энтр ккал/моль	Число рассчитанных форм	Число рассчитанных конформаций	Интервал распределения энергии, ккал/моль
ffffffffff	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₃₁₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -R-P-R	0,0	5	13	0-1
ffffffffffe	R-R ₃₂ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₃₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -R-L-R	1,2	5	25	1-1
ffffffffff	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₁₂₂₁ -R ₃₂ -R ₃ -R-R-R	4,2	5	17	4-2
ffffffffffe	R-R ₃₁ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₁₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -R-B-R	8,1	5	9	8-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -R ₃₂ -L ₃ -P-L-R	8,7	4	4	8-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -R ₃₂ -L ₃ -B-L-R	9,8	5	5	9-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -R ₃₂ -B ₃ -R-R-R	10,4	6	6	10-1
ffffffffffe	R-R ₃₁ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₁₂₂₂ -R ₃₂ -L ₃ -P-R-R	10,6	7	7	10-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -B ₃₂ -L ₃ -L-R-R	11,1	5	5	11-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -B ₃₂ -R ₃ -P-L-R	11,4	2	2	11-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -B ₃₂ -B ₃ -R-P-R	11,6	3	3	11-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -L-P-R	11,7	6	6	11-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -P-P-R	11,7	3	3	11-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -R ₃₁ -R ₃ -P-L-R	12,1	2	2	12-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -B ₃₂ -L ₃ -B-L-R	12,3	5	5	12-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -R ₂₂₂₂ -B ₃₂ -L ₃ -B-L-R	12,7	5	5	12-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -B ₁₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -R-R-R	13,2	1	2	13-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -R ₃₃₂₂ -B ₁₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -R-P-R	14,6	1	1	14-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -B ₃₃₂₂ -R ₃₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -R-L-R	17,5	1	1	17-1
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -B ₃₃₂₂ -B ₂₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -R-R-R	20,3	1	1	20-2
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -B ₃₃₂₂ -R ₃₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -R-R-R	20,6	1	1	20-2
ffffffffffe	R-R ₃₃ -R ₃ -R ₂ -B ₃₃₂₂ -B ₁₂₂₂ -R ₃₂ -R ₃ -R-B-R	21,9	1	3	21-2

Шераги [4]. Электростатическая энергия рассчитывалась по закону Кулона с использованием зарядов на атомах, предложенных в [5]. Конформационные состояния $\text{Asn}^{43}-\text{Ala}^{58}$ исследованы применительно к условиям полярной среды, поэтому величина диэлектрической проницаемости принята равной 10 [6], а водородные связи, оцениваемые по потенциалу Морзе [7], предполагались ослабленными (максимальная энергия при $r_0=1,8 \text{ \AA}$ составляла 1,5 ккал/моль) [6]. Длины связей и валентные углы, торсионные потенциалы и величины барьеров взяты из [5].

Стабильность конформаций определялась путем минимизации потенциальной энергии по всем двугранным углам вращения. Поиск минимума потенциальной энергии осуществлялся по первым производным.

$\text{C}^{\alpha} \text{CO}-\text{Asn}^{43}-\text{Asn}^{44}-\text{Phe}^{45}-\text{Lys}^{46}-\text{Ser}^{47}-\text{NH}_2$. Нулевые прибли-

жения данного пептида составлены из оптимальных конформаций $\text{Asn}^{43}-\text{Asn}^{44}-\text{Phe}^{45}$ [8] и $\text{Asn}^{44}-\text{Phe}^{45}-\text{Lys}^{46}$ [2]. Лучшие конформации шейпов фрагмента $\text{Asn}^{43}-\text{Ser}^{47}$ приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, реализация всех шейпов фрагмента $\text{Asn}^{43}-\text{Ser}^{47}$ приблизительно равновероятна, т. е. данный фрагмент является конформационно лабильным. Таким образом, результаты расчета фрагмента $\text{Asn}^{43}-\text{Asn}^{44}-\text{Phe}^{45}-\text{Lys}^{46}-\text{Ser}^{47}$ не дают оснований для исключения какого-либо шейпа при анализе фрагмента большей длины.

$\text{C}^{\alpha} \text{CO}-\text{Ala}^{48}-\text{Glu}^{49}-\text{Asp}^{50}-\text{Cys}^{51}-\text{Met}^{52}-\text{Arg}^{53}-\text{Thr}^{54}-\text{Cys}^{55}-\text{Gly}^{56}-\text{Gly}^{57}-\text{Ala}^{58}-\text{NH}_2$. Конформационный анализ данного фрагмента проводился в несколько стадий. На основе предварительного анализа гептапептидного фрагмента $\text{Ala}^{48}-\text{Thr}^{54}$ [9], а также оптимальных конформаций $\text{Thr}^{54}-\text{Cys}^{55}$ и тетрапептидного фрагмента $\text{Cys}^{55}-\text{Ala}^{58}$ исследовано пространственное строение ундекапептидного фрагмента $\text{Ala}^{48}-\text{Ala}^{58}$. Лучшие конформации шейпов $\text{Ala}^{48}-\text{Ala}^{58}$ приведены в табл. 2.

Как видно из таблицы, получена значительная энергетическая дифференциация форм, обусловленная взаимодействием основных и боковых цепей остатков, т. е. из большого числа возможных структур выявлено очень ограниченное число низкоэнергетических шейпов. Таким образом, в результате расчета фрагмента $\text{Ala}^{48}-\text{Ala}^{58}$ установлено, что энтропийно и энталпийно наиболее выгодными оказались шейпы *ffffffffffe*, *ffffffffffe* и *ffffffffffe*.

Литература

1. Попов Е. М. Мол. биол., 9, 1975, № 4, 578-593.
2. Алиев Р. Э., Годжаев Н. М., Алиева М. С., Ахмедов Н. А. Уч. зап. МВ и ССО Азерб. ССР, серия физ.-матем. наук, 1979, № 1.
3. IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature. Biochim. Biophys. Acta, 229, 1971, 1-17.
4. Scott R. A., Scheraga H. A. J. Chem. Phys., 45, 1966, 2091-2101.
5. Momany F. A., Mc Guire R. F., Burgess A. W., Scheraga H. A. J. Phys. Chem., 79, 1975, 2361-2381.
6. Липкинд Г. М., Архипова С. Ф., Попов Е. М. Ж. структур. хим., 11, 1970, № 1, 121-126.
7. Попов Е. М., Дашевский В. Г., Липкинд Г. М., Архипова С. Ф. Мол. биол., 2, 1968, № 4, 612-621.
8. Алиев Р. Э., Годжаев Н. М., Аббасов С. Г., Ахмедов Н. А. ДАН Азерб. ССР, XXXV, 1979, № 1, 37-39.
9. Алиев Р. Э., Касумова Л. И. Тез. I Респ. науч. конфер. аспирантов вузов Азербайджана, Баку, 1978.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 21. V 1979

Н. М. Гочаев, Р. Э. Элиев, Н. А. Эмедов

ӨКҮЗҮН ПАНКРЕАТИК ТРИПСИН ИНКИБИТОРУНА МЭНСҮБ $\text{Asn}^{43}-\text{Ala}^{58}$ ФРАГМЕНТИНИН ҮЧ-ӨЛЧҮЛҮ СТРУКТУРАСЫНЫ АПРИОР ЁСАБАТЫ

Ди-, три-, пента-ва гептапептидлари эввалчедан апарылмыш һесабатларылмыш нәтичәләринә эсасән $\text{Asn}^{43}-\text{Ser}^{47}$ ва $\text{Ala}^{48}-\text{Ala}^{58}$ фрагментләринин мүмкүн олан конформасияларына бахылмышдыр. Кәстәриллишидир ки, $\text{Asn}^{43}-\text{Ser}^{47}$ пептапептиди лабил конформасиялы фрагментдир. $\text{Ala}^{48}-\text{Ala}^{58}$ ундекапептид фрагмент үчүн күчлү енергетик дифференсация алынмышдыр. Јәһин чохлу сајда мүмкүн олан структуралар ичәрисиндә чох аз сајда әзәнерджили шейпәр мөвчуд олур.

N. M. Godjajev, R. E. Aliyev, N. A. Akhmedov

**A PRIORI CALCULATION OF THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE OF
FRAGMENT Asn⁴³—Ala⁵⁸ OF BOVINE PANCREATIC TRYPSIN INHIBITOR**

Conformational properties of the fragments Asn⁴³—Ser⁴⁷ and Ala⁴⁸—Ala⁵⁸ of the bovine pancreatic trypsin inhibitor (BPTI) are considered on the base of preliminary computations of di-, tri-, penta- and heptapeptide fragments. It is shown that pentapeptide fragment Asn⁴³—Ser⁴⁷ is a conformationally labile fragment. Conformational analysis of undecapeptide Ala⁴⁸—Ala⁵⁸ has been shown a great energy differentiation of forms, i. e. from the great amount of possible structures a very little quantity of low energy shapes is got.

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXV ЧИЛД

№ 10

1979

УДК (551.510.04:546.224—31):519

ГЕОФИЗИКА

А. А. ГОРЧИЕВ, Р. М. РАФИЕВ

**ПРИМЕНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННО-ОРТОГОНАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ
ДЛЯ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ
ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ**

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

В настоящее время краткосрочные прогнозы загрязнения воздуха в пределах нескольких суток представляют большой практический интерес. Объясняется это тем, что во многих городах и промышленных центрах выбросы вредных веществ в атмосферу и концентрации их в воздухе весьма велики. Однако не всегда удается вынести крупные источники загрязнения воздуха за пределы города. Поэтому, естественно, возникает необходимость уменьшения выбросов в атмосферу в периоды года с неблагоприятной метеорологической обстановкой, когда высокий уровень загрязнения воздуха может создаваться также в жилых районах.

В последние десятилетия широкое применение получили такие методы прогноза, в которых в качестве влияющих факторов брались не сами метеорологические элементы, а некоторые обобщенные характеристики состояния атмосферы, а именно: коэффициенты разложения переменных в ряды по естественно-ортогональным функциям (е. о. ф.) [3,4].

Используя в качестве предикторов коэффициенты разложения концентрации вредных примесей по е. о. ф., удается совместить два важных прогностических требования: с одной стороны, по возможности полно представить начальную информацию о полях и, с другой, —ограничить число предикторов.

В данной статье для получения объективного способа прогноза поля концентрации сернистого газа на два дня для г. Баку применен метод разложения полей по е. о. ф. Методика и анализ собственных векторов, временной функции подробно описаны в [1,5].

Изменения метеофакторов и вредных выбросов дают предпосылку составления схемы предсказания уровня загрязнения воздушного бассейна для каждого сезона в отдельности, а также для первой и второй половин дня.

Вопрос о том, сколько коэффициентов разложения следует включать в прогноз, весьма важен, так как при отбрасывании части е. о. ф. уменьшается точность представления исходных полей. Этот вопрос можно решать при помощи анализа полей е. о. ф. Поля первой е. о. ф. характеризуются наиболее крупномасштабными структурами и сравнительной однородностью по всей территории города. Все компоненты этого вектора положительны. Поля второй и третьей е. о. ф. состоят из двух противоположных областей и являются достаточно крупно-

масштабными. Поля последующих е. о. ф. мелкомасштабны. Таким образом, три первых собственных вектора, естественно, выделяются. Надо отметить, что первые три члена разложения физически более

Таблица 1

Средние значения квадратов коэффициентов разложения

Сезоны	T_1^2	T_2^2	T_3^2	T_4^2	T_5^2	T_6^2
Весенний	37,36	6,25	5,12	5,12	2,90	2,68
Летний	51,20	9,28	5,42	4,71	3,83	3,50
Осенний	42,10	12,70	6,80	5,80	4,60	4,30
Зимний	40,19	12,11	9,70	6,42	5,53	4,37

хорошо обоснованы, так как первая е. о. ф. отражает общий характер распределения концентрации по городу в целом, вторая характеризует влияние направленного переноса (ветер) на формирование поля концентраций, а третья определяет влияние температурных контрастов города, так называемого „острова тепла“, на распределение концентрации в воздушном бассейне города [2].

В табл. 1 приведены средние значения квадратов первых шести коэффициентов разложения концентрации SO_2 . Хорошо видно, что средние значения коэффициентов разложения довольно быстро уменьшаются при переходе от младших номеров е. о. ф. к старшим. Соответственно уменьшаются и амплитуды колебаний коэффициентов разложения.

Таким образом, для прогноза на летний сезон достаточно использовать два, а для остальных сезонов три коэффициента разложения.

Исходными данными для предсказываемого элемента по пункту прогноза послужили отклонения средней суточной концентрации от выборочного среднего (1971—1975 гг.) отдельно по каждому из 17 пунктов.

В дальнейшем задача состояла в определении ожидаемых значений $\Delta q_{1,j}$ (аномалия средней суточной концентрации i -го дня для пункта j) на двое суток вперед. Для этой цели нами использован метод множественной корреляции. Если мы имеем три коэффициента разложения (T_{ni} ; $n = 1, 2, 3$) исходного поля, то ожидаемое значение $\Delta q_{1+2,j}$ на двое суток вперед можно определить из условных уравнений вида

$$\Delta q_{1+2,j} = \sum_{n=1}^3 a_{jn} T_{ni}, \quad j = \overline{1,17}, \quad (1)$$

где T_{ni} — коэффициенты разложения исходного поля концентрации текущего дня i .

Весовые коэффициенты a_{jn} вычислялись по методу наименьших квадратов, т. е. так, чтобы выполнялось условие

$$\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \left[\Delta q_{1+2,j} - \sum_{n=1}^3 a_{jn} T_{ni} \right]^2 \rightarrow \min. \quad (2)$$

Из условия ортогональности коэффициентов разложения $\sum_1 T_{ni} T_{pi} = 0$

для $\alpha \neq \beta$ коэффициенты a_{jn} находятся по соотношениям

$$a_{jn} = \frac{\sum_1 \Delta q_{1+2,j} T_{ni}}{\sum_1 T_{ni}^2}. \quad (3)$$

Для проверки прогностических возможностей полученных коэффициентов регрессии a_{jn} построена серия карт на зависимом и независимом материале. Оправдываемость прогнозов оценивалась по общепринятым показателям

$$Q = \frac{1}{N} (m_+ + 0,5 m_{0,5}) \quad (4)$$

и коэффициентам корреляции r между фактическим и восстановленным полем, где m_+ — число наблюдательных пунктов, в которых фактические и прогностические значения концентрации попали в одну градацию, $m_{0,5}$ — число наблюдательных пунктов, в которых прогностические и фактические значения концентрации попали в соседние градации.

Оценка успешности прогноза производилась по трем градациям: первая — 0,00 — 0,15 — пониженная, вторая — 0,16 ÷ 0,35 — повышенная, третья — > 0,35 — высокая. При разделении концентрации SO_2 по градациям мы учитывали среднесуточные и среднегодовые значения, так что вероятность попадания в каждую из трех градаций была сравнительно одинаковой.

Таблица 2

Оценки прогнозов среднесуточной концентрации SO_2 на зависимом и независимом материалах по различным показателям

Параметры	Летний сезон	
	Зависимый материал	Независимый материал
δ	0,075	0,081
σ	0,073	0,080
$Q, \%$	81,0	76,0
$r, \%$	66,3	59,4

В табл. 2 приведены средние абсолютные (δ) и среднеквадратические ошибки прогнозов (σ), значения параметра Q и коэффициент корреляции (r).

Как видно из таблицы, для зависимого материала абсолютная и средняя квадратичная ошибка равны соответственно 0,075 и 0,073 мг/м³. Коэффициент корреляции SO_2 для расчета изменений концентрации за двое суток составляет 66,3%. Для независимого материала оценки несколько ниже, однако они указывают на достаточную устойчивость во времени полученных коэффициентов регрессии.

В данной статье нами в качестве предиктора использованы первые три коэффициента разложения за прошедший день. Большой вклад дает первый коэффициент разложения, так как T_1 характери-

зует уровень общего загрязнения атмосферы в городе и более тесно связан с общей метеорологической ситуацией.

Для исследования устойчивости (продолжительности) метео-условий были рассчитаны временные корреляционные функции T_1 . С увеличением временного интервала на двое суток корреляция падает до 0,66.

Таким образом, для прогноза концентрации SO_2 на двое суток эффективно использовать коэффициенты разложения. В дальнейшем целесообразно в качестве предиктора дополнительно включать некоторые метеорологические элементы.

Литература

1. Багров Н. А. Тр. ЦИПа, вып. 74, 1959. 2. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л., Гидрометеондат, 1975. 3. Бородин А. В. "Метеорология и гидрология", 1967, № 3. 4. Мдинарадзе Д. А. "Метеорология и гидрология", 1966, № 12. 5. Мещерская А. В., Руховец Л. В., Юдин М. И., Яковлева Н. И. Естественные составляющие метеорологических полей. Л., Гидрометеондат, 1970.

ИЦ "Каспий" АН Азерб. ССР

Поступило 31. X 1978

Э. Э. Горчи́ев, Р. М. Ра́фи́ев

ЭЗЭРЛИ ГАТЫШЫГЛАРЫН КОНСЕНТРАСИЯСЫ САҺЭСИННИН ГЫСАМУДДЭТЛИ ПРОГНОЗУ УЧУН ТЭБИИ-ОРТОГОНАЛ ФУНКСИЯНЫН ТЭТБИГИ

Мөгаләдә Бакы шәһәрində SO_2 газының концентрасијасының 2 күн габагдан прогноз етмәк үсулу шәрһ олунур.

Башга тәдгигатлардан фәргли олараг бурада тәсир едән амил кими күкүрд газы концентрасијасы аномалијасының тәбии-ортогонал функција сырасына ајрылмасындан алынған әмсаллар истифадә олунур.

Фактики вә бәрпа олунмуш саһә арасындакы коррелјасија әмсалы 66,3% тәшкил едир.

Матереоложи шәрантии дајаныглыгыны өјрәнмәк үчүн сыраның биринчи әмсалының замана көрә коррелјасија функцијасы да һесаблинмдыр.

Күкүрд газының концентрасијасының 2 күн габагдан прогноз етмәк үчүн сыра әмсалларындан истифадә етмәк даһа ефектлидир.

A. A. Gorchiyev, R. M. Raphiyev

NATURAL-ORTHOGONAL FUNCTIONS APPLICATION FOR THE SHORT-RANGE FORECAST OF FIELD OF CONCENTRATION OF BAD IMPURITIES

The results of the quantitative SO_2 concentration forecast during two days in Baku are given in the paper.

The expansion concentration coefficients of anomaly sulphurous gas in series by natural-orthogonal functions have been taken unlike in other papers as the effective factors.

The correlation coefficient between the factual and restored field is 66.3%.

For research of stability (duration) of meteorological conditions the time correlation functions of the first expansion coefficient have been measured.

It is efficient to use the expansion coefficients for two days SO_2 concentration forecast.

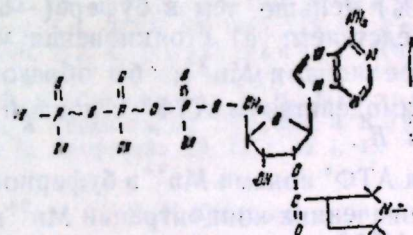
Т. М. КЕРИМОВ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДВУХВАЛЕНТНЫХ КАТИОНОВ МЕТАЛЛОВ И АТФ В АКТИВНОМ ЦЕНТРЕ ФАКТОРА F_1

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

Двухвалентные катионы, АТФ и продукт реакции гидролиза АТФ являются конкурентными ингибиторами АТФ-азной реакции, катализируемой фактором F_1 [1]. Так называемая растворимая митохондриальная АТФ-аза (фактор F_1), являясь наиболее высокомолекулярным белковым компонентом в составе митохондриальной протонной АТФ-азы, осуществляет катализ АТФ-азной и АТФ-синтетазной реакций [1]. Многими авторами показано, что истинным субстратом фактора F_1 является комплекс металла²⁺—АТФ [1,2]. Представляло интерес выяснение взаимного расположения двухвалентных катионов металлов и АТФ в активном центре фактора F_1 . Для этой цели нами использовался двойной парамагнитный зонд: иминоксильный радикал-парамагнитный ион металла [3,4]. Таким зондом служили спин-меченый аналог АТФ (АТФ^o) и парамагнитный ион Mn^{2+} , который эквивалентен по функциональному действию ионам Mg^{2+} [5].

Методика. Фактор F_1 выделяли из легких митохондрий сердца быка по методу Хорстмана и Ракера [6]. Конечная концентрация АТФ^o в препаратах была $5 \cdot 10^{-5}$ — 10^{-4} М. Спин-меченый аналог АТФ (АТФ^o), впервые синтезированный Петровым и Сухоруковым [7], имеет структуру



Спектры ЭПР регистрировали из радиоспектротометре фирмы "Varian" при СВЧ-мощности 20 мВт, амплитуде ВЧ-модуляции 1 Гс, температуре 20°C.

Результаты и их обсуждение. На рис. 1 представлены спектры ЭПР АТФ^o в буфере и препарате фактора F_1 . В обоих случаях спиновая метка подвержена быстрому вращению (время корреляции $\tau \approx 10^{-10}$ с). Следовательно, взаимодействие с ферментом практически не сказывается на подвижности пирролинового кольца, связанного с остальной частью молекулы АТФ^o через сложную (—СО—О—) эфирную связь. Как видно из рисунка (спектры 1,3), при замене Mg^{2+} на

Mn^{2+} в буфере не происходит заметного уширения компонентов сигнала метки, но наблюдается сильное уменьшение их амплитуд. Это означает, что Mn^{2+} , связываясь с молекулой АТФ^o, находится достаточно близко к $>N^o-0$ фрагменту АТФ^o, что вызывает сильное магнитное диполь-дипольное взаимодействие между двумя парамагнитными центрами. Добавление фактора F_1 в присутствии Mg^{2+} (спектр 2) не приводит к изменению спектра (см. спектр 1), тогда как при

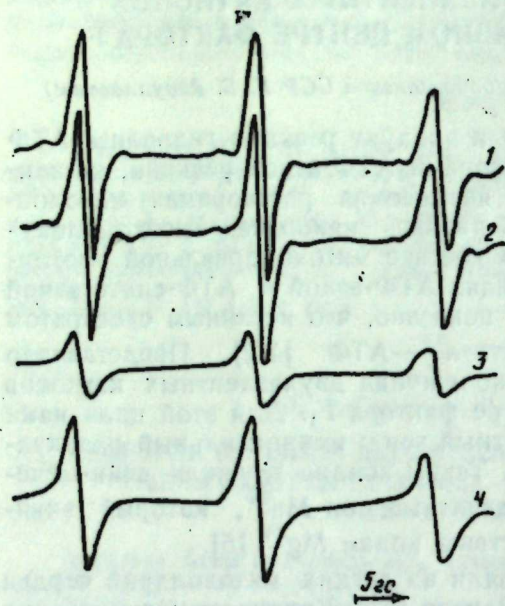


Рис. 1. Спектры ЭПР АТФ^o в присутствии ионов Mg^{2+} в буферном растворе (1) и в препарате фактора F_1 (2); в присутствии ионов Mn^{2+} в буферном растворе (3) и в препарате фактора F_1 (4). Концентрация ионов Mg^{2+} и Mn^{2+} — 0,01 мМ, АТФ^o — 0,0015 мМ, фактора F_1 — 3—4 мг/мл, т-ра 20°C

замене Mg^{2+} на Mn^{2+} (спектр 4) происходит уменьшение амплитуды компонентов сигнала АТФ^o без уширения их. Однако это уменьшение амплитуды (~36%) меньше, чем в буфере (~67%). Такое явление может быть следствием: а) столкновения метки со свободно плавающими в растворе ионами Mn^{2+} ; б) образованием комплекса АТФ^o с Mn^{2+} , в) взаимодействием АТФ^o с ионами Mn^{2+} , связанными с молекулами фактора F_1 .

Кривая титрования АТФ^o ионами Mn^{2+} в буферном растворе показывает (рис. 2), что при значениях концентрации Mn^{2+} меньше, чем $6 \cdot 10^{-5}$ М, величина сигнала АТФ^o практически не меняется. Следовательно, взаимодействием АТФ^o с ионами Mn^{2+} в растворе можно пренебречь (вышеуказанные пункты а и б).

Таким образом, уменьшение сигнала ЭПР АТФ^o в присутствии ионов Mn^{2+} обусловлено взаимодействием АТФ^o (связанным с активным центром) с парамагнитными ионами Mn^{2+} (связанными с молекулой фактора F_1) недалеко от активного центра.

Используя методику расчета, рассмотренную в [3,4], а также в [8] для Na^+ , K^+ —АТФ-азы и в [9] для миозина, мы получили, что среднее расстояние (учитывающее возможные разные конфигурации АТФ^o в растворе) между пирролиновым кольцом и центром связы-

вания Mn^{2+} равно 8—12 Å. Как было указано выше, добавление фактора F_1 в раствор АТФ^o и Mn^{2+} приводит к ослаблению взаимодействия между АТФ^o и Mn^{2+} и к некоторому (3—4 Å) увеличению

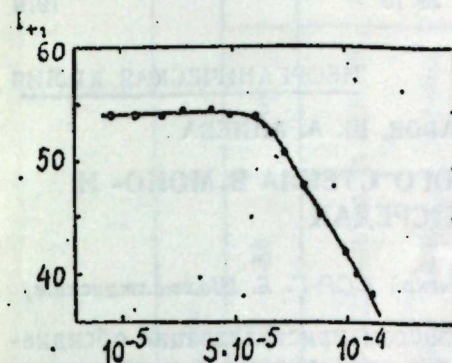


Рис. 2. Кривая титрования АТФ ионами Mn^{2+} в буферном растворе. I_{+1} — относительная амплитуда низкочастотного компонента сигнала ЭПР

расстояния между ними по сравнению со средним расстоянием в комплексе АТФ^o— Mn^{2+} в буфере. Вероятно, в растворе ион Mn^{2+} изгибает молекулу АТФ^o, связываясь с концевыми фосфатными группами и атомом азота (в положении 7), но при связывании с ферментом молекула АТФ^o раскрывается и Mn^{2+} определенным образом фиксируется на белке ее фосфатные группы. Таким образом ион Mn^{2+} связывается непосредственно в активном центре фактора F_1 , т. е. реализуется тройной комплекс: фактор F_1 — двухвалентный катион металла—АТФ.

Автор выражает благодарность Я. М. Мильгрову за методическую помощь в работе.

Литература

1. Скулачев В. П., Козлов И. А. Протонные аденозинтрифосфатазы. М. "Наука", 1977.
2. Kozlov I. A., Skulachev U. P. Biochem. Biophys. Acta, 463, 1977, 29.
3. Leigh J. S. J. Chem. Phys., 52, 1970, 2608.
4. Taylor J., Leigh J. S., Cohn H. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 64, 1969, 219.
5. Pedersen P. L. J. Supramolecular Structure, 3, 1970, 222.
6. Horstman L. L., Racker E. J. Biol. Chem., 246, 1970, 1336.
7. Петров А. И., Сухоруков Б. И. Биофизика, 20, 1975, 965.
8. Табак М., Рууге Э. К., Смирнова И. Н., Петров А. П., Сухоруков Б. И., Твердислов В. А. Биохимия, 42, 1977, 476.
9. Керимов Т. М., Косаганова Н. Ю., Рууге Э. К. Биофизика, 23, 1978, № 1, 43.

НЦБИ АН Азерб. ССР

Поступило 10. V 1979

Т. М. Керимов

МЕТАЛЛАРЫН ИКВАЛЕНТЛИ КАТИОНЛАРЫНЫН ВЭ АТФ-ИН F_1 ФАКТОРУНУН АКТИВ МƏРКƏЗИНДƏ ГАРШЫЛЫГЛЫ ТƏСИРИ

Икигат парамагнит зонд (АТФ-ин спин нишанлы аналогу вэ Mn^{2+} иону) кəстəрилмишдир ки, физиоложи мўнўм субстрат иквивалентли катион-АТФ F_1 факторуниун актив мəркəзиндə үчлўк комплекси шəклиндə бирлəшир.

Т. М. Kerimov

INTERACTION BETWEEN TWO-VALENT CATIONS OF METALS AND ATP IN THE ACTIVE CENTRE OF FACTOR F_1

By means of double paramagnetic label (spin labelling analogue of ATP and Mn^{2+} ions) it was shown that physiologically significant substratum—two-valent cation—ATP—binds to the active centre of factor F_1 as a threefold complex.

УДК 541.128.183

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. Г. РАГИМОВ, Д. М. ГАНБАРОВ, Ш. А. АЛИЕВА

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ПЕРЛИТОВОГО СТЕКЛА В МОНО- И БИКАТИОННЫХ СРЕДАХ

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

Ранее нами были изучены [1,2] процессы кристаллизации обсидианового стекла в NaOH- и KOH-средах в отдельности и установлены фазы морденита, шабазита, филлипсита, а также нового цеолита. Известны также работы [3-8] по исследованию кристаллизации вулканических стекол в гидротермальных условиях, при которых помимо вышеуказанных фаз (за исключением шабазита) получены анальцим, гидроканкринит, гидросодалит, цеолиты типа А и фожазит.

В настоящей статье приведены результаты изучения кристаллизации перлита и поведения его сравнительно с обсидианом в реакции цеолитообразования в аналогичных гидротермальных условиях. Имея представление о кристаллизации перлита в бикатионных средах, возможно, мы получим сведения о совместной роли катионов Na⁺ и K⁺ в этих реакциях (при знании их особенностей в отдельности).

Следует отметить, что подобное исследование [9] по кристаллизации риолитового стекла уже проводилось (при температуре 80°C в течение 7 дней); в результате синтезированы цеолиты типа филлипсита, фожазита и шабазита. Однако все эти исследования по кристаллизации вулканических стекол носят, скорее, частный характер, и потому мы нашли целесообразным систематизировать их. Для исследования были взяты образцы перлита азербайджанского месторождения, в состав которых входят следующие компоненты: SiO₂-72,30; Al₂O₃-13,0; Fe₂O₃-1,10; TiO₂-0,25; CaO-0,91; Mg-0,90; Na₂O-5,30; K₂O-4,00; SO₃-0,05; H₂O-0,13; п/п-3,05; Σ-100,86 вес. %.

Все образцы предварительно обрабатывались соляной кислотой. Кристаллизацию проводили при 100 и 150°C в широком интервале концентраций растворов NaOH, KOH и NaOH+KOH (0,1-5,0 N) в гидротермальных условиях. Коэффициенты заполнения автоклавов и соотношения объемов исходной шихты и растворителя во всех опытах составляли соответственно 0,8 и 1:10. После окончания опытов продукты промывали дистиллированной водой до pH~9,5. Фазовые и химические составы синтезированных образцов определяли методами рентгенофазового (Дрон-2,0, CuK_α-излучение, Ni-фильтр), химического и дериватографического анализов.

В результате кристаллизации перлита в NaOH-среде при 150°C обнаружены следующие ассоциации цеолитов и индивидуальные фазы: морденит+ZK-19, морденит+анальцим, анальцим, анальцим+HS. Эти фазы получены в интервале концентрации растворителя от 0,1 до 5 N.

Условия и продукты гидротермального синтеза

Растворитель	Т, °C	Время, ч	Конц-ия растворителя, г·экв/л								
			0,25	0,5	0,75	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	
NaOH	100	100	-	-	-	ZK-19	A+ZK-19	A+ZK-19 _{ca}	A+ZK-19 _{ca}	A+ZK-19 _{ca}	A+ZK-19 _{ca}
NaOH	100	200	ZK-19>M	ZK-19+M _{ca} +A _{ca}	A+ZK-19+M	A _{ca} +ZK-19	A+ZK-19 _{ca}	A+ZK-19 _{ca}	A+ZK-19 _{ca}	A+ZK-19 _{ca}	A+ZK-19 _{ca}
NaOH	150	100	HPP+M	A+M	-	A	A	A	A	A	A+HS _{ca}
KOH	150	100	W	KПШ	-	KПШ	W+KПШ	L-D	L-D	L-D	L-D _{ca}
KOH	150	200	-	-	-	KПШ	-	-	-	-	L-D _{ca}
NaOH+KOH	150	100	M _{ca} +W	M+KПШ	-	KПШ	A _{ca} +KПШ	L-D+A _{ca}	L-D+ZK-19	L-D+ZK-19	L-D+ZK-19

Примечание. M—морденит, A—анальцим, Ш—шабазит, HS—гидросодалит, KПШ—калевые полевые шпаты, сл.—слабая фаза

Установлено, что изменение концентрации существенно влияет на фазообразование (таблица). Ранее нами показано [1], что при одинаковых условиях в 0,5 N растворе NaOH обсидиан кристаллизуется в морденит без примесей анальцима.

При замене NaOH на KOH в тех же условиях наблюдается совсем иная картина. В слабощелочном растворе (0,25 N) KOH образуется цеолитная фаза (W). С повышением концентрации (0,5—2 N) кристаллизуются калиевые полевые шпаты, которые являются метастабильными и сменяются фазой цеолита L—D (таблица). В 5 N растворе KOH происходит частичная аморфизация L—D-цеолита. При кристаллизации обсидиана в аналогичных условиях (140°C) чистый в фазовом отношении цеолит L—D получить не удалось [2]. Кристаллизация его в чистом виде происходит при температуре 110°C. Увеличение продолжительности и кристаллизации перлита (200 ч) не оказывало влияния на направление кристаллизации. В более слабых растворах KOH (0,1 N) продолжительностью до 300 ч при этой же температуре каких-либо фазообразований не обнаружено.

В случае кристаллизации перлита при пониженной температуре (100°C) в 1 N растворе NaOH образуется цеолитовая фаза подобному ZK—19. В растворе с концентрацией 2 N помимо цеолитовой фазы подобного ZK—19 формируется каркас анальцима. Рентгенографический анализ кристаллизующихся фаз в 3, 4 и 5 N растворах показал, что последний в 100-ч экспозиции является стабильным. При более концентрированном растворе NaOH (5 N) содержание цеолита подобному ZK—19 уменьшается вплоть до следов.

Аналогичные опыты были поставлены с целью изучения стабильности полученных цеолитов при 200-ч экспозициях (таблица). Показано, что увеличение продолжительности кристаллизации благоприятствует формированию анальцима. Следовательно, данная фаза исчезает и на дифрактограммах продуктов появляются слабые пики цеолита типа шабазита, который в 5 N растворе перекристаллизуется в анальцим.

С целью изучения совместного действия катионов натрия и калия на направление кристаллизации перлита при температуре 150°C опыты проводили со смесями растворов NaOH и KOH при соотношении 1:1 в широком интервале концентраций (0,25—5 N). Условия и результаты всех опытов по кристаллизации перлита в моно- и бикатионных системах систематизированы в таблице. Как видно, направление кристаллизации перлита в моно- и бикатионных системах неодинаково. Предполагается, что при кристаллизации исходных шихт в бикатионных системах в зависимости от условий возможны три варианта: а) независимость действий каждого катиона, б) мешающие друг другу действия в виде пространственных затруднений, в) участие обоих катионов в формировании одной и той же структуры.

При кристаллизации перлита в смеси 0,25 N раствора KOH и NaOH осуществлено формирование фазы морденита и W. Исчезает фаза ZK—19, т.е. в бикатионной системе в смеси 0,5 N растворов NaOH и KOH она является неустойчивой. При этом сопутствующие фазы оказались калиевыми полевыми шпатами. А в 1 N растворе продукт, по рентгенографическим данным, состоит из калиевых полевыми шпатов (КПШ). В более концентрированных (2—3 N) растворах кристалли-

зуются ассоциации $A_{cl} + КПШ$ и $L-D + A_{cl}$. Дальнейшее увеличение концентрации (4—5 N) растворителей приводит к образованию ассоциации $LD + ZK-19$.

Для того чтобы иметь более ясное представление о роли катионов, сопоставлены те области концентрации (3 и 4 N), где в монокаатионных системах кристаллизуются индивидуальные фазы L—D и анальцим. В смеси 3 N растворов KOH и NaOH кристаллизуются обе фазы вместе, а уже в 4 N анальцим сменяется ZK—19. Ассоциация $L-D + ZK-19$ образуется и в смеси 5 N раствора NaOH и KOH. При кристаллизации же в растворе смеси NaOH+KOH концентрацией 1 N осуществлен второй вариант формирования цеолитов. В этой связи можно сделать определенный вывод, что типы формируемых структур, наряду с природой катионов, зависят также от концентрации их в смеси щелочных растворов. Предполагается, что в 1 N растворах катионы калия создают пространственные затруднения и тем самым мешают действиям катионов натрия в процессе формирования цеолитных каркасов, т. е. они остаются „инертными“. Известно, что цеолит типа морденит кристаллизуется в натриевых, калиевых и натрий-калиевых системах. Поэтому казалось сомнительным, что каркас морденита может быть сформирован вокруг гидратированных натрий-калиевых катионов. С целью уточнения данной ситуации нами сопоставлены рентгенограммы морденитов, синтезированных в моно- и бикатионных системах. Установлено, что дифракционные картины их отличаются друг от друга интенсивностями линий. Так как соотношения интенсивностей пиков на дифрактограммах отдельных образцов отличаются, следовательно, катионы Na^+ и K^+ совместно участвуют в формировании каркаса морденита. Последний относится к третьему варианту кристаллизации. Таким образом, предложенные три варианта оправдывают себя в процессе кристаллизации перлита в гидротермальных условиях.

Для выяснения взаимосвязи между условиями образования и структурами синтезированных фаз рассмотрим каркасные структуры, которые образуются из 4-членных колец [10]. Цепи, образованные из этих единиц, соединяются друг с другом двумя основными способами. Одним из этих способов формируются малые и большие полости, что характерно для цеолитов, а другим—жесткий каркас с малыми полостями. Последним способом строятся каркасы полевыми шпатов. Формирование и переход каркасов в ряду $ZK \rightarrow 19 - A \rightarrow W \rightarrow КПШ \rightarrow A$ в моно- и бикатионных системах при кристаллизации перлита объясняются структурным происхождением указанных фаз. Все фазы формируются на основе 4-членных колец, и потому указанные переходы являются обоснованными. Следовательно, конденсация указанных единиц с разными ориентациями приводит к образованию каркасов вышеуказанных алюмосиликатов, что является энергетически выгодным.

Литература

1. Гаибаров Д. М., Амиров С. Т., Зулфугаров З. Г., Мамедов Х. С. „Неорганич. мат-лы“, 13, 1977, № 2, 339.
2. Рагимов Н. Г., Гаибаров Д. М., Амиров С. Т., Мамедов Х. С. „Неорганич. мат-лы“, 14, 1978, № 7, 1336.
3. Цицишвили Г. В., Крупеникова А. Ю., Геджадзе П. А., Андришкшвили Т. Г. „Неорганич. мат-лы“, 1, 1965, 285.
4. Цицишвили Г. В.,

Крупеникова А. Ю., Андроникашвили Т. Г., Геджадзе Ц. А. Неорг. хим. мат-лы, 2, 1966, 1306. 5. Sudo S., Matsuoka M. Geochim. Cosmochim. Acta, 17, 1959, 1. 6. Ellis A. Geochim. Cosmochim. Acta, 19, 1960, 145. 7. Крупеникова А. Ю., Геонти О. А., Чхендзе С. С. Неорг. хим. мат-лы, 5, 1969, 1848. 8. Киров Георгий Н., Печигаров Владимир Н., Георгиев Валентин Н. Ж. геохим. минерал. и петрол., 2, 1975, 51-60. 9. Colello Carmine A. Atello Rozario. Reund. Soc. Ital. miner. petrol. 31, 1975, № 2, 641-652. 10. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М., Мир, 1976.

ИНФХ АН Азерб. ССР

Поступило 2. VI 1979

Н. К. Рагимов, Д. М. Ганбаров, Ш. Э. Алијева
**ПЕРЛИТ ШҮШӘСИННИ МОНО-ВӘ БИКАТИОНУ МҮҢИТЛӘРЛӘ
 КРИСТАЛЛАШМАСЫ**

Перлит шүшәсинни гидротермал шәраитдә NaOH, KOH вә NaOH+KOH мүнһитләриндә кристаллашмасы тәдғиг едилмиш вә һәлледицинни катионларынни сеолитләрин әмәләкәлмә реаксияларынын истигамәтинә тәсир ерәнилмишдир. Сеолитләрин әмәләкәлмә шәраити илә гурулушлары арасында гаршылығлы әлағәжә дәир мұлаһизә жүрүдүлмүшдүр.

N. G. Ragimov, D. M. Ganbarov, Sh. A. Aliyeva

CRYSTALLIZATION OF PERLITE GLASS IN MONO- AND BICATION ENVIRONMENTS

The present investigation was devoted to the study of crystallization of perlite glass in NaOH, KOH and NaOH + KOH environments under hydrothermal conditions in 100, 150°C. The influence of cations Na⁺ and K⁺ has been investigated in the direction of crystallization of perlite glass.

УДК 547.316+547.413.5+661.73

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

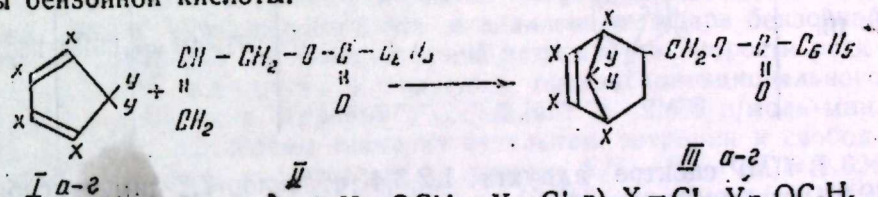
М. М. Гусейнов, Т. Г. Кязимова, Р. С. Бабаев, Э. Г. Асланова
**АЛЛИЛОВЫЙ ЭФИР БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ В ДИЕНОВОМ
 СИНТЕЗЕ**

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

Продолжая исследования в области диеновой конденсации ненасыщенных эфиров алифатических кислот с различными циклическими диенами мы исследовали в данной реакции ненасыщенные эфиры ароматических кислот. Аллилбензоат в этом аспекте является малоисследованным объектом. Только в работе [1] кратко описан диеновый синтез на основе аллилбензоата с гексахлорциклопентадиеном, приводящий к получению бициклического аддукта с малым выходом (31%).

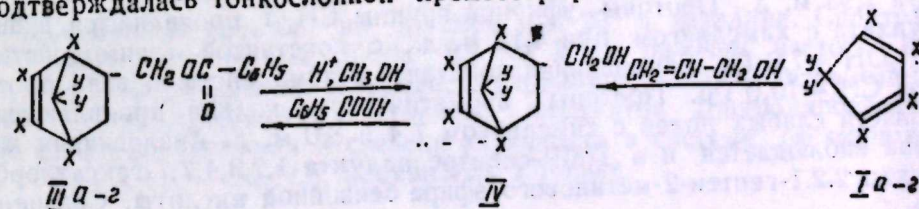
Расширение исследований в этом плане с вовлечением в реакцию и других циклических диенов представляло несомненный интерес, так как полученные на основе этих компонентов аддукты могут найти применение в качестве антипирена и стабилизатора к полимерным материалам [2].

В данной статье представлены результаты исследования диеновой конденсации аллилового эфира бензойной кислоты с различными диенами—цикло-, гексахлорцикло-, диметокси- и диэтокситетрахлорциклопентадиеном. Найдены условия, в которых эти соединения легко вступают в диеновую конденсацию, образуя сложные бициклические эфиры бензойной кислоты:




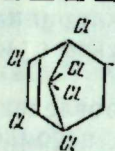
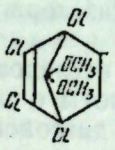

Физико-химические характеристики данных соединений представлены в таблице.

Структура их доказана как химическим гидролизом до известного в литературе бициклического спирта IV, так и физическими методами—ИК- и ПМР-спектроскопией. Чистота синтезированных аддуктов подтверждалась тонкослойной хроматографией.



Бициклические эфиры III а—г получены также встречным путем диеновой конденсацией из соответствующего диена и аллилового спирта с дальнейшей этерификацией бензойной кислотой. Физико-химические константы бициклических эфиров III а—г, полученные как диеновой конденсацией, так и встречным путем, оказались идентичными.

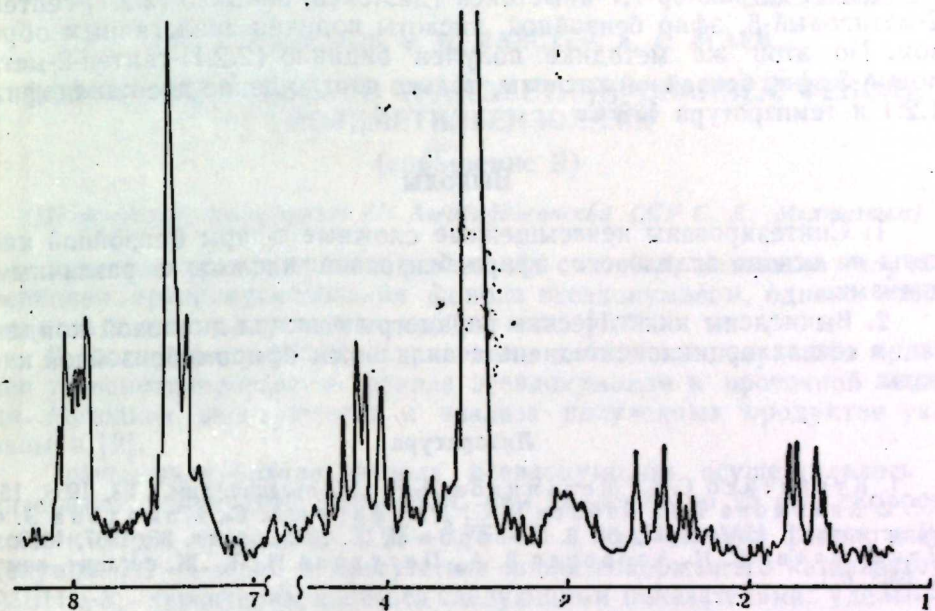
В ИК-спектре аддуктов III а—г наблюдались характерные частоты для С=О-групп в области 1720—1730, для С=C—в области 1600—1610, для О—С—О—1020—1180 и для С—С—в области 680—700 см⁻¹.

№ соединения	Соединения	Т. кип., °С	n_D^{20}	d_4^{20}	Выход, %
IIIа	 $CH_2OC-C_6H_5$ $R_f = 0.74$	132—5/1 мм	1,5337	1,087	65,0
IIIб	 $CH_2OC-C_6H_5$ $R_f = 0.74$	193—4/1 мм	1,5775	Крист.	88,8
IIIв	 $CH_2OC-C_6H_5$ $R_f = 0.74$	185/1 мм	1,5584	1,576	80,5
IIIг	 $CH_2OC-C_6H_5$	203—4/1 мм	1,5454	1,562	84,0

В ПМР-спектре аддукта 1,2,3,4-тетрахлор-7,7-диметоксибицикло (2.2.1)-гептен-2-метилового—5 эфира бензойной кислоты наблюдаются следующие резонансные сигналы (рисунок). Протоны С⁶ эндо проявляются в виде дуплета в области 1,63 м. д. с константой взаимодействия Н⁶ эндо Н⁵ экзо=4,0 Гц. Геминальная константа взаимодействия Н⁶ эндо Н⁶ экзо=12,0 Гц. Протоны С⁵ экзо имеют химсдвиг при 2,5 м. д. с константой взаимодействия Н⁶ эндо Н⁵ экзо=9,0 Гц. Протоны С⁵ проявляются в виде сложного мультиплета с химсдвигом при 2,93 м. д. Протоны эфирной группы СН₂О проявляются в виде дуплета с химсдвигом при 4,12 м. д., с константой взаимодействия СН₂ОН⁵=7,0 Гц. Геминальная константа взаимодействия этих протонов СН₂—10,0 Гц. Протоны ароматического кольца проявляются в области слабых полей с химсдвигом 7,4 и 8,0 м. д. Аналогичная картина наблюдается и в ПМР-спектре аддукта 1,2,3,4,7,7-гексахлорбицикло 2.2.1-гептен-2-метилового эфира бензойной кислоты. Сравнение

констант сигнала С⁵Н протонов с литературными [3] подтверждает его экзоположение, а соответственно и эндо-конфигурацию аддукта III а—в.

На основании результатов физико-химических исследований, а также встречного синтеза можно утверждать, что синтезированные новые соединения III а—г имеют только указанную структуру.



ПМР-спектр III в

Сняты кривые накопления для аддукта гексахлорциклопентадиена и аллилового эфира бензойной кислоты. Энергия активации взаимодействия гексахлорциклопентадиена и аллилового эфира бензойной кислоты, вычисленная из температурной зависимости скорости реакции, равна 10,42 ккал/моль, а значение предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса составляет $A = 2,486$ л/моль·мин. Из этих значений вычислены значения энтальпии, энтропии и свободной энергии, которые соответственно равны: $\Delta H = E_0 - RT = 9,624$ ккал/моль; $\Delta S = 4,576 \lg(A/T) - 49,21 = -49,789$ ккал/(моль/л); $\Delta F = \Delta H - T = 29,544$ ккал.

Все эти данные подтверждают, что диеновая конденсация между гексахлорциклопентадиеном и аллиловым эфиром бензойной кислоты описывается уравнением второго порядка.

Экспериментальная часть

ИК-спектры снимали на приборе „UR-20“ в вазелине. Спектры ЯМР сняты на приборе „Tesla“ BS 487 В“ с рабочей частотой 80 МГц в четыреххлористом углероде, внутренний стандарт—тетраметилсилан. Индивидуальность полученных продуктов контролировалась ТСХ на окиси алюминия II степени активности в системе растворителей гептан;ацетон—20:13,5; проявитель УФ-свет.

1,2,3,4,7,7-гексахлорбицикло (2.2.1)-гептен-2-метилловый-5 эфир бензойной кислоты (III б). В запаянной стеклянной ампуле нагревали смесь 4,05 г (0,025 моль) (II), 13,65 (0,05 моль) (I б) и 0,01 г гидрохинона при температуре 150°C в течение 12 ч. По охлаждению реакционная масса подвергалась вакуумной разгонке. Получено 9,67 г (III б) (88,87% от теоретического, т. кип. 193—194°/1 мм, n_D^{20} 15775), который полностью кристаллизуется. Т. пл. 50°C.

1,2,3,4-тетрахлор-7,7-диметокси (диэтокси) бицикло (2.2.1)-гептен-2-метилловый-5 эфир бензойной кислоты получен аналогичным образом. По этой же методике получен бицикло (2.2.1)-гептен-2-метилловый-5 эфир бензойной кислоты, только соотношение диен:диенофил 1,2:1 и температура 160°C.

Выводы

1. Синтезированы ненасыщенные сложные эфиры бензойной кислоты на основе аллилового эфира бензойной кислоты с различными диенами.
2. Вычислены кинетические параметры реакции диеновой конденсации гексахлорциклопентадиена с аллиловым эфиром бензойной кислоты.

Литература

1. Кукаленко С. С., Мельников Н. Н. „Ж. органич. хим.“, 28, 1953, 154-157. 2. Кязимова Т. Г., Бабаев Р. С., Джафаров А. С., Мамедова Э. С. „Пластмассы“, 1977, № 12, 38. 3. Поваров Л. С. „Усп. хим.“, 36, 1967, 1533. 4. Прилежаева Е. Н., Азовская В. А., Петухова Н. П. „Ж. органич. хим.“, 4, 1968, 621.

Институт хлороорганического синтеза

Поступило 28. 11 1978

М. М. Гусейнов, Т. Г. Казимова, Р. С. Бабаев, Е. Г. Асланова

АЛЛИЛБЕНЗОАТ ДИЕН СИНТЕЗИНДӘ

Мәгалә аллилбензоатын (II) бир сыра тсиклик диенләрләтсиклопентадиен (Ia) 1,2,3,4,5,5-гексахлортсиклопентадиен (Iб), 1,2,3,4-тетрахлор-5,5-диметокситсиклопентадиен (Iв) вә 1,2,3,4-тетрахлор-5,5-диетокситсиклопентадиенлә (Iг) диен конденсациясини тәдқиғиндә бәһс едир. Бу маддәләрин диен конденсациясына дахи олуб бензој туршусунун мүрәккәб битсиклик эфирләрини эмәлә кәтирдји шәраити мөһәммәт эдилди.

Синтез едилмиш бирләшмәләрин гурулушу кимјәви үсулларла онларын әдәбијәтдә мө'лум олан битсиклик спиртә (IV) гәдәр гидролизи вә гаршылыгы синтези илә, һәмчинин физики үсуллардан ИГ—вә ПМР—спектроскопији вәситәсилә субүдә олунуб. Онларын тәмизлији назик тәбәгә үзәриндә хроматографија илә тә'јин эдилди.

M. M. Guseinov, T. G. Kuzimova, R. S. Babayev, E. G. Aslanova

ALLYL BENZOATE IN DIENE SYNTHESIS

In this paper the investigation results of diene condensation of allyl benzoate with various dienes such as cyclopentadiene, hexachlorocyclopentadiene, 5,5-dimethoxytetrachlorocyclopentadiene, 5,5-diethoxytetrachlorocyclopentadiene are presented.

Structures of the synthesized compounds are proved by chemical and physical methods, i. e. by independent synthesis and by IR- and PMR-spectral methods. Purity of the products was identified by thin layer chromatography.

УДК 661. 725.85:547.56

ХИМИЯ НЕФТИ

Н. М. ИНДИУКОВ, Э. И. МАЙСТЕР, А. А. АГАЕВ

ПОЛУЧЕНИЕ КРЕЗОЛОВ ТРАНСМЕТИЛИРОВАНИЕМ ФЕНОЛА ПОЛИМЕТИЛБЕНЗОЛАМИ

(сообщение II)

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР С. Д. Мехтиевым)

Крезолы, применяемые в различных синтезах, возможно получать реакцией трансметилирования фенола псевдокумолем, однако исследований в этом направлении крайне мало [1,3].

В настоящем сообщении приведены данные по получению крезолов трансметилированием фенола псевдокумолем в проточной системе. Методика эксперимента и анализа полученных продуктов указаны в [2].

Трансметилирование фенола псевдокумолем осуществлялось в интервале температур 350—450°C при давлении до 25 атм, скорости подачи сырья в пределах 0,25—0,75 ч⁻¹ и соотношении фенол: псевдокумол 1:1—4 моль, в присутствии цеолитсодержащего катализатора АШНЦ-3, характеризующегося следующими показателями: удельный объем пор 0,52—0,62 см³/г, удельная поверхность 260—270 м²/г, средний радиус 33—46 Å. В указанных условиях выход катализата составляет 94—96, газа 0,8—2,3%, кокса не превышает 2%. Газообразные продукты состоят на 56—90% из водорода, 6,5—8,0% — метана, 2,0—4,0 — двуокиси углерода, 1,5—3% — углеводородов C₃—C₄.

Химический состав катализатов в приведенном интервале температур и давлений представлен в таблице, из которой следует, что наибольшее количество крезолов в катализате образуется при температуре 425°C и давлении 10 атм.

Зависимость выхода крезолов от температуры и давления приведена на рис. 1, 2.

Судя по таблице и рис. 1, при увеличении температуры до 425°C выход крезолов повышается и их содержание в катализате составляет 14,7%, или 72,8% от прореагировавшего фенола. С дальнейшим повышением температуры образование крезолов уменьшается. При этом увеличивается выход ксиленолов и продукта конденсации фенола—дифенилоксида и отложенных на катализаторе полициклических ароматических соединений.

Наряду с этим, с ростом температуры от 425 до 450°C в катализате увеличивается содержание толуола, ксилолов и других полиметилбензолов, т. е. при этой температуре псевдокумол претерпевает глубокое превращение.

Из рис. 2 видно, что при температуре реакции 425°C повышение давления от атмосферного до 10 атм благоприятствует протеканию

Химический состав катализаторов некоторых опытов реакции трансметилирования фенола псевдокумолем (об. скорость 0,5 ч⁻¹, соотношение фенол: псевдокумол 1:1 моль)

Т-ра, С	Давление, атм	Хим. состав катализатора, вес. %												
		Бензол	Толуол	м-л-Ксилолы	о-Ксилол	Псевдокумол	Мезитилен + гемимеллитол	Тетраметилбензолы	Фенол	о-Крезол	м-, п-Крезолы	Ксилолы	Дифенил-оксид	Неидентифицирован.
350	10	0,7	1,6	6,3	3,4	42,9	0,8	0,4	36,8	3,3	3,0	0,6	—	0,2
375	—	0,4	2,0	7,1	3,6	40,5	1,3	0,9	34,8	4,9	3,1	0,6	0,3	0,5
400	—	0,7	2,4	9,1	4,2	39,2	1,2	1,1	33,2	5,8	3,4	0,7	0,6	0,4
425	—	0,4	2,8	10,2	5,2	32,0	2,4	1,6	28,4	8,2	6,5	1,2	0,6	0,5
450	—	1,1	4,5	12,1	4,8	27,8	4,1	1,8	27,4	7,6	5,6	1,8	1,0	0,4
425	Атм	—	2,2	6,8	3,9	40,0	1,0	0,8	36,4	4,8	3,4	0,2	0,2	0,3
425	5	0,5	2,5	9,3	4,7	35,2	1,3	1,2	32,0	6,4	5,3	0,5	0,7	0,4
425	15	0,5	3,0	10,6	5,1	31,0	2,9	2,0	28,2	7,7	6,0	1,6	0,8	0,6
425	25	0,8	5,9	12,3	6,0	25,0	3,7	2,3	26,2	7,4	7,0	1,8	0,8	0,8

реакции трансметилирования фенола псевдокумолем: выход крезолов на пропущенный фенол увеличивается от 18 до 32,2%, селективность снижается с 79 до 72%.

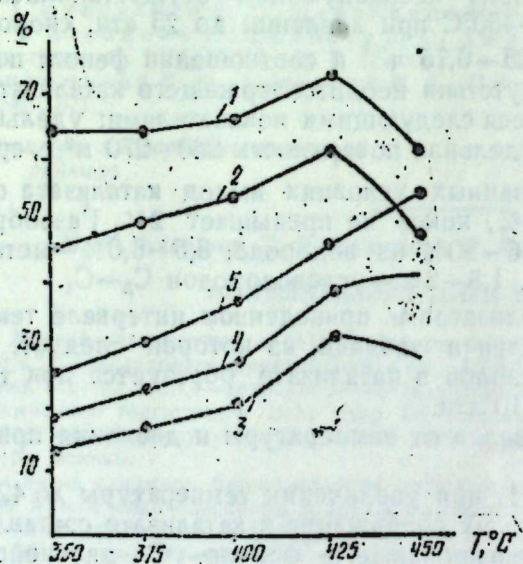
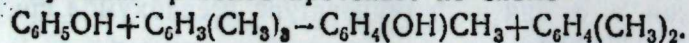


Рис. 1. Влияние температуры (425°C) на выход крезолов, конверсию фенола и псевдокумола в реакции трансметилирования фенола псевдокумолем:

1—выход крезолов на прореагировавший фенол от теории, 2—на прореагировавший псевдокумол от теории; 3—на пропущенный фенол; 4—конверсия фенола; 5—конверсия псевдокумола

Дальнейшее повышение давления от 10 до 25 атм нецелесообразно, так как выход крезолов на пропущенный и прореагировавший фенол уменьшается соответственно до 30 и 60%. При этом основная реакция получения крезолов протекает по схеме



В смеси ксилолов имеется 33% о-, 45% м- и 22% п-изомеров. В условиях реакции незначительное количество исходного псев-

докумола изомеризуется в мезитилен и гемимеллитол, суммарное количество которых не превышает 4,1%.

Наличие в катализаторе до 2,1% тетраметилбензола указывает на протекание реакции дисмутации псевдокумола по нижеприведенной схеме:

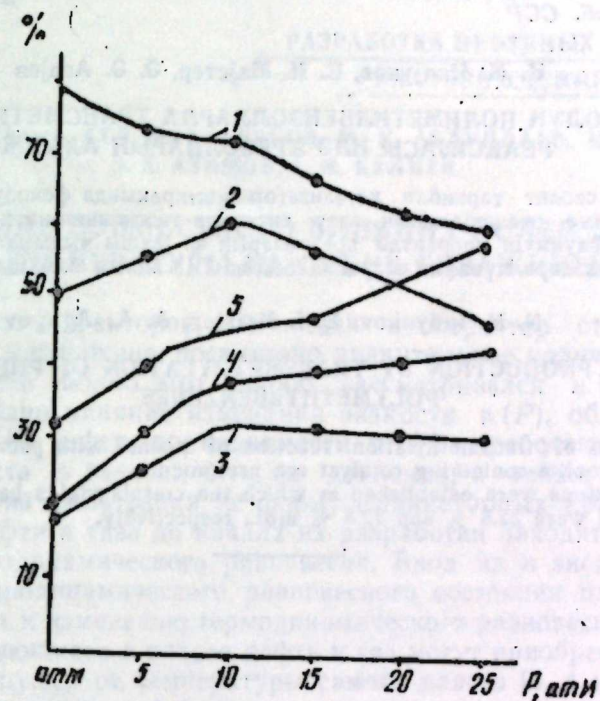
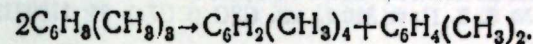


Рис. 2. Влияние давления (10 атм) на выход крезолов, конверсию фенола и псевдокумола в реакции трансметилирования фенола псевдокумолем. Обозначения те же, что и на рис. 1

Небольшое количество бензола можно объяснить протеканием реакции диметилирования алкилбензолных углеводородов. В результате конденсации двух молекул фенола образуется дифенил-оксид, количество которого увеличивается с повышением температуры. При трансметилировании фенола псевдокумолем наилучший выход крезолов получен при температуре 425°C, давлении 10 атм и скорости подачи сырья 0,25—0,54 ч⁻¹. При этом выход крезолов на прореагировавший и пропущенный фенолы равен соответственно 72,8 и 32,5 мольн. %, конверсия фенола составляет 38,5%. Состав образующихся крезолов в этих условиях следующий: 56% о-, 26% м-, 18% п-изомеров.

Исследованиями по трансметилированию фенола псевдокумолем показана более высокая эффективность этой реакции на цеолитсодержащем катализаторе АШНЦ-3 с высокой селективностью по крезололам по сравнению с трансметилированием фенола толуолом и п-ксилолом [2].

Литература

1. Борисов Л. Б., Воль-Энштейн А. Б. „Нефтехимия“, II, 1971, № 4, 533—536. 2. Индюков Н. М., Майстер Э. И., Агаев А. А. „ДАН Азерб. ССР“, XXXV, 1979, № 6. 3. Пат. Англ., кл. C2C (C07c), № 1180215.

ИНХП им. Ю. Г. Мамедалиева
АН Азерб. ССР

Поступило 20. VI 1979

Н. М. Индюков, Е. И. Майстер, Э. Э. Агаев

ФЕНОЛУН ПОЛИМЕТИЛБЕНЗОЛЛАРЛА ТРАНСМЕТИЛЛЭШМƏ РЕАКСИЈАСЫ ИЛƏ КРЕЗОЛЛАРЫН АЛЫНМАСЫ

Мəгалədə сеолит тərкибли катализатор иштиракында фенолун псевдокумолла трансметиллəшмə реаксиясынын ахар системдə тəдгигинин нəтичəлəri верилмиш-дир. Мүэјјан олунмуш шəрантдə крезолларын эн јакшы чыхымлары илкин вə черилмиш фенола кərə мұвафиг олараг 3,25% вə 72,8 мол% олмушдур

N. M. Induykov, E. I. Maister, A. A. Agayev

CRESOLS PRODUCTION BY TRANSMETHYLATION OF PHENOL WITH POLYMETHYLBENZENES

The results of transmethylation reaction of phenol with pseudocumene in flow system over zeolite-containing catalyst are presented.

The conditions were established at which the cresols yields based on passed and reacted phenol were 32.5 % and 72.8 % mol., respectively.

АЗƏРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МƏРУЗƏЛƏРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXV ЧИЛД

№ 10

1979

УДК 622.276.5.001.5

РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Член-корр. АН Азерб. ССР М. Т. АБАСОВ, М. К. АБДУЛЛАЕВ, Н. Г. АГАЕВ,
Э. Х. АЗНМОВ, А. М. КУЛИЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ПОЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДЕБИТ СКВАЖИНЫ

Исследованию факторов, влияющих на характер стационарного притока нефти к скважине, посвящено значительное количество работ, однако наиболее полно этот вопрос рассматривался в [1, 2 и др.]. Здесь исследовано влияние изменения вязкости $\mu(P)$, объемного коэффициента $\alpha(P)$ нефти, проницаемости $k(P)$ и работающей мощности $h(P)$ пласта в зависимости от давления, а также нарушения линейного закона фильтрации на форму индикаторных кривых.

Залежи нефти и газа до начала их разработки находятся в состоянии термогидродинамического равновесия. Ввод их в эксплуатацию и нарушение гидродинамического равновесного состояния пластовой системы приводит к изменению термодинамического равновесия. В результате фильтрующиеся в пласте нефть и газ могут приобрести температуру, отличающуюся от температуры самого пласта [3, 4 и др.]. Изменение температуры призабойной зоны пласта может также повлиять на физические свойства коллектора и насыщающих их флюидов и в некоторых случаях на характер стационарного притока, а также на форму индикаторных кривых.

До последних лет в подземной гидродинамике течение нефти и газа в пористых и трещиноватых коллекторах рассматривалось как изотермический процесс. Впервые Б. Б. Лапук, изучивший фильтрационный поток как дроссельный процесс [5], показал, что в некоторых случаях практики разработки залежей (например, при небольших перепадах давления) течение флюида с достаточной точностью может быть рассмотрено как изотермический процесс. По мере развития техники и технологии глубинных измерений, повышения точности и чувствительности глубинных термометров стало возможным наблюдать и более достоверно фиксировать изменение температуры пластовых систем. Это стимулировало дальнейшее развитие термодинамических основ разработки нефтяных и газовых месторождений и решение ряда задач подземной гидродинамики с учетом неизотермической фильтрации флюида. Так, Э. Б. Чекалюком [6] впервые было получено полное дифференциальное уравнение энергии для потока упругой жидкости в упругой пористой среде с учетом дроссельного эффекта Джоуля-Томсона и температурного эффекта адиабатического расширения пластовых флюидов. Это уравнение совместно с уравнениями неразрывности, закона фильтрации, состояния флюида и пористой среды составляет замкнутую систему ос-

новых гидротермодинамических уравнений фильтрации нефти и газа в пласте.

Необходимо отметить, что даже в случае использования частных представлений уравнений энергии общее решение этой системы термодинамических уравнений сопряжено с существенными математическими трудностями. Тем не менее для всестороннего изучения термодинамических процессов фильтрации в пористой среде необходимы эффективные аналитические решения при соответствующих начальных и граничных условиях. Ряд приближенных решений дан в работах [5, 6 и др.], где при рассмотрении задач о взаимосвязи полей температуры и давления пренебрегалось изменением физических свойств коллектора и флюида в зависимости как от давления, так и от температуры.

Ниже исследуется совместное влияние полей давления и температуры на характер стационарной фильтрации однофазной нефти с учетом изменения физических свойств коллектора и флюида в зависимости от давления и температуры. Рассматривается случай радиального притока нефти к скважине.

С учетом вышесказанного, формула для дебита скважины имеет вид

$$q_{II} = A_0 (\varphi_{пл} - \varphi_c). \quad (1)$$

Здесь

$$\varphi_{пл} - \varphi_c = \int_{P_c}^{P_{пл}} \frac{\kappa^*(P, T) \rho^*(P, T)}{\mu^*(P, T)} dP, \quad (2)$$

$$A_0 = \frac{2\pi \kappa_{пл} h \rho_{пл}}{\rho_{пл} \ln r_k/r_c}, \quad \kappa^*(P, T) = \frac{\kappa(P, T)}{\kappa_{пл}}, \quad \mu^*(P, T) = \frac{\mu(P, T)}{\mu_{пл}},$$

$$\rho^*(P, T) = \frac{\rho(P, T)}{\rho_{пл}},$$

где $\kappa(P, T)$, $\rho(P, T)$ и $\mu(P, T)$ — соответственно проницаемость пласта, плотность и вязкость нефти при текущем давлении P и температуре T ; $\kappa_{пл}$, $\rho_{пл}$, $\mu_{пл}$ — значения $\kappa(P, T)$, $\rho(P, T)$ и $\mu(P, T)$ при пластовом давлении и температуре, т. е. при $P=P_{пл}$ и $T=T_{пл}$, h — мощность пласта, r_k и r_c — соответственно радиусы контура питания пласта и скважины, $P_{пл}$ и P_c — соответственно пластовое и текущее забойное давление.

Принимая, что проницаемость пласта, вязкость и плотность нефти экспоненциально зависят от давления и зависимость температуры в первом приближении определяется термодинамическим уравнением дроссельного эффекта, зависимость (2) можно представить в виде

$$\varphi_{пл} - \varphi_c = \frac{1}{c} (e^{c \Delta P_c} - 1). \quad (3)$$

Здесь $\Delta P_c = P_{пл} - P_c$, $C = \alpha - \beta - \gamma$, $\alpha = \alpha_p + \varepsilon_1 \alpha_T$, $\beta = \beta_p + \varepsilon_1 \beta_T$, $\gamma = -\gamma_p + \varepsilon_1 \gamma_T$,

где C — коэффициент изменения комплекса параметров в зависимости от давления и температуры; α , β и γ — соответственно коэффициенты, учитывающие изменения вязкости, плотности нефти и проницаемости коллектора в зависимости от давления и температуры, ε_1 — коэффициент Джоуля-Томсона. Индексом „ P “ и „ T “ обозначены коэффициен

ты, учитывающие изменения указанных параметров соответственно в зависимости от давления и температуры.

С целью исследования и оценки влияния изменения физических свойств нефти и коллектора от давления и температуры на дебит скважины были проведены численные расчеты. Для этого использованы обширные литературные сведения о свойствах нефтей и коллекторов различных месторождений [7—11 и др.]. Выполненные согласно

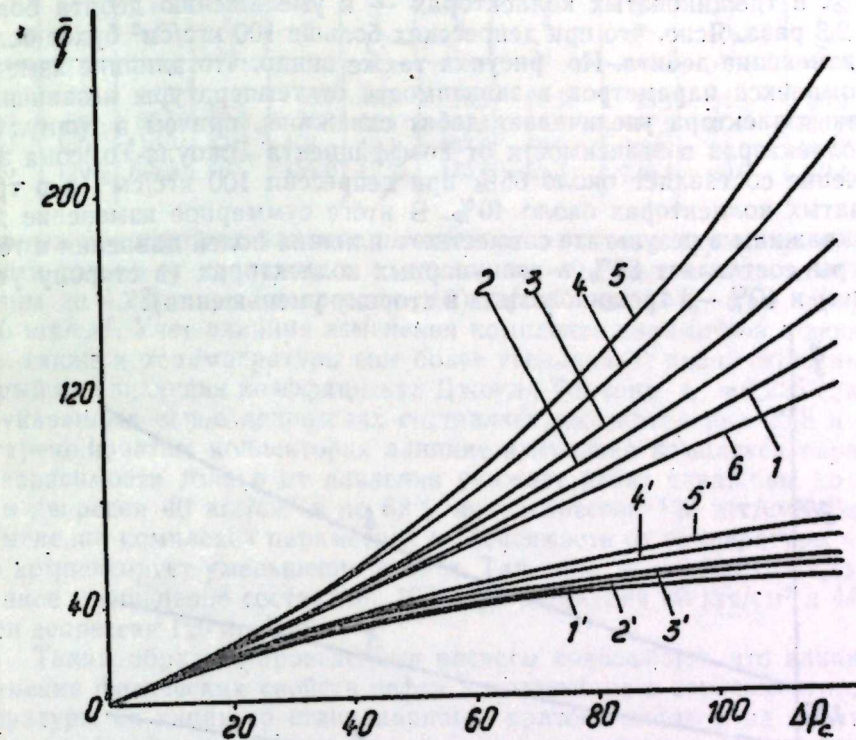


Рис. 1. Кривые изменения дебита скважины от депрессии:
 1—5— $C_p = 2 \cdot 10^{-3}$ 1/ат; $C_T = 40 \cdot 10^{-3}$ 1/°C; 1—5— $C_p = -20 \cdot 10^{-3}$ 1/ат; $C_T = 40 \cdot 10^{-3}$ 1/°C; 1—1'— $\varepsilon_1 = 0$; 2—2'— $\varepsilon_1 = 0,05$; 3—3'— $\varepsilon_1 = 0,1$; 4—4'— $\varepsilon_1 = 0,175$; 5—5'— $\varepsilon_1 = 0,225$ °C/ат; 6— $C = 0$

этим работам расчеты показали, что величина коэффициента изменения комплекса параметров в зависимости от давления $C_p = \alpha_p - \beta_p - \gamma_p$ для гранулярных коллекторов в основном положительная и может достигать $2,0 \cdot 10^{-3}$ 1/кгс/см², в то время как для трещиноватых коллекторов она отрицательна и максимальное ее значение равно $20 \cdot 10^{-3}$ 1/кгс/см². Коэффициент изменения комплекса параметров в зависимости от температуры $C_T = \alpha_T - \beta_T - \gamma_T$ для обоих типов коллекторов положителен и достигает $40 \cdot 10^{-3}$ 1/°C.

С использованием указанных выше предельных значений коэффициентов C_p и C_T при различных значениях коэффициента Джоуля-Томсона ε_1 по формуле (1) вычислены значения дебита скважины

$q_n^* = \frac{q_n}{A}$ при различных депрессиях ΔP_c и построены графические за-

висимости между ними. Некоторые из этих графиков представлены на рис. 1, где для наглядности построена также зависимость «дебит-депрессия» для случая $C=0$, т. е. по формуле Дююи. Сопоставление кривых 0,1 и 1' показывает, что при депрессии 100 кгс/см² влияние изменения комплекса параметров в зависимости только от давления в гранулярных коллекторах может привести к увеличению дебита до 10%, в трещиноватых коллекторах — к уменьшению дебита более чем в 2,3 раза. Ясно, что при депрессиях больше 100 кгс/см² будет больше и изменение дебита. Из рисунка также видно, что влияние изменения комплекса параметров в зависимости от температуры независимо от типа коллектора увеличивает дебит скважины, причем в гранулярных коллекторах в зависимости от коэффициента Джоуля-Томсона это увеличение составляет около 65% при депрессии 100 кгс/см², а в трещиноватых коллекторах около 40%. В итоге суммарное изменение дебита скважины в результате совместного влияния полей давления и температуры составляет 80% в гранулярных коллекторах (в сторону увеличения) и 40% — в трещиноватых (в сторону уменьшения).

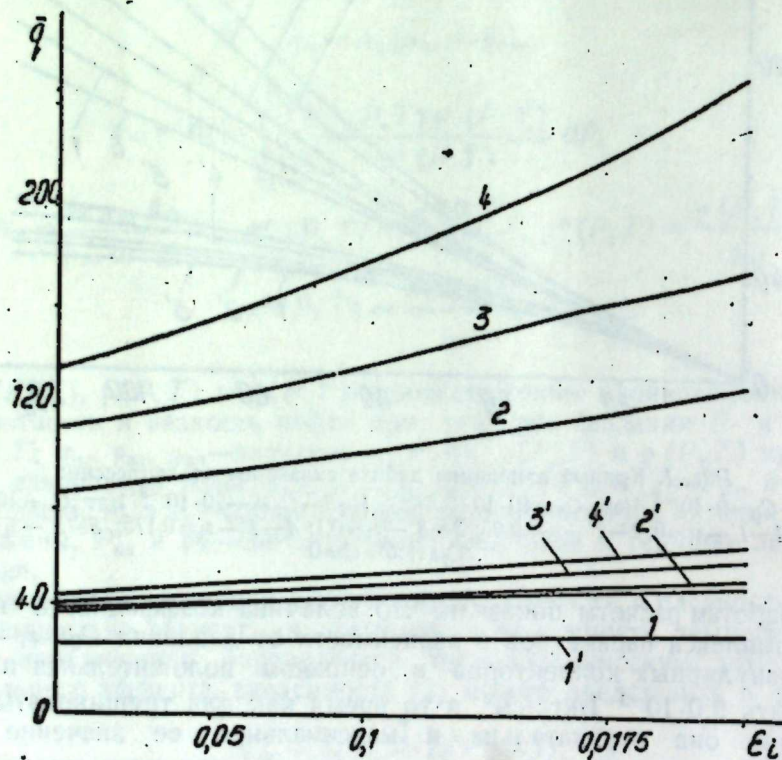


Рис. 2. Кривые изменения дебита скважины от коэффициента Джоуля-Томсона:

1—4— $C_p=2 \cdot 10^{-3}$ л/ат; $C_T=40 \cdot 10^{-3}$ л/°С; 1'—4'— $C_p=-20 \cdot 10^{-3}$ л/ат;
 $C_T=40 \cdot 10^{-3}$ л/°С; 1—1'— $\Delta P_c=40$; 2—2'— $\Delta P_c=60$; 3—3'— $\Delta P_c=110$;
4—4'— $\Delta P_c=120$ кгс/см²

Влияние коэффициента Джоуля-Томсона на дебит скважины более наглядно иллюстрируется на рис. 2 и в таблице. Как видно, в грану-

Вычисленные значения безразмерного дебита скважины

ΔP_c	$C=0$	Дебиты									
		$\epsilon=0$		$\epsilon=0,05$		$\epsilon=0,1$		$\epsilon=0,175$		$\epsilon=0,225$	
		$C_T=40 \cdot 10^{-3}$	$C_T=40 \cdot 10^{-3}$	$C_T=40 \cdot 10^{-3}$	$C_T=40 \cdot 10^{-3}$	$C_T=40 \cdot 10^{-3}$	$C_T=40 \cdot 10^{-3}$	$C_T=40 \cdot 10^{-3}$	$C_T=40 \cdot 10^{-3}$	$C_T=40 \cdot 10^{-3}$	$C_T=40 \cdot 10^{-3}$
		$C_p=2 \cdot 10^{-3}$	$C_p=20 \cdot 10^{-3}$	$C_p=2 \cdot 10^{-3}$	$C_p=20 \cdot 10^{-3}$	$C_p=2 \cdot 10^{-3}$	$C_p=20 \cdot 10^{-3}$	$C_p=2 \cdot 10^{-3}$	$C_p=20 \cdot 10^{-3}$	$C_p=2 \cdot 10^{-3}$	$C_p=20 \cdot 10^{-3}$
40	40	41,7	27,5	43,4	28,5	45,2	29,54	48,2	31,2	50,3	32,4
80	80	86,8	40,0	94,3	42,4	102,4	45,1	117,2	49,7	128,26	53,2
100	100	110,7	43,2	123	46,4	137,0	50,0	162,2	56,0	182,2	60,7
120	120	135,6	45,5	154,0	49,2	175,7	53,3	216,1	60,8	249,4	66,0

лярных коллекторах влияние изменения комплекса параметров в зависимости только от давления, т. е. когда $\epsilon_1=0$, увеличивает дебит скважины до 4,2% при депрессии 40 кгс/см² и до 13% при депрессии 120 кгс/см². Учет влияния изменения комплекса параметров в зависимости также и от температуры еще более увеличивает дебит скважины, который при значении коэффициента Джоуля-Томсона $\epsilon_1=0,225^\circ\text{C}/\text{кгс}/\text{см}^2$ и указанных выше депрессиях составляет соответственно 25,8 и 108%. В трещиноватых коллекторах влияние изменения комплекса параметра в зависимости только от давления снижает дебит скважины до 31,2% при депрессии 40 кгс/см² и до 62% при депрессии 120 кгс/см². Влияние изменения комплекса параметров в зависимости от температуры частично компенсирует уменьшение дебита. Так, при $\epsilon_1=0,225^\circ\text{C}/\text{кгс}/\text{см}^2$ указанное уменьшение составляет 19% при депрессии 40 кгс/см² и 44,5% — при депрессии 120 кгс/см².

Таким образом, проведенные расчеты показывают, что влияние изменения физических свойств нефти и коллектора в зависимости от температуры на характер стационарного притока нефти и на дебит скважины, как в гранулярных, так и в трещиноватых коллекторах может быть весьма значительным. Причем в гранулярных коллекторах влияние полей давления и температуры действует в одном направлении — в сторону увеличения дебита и поэтому суммируется. В трещиноватых коллекторах направление действий указанных полей противоположно. Поэтому, в трещиноватых коллекторах учет влияния изменения комплекса параметров в зависимости только от одного параметра (давления или температуры) может иногда привести к большей погрешности, чем неучет изменения комплекса параметров вообще. В связи с этим при решении различных задач разработки нефтяных месторождений следует установить степень изменения физических свойств флюида и коллектора в зависимости от давления и температуры и при необходимости гидродинамические расчеты вести с учетом взаимосвязи полей давления и температуры.

Литература

1. Абасов М. Т., Азимов Э. Х., Кулиев А. М., Мамиев Г. С., Султанов Т. М. «Нефт. хоз.», 1974, № 1, 35—39.
2. Абасов М. Т., Абдуллаев М. К., Азимов Э. Х., Кулиев А. М., Мамиев Г. С. «Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле», 1977, № 4, 3—11.
3. Чарыев О. М., Шнейдер Б. А., Урман В. И. «Нефть и газ», 1974, № 3, 43—47.
4. Кулиев А. М., Джаруллаев Ш. А., Гух

Мавов М., Саламов С. О. «Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле», 1976, № 5, 83—90. 5. Лапук Б. Б. «Нефт. хоз.», 1940, № 4—5, 41—45. 6. Чекалюк Э. Б. Термодинамика нефтяного пласта. М., «Недра», 1965, 239. 7. Майдебор В. Н. Разработка нефтяных месторождений с трещиноватыми коллекторами. М., «Недра», 1971, 231. 8. Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти. М., Гостоптехиздат, 1953. 9. Николаевский В. Н., Басниев К. С., Горбунов А. Т., Зотов Г. А. Механика насыщенных пористых сред. М., «Недра», 1970. 10. Требни Г. Ф., Чарыгин Н. В., Обухов Т. М. Нефти месторождений Советского Союза. М., 1974. 11. Чижев С. И., Духовная П. А., Соколовский Э. В., Майдебор В. Н. Тр. Сев.-кав. НИПИнефти, вып. 27, 1977, 23—27.

ИПНГМ

Поступило 11. VII 1979

М. Т. Аббасов, М. Г. Абдуллаев, Н. И. Агаев, Е. Х. Азимов, А. М. Гулиев

ГУЖУНУН НАСИЛАТЫНА ТЭЗЖИГ ВЭ ТЕМПЕРАТУР САҢЭЛЭРИНИН БИРКЭ ТЭСИРИНИН ТЭДГИГИ.

Мәгаләдә нефтин вә лајын физики хассәләринин тәзјиг вә температурдан асылы олараг дәјишмәси нәзәрә алынараг, бирфазалы нефтин гәрарлашмыш сүзүлмәсинә тәзјиг вә температур саҗәләринин биркә тәсирин тәдгиг едиллр. Бурада кәстәриллр ки, јатағна ишләдилмәсиндә мухтәлиф истилик тәсирин үсуллары тәтбиг едилмәдикдә белә, температур дәјишмәси вә онун гујунун насилатына тәсирин кифајәт гәдәр јуксәк ола биләр. Она кәрә дә флјунд вә коллекторун физики хассәләринин тәзјиг вә температурдан асылылыг дәрәчәсини тәјин едиб, лазым кәлдикдә гидродинamik һесабламары тәзјиг вә температур саҗәләринин әлагәсини нәзәрә алмагла апармаг вачибдир.

М. Т. Abbasov, M. K. Abdullayev, N. G. Agayev, B. Kh. Asimov, A. M. Kuliyeu

INVESTIGATION OF THE COMBINED INFLUENCE OF PRESSURE AND TEMPERATURE FIELDS ON WELL PRODUCTION

The present article examines the combined influence of pressure and temperature fields on the character of stationary filtration of one-phase oil with the consideration of reservoir and fluid physical properties change depending on pressure and temperature. It is pointed out that even during exploitation of the deposit by standard methods without thermal influence on reservoir the temperature variations and its influence on well production may be significant. That is why the influence of reservoir and oil physical properties change depending on pressure and temperature in hydro-dynamic calculation must be considered in complex, that is with the consideration of intercommunication of pressure and temperature fields.

АЗӘРБАЈҪАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҪУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXV ЧИЛД

№ 10

1979

УДК 550.834.5:551.243.3(262.8)

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ

Академик АН Азерб. ССР А. А. АЛИ-ЗАДЕ, Ю. Г. ГАНБАРОВ, З. Ф. ДЖАФАРОВ

НОВАЯ ПЕРСПЕКТИВНАЯ АНТИКЛИНАЛЬНАЯ СКЛАДКА В АПШЕРОНСКОМ АРХИПЕЛАГЕ

Азербайджанским отделением ВНИИГеофизика в 1978 г. в районе Апшеронского порога на ряде региональных профилей выполнены опытные сейсмические наблюдения, которые проводились методом отраженных волн в модификации центральных лучей с применением разработанной в институте автоматизированной системы возбуждения и регистрации волн.

Возбуждение сейсмических волн осуществлялось через 100—125 м, при непрерывном движении корабля, посредством пневматического излучателя с объемом камер 3 и 7 л.

Полученные сейсмические материалы представлены в виде временных и глубинных сейсмических разрезов. Наибольший практический интерес представляют новые данные по региональному профилю 14—78.

Профиль 14—78, имеющий с.з.-ю.-в. направление, расположен между Шаховой косой на западе и Красноводской косой на востоке. При подходе к Апшеронскому порогу с запада между пикетами 750 и 1100 выявлен большой погребенный антиклинальный перегиб сейсмических горизонтов, который не нашел своего отображения на ранее составленной структурной схеме (рис. 1).

На участке профиля между структурой им. Зевина-Петрова и Апшеронским порогом (ПК 466—1214), где установлен антиклинальный перегиб, прослеживается до 7—8 протяженных сейсмических горизонтов, охватывающих, кроме апшерона и ачкагыла, также слон продуктивной толщи. Все стратиграфические единицы согласно залегают между собой. Несогласно покрывают нижележащие слои отложения четвертичного возраста.

Во всем временном интервале (свыше 4,5 с) сейсмического разреза получена полезная информация.

По динамически хорошо выраженным волнам до 4,0—4,5 с прослежен ряд протяженных сейсмических горизонтов. Кроме основных протяженных сейсмических горизонтов, наблюдаются часто чередующиеся и не всегда протяженные оси синфазности отраженных волн, указывающие на тонкослоистость среды. Несмотря на то, что вдоль профиля глубина моря изменяется в широких пределах (50—300 м), однако это не оказывает существенного влияния на формирование волнового поля. Эта область в целом характеризуется отсутствием интенсивных волн-помех, препятствующих прослеживанию полезных отраженных волн. Динамический уровень отраженных волн заметно выше помех.

честь 60-летия Советского Азербайджана, отличается более спокойным тектоническим строением. Она, по всей вероятности, носит локальный характер и формировалась в межскладчатой зоне Апшеронского порога и структуры Зевина-Петрова.

Учитывая довольно большие размеры и достаточно хорошую выраженность свода складки имени 60-летия Азербайджана, а также ее местоположение на плане, можно предположить, что эта до сих пор неизвестная структура является одной из самых перспективных площадей Южного Каспия.

На площади расположения складки имени 60-летия Азербайджана рекомендуется проведение площадных сейсморазведочных работ с целью оконтуривания структуры, определение характера сочленения ее со структурами Апшеронского порога и Южного Каспия и подготовка к разведочному бурению.

Глубина моря на площади антиклинального перегиба изменяется в пределах 200 м, и потому эта площадь в свое время может быть вовлечена в поисковое бурение.

Азерб. отд. НИИ геофизических методов разведки

Поступило 2. VII 1979 г.

Э. Э. Элиззаде, Л. Н. Ганбаров, З. Ф. Джафаров

АПШЕРОН АРХИПЕЛАГЫНДА ЈЕНИ ПЕРСПЕКТИВЛИ АНТИКЛИНАЛ ГЫРЫШЫГ

Умумиттифат Елми Тэдгигат Геофизики Кәшфијат үсуллары институтунун Азербайжан шөбәси tərəfindən 1978-ci ildə Apşeron aстанасы рәјонунда 14—78 нөмрәд регионәл сейсмик профили үзәриндә јени бөјүк антиклинал әјим ашкар едилмишдир. Бүгүнкү гырышыг Апшерон, Акчагыл вә Мәһсулдар гат чөкүнтүләриндән тәшкил олунуб, асси метрик гурулуша маликдир вә позгунлугла мүрәккәбләшмәмишдир. Гырышыг «Сове Азербайжанынын 60 иллији» адландырылмышдыр.

A. A. Ali-zade, Yu. G. Ganbarov, Z. F. Djapharov

NEW PERSPECTIVE ANTICLINAL FOLD IN THE APSHERON ARCHIPELAGO

In 1978 the Azerbaijan department of the VNIIGeophysics discovered a new large anticlinal bend in the area of the Apsheron threshold in one of some regional seismic profiles N 14—78. This fold is developed from the deposits of apsheron akchagyl, productive strata and is of asymmetrical structure without ruptures. The fold is named in the honour of the 60th anniversary of the Soviet Azerbaijan.

Академик АН Азерб. ССР Ш. Н. МАМЕДОВ, А. М. САДИГОВ, З. Б. КУЛНЕВА,
А. А. АБДУЛЛАЕВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ НЕФТИ В КАРЬЕРНОЕ ПОЛЕ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЕНОСНЫХ ПЕСКОВ

При открытой разработке месторождений битуминозных песков определение оптимальной глубины карьера имеет большое практическое значение. Именно от этого параметра зависит в основном выбор средств погружения и доставки горной массы, способ вентиляции и, наконец, техника безопасности и санитарные условия разработки.

Для определения глубины карьера существуют различные способы, которые приемлемы для месторождений твердых полезных ископаемых [1, 2].

Вместе с тем большинство выходов нефтеносных пород Азербайджана, таких как гора Кирмаку, Аташкя, Чейльдаг, Зигильпири и другие, связаны с месторождениями нефти. Поэтому не исключена возможность притока нефти в карьерное поле при открытой разработке таких месторождений из-за нарушения равновесия пластовых сил. В таких случаях, наряду с определением конечной глубины карьера известными графическими и аналитическими методами, представляет интерес и определение глубины проникновения нефти в карьерное поле. Вызвано это тем, что при проникновении нефти в карьерное поле возникает необходимость усиления устойчивости уступов и бортов карьера, принятия дополнительных мер по вентиляции, замены некоторых машин и механизмов и т. д.

С целью определения условий проникновения нефти в карьерное поле (глубина, разность давлений, расстояние и др.) в настоящей статье рассмотрена гидродинамическая задача о движении нефти в наклонном пласте.

Возьмем отрезок обнаженного на дневной поверхности наклонного пласта длиной L , шириной b и мощностью h (см. рис. 1). Пористость и проницаемость пласта соответственно равны m и k . Угол наклона пласта к горизонту α . Давление на обнаженную часть пласта обозначим через p_1 . На другом конце отрезка пласта, находящемся на глубине z_1 от дневной поверхности, давление будет иметь определенное значение $p_{пл}$. Известно, что $p_{пл}$ всегда будет больше атмосферного, поэтому под действием пластового давления частицы жидкости будут перемещаться по восстанию пласта.

На каждую частицу жидкости, движущуюся в пористой среде в направлении снизу вверх, действуют две силы: сила давления и массовые силы. Причем действуют они по-разному: сила давления способ-

ствует перемещению частиц жидкости снизу вверх, а массовые силы — противодействуют этому движению.

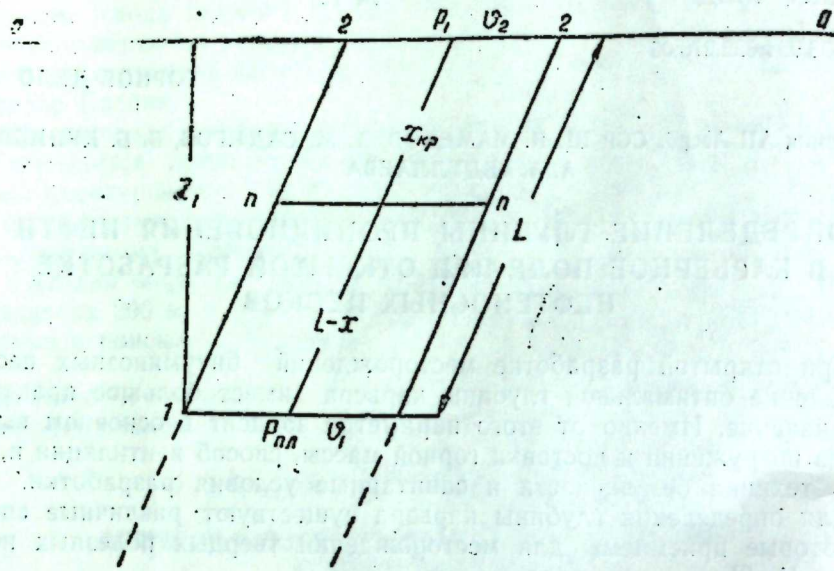


Рис. 1

На обнаженной поверхности пласта и на некоторой глубине от нее массовые силы преобладают над силами давления. Следовательно, на определенной глубине от дневной поверхности эти силы уравновешиваются. Эту глубину назовем критической глубиной, а сечение пласта, находящееся на этой глубине от дневной поверхности, — критическим. Другими словами, на глубине $x_{кр}$ от поверхности обнажения существует такое сечение $n-n$, где будет иметь место приток нефти в горные выработки. Выше этого сечения притока не будет.

В связи с этим возникает необходимость определения значения критической глубины и установления условий, при которых произойдет приток нефти в карьерное поле.

Выражение скорости фильтрации в наклонном пласте в дифференциальной форме будет иметь вид [3].

$$v = -\frac{\kappa}{\mu} \left(-\frac{\partial p}{\partial x} + \gamma \sin \alpha \right). \quad (1)$$

Нетрудно показать, что

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{p_{пл} - p_r}{L - x_r}$$

Зная скорость течения жидкости, можно определить ее расход (количество) по формуле

$$Q = \frac{\kappa h b}{\mu (L - x_r)} [p_{пл} - p_r - \gamma (L - x) \sin \alpha], \quad (2)$$

где p_r , x_r — соответственно значения p и x , при которых имеется приток нефти в карьерное поле.

Как видно из уравнения (2), количество нефти, притекающее в карьерное поле, зависит от энергетических ($p_{пл}$, p_r) и геометрических (L , $x_{кр}$, α) параметров пласта, а также его физических свойств (κ) и насыщающей пласт нефти (γ , μ).

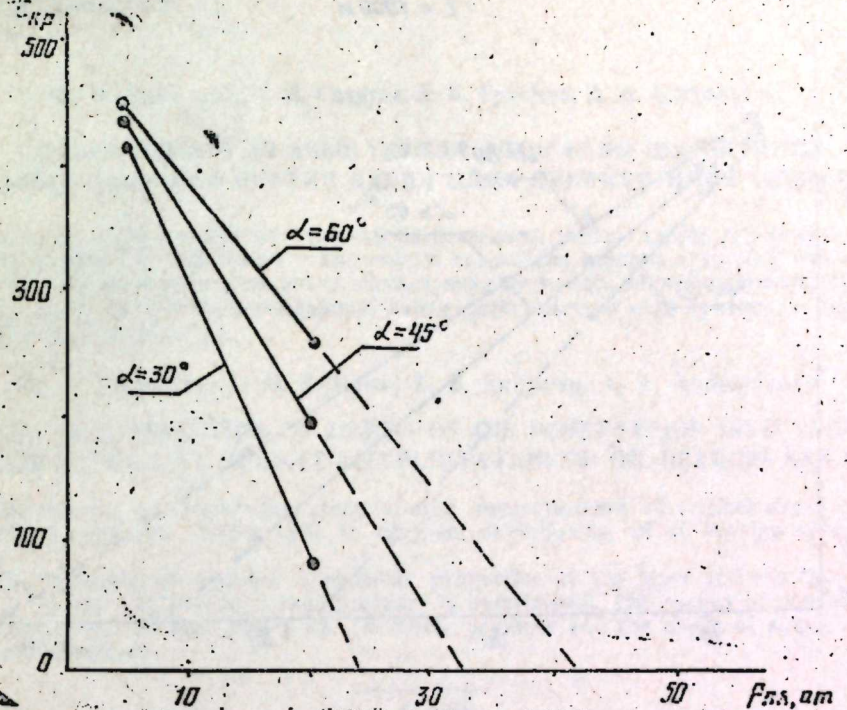


Рис. 2

Когда перепад гидродинамического давления будет больше, чем давление силы веса жидкости, т. е. при $(p_{пл} - p_r) > \gamma (L - x_r) \sin \alpha$ будет иметь место приток нефти в карьерное поле. При $(p_{пл} - p_r) < \gamma (L - x_r) \sin \alpha$ приток нефти в карьерное поле будет отсутствовать. Тогда из условия

$$(p_{пл} - p_{кр}) = \gamma (L - x_{кр}) \sin \alpha$$

$x_{кр}$ определяется следующим образом:

$$x_{кр} = L - \frac{p_{пл} - p_{кр}}{\gamma \sin \alpha}. \quad (3)$$

В безразмерном виде

$$\bar{x}_{кр} = 1 - \frac{10 p_{пл} (1 - \bar{p}_{кр})}{\gamma L \sin \alpha}, \quad (4)$$

где $\bar{x}_{кр} = \frac{x_{кр}}{L}$, $\bar{p}_{кр} = \frac{p_{кр}}{p_{пл}}$, p — атм, L — м, $\gamma = \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$.

Из формул (3) и (4) видно, что значение $\bar{x}_{кр}$ зависит от $(p_{пл} - p)$, γ , L и α .

Для установления влияния указанных параметров на значение критической глубины рассмотрены численные примеры, результаты которых представлены на рис. 2 и 3 в виде зависимости $x_{кр}$ от $\rho_{пл}$ при различных значениях угла наклона α .

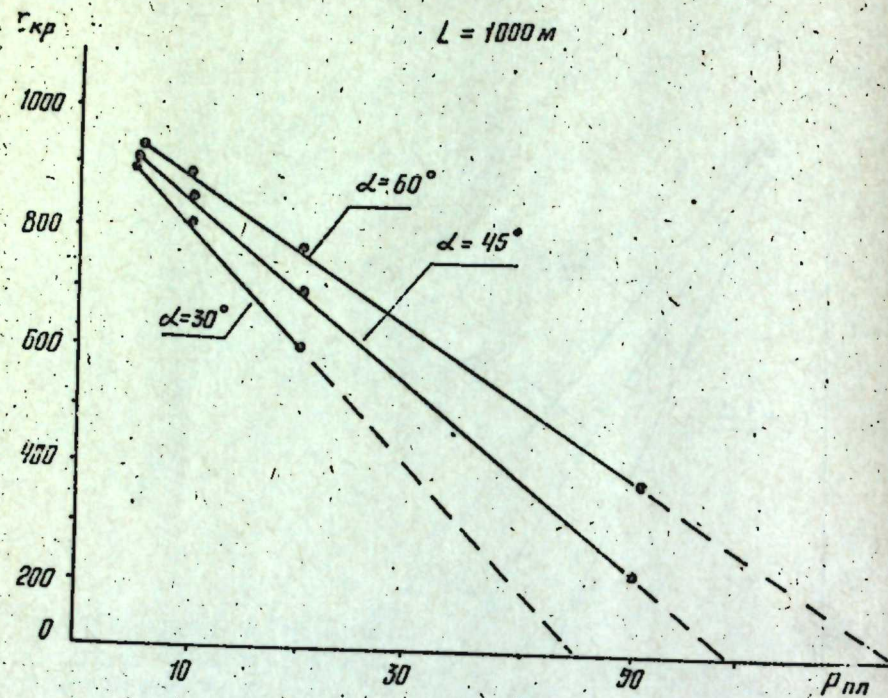


Рис. 3

Анализ полученных кривых показывает, что значение $x_{кр}$ существенно зависит от пластового давления угла наклона пласта. Причем с увеличением пластового давления критическая глубина сокращается, а с увеличением угла наклона, наоборот, возрастает. Чем больше пластовое давление, тем ближе к поверхности находится карьер. При этом в основной части пласта будет иметь место движение жидкости.

Если найденное численное значение $x_{кр}$ будет больше или равно оптимальной глубине карьера, то за весь период разработки карьера проникновения нефти в карьерное поле не будет наблюдаться и, следовательно, необходимости закрепления уступов и бортов карьера и других дополнительных мер не возникает.

Если $x_{кр}$ будет меньше оптимальной глубины карьера, то после достижения этой глубины будет наблюдаться проникновением нефти в карьерное поле, что в итоге вызовет проведение соответствующих технических и технологических мероприятий.

Величина $x_{кр}$ должна быть определена в стадии проектирования открытой разработки месторождений нефтеносных песков, чтобы при необходимости проведения соответствующих мероприятий своевременно включить их в проект.

Литература

1. Шешко Е. Ф. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. М., Углетехиздат, 1957.
2. Мельников Н. В. Краткий справочник по открытым горным работам. М., «Недра», 1968.
3. Щелкачев В. Н., Лапук Б. Б. Подземная гидравлика. М., Гостоптехиздат, 1949.

Институт геологии им. Губкина
АН Азерб. ССР

Поступило 3. V 1979 г.

Ш. Н. Мәмәədov, Ә. М. Садигов, З. Б. Гулијева, А. А. Абдуллајева

НЕФТЛИ ГУМЛАРЫН АЧЫГ ҮСУЛЛА ИСТИСМАРЫ ШӘРАИТИНДӘ КАРҖЕР САҖӘСИНӘ НЕФТИН ДАХИЛ ОЛМА ДӘРИНЛИЈИНИН ТӘЈИНИ

Мәгаләдә нефтли гумларын ачыг үсулла истисмары заманы карҖер саҖәсинә нефтин дахилолма дәринлијинин нәзәри тәдқиғатынын нәтиҗәләри верилмишдир. Лај параметрләринин вә флјудин физики-механики хассәләринин бу процесә тәсири мүәјјәнләшдирилмишдир. КарҖерин бәһран дәринлијинин лајын тәзјигиндән вә мејл бучағындан асылылыг әјриләри гурулмушдур.

Sh. N. Mamedov, A. M. Sadigov, Z. B. Kuliyeva, A. A. Abdullayeva

THE DETERMINATION OF DEPTH OF OIL PENETRATION INTO THE QUARRY FIELD AT OPEN-CUT EXPLOITATION OF OIL-BEARING SANDS

The results of theoretical study of the determination of critical depth of oil penetration into the quarry field at open-cut exploitation of oil-bearing sands are given.

The influence of physico-mechanical properties of the layer and the fluids saturating it on the investigating process is determined. The curves of dependence of critical depth of the quarry on the rock pressure and the angle of slope of the layer are drawn up.

минералы здесь трансформируются в ненабухающие (в слюды и хлориты) при наличии благоприятных для этого условий. Такая картина характерна для нижнемеловых отложений площади Джарлы, где отмечена постоянная трансформация монтмориллонита в хлорит [8].

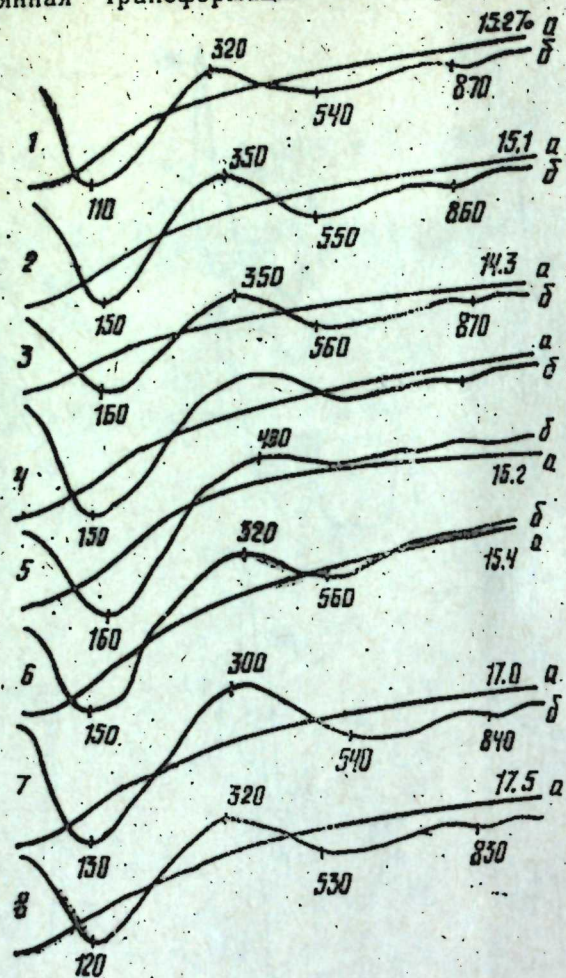


Рис. 2. Термограммы тонкопелитовой фракции глины, залегающих на больших глубинах: 1—Сангачалы-море, скв. 513 (глубина 5400—5403 м); 2—Бахар, 50(5603—5614); 3—Хиллы, 65(5200—5210); 4—камень Игнатия, 5(5468—5472); 5—Калмас, 58(5300—5304); 6—Булла-море, 21(5241—5247); 7—Булла-море, 30(6016—6020); 8—Нардаран—Сулейман, 1(5515—5520 м, серая глина, эоцен)

Несмотря на относительно меньшую по сравнению с другими разрезами глубину залегания (менее 4200 м), здесь установлены сильные катагенетические изменения пород с явными признаками метаморфизма. Еще сильнее метаморфизованы глинистые породы чокракского горизонта площади Инче-море, залегающие на глубинах менее 1800 м [10]. Отложения эти резко отличаются от одновозрастных глин Прикаспийско-Кубинской области. Это различие, прежде всего, заключается в том, что аргиллиты первой сильно метаморфизованы, тогда как одно-

возрастные глинистые породы второй представлены пластичными глинами. В Прикаспийско-Кубинской области и палеозое Нахичеванской АССР хорошо сохранные монтмориллониты отмечены и в более древних отложениях [6].

При сильно повышенных температуре и давлении межслоевая вода монтмориллонита может быть удалена необратимо. При этом его базальное межплоскостное расстояние уменьшается до $9,8\text{Å}$ и может быть ошибочно принято за межплоскостное расстояние гидрослюды. Для трансформации монтмориллонита в ненабухающие глинистые минералы необходимо наличие всех элементов, из которых построены кристаллические решетки ненабухающих глинистых минералов в необходимых количественных соотношениях, и возможность их миграции в породе.

Еще большую, чем монтмориллонит, устойчивость при повышенных температуре и давлении проявляет каолинит. С глубиной не только не снижается, но, наоборот, повышается степень окристаллизованности этого минерала (рис. 1). Большая устойчивость и размер кристаллов каолинита по сравнению с монтмориллонитом связаны с тем, что октаэдрические слои в каолините содержат лишь алюминий, а в трехслойных силикатах — различные катионы с довольно широким диапазоном всевозможных изоморфных замещений.

В отличие от глины, в проницаемых породах имеет место как аутигенное глинообразование из терригенного неглинистого материала, так и преобразование одних глинистых минералов в другие [7, 11]. Аутигенное глинообразование, начавшееся в седиментогенезе в песчано-алевритовых породах, заметно усиливается в диагенезе по мере увеличения глубины залегания. При повышенных температуре и давлении имеет место заметная трансформация глинистых минералов, направление которой определяется физико-химическими условиями среды [11]. Так, на площадях Булла-моря и камень Игнатия (рис. 1) каолинитообразование происходит под действием кислых пластовых вод, в то время как в большинстве случаев в водоносных песчаниках Бакинского архипелага имеет место аутигенное монтмориллонитообразование.

Анализ всего накопившегося по глинистым минералам материала [7—12 и др.] и вышеизложенное позволяют сделать следующие выводы:

1. В глинах третичных отложений Прикуринской области и Бакинского архипелага монтмориллонит устойчиво сохраняется на глубинах 5—6 км. Он, по-видимому, будет встречаться в глинистых породах этой области, по крайней мере, до глубины 7—8 км. Следовательно, здесь экранирующие свойства глинистых пород на таких глубинах сохраняются. Подтверждением могут служить залежи газа и газоконденсата под глинистыми крышками, открытые в последние годы на территории Бакинского архипелага на глубинах, превышающих 5 км.

2. Не следует связывать миграцию нефти из нефтематеринских пород в породы-коллекторы и формирование залежей с преобразованием набухающих глинистых минералов в ненабухающие, так как это преобразование намного отстает от преобразования рассеянного в породах органического вещества в нефтяные углеводороды.

3. Довольно высокую устойчивость в условиях повышенных температуры и давления проявляет каолинит, который хорошо сохраняется не только в относительно молодых и не претерпевших заметных катагенетических изменений глинах, но и в более древних и сильно-метаморфизованных аргиллитах.

4. Нельзя рассматривать глубину залегания (по крайней мере, до 7—8 км) как решающий фактор для трансформации глинистых минералов в глинистых породах. Трансформация набухающих глинистых минералов в ненабухающие в этом случае наблюдается только при заметной метаморфизации этих пород под давлением тектонических колебаний. В песчано-алевритовых породах трансформация глинистых минералов протекает быстрее и легче, чем в глинах. Таким образом, основными факторами, влияющими на трансформацию глинистых минералов, являются геотектонические особенности и проницаемость. Помимо этих факторов, на трансформацию глинистых минералов, безусловно, определенное влияние оказывают физико-химические условия среды, возраст отложений, литологические параметры пород, условия осадконакопления и многие другие.

5. Степень трансформации глинистых минералов в глинистых породах геосинклинальных областей связана с высокой скоростью осадконакопления, большой мощностью глинистых толщ и как следствие этого — с быстрой консервацией поступающего в бассейн материала.

Литература

1. Али-заде А. А., Дандбекова Э. А., Хейров М. Б. «Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле», 1976, № 4. 2. Вассоевич А.-Б. и др. «Сов. геол.», 1975, № 3. 3. Эхус И. Д. Мат-лы X пленума Всесоюз. комиссии по изучению и использованию глин. Тюмень, 1973. 4. Лебедев Б. А. и др. Тр. ВНИГРИ, вып. 361, Л., «Недра», 1976. 5. Прозорович Г. Э. Покрышки залежей нефти и газа. М., «Недра», 1972. 6. Унвер Ч. Е. В сб.: «Вопр. минералогии глин». М., Изд-во иностр. лит., 1962. 7. Хейров М. Б., Керимов А. А., Халилов Н. Ю. «Уч. зап. АЗИНЕФТЕХИМа», 1974, № 6. 8. Хейров М. Б. «Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук», 1976, № 3. 9. Хейров М. Б., Керимов А. А., Халилов Н. Ю. «Нефть и газ», 1977, № 6. 10. Хейров М. Б., Халилов Н. Ю. «Нефтегаз. геол. и геофиз.», 1976, № 12. 11. Хейров М. Б., Дандбекова Э. А. Тр. МИНХ и ГП, вып. 123. М., «Недра», 1977. 12. Хейров М. Б., Халилов Н. Ю. «Геол. нефти и газа», 1977, № 5.

Институт геологии им. Губкина
АН Азерб. ССР

Поступило 21. XI 1978 г.

Э. Ч. Султанов, М. Б. Хейров, Ф. Н. Эскеров, С. А. Афиэт

КИЛ МИНЕРАЛЛАРЫНЫН ТРАНСФОРМАЦИЈАСЫНА ТӘСИР ЕДӘН АМИЛЛӘР ҲАГҒЫНДА

Мәгаләдә мухтәлиф амилләрин кил минералларынын трансформацијасына тәсири ишыгландырылмышдыр. Мүәллифләрин фикринә кәрә кил минералларынын трансформацијасы әсас етибарилә чөкүнтүләрин физики кечиричилијиндән вә кеотектоник хүеу-сийәтләриндән асылдыр. Бу амилләрлә јанашы кил минералларынын трансформацијасына чөкүнтү әмәлә кәлмә мүһитинин физики-кимјәви шәрәитини, чөкүнтүләрин јашынын сүхурларын литолоји параметрләринин вә бир сыра башга амилләрин мүәјјән дәрәчәдә тәсири олур.

A. D. Sultanov, M. B. Kheirov, F. G. Askerov, S. A. Aphiyat

ON THE FACTORS AFFECTING THE TRANSFORMATION OF CLAY MINERALS

The influence of some factors on the transformation of clay minerals is considered in this paper. It is ascertained that the geotectonic peculiarity and permeability of rocks are the principal factors.

Член-корр. АН Азерб. ССР С. А. АЛИЕВ, Д. А. ГАДЖИЕВ, Ф. Г. АББАСОВ

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕВОБОРОТА НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ АПШЕРОНА

В научной литературе влияние различных культур севооборота на активность ферментов почв изучено недостаточно [1—2, 3, 5, 7, 9—11].

Исходя из этого, нами в течение 1975—1977 гг. на подсобно-экспериментальной базе АЗНИИЗ выявлялось влияние различных культур овоще-кормового севооборота на ферментативную активность серо-бурых почв Апшерона. Активность ферментов определялась методами А. Ш. Галстяна [4] на свежих образцах почв в сезонной динамике в овоще-кормовом (6-польном) севообороте. В данной статье приводятся средние обобщенные данные.

Установлено, что наиболее интенсивный гидролитический распад углеводов происходит под культурой люцерны второго года пользования — в 0—5-см слое 18,1 мг глюкозы (таблица). Активность фермента инвертазы в 2 раза выше, чем в монокультуре. Это связано с тем, что по сравнению с другими культурами люцерны в этом возрасте обладает наиболее мощной корневой системой и обогащена легкоподвижными органическими соединениями, которые являются ценным питательным и энергетическим материалом для микроорганизмов, с жизнедеятельностью которых тесно связана активность фермента [6, 8].

Инвертазная активность также значительна в варианте озимая капуста+кукуруза на силос и люцерна+пшеница, тогда как под остальными культурами она снижается до 12,6—13,6 мг глюкозы.

Изучение уреазной активности под различными культурами позволило установить, что процессы превращения азотистых органических соединений наиболее выражены в почве под бобовыми культурами, особенно под люцерной второго года пользования (3,4 мг NH_3), а также под томатами (3,1 мг NH_3).

Активность уреазы значительна и в варианте озимая капуста+кукуруза на силос (2,9 мг NH_3). В остальных вариантах под культурами (люцерна+пшеница, кукуруза на зерно) также наблюдается повышение активности фермента по сравнению с монокультурой томата. Нами установлена положительная коррелятивная связь между активностью уреазы и численностью бактерий и нитрификационной способностью почв во всех вариантах, что свидетельствует о важной роли уреазы в азотном режиме исследуемых почв под культурами севооборота.

Данные фосфатазной активности свидетельствуют о том, что процессы мобилизации фосфоорганических соединений во всех вариан-

Варианты	Глубина, см	Инвертаза, мг глюкозы на 1г почвы за 24 ч	Уреаса, мг NH ₂ на 1г почвы за 24 ч	Фосфатаза, мг P ₂ O ₅ на 10г почвы за час	Каталаза, см ³ O ₂ на 1г почвы за 2 мин	Дегидрогеназа, мг ТФФ на 10г почвы за 24 ч
Люцерна + пшеница	0-5	14,4	2,9	2,6	15,5	6,3
	5-20	11,7	2,3	1,7	13,3	4,4
	20-40	6,5	1,6	0,5	4,9	2,8
Люцерна второго года пользования	0-5	18,1	3,4	3,0	17,7	8,9
	5-20	15,1	2,7	2,2	15,6	7,1
	20-40	8,2	2,0	0,8	7,0	3,9
Люцерна третьего года пользования	0-5	12,6	3,0	2,4	14,1	5,9
	5-20	10,9	2,3	1,7	13,3	5,1
	20-40	7,0	1,6	0,5	4,3	3,2
Томаты	0-5	13,9	3,1	2,4	14,8	5,9
	5-20	11,6	2,4	1,7	11,8	4,7
	20-40	5,8	1,7	0,5	4,8	2,9
Кукуруза на зерно	0-5	13,6	2,9	2,3	13,3	5,9
	5-20	11,8	2,3	1,6	11,5	5,0
	20-40	5,9	1,5	0,6	5,3	3,2
Озимая капуста + кукуруза на силос	0-5	15,9	2,9	2,6	16,8	6,3
	5-20	12,8	2,4	1,7	13,9	5,4
	20-40	6,3	1,4	0,5	7,1	2,9
Контроль — монокультура томата	0-5	9,8	1,0	1,1	9,3	3,9
	5-20	7,2	1,5	0,6	6,4	3,2
	20-40	4,1	1,0	0,0	3,1	1,7

тах овоще-кормового севооборота значительно выше, чем в варианте под монокультурой томата. Наибольшая фосфатазная активность проявляется в почве под люцерной второго года пользования. Повышенная фосфатазная активность почв наблюдается также в варианте люцерна + пшеница и озимая капуста + кукуруза на силос.

Полученные данные показывают, что на полях севооборота активность фермента каталазы выше, чем под монокультурой томата. Наиболее высокая активность каталазы выявлена в почве под культурами люцерна второго года пользования, озимая капуста + кукуруза на силос и сравнительно низкая в варианте люцерна + пшеница. В остальных вариантах активность фермента незначительная.

При изучении дегидрогеназной активности почв выявлено, что процесс дегидрирования активно протекает под люцерной второго года пользования. Сравнительно высокая дегидрогеназная активность обнаружена также в варианте озимая капуста + кукуруза на силос и люцерна + пшеница (в 0-5-см слое почвы 6,3 мг ТФФ).

Таким образом, установлено положительное влияние чередования культур овоще-кормового севооборота, и особенно люцерны, по сравнению с монокультурами на активность серо-бурых почв.

Литература

1. Байбаев Б. Г. Автореф. канд. дисс. Ташкент, 1977.
2. Власюк П. А. Добротворская К. М., Гордиенко С. А. «Докл. ВАСХНИЛ», 1957, № 3 14-19.
3. Власюк П. А., Лисовал А. П. Докл. симпозиума по ферментам почвы. Минск, 1968.
4. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974.
5. Гамизкова О. И. Докл. симпозиума по ферментам почв. Минск, 1968.

6. Купревич В. Ф., Щербакба Т. А. Почвенная энзимология. Минск, 1966.
7. Курляндчик А. С. Тр. Белорус. с.-х. акад., 7: Минск, 1971; 8: Низова А. А. В сб.: «Микробиологические и биохимические исследования почв». Киев, «Урожай», 1971.
9. Нючева Е. М. Вопросы научного земледелия Иркутской области. Иркутск, 1965.
10. Чундерова А. И., Зубец Т. П. Докл. симпозиума по ферментам почвы. Минск, 1968.
11. Чундерова А. И. «Биол. науки», 1970, № 12, 104-110.

Институт почвоведения
и агрохимии АН Азерб. ССР

Поступило 26. VI. 1979

С. Э. Әлиев, Ч. Ә. Начыев, Ф. И. Аббасов

ЭКИН ДӨВРИЛЭСИНДЕ МҮХТӘЛИФ БИТКИЛӘРИН АБШЕРОНУН БОЗ-ГОНУР ТОРПАГЛАРЫНДА ФЕРМЕНТЛӘРИН ФӘАЛЛЫҒЫНА ТӘСИРИ

Магаләдә мәгсәд Абшеронун боз-гонур торпагларында тәрәвәз-јәмчилик экин дөвријәсиндә мүхтәлиф биткиләрин инвертаза, фосфатаза, уреаса, дегидрогеназа вә каталаза ферментләринин фәаллығына тәсирини өјрәнмәк олмушдур. Мүәјјән едилмишдир ки, экин дөвријәсиндә бечәрилән битки саһәләриндә торпаг ферментләринин фәаллығы ејни биткинин бир нечә ил әкилдији саһәјә инсбәтән әһәмийјәтли дәрәјәдә јүксәкдир. Ферментләрин ән јүксәк фәаллығы пахлалы биткиләр алтында, хүсусилә јончанын истифадәсинин икинчи илиндә мүшәһидә олунур.

S. A. Aliyev, D. A. Gadjiyev, F. G. Abbasov

INFLUENCE OF ROTATION OF VARIOUS CROPS ON ENZYMATIC ACTIVITY OF APSHERON GRAY-BROWN SOILS

The influence of various crops of vegetable-fodder crop rotation on enzymatic activity (invertase, phosphatase, urease, catalase, dehydrogenase) of soils is studied. The positive influence of vegetable-fodder crops (and especially, alfalfa) rotation in comparison with permanent crops on enzymatic activity of gray-brown soils is established.

М. КЯЗИМОВ

К ВОПРОСУ О МОРАЛЬНО-ЭТИЧЕСКИХ ВЗГЛЯДАХ НИЗАМИ И АМИРА ХОСРОВА ДЕХЛЕВИ

(по вступительным главам поэм «Семь красавиц» и «Восемь райских садов»)

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР
М. З. Джафаровым)

Идеи гуманизма, уважения человеческого достоинства, ставшие лейтмотивом творчества Низами и Амира Хосрова и нашедшие достойное воплощение в каждой из пяти поэм, отразились и во вступительных главах «Семи красавиц» и «Восьми райских садов».

Утверждение простых общечеловеческих норм морали, человеколюбия и справедливости—вот то ценное в этических воззрениях Низами и Хосрова, что дошло до наших дней, не потеряв своей значимости.

Оба поэта, высказавшиеся в отношении моральных достоинств каждого человека, несколько различались по направленности и заостренности своих этических взглядов. Если у Хосрова одна из вступительных глав поэмы «Восемь райских садов», содержащая наставления дочери, позволяет выявить лишь отношение поэта к женщине, то у Низами вступительные главы содержат не только основные положения его этических взглядов, но и социальную оценку эпохи, недовольство окружающей действительностью. Вот, например, как пишет поэт об эпохе, подчеркивая зло и недоброжелательство, царящие вокруг:

در چنین دوره کاهل دین بستند یوسفان گرگ و زاهدان مستند
توان رد جان مگر بدور چیز به بدی و به بدسندی نیز¹

В такое время, когда достойные люди унижены,
Когда Иосифы—волки, а отшельники пьяны,
Нельзя спасти жизнь иначе, как двумя вещами —
Совершенем зла и одобрением зла.

В центре этических воззрений Низами стоят идеи справедливости, уважения человеческого достоинства, высокой оценки труда. Поэт хотел видеть человека воплощением разума и высоких моральных качеств. Он не мыслил разума в отрыве от нравственной чистоты, порядочности. Только тот достоин носить высокое звание человека, в ком разум и нравственная чистота составляют одно неделимое целое:

جان چراغ است و عقل روشن او عقل جان است و جان مانتن او
عقل با جان عطیه احدی است جان با عقل زنده ابدی است²

Душа (т. е. нравственные качества) — это светильник,
а разум—масло для него,
Разум—это душа, и наша душа—оболочка его.

Разум с душой — единый дар,
Душа с разумом — вечная жизнь.

Низами высоко ценил также трудовую деятельность человека, которая представляла для него ценность и смысл человеческого существования:

کارکن زانکه به بود به سرشت کار و دوزخ ز کاهلی و بهشت³

Трудись, ибо в природе лучше,
Работа в аду, чем безделье в раю.

Труд, в понятии Низами, необходим для материального благополучия не только личности, но и общества, поэтому каждому человеку следует трудиться и своим трудом быть полезным народу:

کوش تا خاق را به کار آئی تا به خلقت جهان بیارائی⁴

Старайся, чтобы принести народу пользу,
Чтобы своим делом украсить мир.

Вместе с тем поэт видел царящую вокруг несправедливость, с горечью осознавал, что те, кто трудятся, часто остаются ни с чем и что в этом мире достаток и благополучие исходят не от одного только труда.

Низами высоко ценил такие достоинства человека, как верность, доброту, скромность, воздержанность. Ведя независимый образ жизни, он и своему сыну советовал не быть подхалимом, не кормиться подачками с чужого стола.

Большое место в моральных взглядах Низами занимают призывы к обузданию страстей. Особенно ярко это прослеживается в семи новеллах («Семь красавиц»). Поэт говорит, что человек, поддавшийся своим страстям, уподобляется животному, его существование становится бессмысленным. Человек, у которого страсти одерживают верх над рассудком, способен совершить любое злодеяние. Особенно вредны, по мысли поэта, алчность, страсть к деньгам, к накопительству, которые в конце концов приводят к вражде даже между близкими людьми. Тот, для кого деньги, золото не играют роли, избавляет себя от страха и мучений:

اباهی بین که از پی سنگی دوست یا دوست میکند جنگی
به که دل زان خزانه برداری که ازو رنج و بیم برداری⁵

Какая глупость (букв.: посмотри на глупость):
из-за камня (золота)

Друзья враждуют между собой.
Лучше тебе отвернуть сердце от этой сокровищницы,
Ибо получишь от нее лишь страдание и страх.

Что касается Амира Хосрова, то, как отмечалось, в главе, содержащей наставления дочери, прослеживается его отношение к женщине. Правда, на основе только одной главы нельзя сделать достаточно широких обобщений, однако следует отметить, что в эпоху средневековья, когда затворничество и отсутствие каких-либо прав у женщин считались обязательными, по мусульманскому шарияту, взгляды Амира Хосрова представляли несомненный шаг вперед.

Поэт, с уважением относясь к женщине, воспеваеет ее достоинства и красоту. Материнское начало, материнскую любовь славит и ценит, прежде всего, Хосров в женщине.

В многочисленных советах, адресованных дочери и в ее лице всем женщинам, содержится призыв придерживаться высоких нравственных принципов, остерегаться соблазнов и ошибок, подстерегающих их на жизненном пути.

Обращаясь к дочери, Амир Хосров пишет, что женщина должна быть целомудренной и незапятнанной. Чистота, по мысли поэта, — одно из ценных достоинств каждой женщины:

پاک تن باش همچو آب سپهر بلک پاکیزه تر ز چشمه مهر⁶

Будь чистой, как дождевая вода,
А возможно, и чище родника солища.

Женщина в повседневной жизни должна быть скромной, воздержанной, нетребовательной. Алчность, стремление к деньгам пагубно отразятся на ней.

Согласно моральным взглядам Хосрова добродетель, искренность и правдивость должны быть неизменными качествами женщины. Поэт призывает ее хранить верность любимому человеку, не поддаваться соблазнам, считая это недопустимым и приводящим к отрицательным последствиям:

بس عروسان که فتنه جوی شدند از سبیده سیاه روی شدند⁷

(Есть) много невест, которые поддались соблазнам
И с самого начала опозорились.

Своей верностью и поддержкой женщина должна оберегать любимого человека от совершения дурных поступков. Хосров хочет видеть ее деятельной, активной вопреки шариаду, отводившему ей второстепенную роль.

Отмечая во многом передовые взгляды Амира Хосрова, нельзя не заметить что влияние религиозных устоев сказалось и на нем. Как и у Низами, первый же совет дочери связан у него с почитанием бога. Благочестие и набожность, по его мнению, — неизменные условия для обладания хорошим именем и репутацией.

Сыграло свою роль и то, что мусульманское духовенство ставило женщину намного ниже мужчины. Так, Хосров пишет:

مرد کردار خوب را سبب است خوب کرداری از زنان عجب است⁸

Мужчина является причиной (совершения) хороших поступков.
(Совершение) хороших поступков со стороны женщины — удивительно.

Однако при всем этом нельзя не признать, что взгляды поэта в отношении женщины были для его времени прогрессивными.

Сравнение вступительных глав обеих поэм с точки зрения оценки моральных воззрений поэтов затруднительно в том смысле, что в «Семи красавицах» эти главы («В похвалу слова мудрости и наставления» и «В назидание сыну») содержат почти все основные моменты нравственных воззрений Низами, а в «Восьми райских садах» судить о моральных взглядах Амира Хосрова по одной главе можно лишь настолько, насколько это позволяет прослеживание его отношения к

женщине. И все же, несмотря на это, можно отметить, что воспевание простых общечеловеческих норм морали во вступительных главах отражено достаточно ярко. Такие человеческие качества, как верность, честность, правдивость, доброта, скромность прославляются обоими поэтами. И Низами и Амир Хосров говорят о том, как пагубно отражаются на человеке невоздержанность, необузданность страстей, алчность, стремление к богатству.

Вместе с тем можно выявить и различие во взглядах поэтов, которое выражается в отсутствии социальной заостренности у Амира Хосрова. В отдельных высказываниях Хосрова по отношению к женщине довольно заметно влияние религиозных норм морали.

В целом этические взгляды Низами и Амира Хосрова Дехлеви сыграли положительную роль в обстановке господства мусульманской идеологии, пропагандировавшей смирение и покорность.

Примечание

هفت پیکر حکیم نظامی گنجوی، یادگار و ارمغان وحید د. تگردي، تهران ۱۳۱۵، ص ۳۲

² Там же, стр. 53.

³ Там же, стр. 39.

⁴ Там же, стр. 40.

⁵ Там же, стр. 44.

امير خسرو دهلوي هشت بهشت متن انتقادی با تصحيح و مقدمه جعفر اليتخاوي
سكو ۱۹۷۲، ص ۳۸

⁷ Там же, стр. 42.

⁸ Там же, стр. 40.

Институт народов Ближнего
и Среднего Востока

Поступило 26. IV. 1979

М. Казымов

НИЗАМИНИН ВЭ ЭМИР ХОСРОВУН ЭХЛАГИ-ТЭРБИЈЭВИ КӨРҮШЛЭРИ НАГГЫНДА («ҺЭФТ ПЕЈКЭР» ВЭ «ҺЭШТ БЕНИШТ» ЭСЭРЛЭРИНИН КИРИШ ФӘСИЛЛЭРИ ҮЗРЭ)

Низами Кәңчәви вә Әмир Хосров Дәһләви јарадычылығына хас олан инсанпәрвәрлик вә инсан ләјағәтинә һөрмәт һәр ики шаирин дүнја кәрүшүнүн әсасыны тәшкил едир. Бу идејалар һәр ики шаирин башга әсәрләриндә олдуғу кими «Једди кәзәл» вә «Сәккиз чәһнәт бағы»нын кириш фәсилләриндә дә парлаг әксини тапмышдыр.

Кириш фәсилләриндә галдырылан етик сәчијјәли мәсәләләр һәр ики әсәрдә давам етдириләр вә өз тәкамүлүнү тапыр.

Чәмијјәтдә әдаләт, әхлаг паклығы, инсана мәһәббәт, доғрулуғ—Низами вә Хосровун тә’мин етдији етик нормалар, инсан һәјәти илә елә бағланмышдыр ки, онларын бир чоху зәманәмиз үчүн белә әһәмијјәтини сахламышдыр.

М. Kuzimov

ON MORAL-ETHIC VIEWS OF NIZAMI AND AMIR KHUSRAW DAHLAWI (BASED ON THE INTRODUCTORY CHAPTERS OF THE POEM „SEVEN BEAUTIES“ AND „EIGHT GARDENS OF PARADISE“)

The ideas of humanism, respect of human dignity, which became the leitmotif of the literary activity of Nizami and Amir Khusraw and which found the worthy embodiment in every one of his five poems, also revealed themselves in the introductory chapters of „Seven Beauties“ and „Eight Gardens of Paradise“.

The questions of ethic nature, which were raised in these chapters, are being developed further all along the both poems. The glorifying of simple, common to all mankind moral standards, philanthropy and justice—that’s the core of the ethic views of Nizami and Khusraw, which survived up to our days having not lost its significance.

А. Э. ПАШАЈЕВ

«МОЛЛА НЭСРЭДДИН» ЖУРНАЛЫНДА ШЭРГ МҮСТЭБИДЛЭРИНИН ИФШАСЫ МЭСЭЛЭЛЭРИ

(Азербайжан ССР ЕА академики М. Ч. Чэфаров тэгдим етмишдир)

Сон иллөрдө Иран, Эфганистан вэ дикэр Шэрг өлкөлөрүндө мүстэбид мүтлөгијјет гурулушларына гаршы үмүмхалг мүбаризэсинин кенишлөнмөсү, Иранда 25 эсрдэн јухары һөкм сүрмүш шаһлыг үсули-идарэсинин сүгуту, Эфганистан Халг Демократик Республикасынын јаранмасы «Молла Нэсрэддин» журналына, Шэрг мүстэбидлэри һаггында онун сәһифэлэриндә дәрч олунмуш јазы вэ карикатуралара марағын даһа да артмасына сәбәб олмушдур.

Гаршысында Шэрг истибадады илэ мүбаризэни башлыча мәгсәдлөрдөн бири кими гојмуш «Молла Нэсрэддин» бу өлкөлөрдө шаһдан вэ султандан башламыш ади түфејлилэрэ гәдәр һамыны кәскин сатира атәшинэ тутмушдур. Журнал өз мүәллифлэринин баша салырды ки, «күндө үч шаһылыг алыш-вериш еләјән фәгир дүканчыја саташмағын һеч бир ләззәти јохдур. Экәр голу чомаглыларын һүнәриндән бизэ хәбәрләр јазсан, артыг һәвәс илэ чап едәрик»¹.

Сонралар журналын мәрәнамәсиндән бәһс едән Ч. Мәммәдгулузадә јазырды ки, «Бизим габағымызда дағ кими дуран истибадад, Шэрг истибадады вэ Шэрг гаранлығы иди, шаһ вэ султан истибадады иди, шәриәт зүлмәти иди»².

Јери кәлмишкән гејд едәк ки, «Молла Нэсрэддин» сәһифэлэриндә Иран вэ Түркиядә истибадад гурулушларынын ифшасы һәм дә онлары һәр һансы мүстэбид мүтлөгијјет гурулушу, о чүмлөдән чар мүтлөгијјәти илэ доғмалашдыран үмуми чәһәтлэрин дә ифшасы демәк иди.

«Молла Нэсрэддин» илк күндән башлајараг Үз. һачыбәјовун гејд етдији кими «балтаны дьбиндән вурду»³. Иран вэ Түркиянин мүстэбид шаһ, султан вэ һакимлэри—Мәммәдәли шаһ, султан Әбдүлһәмид, Атабәј Мирзә Әләскәр хан, Зилли Султан, Рәһим хан, Сәмәд хан Шүчаүд-дөвлә, Муртузагулу хан вэ онларла бу кими истибадад дирәклэрини рүсвајичаһан етди.

1905—1907-чи иллөрдәки Биринчи рус ингилабынын тәсири илэ Иран, Түркия, Гиндистан вэ башга Шэрг өлкөлөрүндә ингилаби вэ милли-азадлыг һәрәкатынын кенишләндији бир дөврдә нәшрә башлајан «Молла Нэсрэддин» журналынын елә бир нөмрәси јохдур ки, орада Шэрг мүстэбидлэринин ифша едән јазы вэ карикатура дәрч олунмасын. «Түркиянин II Николајы»⁴ султан Әбдүлһәмиди вэ Иран мүстэбиди Мәммәдәли шаһы ифша етмәк үчүн журнал мүхтәлиф әдәби формалардан—фел-

¹ «Молла Нэсрэддин» жур., 2 јанвар 1907-чи ил, № 1.

² Ч. Мәммәдгулузадә. Әсәрлэри, 3-чү чилд, Бақы, 1967, сәһ. 671.

³ «Ачыг сөз» гәз., 1 мај, 1916-чы ил, № 173.

⁴ В. И. Ленин. Әсәрлэри, 15-чи чилд, сәһ. 179.

јетонлар, ше'рләр, карикатуралар, телеграф хәбәрлэри, тапмачалар, суал-чаваблар, тазјанәләр вэ саир истифада етмишдир. Журналда верилән јазыларда онлар молланэсрэддинчи мүәллифлөрдән эләвә һәм дә өзлэринин, арвадларынын, ушагларынын вэ јахын адамларынын дилиндән дә ифша олунурдулар. Мәсәлән, 1908-чи илин февралында Мәммәдәли шаһа сун-гәсд олундугда «Молла Нэсрэддин» јазырды: «Шаһ һәзрәтлэринә икинчи бомбаны атаңдан сонра шаһын баш һәрәми бир нөвиән әринә белә әрзи-һал етмишди: «А киши, сәни анд верирәм јох иманына! Сәни анд верирәм о бир аллаһа ки, танымырсан! Сәни анд верирәм о пејгәмбәрә ки, е'тигадын јохдур! Сәни анд верирәм о гур'ана ки, дөрд дәфә јаландан анд ичмисән, бу падшаһлыгдан әл чәк. Мәни ушагларынын башына доландыр. Әһмәдә рәһмин кәлсин. Мәни әрсиз вэ ушагларыны јетим гојма. Көрдүн ки, мүстэбидлик јеримир, әл чәк, нә истәјирләр вер, кәс бу мәрәкәни»⁵.

1911-чи илдә Мәммәдәли Мирзә Ирана гајыдараг јенидән тахт-тачы әлә кечирмәк истәјәркән Америка мүшавири Морган Шүстерин сәјни илэ мәчлис тәрәфиндән онун башына јүз мин түмән гијмәт гојулур⁶.

«Молла Нэсрэддин» журналында верилмиш карикатурада һәмни е'ланы охујан вэ күзкүдә өзү-өзүнә тамаша едән Мәммәдәли Мирзә дејир: «Бу баша јүз мин түмән, чох тәәччүби!»⁷.

«Молла Нэсрэддин» өз јазы вэ карикатураларында султан Әбдүлһәмид вэ Мәһәммәдәли шаһы һеч вахт бир-бириндән ајырмырды. Журнал кестәрирди ки, халгын ганыны шишәјә тутмагда, һәр чүр азадлыг вэ тәрәгги идејаларыны боғмагда онларын һәр икиси ејни дәрәчәдә чәлладдырлар. «Молла Нэсрэддин» султан Әбдүлһәмиди вэ Мәммәдәли шаһы әсил истибадад нүмунәси сајырды. 1909-чу илин апрелиндә султан Әбдүлһәмид тахтдан салынаркән «Молла Нэсрэддин» Истамбулдан вердији хәбәрдә јазырды: «Јевропа музејлэри индидән бир нечә милјон франк тәклиф едирләр ки, Әбдүлһәмидин мејидини алыб мумија јапсынлар вэ ону истибадад нүмунәси олараг чамаата кестәрмәклә милјонлар газансынлар»⁸. Бу хәбәрлә әлагәдар вердији гејдә журнал авропалыларә мәсләһәт көрүрдү ки, «Бир аз сәбр етсәниз, һәм икисини (Мәммәдәли шаһы да—А.П.) бирдән әлә кәтирәр, һәм дә јары гијмәтә аларсыныз»⁹.

«Молла Нэсрэддин» сәһифэлэриндә султан Әбдүлһәмид вэ Мәммәдәли шаһ мејмун, өкүз, доруз гијафәлэриндә тәсвир олунурдулар. Лакин онлар нә шәкилдә верилсәләр дә бу «аллаһын һејванлары»нын¹⁰ мөһәрәтлә чәкилмиш карикатуралары «лап өзлэринә охшајыр»¹¹, баханлар һәмни дөгигә онлары таныјырдылар. Ә. Ф. Не'манзадә өз хатирәлэриндә јазырды ки, «Молла Нэсрэддин»дә верилмиш «шәкиллэрин чоху карикатура, јә'ни ујдурма, бәнзәтмә шәкил дејил, вағнәнин, шәхсин, типлэрин өзү, бајағы фотогафлары иди»¹². Бу чәлладларын һәр икиси Ч. Мәммәдгулузадәнин фелјетонларында, М. Ә. Сабирин сатирик ше'рлэриндә

⁵ «Молла Нэсрэддин» жур., 2 март 1908-чи ил, № 9.

⁶ «Сборник дипломатических документов, касающихся событий в Персии», VII бухарылыни, СПб, 1913, сәһ. 58.

⁷ «Молла Нэсрэддин» жур., 20 август 1911, № 30.

⁸ Јенә орада, 26 апрел 1909-чу ил, № 17.

⁹ Јенә орада.

¹⁰ Јенә орада, 27 ијул 1911-чи ил, № 27.

¹¹ Бах: «Иршад» гәз., 12 апрел 1907-чи ил, № 67.

¹² Азәрб. ССР ЕА Республика әлјазмалары фонду, архив 15, кш 6, вәр. 29.

«Божнужоғун», «гулдурбашы», «мәндәли», «мә'дәли» вә с. адландырыла-
раг чох кәскиликлә ифша олуимуш, рүсвај едилмишләр.

Өз нәшринин илк күнләриндән «Молла Нәсрәддин» журналынын
Иран вә Түркијә апарылмасы гадаған едилир. Журналын 1906-чы ил
8-чи нөмрәсиндә онун Иран сәрһәддидә јумругла, даш вә ағачла гар-
шыланараг Ирана бурахылмамасы сәһиәси тәсвир олуноур. «Гарныжоғун-
лар» фелјетонунда Ч. Мәммәдгулузадә журналын Тәбриз һакими, вә-
лиһд Мәммәдәли Мирзә вә Түркијә султаны Әбдүлһәмид барәсиндә ја-
зыларына көрә тә'гибиндән кениш сурәтдә бәһс едир¹³.

Иран вә Түркијә һаким даирәләринин чидди чәһдләринә бахмајараг,
онлар «Молла Нәсрәддин»ин өз өлкәләриндә јајылмасынын гаршысыны
ала билмәдиләр. Әксинә, «Молла Нәсрәддин» даһа кениш јајылыб бөјүк
нүфуз газанды.

«Молла Нәсрәддин»ин өз өлкәләриндә јајылмасынын гаршысыны
алмагда ачизлик чәкән Иран вә Түркијә һакимләри дәфәләрлә чар һә-
кумәтинин инзибати-идарәләринә мүрачигәт едәрәк журналга гаршы чид-
ди тәдбирләр көрмәји тәләб едирдиләр.

Узун илләр архивләрдә апардығымыз ахтарышлар «Молла Нәсрәд-
дин» журналы илә әлагәдар бир сыра факт вә һадисәләрин һәгиги сәбәб-
ләринин мүјјәнләшдирмәјә, дүрүстләшдирмәјә вә дәгигләшдирмәјә, он-
лары јени тарихи сәнәдләрлә мөһкәмләндирмәјә имкан верир.

Тарихи сәнәдләр сүбүт едир ки, 1907-чи илдән 1916-чы илә гәдәр чар
инзибати-идарә органлары тәрәфиндән «Молла Нәсрәддин» журналы-
нын тә'гибинә башлыча сәбәб Шәрг мүстәбидләринин «Молла Нәсрәд-
дин»дә кәскин ифшасы олмушдур. Иран шаһы вә Түркијә султанынын
«Молла Нәсрәддин»дә ифшасы илә әлагәдар олараг узун мүддәт јаыш-
малар кетмишди. Диггәти чәлб едән фактлардан бири мәтбуат ишләри
үзрә Тифлис комитәсинин сәдри В. Колобовун Гафгаз чанишини јанын-
да сәрһәд мәсәләләри үзрә мә'муру Л. С. Кахановскијә мәктубдур. Мәк-
тубда о, «Јерли мәтбуатда тез-тез Түркијә һөкумәти вә ја султана гаршы
јөнәлдилмиш ингилаби характерли мәғаләләр дәрч олуноғуну» билди-
рир¹⁴. Марағлыдыр ки, һәммин мәктубда дәгиг олараг һәр һансы гәзет вә
журналын ады чәкилмир. Л. С. Кахановски илә һәммин мәктуб илә әлагә-
дар олараг Петербурга—Русија харичи ишләр назирлијинин биринчи
департаментинә көндәрдији мәктубда бу ишлә әлагәдар тәкчә «Молла
Нәсрәддин»ин адыны чәкир вә онун Түркијә султаны һаггында кәскин
карикатуралар дәрч етдијини јаыр. О билдирир ки, һәммин карикатура-
лар барәсиндә дәфәләрлә мүвәггәти Тифлис кенерал-губернаторуна вә
Гафгаз чанишини дәфтәрханасына мә'лумат вермишдир¹⁵.

Сон вахтлара гәдәр «Молла Нәсрәддин» журналынын 1907-чи илдә
илк дәфә бағланылмасынын сәбәби Ч. Мәммәдгулузадәнин «Гафгаз шеј-
хүлисламына ики дәнә ачыг мәктубу»¹⁶ илә изаһ олуноурду. Ашкар етди-
јимиз тамамилә јени сәнәдләр сүбүт едир ки, 1907-чи илдә «Молла Нәс-
рәддин»ин мүвәггәти Тифлис кенерал-губернатору Н. Тимофејев тәрә-
финдән «сон дәрәчә зәрәрли истигамәтинә көрә»¹⁷ бағланылмасынын
һәгиги сәбәби журналда Түркијә султаны II Әбдүлһәмид һаггында ве-

¹³ «Молла Нәсрәддин» жур., 6 декабр, 1906-чы ил, № 36.

¹⁴ Күрчүстан ССР Мәркәзи Дөвләт Тарих Архиви (Күрч. ССР МДТА) ф. 15, снј. 1, иш 132, вәр. 1.

¹⁵ Јенә орада, вәр. 3.

¹⁶ «Молла Нәсрәддин» жур., 2 ијун 1907-чи ил, № 22.

¹⁷ Күрч. ССР МДТА, ф. 20, снј. 1, иш 112, вәр. 130.

рилмиш вә «...дипломатик нөгтеји-нәзәрән мүнәсиб олмајан кәскин ја-
зылар» олмушдур¹⁸.

Сәнәдләрин бир групу «Молла Нәсрәддин» журналынын Иран шаһы
Мәммәдәли вә онун иртичачы баш назир Мирзә Әләскәр хан, Азәрбај-
чан валиси һачы Сәмәд хан Шүчаүддөвлә һаггында вердији јазы вә
карикатуралара көрә изләнилдији вә тә'гиб олуноғуну да сүбүт едир.

1908-чи ил апрелин 9-да Гафгаз мұһафизә шө'бәси Тифлис, Бақы вә
Батум мұһафизә шө'бә вә мөнтәгәләринә јазырды ки, «Рајон мұһафизә
шө'бәсинә дахил олан мә'луматлардан көрүнүр ки, Тифлис шәһәриндә
нәшр олуан «Молла Нәсрәддин» гәзети (журнал—А.П.) январ вә
феврал нөмрәләриндә Иран шаһынын һәјатына сун-гәсд едиләчәјини әв-
вәлчәдән хәбәр верән јазылар дәрч етмишдир ки, бу да һәммин гәзет
(журнал—А.П.) редаксиясынын Иран вә Гафгаз ингилаби тәшкилатла-
ры илә әлагәдә олдуғу нәтичәсини чыхармаға имкан верир»¹⁹.

Һәммин мәсәлә илә әлагәдар ишләрлә таныш оларкән көрүрүк ки, бу
чәлладларын ифшасына көрә «Молла Нәсрәддин» там нәзарәт алтында
сахланылмышдыр. Бу сәнәдләрдә журналын 1907-чи ил 10 сентјабр та-
рихли 34-чү, 1908-чи ил 27 январ тарихли 4-чү вә 17 феврал тарихли 7-чи
нөмрәләриндән сөһбәт кедир.

Журналын 1907-чи ил 34-чү нөмрәсиндә дәрч олуноуш карикатура-
да ахирәт дүнјасы тәсвир едилмишдир. Иранын кечмиш баш назир
Мирзә Әләскәр хана сун-гәсд етмиш Аббас аға өз јолдашлары илә бир-
ликдә чәһнәтдә тәсвир олуноур. Баш назир Мирзә Әләскәр хан илә чәһнә-
нәм одунда јаыр. Мәммәдәли шаһы гыл көрпүнүн јанында гојулмуш
мизан тәрәзидә чәкирләр. Күнаһлары ағыр олдуғу үчүн о да чәһнәнәмә
кетмәлидир.

Журнал өзүнүн 1908-чи ил 4-чү нөмрәсиндә чәһнәнәмдәки «өз мәх-
суси мұхбиримиздән» адлы телеграф хәбәриндә јазырды: «Чәһнәнәмдә
бөјүк һазырлыг вар. Сәгәр стансиясындан Вејл сәмтинә кедән јолу чох
чәләллы бәзәјирләр. Дејирләр ки, јахында бир мүгәддәс вүчуд бураја
тәшриф кәтирәчәк. Сират көрпүсүнүн чох горхусу вар. Чүнки ола биләр
ки, гылы давам кәтирмәјиб гырыла. Әһвалаты кәләчәкдә јенә јазарам».

1908-чи ил февралын 15-дә Теһранда Мәммәдәли шаһа мүвәффәғиј-
јәтсиз сун-гәсд олуноур. Бундан үч күн сонра февралын 18-дә чыхан 7-чи
нөмрәсиндә журнал јенидән «чәһнәнәм өз мәхсуси мұхбиримиздән» адлы
телеграммында билдирир ки, «Һамы һазырланды ки, бураја тәшриф бују-
рачаг мүгәддәс шәхсин пишвазына чыхсынлар. Амма Вејл мәнбәиндән
алынан доғру хәбәрә көрә вүчуди-мөһтәрәмин тәшрифи тә'хирә дүшүб».

Бүтүн бу јазылара иснад едән Гафгаз чанишини дәфтәрханасынын
полис һиссәси үзрә хүсуси шө'бәси Тифлис губернија жандарм идарәси-
нә јаждығы 1908-чи ил 7 апрел тарихли кизли мәктубунда көстәририлди
ки, «...Иранда баш верән мүхтәлиф ингилаби актларын Бақы вә Тифлис-
дә әввәлчәдән әтрафлы сурәтдә мә'лум олдуғуну демәк о гәдәр дә чәтин
дејилдир. «Молла Нәсрәддин» гәзетиндә (журнал—А.П.) јухарыда
көстәрилмиш јазыларын тарихини мұғажисә етдикдә бу фикир бир даһа
ајдын олу»²⁰.

«Али рус ордени илә тәлтиф олуноуш»²¹ Иранын баш назир Мирзә
Әләскәр хана сун-гәсд етмиш Аббас ағанын «Молла Нәсрәддин» сәһи-

¹⁸ Күрч. ССР МДТА, ф. 13, снј. 6, иш 495, вәр. 53.

¹⁹ Күрч. ССР МДТА, ф. 94, снј. 1, иш 78, вәр. 2.

²⁰ Јенә орада, вәр. 1.

²¹ Јенә орада, ф. 480, снј. 1, иш 233, вәр. 46.

фэлэриндэ вэ «Гејрэт» мэтбээсиндэ бурахылмыш дивар тэгвиндэ мүс-
бэт мүнәсибәтлэ јанашылмасы вэ онун «бөјүк шәһид» адландырылмасы
чар һакимјјәт органларынын наразылығына сәбәб олмуш, онлар Аббас
ағаны «рәзил гатил» адландырымыш, бунунла элагәдар 1908-чи илин мар-
тында Гафгаз чанишини дәфтәрханасы илә мэтбуат ишләри үзрә Тифлис
комитәси арасында јазышма кетмишдир²².

Бу сәнәдләрдә «Молла Нәсрәддин» журналынын Гафгаздакы јерли
сосиал-демократ тәшкилатлары, Иран вэ Түркијә ингилабчылары илә
сыхы элагәдә олдуғу да гејд едилир.

Сонралар Азәрбајчан валиси чәллад һачы Сәмәд хан Шүчаүддөвлә-
нин, Рәшидәлмүлкүн вэ башгаларынын ифшасына көрә дә «Молла Нәс-
рәддин» журналы тәғиб олунмушдур.

Лакин өз нәшри мүддәтиндә журнал нә гәдәр бөјүк чәтинликләрдә
гаршылашмыш, күчлү тәғибләрә мәрүз галмышдырса да, о, Ч. Мәммәд-
гулузадәнин сонралар јаздығы кими «шаһларын, султанларын вэ шә-
риәтмәдарлары нүфузуну гырмаг» үчүн һеч шејдән чәкинмәмиш «милјон-
лар дәфә бу үнсүрләрә гәләм илә зәрбә ендирмәклә»²³ бу сәһәдә бөјүк
ишләр көрмүшдур.

Азәрб. ССР ЕА Тарих
Институту

Алынмышдыр 25 VII—1979.

А. А. Пашаев

О КРИТИКЕ ВОСТОЧНОГО ДЕСПОТИЗМА В ЖУРНАЛЕ «МОЛЛА НАСРЕДДИН»

В статье на основе многочисленных печатных материалов и подлинных архивных
документов освещены вопросы разоблачения журналом «Молла Насреддин» тиранни
восточных монархов — иранского шаха и турецкого султана и их сановников и пресле-
дования журнала со стороны царской администрации за критику этих деспотов.

А. А. Pashayev

ON CRITICISM OF ORIENTAL DESPOTISM IN "MOLLA NASREDDIN" MAGAZINE

In the present article on the base of numerous printed materials and archives
documents the author deals with the questions of unmasking of oriental monarch
organy—the Iranian shah, the Turkish sultan and their dignitaries and the questions
d the m gazine pursecution by the tsar administration for these despots criticism.

²² Күрч. ССР МДТА, ф. 480, с. 1, иш 233, вәр. 46, 47, 48, 49 вэ с.

²³ Бах: «Азәрбајчан архиви» жур., 1972, № 1, сәһ. 113.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

- Р. П. Пашајев. Бирсиниф кәсплән әмсаллы дифференциал тәңликләр сис-
теми үчүн спектрал нәзәријәнин тәрә мәсәләсини јекәнәлији 3
А. М. Нүсәјибәјова. Параметрдән асылы кәсплән гејри-хәтти еллиптик
псевододифференциал тәңлијин мәһдуд областда биргиләтли һәлли 7
К. Б. Мәнсим'ов. Гүрса-дарбу системләриндә системни вәзијәтини бәрә-
бәрсизлик типли мәһдудиијәтләр олан һалда мөхсус иләрәләрни оптималлығы
һагғында 11

Кибернетика

- Р. Һ. Фәрәчов. Сонлу динамик системләрни дајаныглығына даир 15

Физика

- М. Ә. Мейдијев, В. А. Калина. $Hg_{1-x}Cd_xTe$ ләһһәнин там сәһи сәвијә-
ләрни нәзәријәсинә даир 19

Јарымкечиричиләр физикасы

- Е. С. Крупников, Ф. Ј. Әлијев, А. Һ. Абдуллајев, И. К. Кәри-
мов. Күмүш теллур јарымкечиричи назик тәбәгәсини һон кечиричилији 24

Молекул физикасы

- Н. М. Гочајев, Р. Ә. Әлијев, Н. А. Әһмәдов. Өкүзүн панкреатик
трипси сәһәсини мәнсуб $Asn^{43}-Ala^{58}$ фрагментини үч-өлчүлү структурасы-
нын априор һесабаты 29

Кеофизика

- Ә. Ә. Горчијев, Р. М. Рәфијев. Зәрәрли гатышыгларын концентра-
сијасы сәһәсини гысамүддәтли прогнозу үчүн тәбни-ортогонал функцијанын
тәтбиғи 33

Биофизика

- Т. М. Кәримов. Металларын иквалентли катионларынын вэ АТФ-ин F_1
факторунун актив мәркәзиндә гаршылыглы тәсир 37

Гејри-үзви кимја

- Н. К. Рәһимов, Д. М. Гәнбәров, Ш. Ә. Әлијева. Перлит шүшәси-
нин моно вэ бикатиону мүнитләрдә кристаллашмасы 40

Үзви кимја

- М. М. Нүсәјинов, Т. Һ. Казымова, Р. С. Бабајев, Е. Һ. Асла-
нова. Аллилбензоат диен синтезиндә 45

Нефт кимјасы

- Н. М. Индјуков, Е. И. Мајстер, Ә. Ә. Ағајев. Фенолун полиме-
тилбенолларла трансметилләшмә реакцијасы илә крезолларын алынмасы 49

Нефт вэ газ јатагларынын ишләнмәси

- М. Т. Аббасов, М. Г. Абдуллајев, Н. Һ. Ағајев, Е. Х. Әзимов,
А. М. Гулијев. Гујунун һасилатына тәзјиг вэ температур сәһәләрини биркә
тәсирини тәдғиги 53

Нефт кеолокијасы

- Ә. Ә. Әлизадә, Ј. Һ. Гәнбәров, З. Ф. Чәфәров. Абшерон архи-
пелагында јени перспективли антиклинал гырышыг 59

Дар иши

- Ш. Н. Мәммәдов, Ә. М. Садыгов, З. Б. Гулијева, А. А. Абдул-
лајева. Нејтли гумларын ачыг үсулла истисмары шәраитиндә карјер сәһәсинә
нефтин дахил олма дәрнелијини тәјјини 63

Минералогия

Э. Ч. Султанов, М. Б. Хейров, Ф. Н. Эскеров, С. А. Афият. Кин минералларын трансформациясына тәсир едән амилләр һаггында	68
Торпагшүнаслыг	
С. Э. Әлијев, Ч. Ә. һачыјев, Ф. һ. Аббасов. Әкин дөвријјәсиндә мүхтәлиф биткиләрин Абшеронун боз-һонур торпагларында ферментләрин фәал- лығына тәсир	73
Әдәбијјатшүнаслыг	
М. Казымов. Низамини вә Әмир Хосровун әхлаги-тәрбијәви көрүшләри һаггында («Һәфт пейкәр» вә «Һәшт-Бәһишт» әсәрләрини кириш фәсилләри үзрә)	76
Тарих	
А. Ә. Пашајев. «Молла Нәсрәддин» журналында шәрг мустәбидләрини ишасы мәсәләләри	80

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Р. Т. Пашаев. Теоремы единственности обратной задачи спектральной теори для одного класса систем дифференциальных уравнений с разрывными коэффициентами	3
А. М. Гусейнбекова. Однозначная разрешимость разрывного нелинейно го эллиптического псевдодифференциального уравнения с параметром в ограниченной области	7
К. Б. Мансимов. Об оптимальности особых управлений в системах Гурса- Дарбу при наличии функциональных ограничений типа неравенства на со- стояние системы	11

Кибернетика

Р. Г. Фарраджев. Об устойчивости конечных динамических систем	15
---	----

Физика

М. А. Мехтиева, В. А. Калина. К теории таммовских поверхностных со- стояний пленок $Hg_{1-x}Cd_xTe$	19
--	----

Физика полупроводников

Е. С. Крупников, Ф. Ю. Алиев, А. Г. Абдуллаев, И. Г. Керимов. Ионная проводимость в тонких пленках теллурида серебра	24
---	----

Молекулярная физика

Н. М. Годжаев, Р. Э. Алиев, Н. А. Ахмедов. Априорный расчет трех- мерной структуры фрагмента $Asn^{49}-Ala^{58}$ бычьего панкреатического трип- синового ингибитора (BPTJ)	29
--	----

Геофизика

А. А. Горчиев, Р. М. Рафиев. Применение естественно-ортогональных функ- ций для краткосрочного прогноза поля концентраций вредных примесей	33
---	----

Биофизика

Т. М. Керимов. Взаимодействие двухвалентных катионов металлов и АТФ в активном центре фактора F_1	37
--	----

Неорганическая химия

Н. Г. Рагимов, Д. М. Гаибаров, Ш. А. Алиева. Кристаллизация пер- литового стекла в моно- и бикатионных средах	40
--	----

Органическая химия

М. М. Гусейнов, Т. Г. Кязимова, Р. С. Бабаев, Э. Г. Асланова. Аллиловый эфир бензойной кислоты в диеновом синтезе	45
--	----

Химия нефти

Н. М. Индюков, Э. И. Майстер, А. А. Агаев. Получение крезолов трансметилированием фенола полиметилбензолами	49
--	----

Разработка нефтяных и газовых месторождений

М. Т. Абасов, М. К. Абдуллаев, Н. Г. Агаев, Э. Х. Азимов, А. М. Кулиев. Исследование совместного влияния полей давления и темпера- туры на дебит скважины	53
---	----

Геология нефти

А. А. Ализаде, Ю. Г. Гаибаров, З. Ф. Джафаров. Новая перспек- тивная антиклинальная складка в Апшеронском архипелаге	59
---	----

Горное дело

Ш. Н. Мамедов, А. М. Садигов, З. Б. Кулиева, А. А. Абдуллае- ва. Определение глубины проникновения нефти в карьерное поле при открытой разработке нефтеносных песков	63
--	----

Минералогия

А. Д. Султанов, М. Б. Хейров, Ф. Г. Аскеров, С. А. Афият. О фак- торах, влияющих на трансформацию глинистых минералов	68
--	----

Почвоведение

С. А. Алиев, Д. А. Гаджиев, Ф. Г. Аббасов. Влияние различных куль- тур севооборота на ферментативную активность серо-бурых почв Апшерона	73
---	----

Литературоведение

М. Кязимов. К вопросу о морально-этических взглядах Низами и Амира Хосрова Дехлеви	76
---	----

История

А. А. Пашаев. О критике восточного деспотизма в журнале «Молла Насреддин»	80
--	----

Сдано в набор 16/X 1979 г. Подписано к печати 31/III 1980 г. Формат бумаги
70×100^{1/16}. Бум. лист. 2,75. Печ. лист. 7,70. Уч.-изд. лист. 6,43. ФГ 16734.
Заказ 436. Тираж 675. Цена 40 коп.

Издательство „Элм“ 370143, Баку-143, проспект Нариманова, 31,
Академгородок, Главное здание.
Типография „Красный Восток“ Государственного комитета
Азербайджанской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Баку, ул. Ази Асланова, 80.

40 гэл.
коп.

Индекс
76355