

1-168

Азәрбајчан ССР  
Елмләр Академијасы  
Академия наук  
Азербайджанской ССР

ISSN 0002-3078

# МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

ЧИЛД

XLV

ТОМ



1989

*Handwritten signature or mark*

АН Азерб. ССР публикует краткие сообщения об оригинальных, нигде не опубликованных ранее, результатах научных исследований, представленные академиками АН Азерб. ССР, которые тем самым берут на себя ответственность за научные достоинства представляемой статьи.

В «Докладах» не публикуются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений, статьи полемического характера, без новых фактических сообщений, статьи полемического характера, без новых фактических данных, статьи с описанием промежуточных опытов, без определенных выводов и обобщений, чисто методические статьи, если предлагаемый метод не является принципиально новым, а также статьи по систематике растений и животных (за исключением описания особо интересных для науки находок).

Будучи органом срочной информации, журнал «АН Азерб. ССР» принимает и отбирает к печати статьи, объем которых допускает их публикацию в установленном решении Президиума АН Азерб. ССР сроки.

В связи со всеми перечисленными ограничениями отклонение статьи редакцией «Доклады АН Азерб. ССР» означает только, что она не согласуется с требованиями и возможностями этого журнала и не исключает ее публикации в других изданиях.

### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция журнала «Доклады АН Азерб. ССР» просит авторов руководствоваться приведенными правилами и надеется, что авторы ознакомятся с ними прежде, чем пришлют статью в редакцию.

Статьи, присланные без соблюдения этих правил, к рассмотрению не принимаются.

1. Статьи, направляемые в редакцию, должны иметь представление члена АН СССР (см. выше).

2. Статьи, принимаемые редакцией, не принимаются. Своим повелением для сообщения и сообщения редколлегии.

3. Статьи на рецензию.

4. Статьи автора в год. Это правило Академии наук Азерб. ССР. Следует поместить статью, а в классификации (УДК). К в двух экземплярах, предполов ВНИИТИ.

учреждения, в котором выполняющий почтовый адрес и адреса.

лицо, с которым редакция

означает, что статья принята и вновь рассматривается вместе с первоначальным. Датой поступления считается статья.

е более 1/4 авторского листа таблицы, библиография (не должно превышать четырех, листки на мелованной бумаге, это увеличения. Штриховые листы, а даются на кальке. в экземплярах. Повторение недопустимо. Рисунки должны быть ясность передачи всех маге. Подписи к рисункам (ва интервала на отдельной называются фамилии авторов.

це обложки)

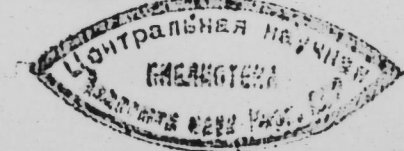
# МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

## ТОМ XLV ЧИЛД

№ 10

«ЕЛМ» НƏШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»

БАКЫ — 1989 — БАКУ



УДК 517.9

МАТЕМАТИКА

А. Б. АЛИЕВ, Ф. А. АЛИЕВ

**О СУЩЕСТВОВАНИИ МИНИМАЛЬНЫХ АТТРАКТОРОВ  
ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ф. Г. Максудовым)

Теория аттракторов для нелинейных гиперболических уравнений исследована в работах [1, 2, 3] (см. также литературу в этих статьях) при наличии сильной или слабой диссипации во всей области.

В данной работе рассматривается смешанная задача для нелинейного гиперболического уравнения с диссипациями на границе и пользуясь тождеством С. И. Похожева [4], доказывается существование аттрактора.

В цилиндре  $Q = (0, \infty) \times (0, 1)$ , рассмотрим смешанную задачу для нелинейного уравнения

$$w_{tt} - w_{xx} + |w|^p w + f(w) = g(x) \tag{1}$$

с граничными и начальными условиями

$$w(t, 0) = 0, \quad \alpha w_x(t, 1) + w_t(t, 1) = 0, \tag{2}$$

$$w(0, x) = w_0(x), \quad w_t(0, x) = w_1(x), \tag{3}$$

где  $p > 0$ ,  $\alpha > 0$ ,  $f \in C^2$ ,  $g(x)$ ,  $w_0(x)$  и  $w_1(x)$  заданные функции,  $f(v) \leq C(1 + |v|^p)$ ,  $|f'(v)| \leq C(1 + |v|^{p-1})$ ,  $\rho < p + 1$ .

Следуя [5], введем обозначения: через  ${}_0H^k$  обозначим подпространство функций, принадлежащих пространству Соболева  $W_2^k(0, 1)$  и равную нулю в точке  $x = 0$ .

Введем также пространства:

$H = {}_0H^1 \times L_2(0, 1)$ ,  $H^1 = \{(u, v) | (u, v) \in {}_0H^2 \times {}_0H^1 \text{ и } \alpha u_x(1) + v(1) = 0\}$ , и определим оператор

$$A = \begin{pmatrix} 0 & I \\ \frac{\partial^2}{\partial x^2} & 0 \end{pmatrix}, \quad D(A) = H^1.$$

Задача (1)–(3) эквивалентна задаче

$$\theta_t = A\theta + F(\theta), \tag{4}$$

$$\theta(0) = \theta_0, \tag{5}$$

где  $\theta = (w, w_t)$ ,  $F(\theta) = \begin{pmatrix} 0 \\ -|w|^p w - f(w) + g \end{pmatrix}$ ,  $\theta_0 = (w_0, w_1)$ .

Решением задачи (4), (5) назовем функцию  $\theta \in C([0, \infty]; H)$ , удовлетворяющую интегральному тождеству

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Э. Ю. Салаев (главный редактор), Г. Б. Абдуллаев, М. Т. Абасов,  
В. С. Алиев, Г. А. Алиев, Дж. А. Алиев, И. Г. Алиев, Дж. Б. Гулиев,  
Н. А. Гулиев, М. З. Джафаров, Ф. Г. Максудов, А. А. Надиров,  
Ю. М. Сендов (зам. главного редактора), М. А. Усейнов  
Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство «Эли», 1989 г.

Адрес: г. Баку, Коммунистическая, 10. Редакция «Докладов Академии наук  
Азербайджанской ССР»

$$\theta(t) = e^{t\Lambda} \theta_0 + \int_0^t e^{t-s} F(\theta(s)) ds. \quad (6)$$

Используя [6], получим следующую теорему существования и единственности.

**Теорема 1.** При любых  $\theta_0 \in H$  задача (4)–(5) имеет единственное решение  $\theta \in C([0, \infty); H)$ .

Основным результатом данной работы является доказательство теоремы о существовании глобального минимального аттрактора для задачи (1)–(3).

Из теоремы 1 следует, что оператор  $W_t, t \in R^+$ , определяющий решение задачи (1)–(3), образует сильно непрерывную полугруппу. С другой стороны, из (6) видно, что  $W_t$  можно представить в виде  $U_t + V_t$ , где  $U_t$  — есть разрешающий оператор для задачи

$$\begin{cases} u_{tt} - u_{xx} = 0 \\ u(t, 0) = 0, \alpha u_x(t, 1) + u_t(t, 1) = 0, t \in R^+, \\ u(0, x) = w_0(x), u_t(0, x) = w_1(x), \end{cases} \quad (7)$$

а  $V_t$  определяется следующим образом:

$$\begin{bmatrix} v(t) \\ v_t(t) \end{bmatrix} = V_t \begin{bmatrix} w_0 \\ w_1 \end{bmatrix},$$

где  $v(t)$  — решение задачи

$$\begin{cases} v_{tt} - v_{xx} + |\omega|^p \omega + f(\omega) = g, & (8) \\ v(t, 0) = 0, \alpha v_x(t, 1) + v_t(t, 1) = 0, & (9) \\ v(0, x) = 0, v_t(0, x) = 0. & (10) \end{cases}$$

Здесь  $\omega$  — решение задачи (1)–(3).

Покажем, что полугруппа  $U_t$  и оператор  $V_t$  удовлетворяют условиям теоремы Массатта [1, 2]. С этой целью сначала обе части уравнения (7) умножим на  $\mu v_t + \alpha u_x$  и проинтегрируем на  $(0, 1)$ , где  $\mu > \max\left\{\frac{x^2-1}{2x}, 1\right\}$  [4]. Тогда, используя тождество типа С. И. Похожаева (при  $n=1$ ), получим неравенство

$$\frac{d}{dt} \left[ \int_0^1 (u_t^2 + u_x^2) dx \right] + \frac{1}{\mu-1} \int_0^1 (u_t^2 + u_x^2) dx \leq 0.$$

Отсюда имеем

$$\int_0^1 u_t^2 dx + \int_0^1 u_x^2 dx \leq C e^{-\frac{1}{\mu-1}t} \left[ \int_0^1 w_1^2 dx + \int_0^1 w_{0x}^2 dx \right],$$

из чего следует, что полугруппа  $U_t$  экспоненциально убывает.

Теперь покажем, что  $V_t, t \in R^+$  вполне непрерывный оператор в пространстве  $H$ .

Обозначая  $z = v_t$  из (8)–(10), получим

$$\begin{cases} z_{tt} - z_{xx} + (p+1)|\omega|^{p-1}\omega + f'(\omega)\omega = 0, \\ z(t, 0) = 0, \alpha z_x(t, 1) + z_t(t, 1) = 0, \\ z(0, x) = 0, z_t(0, x) = g(x) - |\omega_0|^p \omega_0 - f(\omega_0). \end{cases} \quad (11)$$

Умножим обе части равенства (11) на  $z_t + \gamma z_x$ . Тогда, опять пользуясь тождеством типа С. И. Похожаева, получим

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} \left[ \frac{1}{2} \int_0^1 v_{tt}^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^1 v_{xt}^2 dx + \gamma \int_0^1 x v_{xt} v_{tt} dx \right] + \\ & + \left( \frac{\gamma}{2} - \frac{\varepsilon}{2} \right) \left( \int_0^1 v_{tt}^2 dx + \int_0^1 v_{xt}^2 dx \right) \leq -\alpha v_{xt}^2(t, 1) + \\ & + \frac{\gamma\alpha}{2} v_{xt}^2(t, 1) + \frac{\gamma}{2} v_{xt}^2(t, 1) + \frac{2c^2}{\varepsilon} \int_0^1 w_t^2 dx, \end{aligned}$$

где  $c = c(r), r = \|\omega\|_{W_2^1}$

Далее, введя обозначения

$$E(t) = \frac{1}{2} \int_0^1 v_{tt}^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^1 v_{xt}^2 dx + \gamma \int_0^1 x v_{xt} v_{tt} dx$$

и подбирая  $\gamma < \gamma_0 = \min\{1, 2\alpha(\alpha+1)\}, \varepsilon < \varepsilon_0 < \gamma_0, \gamma < 2\varepsilon_0/(1+\gamma)$  получим, что

$$\frac{d}{dt} E(t) + \mu E(t) \leq c(\|\omega\|_{W_2^1}).$$

Отсюда имеем

$$E(t) \leq c_1(\|w_0\|_{W_2^1}, \|w_1\|_{L_2}).$$

Таким образом

$$\int_0^1 v_{tt}^2 dx + \int_0^1 v_{xt}^2 dx \leq c_2(\|w_0\|_{W_2^1}, \|w_1\|_{W_2^1}),$$

из которого вытекает вполне непрерывность  $V_t, t \in R^+$ .

Теперь учитывая, что имеется «хорошая» функция Ляпунова для задачи (1)–(3) (которая получается из интеграла энергии), и применяя результаты работы [2] (теорема 3, 2, с. 50), получим следующую теорему.

**Теорема 2.** Для задачи (1)–(3) существует непустой минимальный глобальный аттрактор в пространстве  $H$ .

**З а м е ч а н и е.** Аналогичную задачу можно рассмотреть в  $n$ -мерном случае. Например, для параллелепипеда в трехмерном случае аналогичную задачу можно рассмотреть, когда  $p \leq 2 - \varepsilon$ , а при  $p=2$  можно доказать существование глобального минимального аттрактора в более гладких пространствах.

#### Литература

1. Ладыженская О. А. — Зап. науч. семин. ЛОМН т. 152, 1986, с. 72–85.
2. Ладыженская О. А. — Усп. мат. наук, т. 42, вып. 6 (258), с. 25–60, 1987.
3. Калантаров В. К. — Зап. науч. семин. ЛОМН, т. 152, 1986, с. 50–54.
4. Похожаев С. И. — Докл. АН СССР, т. 165, № 1, с. 36–39.
5. Алиев А. Б. — Докл. АН СССР, т. 298, № 6, 1986, с. 1289–1292.
6. Алиев А. Б. — Докл. АН СССР, т. 280, № 1, 1985, с. 15–18.

Азербайджанский политехнический институт им. Ч. Нальдыма

Поступило 1.XI 1989

Э. Б. Алиев, Ф. А. Алиев  
 ГЕЈРИ-ХЭТТИ ИПЕРБОЛИК ТЭНЛИЈИНИ МИНИМАЛ  
 АТТРАКТОРУНУН ВАРЛЫҒЫ БАГҒЫНДА

Мәгаләдә бир синиф гејри-хәтти гиперболик тип тәнлијини аттракторунун варлығы багғында теорем исбат едилмишдир.

A. B. Aliev, F. A. Aliev  
 ON THE EXISTENCE OF MINIMAL ATTRACTORS FOR NONLINEAR  
 HYPERBOLIC EQUATIONS

In the given paper for one class of nonlinear equations of hyperbolic type is proved a theorem on the existence of attractor.

УДК 517. 43

МАТЕМАТИКА

Э. Г. ОРУДЖЕВ

О КРАЕВЫХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ  
 4-ГО ПОРЯДКА ПОЛИНОМИАЛЬНО ЗАВИСЯЩЕГО ОТ  
 СПЕКТРАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ф. Г. Максудовым)

Рассмотрим краевую задачу на отрезке  $(0, 1)$ , порожденную дифференциальным уравнением

$$y^{IV} + (\lambda^2 P_{22} + \lambda P_{21} + P_{20}) y'' + (\lambda^3 P_{32} + \lambda P_{31} + P_{30}) y' + (\lambda^4 P_{44} + \lambda^3 P_{43} + \lambda^2 P_{42} + \lambda P_{41} + P_{40}) y = 0. \quad (1)$$

и нормированными [1] краевыми условиями

$$U_i(y) = \alpha_i y^{(\kappa_i)}(0) + \beta_i y^{(\kappa_i)}(1) + \sum_{j=0}^{\kappa_i-1} d_{ij} y^{(j)}(0) + \beta_{ij} y^{(j)}(1) = 0, \quad (2)$$

где  $3 \geq \kappa_1 \geq \kappa_2 \geq \kappa_3 \geq \kappa_4 \geq 0$ ,  $\kappa_1 > \kappa_3$ ,  $\kappa_2 > \kappa_4$ ,  $P_{ik}$  — постоянные числа,  $P_{ik}(x) \in C^{i-\kappa} [0, 1]$ ,  $0 \leq \kappa < i$ ,  $i = 1, 4$ . В дальнейшем всегда эти условия выполняются.

Пусть уравнение  $\theta^4 + P_{22}\theta^2 + P_{44} = 0$  имеет два корня  $\theta_1$  и  $\theta_2$  кратности два, причем  $\theta_1 < 0 < \theta_2$ .

В работе [2] задача (1) — (2) изучена в предположениях  $\theta_1 = -1$ ,  $\theta_2 = 1$ ,  $P_{21} = P_{20} = P_{42} = P_{41} = P_{32} = P_{43} = 0$

Там же рассмотрены некоторые нерегулярные краевые условия и доказана двукратная полнота, минимальность и базисность корневых функций соответствующих краевых задач. Этот эффект приводит к постановке неклассических начально-краевых задач для гиперболических уравнений с кратными характеристическими корнями, где число начальных условий по времени зависит от расположения граничных условий по  $x$  на концах отрезка  $[0, 1]$ .

В настоящей работе при определенных условиях найдена асимптотика решений уравнения (1), выделен класс регулярных краевых задач, для которых получены формулы о кратном разложении по собственным и присоединенным функциям задачи (1) — (2), что позволяет описать решение одной специальной смешанной задачи для гиперболического уравнения со специальным символом.

Сначала исследуем асимптотические поведения специальных решений уравнения (1). Имеет место:

Теорема 1. Пусть выполняются следующие условия:

$$P_{21}(x)\theta_1^2 + P_{32}(x)\theta_1 + P_{43}(x) \equiv 0, \quad i = \overline{1, 2} \quad (3)$$

Тогда дифференциальное уравнение (1) в каждой из полуплоскостей  $\pi_{\pm} = \{\pm \lambda, \operatorname{Re} \lambda \geq 0\}$  имеет фундаментальную систему частных решений, допускающих асимптотические представления

$$y_1(x, \lambda) = \left[ g_{10}^{(0)}(x) + \frac{1}{\lambda} g_{10}^{(1)}(x) + \frac{1}{\lambda^2} g_{10}^{(2)}(x) + \frac{E(x, \lambda)}{\lambda^3} \right] e^{\theta_{1\kappa} x}, \quad (4)$$

где

$$\begin{cases} \kappa = 1, & \text{при } i = 1, 2 \\ \kappa = 2, & \text{при } i = 3, 4 \end{cases}$$

$g_{10}^{(\nu)}(x)$ ,  $\nu = \overline{0, 2}$  непрерывно дифференцируемые функции до второго порядка включительно, функция  $E(x, \lambda)$  ограничена при достаточно больших значениях  $|\lambda|$  и непрерывна по  $x \in [0, 1]$ .

Собственные значения задачи (1)–(2) определяются нулями характеристического определителя

$$\Delta(\lambda) = \det \|U_i(Y_j)\|_{i,j=1}^4$$

Ради простоты предположим, что  $\theta_1 = -\theta_2$ .

Используя разложения (4), находим асимптотические представления

$$\begin{aligned} \lambda^{-(\kappa_1 + \kappa_2 + \kappa_3 + \kappa_4 - 2)} \Delta \lambda e^{-2\theta_1 \lambda} &= M_1 \cdot \left| \begin{array}{cc} g_{10}^{(0)}(0) & g_{20}^{(0)}(0) \\ \frac{d}{dx} g_{10}^{(0)}(0) & \frac{d}{dx} g_{20}^{(0)}(0) \end{array} \right| \times \\ &\times \left| \begin{array}{cc} g_{30}^{(0)}(1) & g_{40}^{(0)}(1) \\ \frac{d}{dx} g_{30}^{(0)}(1) & \frac{d}{dx} g_{40}^{(0)}(1) \end{array} \right| + O\left(\frac{1}{\lambda}\right) + \left[ A_1 \lambda + A_1' + O\left(\frac{1}{\lambda}\right) \right] e^{\theta_1 \lambda} + \\ &+ \left[ A_2 \lambda^2 + A_2' \lambda + A_2'' + O\left(\frac{1}{\lambda}\right) \right] e^{2\theta_1 \lambda} + \left[ A_3 \lambda + A_3' + O\left(\frac{1}{\lambda}\right) \right] e^{3\theta_1 \lambda} + \\ &+ \left[ M_2 \left| \begin{array}{cc} g_{10}^{(0)}(1) & g_{20}^{(0)}(1) \\ \frac{d}{dx} g_{10}^{(0)}(1) & \frac{d}{dx} g_{20}^{(0)}(1) \end{array} \right| \times \left| \begin{array}{cc} g_{30}^{(0)}(0) & g_{40}^{(0)}(0) \\ \frac{d}{dx} g_{30}^{(0)}(0) & \frac{d}{dx} g_{40}^{(0)}(0) \end{array} \right| + O\left(\frac{1}{\lambda}\right) \right] e^{4\theta_1 \lambda}, \quad (5) \end{aligned}$$

Существенно при этом, что  $A_i, A_i', i = \overline{1, 3}, A_2'$  явно выражаются через коэффициенты уравнения и коэффициенты граничных форм (2).

Определение. Краевая задача (1)–(2) называется регулярной, если выполняется условие (3) и детерминанты

$$M_1 = \begin{vmatrix} \alpha_1 \theta_1^{\kappa_1} & \alpha_1 \theta_1^{\kappa_1 - 1} \kappa_1 & \beta_1 \theta_2^{\kappa_2} & \beta_1 \theta_2^{\kappa_2 - 1} \kappa_1 \\ \alpha_2 \theta_1^{\kappa_2} & \alpha_2 \theta_1^{\kappa_2 - 1} \kappa_2 & \beta_2 \theta_2^{\kappa_2} & \beta_2 \theta_2^{\kappa_2 - 1} \kappa_2 \\ \alpha_3 \theta_1^{\kappa_3} & \alpha_3 \theta_1^{\kappa_3 - 1} \kappa_3 & \beta_3 \theta_2^{\kappa_3} & \beta_3 \theta_2^{\kappa_3 - 1} \kappa_3 \\ \alpha_4 \theta_1^{\kappa_4} & \alpha_4 \theta_1^{\kappa_4 - 1} \kappa_4 & \beta_4 \theta_2^{\kappa_4} & \beta_4 \theta_2^{\kappa_4 - 1} \kappa_4 \end{vmatrix} \neq 0$$

$$M_2 = \begin{vmatrix} \beta_1 \theta_1^{\kappa_1} & \beta_1 \theta_1^{\kappa_1 - 1} \kappa_1 & \alpha_1 \theta_2^{\kappa_2} & \alpha_1 \theta_2^{\kappa_2 - 1} \kappa_1 \\ \beta_2 \theta_1^{\kappa_2} & \beta_2 \theta_1^{\kappa_2 - 1} \kappa_2 & \alpha_2 \theta_2^{\kappa_2} & \alpha_2 \theta_2^{\kappa_2 - 1} \kappa_2 \\ \beta_3 \theta_1^{\kappa_3} & \beta_3 \theta_1^{\kappa_3 - 1} \kappa_3 & \alpha_3 \theta_2^{\kappa_3} & \alpha_3 \theta_2^{\kappa_3 - 1} \kappa_3 \\ \beta_4 \theta_1^{\kappa_4} & \beta_4 \theta_1^{\kappa_4 - 1} \kappa_4 & \alpha_4 \theta_2^{\kappa_4} & \alpha_4 \theta_2^{\kappa_4 - 1} \kappa_4 \end{vmatrix} \neq 0$$

Теорема 2. При условии

$$A_1 = A_2 = A_2' = A_3 = 0 \quad (6)$$

регулярная краевая задача (1)–(2) имеет бесконечное число собственных значений и описываются асимптотическими формулами:

$$\lambda_n = o_1^{-1} \ln |Z_n| + i(2n + \arg Z_n) + O\left(\frac{1}{n}\right),$$

где  $Z_n$  решение уравнения

$$\begin{aligned} M_1 \cdot \left| \begin{array}{cc} g_{10}^{(0)}(0) & g_{20}^{(0)}(0) \\ \frac{d}{dx} g_{10}^{(0)}(0) & \frac{d}{dx} g_{20}^{(0)}(0) \end{array} \right| \times \left| \begin{array}{cc} g_{30}^{(0)}(1) & g_{40}^{(0)}(1) \\ \frac{d}{dx} g_{30}^{(0)}(1) & \frac{d}{dx} g_{40}^{(0)}(1) \end{array} \right| + A_1 Z + \\ + A_2 Z^2 + A_3 Z^3 + M_2 \left| \begin{array}{cc} g_{10}^{(0)}(1) & g_{20}^{(0)}(1) \\ \frac{d}{dx} g_{10}^{(0)}(1) & \frac{d}{dx} g_{20}^{(0)}(1) \end{array} \right| \times \\ \times \left| \begin{array}{cc} g_{30}^{(0)}(0) & g_{40}^{(0)}(0) \\ \frac{d}{dx} g_{30}^{(0)}(0) & \frac{d}{dx} g_{40}^{(0)}(0) \end{array} \right| Z^4 = 0 \end{aligned}$$

Теорема 3. При условии

$$A_i \neq 0, i = \overline{1, 3}$$

регулярная краевая задача имеет собственные значения, которые описываются асимптотическими формулами:

$$\begin{aligned} V_1: \lambda_n &= o_1^{-1} \left[ \left( \ln |W| - \ln \left| 2n\pi + \arg W \mp \frac{\pi}{2} \right| \right) + \right. \\ &+ \left. i \left( 2n\pi + \arg W \mp \frac{\pi}{2} \right) \right] + o(1), n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \\ V_2: \lambda_n &= o_1^{-1} \left[ - \left( \ln |W| - \ln \left| -2n\pi - \arg W \pm \frac{\pi}{2} \right| \right) + \right. \\ &+ \left. i \left( -2n\pi - \arg W \pm \frac{\pi}{2} \right) \right] + o(1), n = 0, \mp 1, \pm 2, \dots \end{aligned}$$

где  $W$  постоянная величина.

Введем на рассмотренные определители

$$B_1 = \begin{vmatrix} \alpha_1 \theta_1^{\kappa_1} & \beta_1 \theta_1^{\kappa_1} & \beta_1 \theta_2^{\kappa_2} & \beta_1 \theta_2^{\kappa_2 - 1} \kappa_1 \\ \alpha_2 \theta_1^{\kappa_2} & \beta_2 \theta_1^{\kappa_2} & \beta_2 \theta_2^{\kappa_2} & \beta_2 \theta_2^{\kappa_2 - 1} \kappa_2 \\ \alpha_3 \theta_1^{\kappa_3} & \beta_3 \theta_1^{\kappa_3} & \beta_3 \theta_2^{\kappa_3} & \beta_3 \theta_2^{\kappa_3 - 1} \kappa_3 \\ \alpha_4 \theta_1^{\kappa_4} & \beta_4 \theta_1^{\kappa_4} & \beta_4 \theta_2^{\kappa_4} & \beta_4 \theta_2^{\kappa_4 - 1} \kappa_4 \end{vmatrix}, \quad B_2 = \begin{vmatrix} \alpha_1 \theta_1^{\kappa_1} & \alpha_1 \theta_2^{\kappa_2} & \beta_1 \theta_2^{\kappa_2} & \beta_1 \theta_2^{\kappa_2 - 1} \kappa_1 \\ \alpha_2 \theta_1^{\kappa_2} & \alpha_2 \theta_2^{\kappa_2} & \beta_2 \theta_2^{\kappa_2} & \beta_2 \theta_2^{\kappa_2 - 1} \kappa_2 \\ \alpha_3 \theta_1^{\kappa_3} & \alpha_3 \theta_2^{\kappa_3} & \beta_3 \theta_2^{\kappa_3} & \beta_3 \theta_2^{\kappa_3 - 1} \kappa_3 \\ \alpha_4 \theta_1^{\kappa_4} & \alpha_4 \theta_2^{\kappa_4} & \beta_4 \theta_2^{\kappa_4} & \beta_4 \theta_2^{\kappa_4 - 1} \kappa_4 \end{vmatrix}$$

Теорема 4. Пусть задача (1)–(2) регулярна и  $B_1 = 0, l = \overline{1, 2}$ . Тогда для функции Грина задачи (1)–(2) при любых  $x_1, \xi \in [0, 1]$  вне  $\delta$ -окрестности спектра имеет место оценка

$$G(x, \xi, \lambda) = O\left(\frac{1}{\lambda^2}\right) \quad (8)$$

Теорема 5. Пусть задача (1)–(2) регулярна и  $B_1 \neq 0$  или  $B_2 \neq 0$ . Тогда вне  $\delta$ -окрестности спектра справедлива оценка

$$G(x, \xi, \lambda) = O\left(\frac{1}{\lambda}\right) \quad (9)$$

Теорема 6. Пусть выполняются условия теоремы 4 и функция  $f(x)$  имеет первую непрерывную, вторую кусочно-непрерывную производную. Тогда имеет место четырехкратная формула разложения

$$\frac{0_1^4}{2\pi\sqrt{-1}} \sum_{\nu} \int_{c_{\nu}} \lambda^j \lambda \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) f(\xi) d\xi = \begin{cases} 0, & j=0, 1, 2 \\ f(x), & j=3, \end{cases}$$

где  $c_{\nu}$  — простой замкнутый контур, окружающий только один полюс  $\lambda$ , подынтегральной функции и сумма по  $\nu$  распространена на все полюсы функции Грина.

Введем систему функции  $\{\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3\}$  и составим выражение

$$F(\xi, \lambda) = \sum_{n=1}^4 \sum_{k=0}^{4-n} P_{4-n-k} \frac{d^k}{dx^k} \left( \sum_{\nu=0}^{m-1} \lambda^{\nu} \varphi_{m-1-\nu}(\xi) \right), \\ P_{11} = P_{10} = P_{33} = 0$$

Теорема 7. Пусть краевая задача (1)–(2) регулярна, функции  $\varphi_{\kappa}(x)$ ,  $\kappa = \overline{0, 3}$  имеют непрерывные производные до порядка  $4 - \nu - \kappa$ ,  $\nu = \overline{0, -1}$  и обращаются в нули на концах интервала  $[0, 1]$  до порядка  $3 - \nu - \kappa$  включительно. Тогда имеет место формула разложения

$$\frac{0_1^4}{2\pi\sqrt{-1}} \sum_{\nu} \int_{c_{\nu}} \lambda^j d\lambda \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) F(\xi, \lambda) d\xi = \varphi_s(x), \quad s = \overline{0, 3} \quad (10)$$

которая равномерно сходится при всех  $x \in [0, 1]$ , причем  $\nu = 0$ , если справедливо (8)  $\nu = -1$  если справедливо равенство (9),

Эти результаты можно применять к следующей смешанной задаче:

$$\left[ \left( \frac{\partial^2}{\partial^2 x} - \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right)^2 + P_{21}(x) \left( \frac{\partial^3}{\partial x^2 \partial t} + \frac{\partial^3}{\partial t^3} \right) + P_{20}(x) \frac{\partial^2}{\partial x^2} + P_{31}(x) \frac{\partial^2}{\partial x \partial t} + \right. \\ \left. + P_{42}(x) \frac{\partial^2}{\partial t^2} + P_{30}(x) \frac{d^2}{dx^2} + P_{41}(x) \frac{\partial}{\partial t} + P_{40}(x) \right] u(x, t) = 0, \quad (11)$$

при краевых условиях

$$\alpha_i u^{(\kappa_i)}(0, t) + \beta_i u^{(\kappa_i)}(1, t) + \sum_{j=0}^{\kappa_i-1} \alpha_{ij} u^{(j)}(0, t) + \beta_{ij} u^{(j)}(1, t) = 0, \\ 3 \geq \kappa_1 \geq \kappa_2 \geq \kappa_3 \geq \kappa_4 \geq 0, \quad \kappa_1 > \kappa_3, \quad \kappa_2 > \kappa_4, \quad P_{ik}(x) \in C^{4-1+\kappa} [0, 1], \\ 0 \leq \kappa < i, \quad i = \overline{1, 4} \quad (12)$$

и при начальных условиях

$$\frac{\partial^{\kappa} u}{\partial t^{\kappa}} \Big|_{t=0} = \varphi_{\kappa}(x), \quad \kappa = \overline{0, 3}. \quad (13)$$

Используя технику работы [4], получается.

Теорема 8. Пусть выполняются условие (6), равенство (8) и

$$\varphi_{\kappa}(x) \in C^{3-\kappa} [0, 1], \quad \frac{d^s \varphi_{\kappa}(x)}{dx^s} \Big|_{x=0} = \frac{d^s \varphi_{\kappa}(x)}{dx^s} \Big|_{x=1} = 0, \\ s = \overline{0, 7-\kappa}, \quad 0 \leq t < T < \infty$$

Тогда смешанная задача (11)–(13) корректна и ее решение представляется в виде:

$$u(x, t) = \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \sum_{\nu} \int_{c_{\nu}} e^{\lambda t} d\lambda \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) F(\xi, \lambda) d\xi, \quad (14)$$

где  $c_{\nu}$  — простой замкнутый контур, окружающий только один полюс подынтегральной функции и сумма по  $\nu$  распространена на все полюсы функции Грина.

Теорема 9. Пусть выполняются условие (5), равенство (9) и

$$\varphi_{\kappa}(x) \in C^{2-\kappa} [0, 1], \quad \frac{d^s \varphi_{\kappa}(x)}{dx^s} \Big|_{x=0} = \frac{d^s \varphi_{\kappa}(x)}{dx^s} \Big|_{x=1} = 0, \\ s = \overline{0, 8-\kappa}, \quad 0 \leq t \leq T < \infty$$

Тогда смешанная задача (11)–(13) корректна и ее решение представляется в виде (14).

Теорема 10. Пусть выполняются условие (7), равенство (8) и

$$\varphi_{\kappa}(x) \in C^{2-\kappa} [0, 1], \quad \frac{d^s \varphi_{\kappa}(x)}{dx^s} \Big|_{x=0} = \frac{d^s \varphi_{\kappa}(x)}{dx^s} \Big|_{x=1} = 0, \\ s = \overline{0, 8-\kappa}, \quad 0 < t \leq T < 1$$

Тогда смешанная задача (11)–(13) корректна и ее решение представляется в виде (14).

Теорема 11. Пусть выполняются условие (7), равенство (9) и

$$\varphi_{\kappa}(x) \in C^{1-\kappa} [0, 1], \quad \frac{d^s \varphi_{\kappa}(x)}{dx^s} \Big|_{x=0} = \frac{d^s \varphi_{\kappa}(x)}{dx^s} \Big|_{x=1} = 0, \\ s = \overline{0, 9-\kappa}, \quad 0 < t < 1;$$

Тогда смешанная задача (11)–(13) корректна и ее решение представляется в виде (14).

Автор высоко ценит помощь покойного А. М. Магеррамова в деле постановки задачи, а также выражает благодарность М. Г. Гасымову за ценные обсуждения и замечания.

#### Литература

1. Наймарк М. А. Линейные дифференциальные операторы. — М., 1969.
2. Гасымов М. Г., Магеррамов А. М. Прямые и обратные спектральные задачи для одного класса обыкновенных дифференциальных уравнений на конечном отрезке. Дифференц. уравн., 1987, т. 23, № 6, с. 960–971.
3. Тамаркин Я. Д. О некоторых общих задачах теории обыкновенных дифференциальных уравнений и разложений произвольных функций в ряды. — ПГ., 1917.
4. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа. — М.: Физматгиз, 1960.

РВЦ Госагропрома АзССР

Поступило 13. II 1989

Е. Г. Оручов

#### СПЕКТРАЛ ПАРАМЕТРДЭН ЧОХЬЭДЛИ ШЭКЛИНДЭ АСЫЛЫ 4-ЧҮ ТЭРТИБ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЭНЛИК ҮЧҮН ГОЛУЛМУШ СЭРЬЭД МЭСЭЛЭЛЭРИ НАГГЫНДА

Мэгалэдэ характеристик тэнлигийн тэкрар көклэри налында дифференциал тэнлигдэн даншылыр. Регулжар сэрһэд шэртлэри синифи ажрылмыш, бу синифи үчүн мэхуси вэ

гошма функсияларга нэзэрэн 4-гач аҗрылыш һаггында теоремлар алынмышдыр. Бир гарышыг мәсэлэнин һэллинни ифадәси верилмиш вә гарышыг мәсэлэнин корректлији үчүн кафи шәртләр гојулмушдур.

E. G. Orudzhev

ON BOUNDARY PROBLEMS FOR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF FOURTH ORDER POLYNOMIALLY DEPENDING ON A SPECTRAL PARAMETER

A differential equation with multiple roots of a characteristic function is considered in the paper. A class of regular boundary conditions for which are obtained theorems on four-fold expansion on eigen and adjoint functions of the problem is extracted. A formula of representation of solutions of one mixed problem is given and sufficient conditions of correctness of the mixed problem itself are established.

УДК 539.3

МЕХАНИКА

Я. А. ЭЮБОВ

ОБ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ СМЕШАННОГО ВАРИАЦИОННОГО ПРИНЦИПА ТЕОРИИ ПОЛЗУЧЕСТИ С УЧЕТОМ НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ф. Г. Максудовым)

В теории ползучести предложен ряд вариационных принципов [1], сводящих решение краевых задач ползучести к поиску стационарного значения некоторого функционала.

При этом кинетическое уравнение повреждаемости:

$$\dot{\omega} = \varphi(\sigma_{ij}, \omega) \quad \omega = 0 \quad \text{при } t = 0, \quad (1)$$

где  $\omega$  — функция повреждаемости, точка означает дифференцирование по времени, служит дополнительным дифференциальным условием, накладываемым на искомое решение, а сам функционал зависит от функции повреждаемости как от параметра.

Применение прямых методов решения подобной вариационной задачи связано с определенными трудностями: выполнение условий (1) возможно лишь при ограничениях на выбор вида координатных функций для напряжений.

Для преодоления этой трудности одним из путей является учет накопления повреждаемости в рамках одного функционала. Такой функционал был построен в работе [3] для геометрически линейной теории. Он имеет вид:

$$\kappa^* = \int_V \left\{ \sigma^{ij} \dot{\epsilon}_{ij} - \frac{1}{2} \sigma^{ij} \dot{\epsilon}_{ij}^M - \sigma^{ij} \dot{P}_{ij} + \lambda \left[ \frac{1}{2} \dot{\omega}^2 - \dot{\omega} \varphi(\sigma_{ij}, \omega) \right] \right\} dV - \int_{S_u} T^i (\dot{U}_i - \dot{U}_i) dS - \int_{S_T} \dot{T}^i \dot{u}_i dS, \quad (2)$$

где  $V$  — объем тела,  $\epsilon_{ij}$  — компоненты тензора деформаций выраженные через перемещения [1].

$$\epsilon_{ij} = \frac{1}{2} (U_{i,j} + U_{j,i})$$

Величина  $\epsilon_{ij}^M$  означает мгновенную деформацию, которая принята упругой, а  $P_{ij}$  — деформацию ползучести

$$\dot{P}_{ij} = \varphi(\sigma_{ij}, \omega).$$

Величина  $\lambda$  обозначает некоторую весовую функцию, которая основываясь на [3], принята в виде  $\lambda = \frac{1}{2} \sigma^{ij} \epsilon_{ij}$ . При построении функцио-



нала (2) предполагалось, что на части поверхности  $S_0$  заданы усилия  $\bar{T}^i$ , а на оставшейся части  $S_U$  заданы перемещения. Считая, что варьируемыми величинами являются  $\sigma^{ij}$ ,  $\dot{U}_i$ ,  $\dot{\omega}$  и что оператор варьирования  $\delta$  действует лишь на скорости, а не на сами величины, было показано [3], что уравнениями Эйлера являются уравнения равновесия, уравнения, связывающие перемещение с напряжением, граничные условия и кинетическое уравнение повреждаемости.

Отметим одну особенность функционала (2): часть членов функционала, зависящих от  $\dot{U}_i$  и  $\sigma^{ij}$ , не зависит от  $\omega$ , а оставшаяся часть, зависящая от  $\omega$ , не зависит от  $\sigma^{ij}$  и  $\dot{U}_i$ . Эта особенность позволяет модифицировать функционал (2), а именно: во-первых, учесть геометрическую нелинейность, во-вторых, принять зависимость мгновенной деформации от повреждаемости. Первая модификация сводится к тому, что в компонентах тензора деформации необходимо учесть квадратичные члены, а именно:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} (U_{i,j} + U_{j,i} + U_i^k U_{k,j})$$

В случае второй модификации примем, что мгновенная деформация подчиняется закону Гука и что накопление повреждаемости приводит к изменению лишь модуля Юнга— $E$  (коэффициент Пуассона— $\nu$  не изменяется). Тогда в рамках этого предположения получим [2]:

$$\varepsilon_{ij}^M = \frac{1+\nu}{E(\omega)} \sigma_{ij} - \frac{\nu}{E(\omega)} g_{ij} \sigma^{kc} g_{kc},$$

где  $g_{ij}$ —компоненты метрического тензора. С учетом введенных соотношений выпишем функционал. Он будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} K^* (\dot{U}_i; \dot{\sigma}; \dot{\omega}) = & \int_V \frac{1}{2} \sigma^{ij} (\dot{U}_{i,j} + \dot{U}_{j,i} + \dot{U}_{i,j}^k U_{k,j} + U_{i,j}^k \dot{U}_{k,j}) + \\ & + \frac{1}{2} \sigma^{ij} \dot{U}_{i,j}^k - \frac{1}{2} \sigma^{ij} \left( \frac{1+\nu}{E(\omega)} \dot{\sigma}_{ij} - \frac{\nu}{E(\omega)} g_{ij} \dot{\sigma}^{kc} g_{kc} \right) + \sigma^{ij} \left( \frac{1+\nu}{E(\omega)} \sigma_{ij} - \right. \\ & \left. - \frac{\nu}{E(\omega)} g_{ij} \sigma^{kc} g_{kc} \right) \frac{1}{E^2} \frac{dE}{d\omega} \varphi(\sigma_{kc}, \omega) - \sigma^{ij} P_{ij} + \lambda \left[ \frac{1}{2} \dot{\omega}^2 - \right. \\ & \left. - \dot{\omega} \varphi(\omega, \sigma_{kc}) \right] dV - \int_{S_U} \dot{T}^i (\dot{U}_i - \dot{U}_i) dS - \int_{S_0} \dot{T}^i \dot{U}_i dS. \end{aligned} \quad (3)$$

Ограничение на вариацию такое же, как и в случае функционала (2). Покажем, что уравнения Эйлера функционала (3) описывают нелинейное поведение тела при ползучести с учетом накопления повреждаемости. Для этого найдем первую вариацию. Она имеет вид:

$$\begin{aligned} \delta K^* = & \int \left\{ \frac{1}{2} \sigma^{ij} \delta (\dot{U}_{i,j} + \dot{U}_{j,i} + \dot{U}_{i,j}^k U_{k,j} + U_{i,j}^k \dot{U}_{k,j}) + \frac{1}{2} (U_{i,j} + U_{j,i} + \right. \\ & \left. + U_{i,j}^k U_{k,j}) \delta \sigma^{ij} + \frac{1}{2} \sigma^{ij} \dot{U}_{i,j}^k \delta \dot{U}_{k,j} + \frac{1}{2} \dot{U}_{k,j} \sigma^{ij} \delta \dot{U}_{i,j} - \right. \\ & \left. - \frac{1}{2} \sigma^{ij} \delta \left( \frac{1+\nu}{E} \dot{\sigma}_{ij} - \frac{\nu}{E} g_{ij} \dot{\sigma}^{kc} g_{kc} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{1+\nu}{E} \sigma_{ij} - \frac{\nu}{E} g_{ij} \sigma^{kc} g_{kc} \right) \times \right. \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} & \times \delta \sigma^{ij} + \left( \frac{1+\nu}{E} \sigma_{ij} - \frac{\nu}{E} g_{ij} \sigma^{kc} g_{kc} \right) \frac{1}{E^2} \frac{dE}{d\omega} \varphi(\sigma_{kc}, \omega) \delta \sigma^{ij} - \dot{P}_{ij} \delta \dot{\sigma} - \\ & - \sigma^{ij} \delta \dot{P}_{ij} + \lambda [\dot{\omega} \delta \dot{\omega} - \varphi(\sigma_{kc}, \omega) \delta \dot{\omega}] dV - \int_{S_U} [\dot{T}^i \delta \dot{U}_i + \\ & + (\dot{U}_i - \dot{U}_i) \delta \dot{T}^i] dS - \int_{S_0} \dot{T}^i \delta \dot{U}_i dS \end{aligned}$$

Преобразуем вид первой вариации. Первый член преобразуется следующим образом:

$$\begin{aligned} \int \frac{1}{2} \sigma^{ij} \delta (\dot{U}_{i,j} + \dot{U}_{j,i} + \dot{U}_{i,j}^k U_{k,j}) dV = & \int \sigma^{ij} (\dot{\sigma}_i^k + U_{i,j}^k) n_j \delta \dot{U}_k dS - \\ & - \int_V [\sigma^{ij} (\dot{\sigma}_i^k + U_{i,j}^k)]_{,j} \delta \dot{U}_k dV, \end{aligned}$$

где  $\dot{\sigma}_i^k$ —тензор Кронекера,  $n_i$ —компоненты вектора нормали к поверхности тела  $S$ .

При получении равенства (5) использовались: симметричность компонентов тензора напряжений, теорема Гаусса-Остроградского и независимость метрического тензора от ковариантного дифференцирования. Аналогично преобразуются третий и четвертый члены, которые равны между собой. После преобразования их получим:

$$\int_V \sigma^{ij} \dot{U}_{i,j}^k \delta \dot{U}_{k,j} dV = \int_S \sigma^{ij} \dot{U}_{i,j}^k n_j \delta \dot{U}_k dS - \int_V [\sigma^{ij} \dot{U}_{i,j}^k]_{,j} \delta \dot{U}_k dV$$

С учетом выражения для  $\dot{P}$  и условий варьирования имеем, что  $\delta \dot{P}_{ij} = 0$ . Учитывая, что в нелинейной теории компоненты вектора поверхностных усилий имеют следующий вид:

$$T^k = \sigma^{ij} (\delta + U_{i,j}^k) n_i$$

первую вариацию, запишем следующим образом:

$$\begin{aligned} \delta J = & \int_V \left\{ - [\sigma^{ij} (\dot{\sigma}_i^k + U_{i,j}^k)]_{,j} \delta \dot{U}_k + \left[ \frac{1}{2} (U_{i,j} + U_{j,i} + U_{i,j}^k U_{k,j}) - \right. \right. \\ & - \left( \frac{1+\nu}{E} \dot{\sigma}_{ij} - \frac{\nu}{E} g_{ij} \dot{\sigma}^{kc} g_{kc} \right) + \left( \frac{1+\nu}{E} \sigma_{ij} - \frac{\nu}{E} g_{ij} \sigma^{kc} g_{kc} \right) \times \\ & \times \left. \frac{1}{E^2} \frac{dE}{d\omega} \varphi(\sigma_{kc}, \omega) - \dot{P}_{ij} \right] \delta \sigma^{ij} + \lambda [\dot{\omega} - \varphi(\sigma_{kc}, \omega)] \delta \dot{\omega} dV + \\ & + \int_{S_0} (\dot{T}^i - \dot{T}^i) \delta \dot{U}_i dS + \int_{S_U} (\dot{U}_i - \dot{U}_i) \delta \dot{T}^i dS. \end{aligned}$$

Из условия равенства нулю первой вариации получаем следующие уравнения Эйлера

$$\begin{aligned} [\sigma^{ij} (\dot{\sigma}_i^k + U_{i,j}^k)]_{,j} = & 0 \\ \frac{1}{2} (U_{i,j} + U_{j,i} + U_{i,j}^k U_{k,j}) = & \frac{1+\nu}{E} \dot{\sigma}_{ij} - \frac{\nu}{E} g_{ij} \dot{\sigma}^{kc} g_{kc} - \left( \frac{1+\nu}{E} \sigma_{ij} - \right. \\ & - \left. \frac{\nu}{E} g_{ij} \sigma^{kc} g_{kc} \right) \frac{1}{E^2} \frac{dE}{d\omega} \varphi(\sigma_{kc}, \omega) + \dot{P}_{ij} \\ \dot{\omega} = & \varphi(\omega, \sigma_{kc}) \\ \dot{T}^i = \dot{T}^i \quad x \in S_0; \quad \dot{U}_i = \dot{U}_i \quad x \in S_U \end{aligned} \quad (5)$$

Проанализируем полученную систему (5). Первое уравнение есть нелинейное уравнение равновесия в скоростях.

Учитывая во втором равенстве системы (5) третье равенство, получим

$$\frac{1}{2} (U_{1,j} + U_{j,1} + U_{,i}^k U_{k,i}) = \left( \frac{1+\nu}{E} \sigma_{ij} - \frac{\nu}{E} g_{ij} \sigma^{kc} g_{kc} \right) + \dot{P}_{ij},$$

т. е. получим в скоростях равенство деформации, выраженной через перемещение с деформацией, выраженное через напряжение.

$$\dot{\varepsilon}_{ij} = \dot{\varepsilon}_{ij}^M + \dot{P}_{ij}$$

Третье уравнение системы (5) есть кинетическое уравнение повреждаемости. Последние равенства есть граничные условия в скоростях. Таким образом показано, что уравнение Эйлера функционала (3) решает поставленную задачу.

Для определения напряженно-деформированного состояния тела из системы (5), необходимо поставить начальные условия. Предположим, что в начальный момент времени в теле не имеется повреждений, т. е.  $\omega = 0$ , и тело является упругим, причем закон Гука имеет вид

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1+\nu}{E(0)} \sigma_{ij} - \frac{\nu}{E(0)} g_{ij} \sigma^{kc} g_{kc}$$

Считая, что граничные условия можно представить следующим образом:

$$T^i = \bar{T}^i(0) \quad x \in S_\tau \quad \text{и} \quad U_i = \bar{U}_i(0) \quad x \in S_u$$

определим напряженно-деформированное состояние такого упругого тела. Это состояние примем за начальное условие при решении системы

Таким образом получим, что найдя стационарное значение приведенного функционала и используя поставленные начальные условия, можно определить напряженно-деформированное состояние в теле при ползучести с учетом геометрической нелинейности, накопления повреждаемости, от которой зависят все механические параметры материала.

#### Литература

1. Работнов Ю. Н. Ползучесть элементов конструкции. — М.: Наука, 1966. — 752 с.
2. Работнов Ю. Н. — ИМТФ, 1963, № 2, 112 — 123.
3. Сергеев М. В. — МТТ, № 6, 1982, с. 112—116.

Азербайджанский инженерно-строительный институт

Поступило 20. XII 1988

Я. А. Әжжубов

#### СҮРҮНКЭЧЛІК НЭЗЭРИЈЭСИНДЭ ЗЭДЭЛЭНМЭЛЭРИН ЈЫГЫЛМАСЫНЫ НЭЗЭРЭ АЛАН ГАРЫШЫГ ВАРИАСИЈА ПРИНСИПИНІН БІР МОДИФИКАСИЈАСЫ НАГГЫНДА

Мәгәләдә хәтти өзлү-эластигијјәт нәзәријјәсинин зәдәләнмәләрин јыгылмасыны нәзәрә алан бир гарышыг вариасија принсипини тәклиф олунур. Фәрз олунур ки, материалын бүтүн механики характеристикалары, хусуси һалда ани эластигијјәт модулу зәдәләнмәнин гижәтиндән асылдыр.

Ya. A. Eyyubov

#### ON ONE MODIFICATION OF MIXED VARIATIONAL PRINCIPLE OF CREEPING THEORY WITH REGARD TO DAMAGE ACCUMULATION

It is suggested a mixed variational principle of nonlinear viscoelasticity theory, taking into account the damage accumulation in frames of one functional. In addition, it is assumed that all mechanical characteristics, in particular momentary modulus of elasticity depends on the size of damage.

Я. М. ГАДЖИЕВ, Р. З. ГАДЖИЕВ, Б. А. ГУСЕЯНОВ, А. А. МАМЕДОВ,  
З. Б. САФАРОВ

#### ГРАНИЧНЫЕ СОСТОЯНИЯ МДП-СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛА GaSe И ПЛЕНКИ SiO<sub>2</sub>

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

Методами высокочастотных (ВЧ) и низкочастотных (НЧ) вольт-фарадных характеристик (ВФХ) и полевой зависимости комплексной проводимости ( $G-U$ ) исследовалась граница раздела SiO<sub>2</sub>—GaSe в МДП-структуре, сформированный на пластине GaSe толщиной  $d = 100$  мкм путем пиролитического осаждения SiO<sub>2</sub>  $d = 0,7$  мкм.

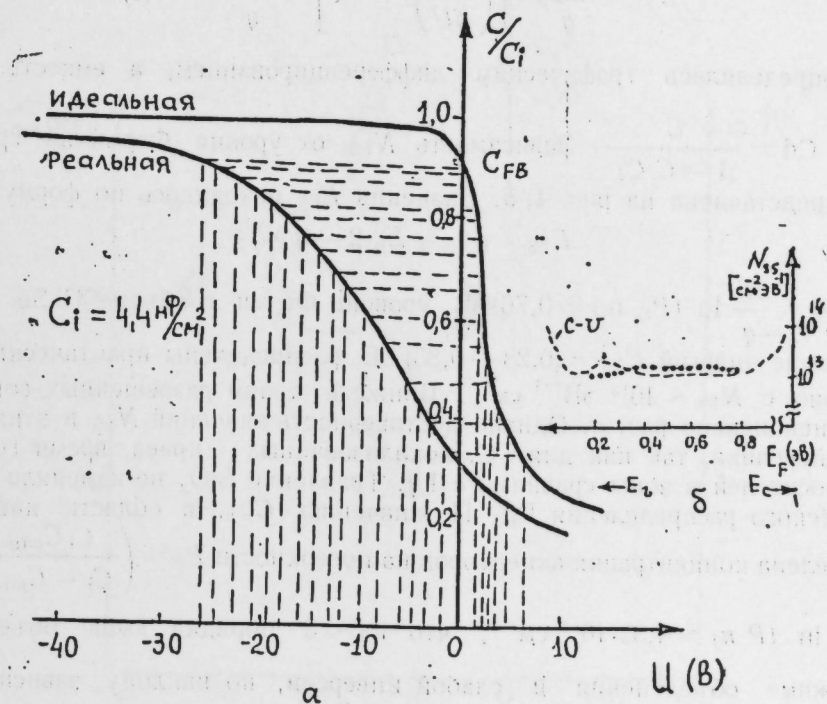


Рис. 1. Теоретическая ВФХ, рассчитанная для идеальной МДП-структуры и экспериментальная кривая ВФХ (а); энергетическое распределение плотности граничных состояний, найденное по  $G-V$  и  $G-V$ -методам (б).

ВФХ не обнаруживали гистерезисных эффектов. Измерение мало-сигнальной ВЧ ВФХ проводилось согласно методике [1]. В работе не удалось достаточно полно изучить НЧ ВФХ, так как регистрируемые в

этом случае точки перезарядки емкости МДП-структуры были сравнены с токами утечки через  $\text{SiO}_2\text{—GaSe}$  барьер. ВЧ ВФХ снимались по «точкам», использовалась также автоматическая запись при скорости нарастания  $\Delta U/\Delta t = 0,1 \div 20$  В/с. Необходимые идеальные ВФХ рассчитывались на ЭЦВМ по алгоритму, предложенному в [2] по следующим значениям параметров  $m_p = 3,6 \cdot 10^{-11}$  кг эффективная масса дырок в GaSe;  $N_A \approx 10^{14}$   $\text{см}^{-3}$  концентрация дырок в GaSe;  $\epsilon = 8$ ,  $\epsilon = 3,6$  диэлектрические постоянные GaSe и  $\text{SiO}_2$ ;  $h_p/r_p = 5 \cdot 10^{-26}$  — отношение электронной и рочной концентраций.

Экспериментальные ВФХ, представленные на рис. 1, а, не обнаруживали дисперсии при частотах тестирующего сигнала  $f = 0,3 \div 10$  МГц и смещены относительно идеальной кривой в область (U), что свидетельствует о положительном заряде донорных граничных состояний (ГС). Под ГС мы будем понимать все поверхностные и ловушечные состояния, локальные уровни, пространственно локализованные в переходном слое  $\text{SiO}_2\text{—GaSe}$ .

По зависимости  $\Delta U\text{—}\psi_s$ , определенной по смещению  $\Delta U$  реальных относительно идеальных ВФХ и расчетной  $\psi_s\text{—}U$  зависимости (рис. 3 в ст. 1), определялась эффективная плотность ГС

$$N_{SS} = \frac{C_i}{q} \left[ \left( \frac{d\psi}{dU} \right)^{-1} - 1 \right] - \frac{Cd}{q} \quad (1)$$

$\frac{d\psi}{dU}$  определялась графическим дифференцированием, а емкость ОПЗ

$\text{GaSe Cd} = \frac{C}{1 - C/C_i}$ . Зависимость  $N_{SS}$  от уровня Ферми на границе  $E_{FS}$  представлена на рис. 1, б. Значения  $E_{FS}$  находились по формуле:

$$E_{FS} = q\psi_s + E_q/2 - q\Phi_F,$$

где  $\Phi_F = \frac{kT}{q} \ln(P_s \cdot n_i) = 0,76$  эВ уровень Ферми в объеме GaSe. ГС в интервале энергий  $E_{FS} = (0,28 \div 0,85)$  эВ распределены практически равномерно с  $N_{SS} \sim 10^{13}$   $\text{эВ}^{-1} \text{см}^{-3}$ . Ближе к краям разрешенных зон  $N_{SS}$  экспоненциально растет. Однако достоверность значений  $N_{SS}$  в этих случаях невелика, так как для ГС, локализованных краев, время генерации носителей в зоны сравнимо с  $1/f$ . Травление  $\text{SiO}_2$  не изменяло энергетического распределения ГС. По значению  $C_{\text{min}}$  в области инверсии определена концентрация акцепторов на поверхности  $P_s = \left( \frac{C_i C_{\text{min}}}{C_i - C_{\text{min}}} \right)^2 \times$

$\frac{2kT}{q\epsilon_0\epsilon_n} \ln(P_s \cdot n) \approx 4,32 \cdot 10^{18}$   $\text{см}^{-3}$ , что на  $\sim 3$  порядка выше объемной.

В режиме объединения и слабой инверсии, по наклону зависимости  $C^{-2}\text{—}U$  (рис. 3) определялась  $N_A(x) = \frac{2kT q \epsilon_0 \epsilon_n}{-dC^{-2} d\psi_s}$  концентрация ак-

цепторов на границе (x) ОПЗ и квазинейтральной области GaSe. По результатам графического дифференцирования при различных  $\psi_s$  и с учетом зависимости толщины ОПЗ  $W = \left( \frac{-2\epsilon_0\epsilon_n\psi_s}{qN_A} \right)^{1/2}$  на рис. 3. в ст. 2

построен профиль распределение акцепторов по толщине  $x = \epsilon_0\epsilon_n(1, C - 1/C_i)$  в приповерхностной области GaSe,  $x < W_{\text{max}} \approx 4$  мкм. Резкий пик  $N_A \approx 10^{20}$   $\text{см}^{-3}$  наблюдается на границе  $x < 0,7$  мкм. В области  $1 < x < 2,9$  (мкм)  $N_A \sim 10^{17}$   $\text{см}^{-3}$  практически стабильны, а при  $x < 3$  мкм  $N_A$  резко уменьшается объемный уровень  $\sim 10^{15}$   $\text{см}^{-3}$ . По экспериментальным  $G\text{—}U$  зависимостям структуры при частотах тестирующего сигнала  $f = 0,1 \div 100$  кГц и данных ВФХ, независимо от  $C_d$  определялась значения

$$G_s = \frac{\omega^2 C_i^2 (G - \omega^2 C^2 r_s - r_s \cdot G^2)}{(\omega^2 C_i r_s C - G)^2 + \omega^2 (C_i - C - C_i r_s \cdot G)^2}$$

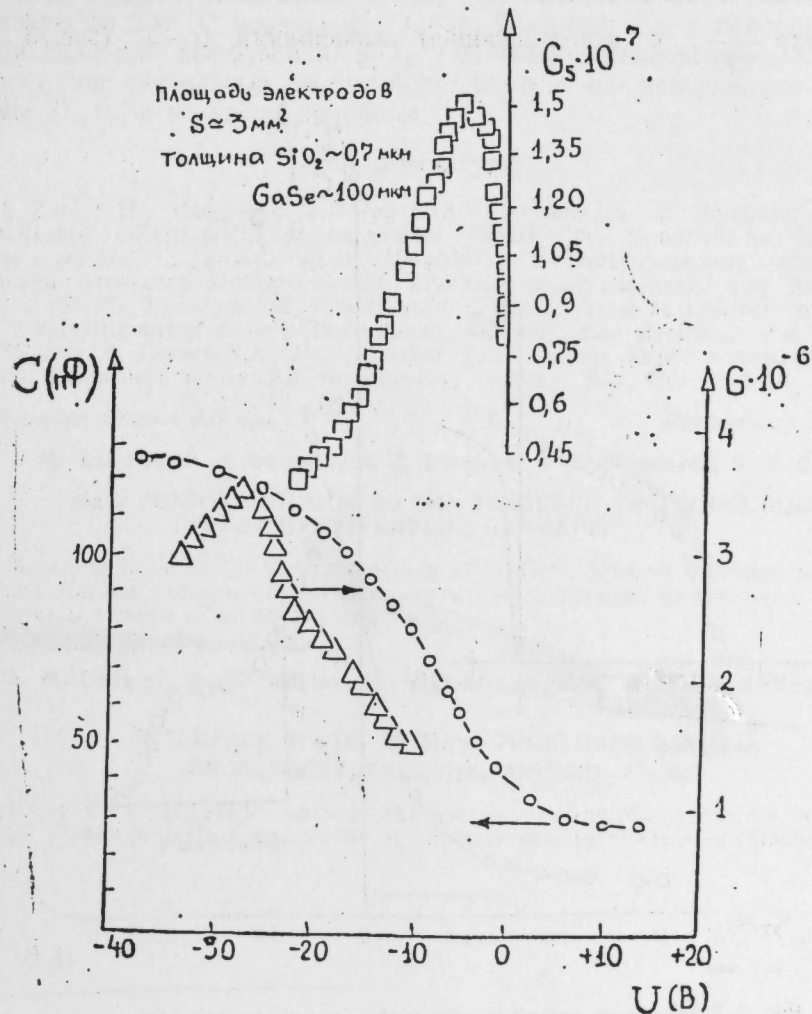


Рис. 2. Зависимости, емкости, комплексной (G) проводимостей от напряжения (V)

проводимости ГС, приведенные на рис. 2.  $r_s = 300$  кОм-активная составляющая измеряемого импеданса. В области максимальных значений  $G - 17,5 < U < -3,5$  (В) плотность ГС определялась:

$$N_{ss} = \frac{4 \sqrt{\frac{2m^*W}{h^2}} d G_s}{\pi \omega q} \cdot \exp \left\{ \frac{1,97}{\pi} \exp(-0,894) \left( \frac{2m^*W}{h^2} \right)^{1/2} \times \right. \\ \left. \times d \left[ \ln \left( \frac{P_{s,max}}{P_s} \right) \right] \right\}$$

где  $d = \left( 0,894 \sqrt{\frac{2m^*W}{h^2}} \right)^{-1} \ln \left( \frac{1,97}{\pi \alpha} \right) = 11,8 \cdot 10^{-8}$  см — расстояние туннелирования в  $\text{SiO}_2$ . Зависимость  $\ln G_s - P_s \text{ max} / P_s$  в соответствии с [3] имела линейный характер, по наклону которого  $\alpha = 0,004$ . Концентрация дырок на поверхности GaSe рассчитывалась согласно [3]  $P_s = P_0 \exp \frac{q\psi_s}{kT}$ , с использованием зависимости  $U - \psi_s$  (рис. 3 вст. 1),

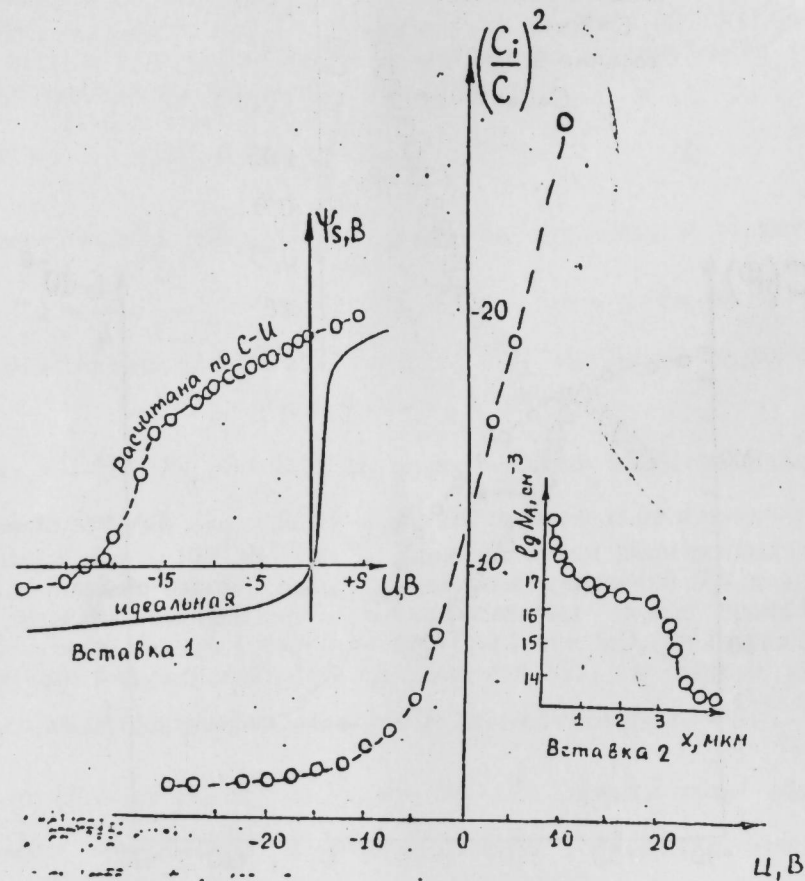


Рис. 3. Зависимость квадрата обратной емкости от напряжения. Вставка 1. Идеальная и рассчитанная по  $G-V$ -зависимость поверхностного потенциала  $\psi_s$  от напряжения. Вставка 2. Профиль распределения легирующей примеси в GaSe.

найденной по ВФХ. Максимум  $P_{s,max} = 1,55 \cdot 10^{20}$  см $^{-3}$  достигается при  $f = 1$  кГц. Сечение эффективного захвата дырок составляло

$\sigma_p = \left[ \frac{\omega}{1,97 \omega \cdot P_{s,max}} \right] \exp \left( 0,894 \sqrt{\frac{2m^*W}{h^2}} \cdot d \right) = 1,6 \cdot 10^{-16}$  см $^{-2}$ . Найденные значения  $N_{ss}$  представлены на рис. 1, б в пределах  $E_{SF} = 0,4 \div 0,8$  (эВ) находятся в согласии с результатами по ВФХ.

ГС путем туннелирования на расстоянии 11,9 Å обмениваются зарядом с локальными состояниями в объеме  $\text{SiO}_2$ . Высокая концентрация донорных ГС  $\sim 10^{13}$  эВ $^{-1}$  см $^{-2}$  и акцепторов в широкой приграничной области  $x \sim 3$  мкм GaSe подтверждает [4] наличие протяженного переходного слоя на границе с сильными стехиометрическими и структурными нарушениями. Последний связан с атомной перестройкой и химическим воздействием компонентов  $\text{SiO}_2$  и GaSe в процессе осаждения на нагретую до 300° С поверхность GaSe. Вакансия Ga вследствие образования GaO или диффузии в  $\text{SiO}_2$  (аномально высокий коэффициент  $D$ ), создает дополнительные акцепторные центры на поверхности GaSe, а атомы Si, и Se вакансии донорные.

#### Литература

1. Zerbst M., Longo H. E. Kapzitive Untersuchungen an Halbleiter Isolator-grenzflächen. — Zeitschrift für angewante Physik—1965 band 19, heft 2, 85—90.
2. Гаджиев Я. М., Гусейнов Б. А., Мамедов А. А. Вольт-фарадные характеристики идеальных структур металл—жидкий кристалл—полупроводник. Изв. АзССР, 1984, № 1, с. 69—75.
3. Terman M. Investigation of surface state at a silicon oxide interface employing metal oxide silicon diodes. — Solid State electron., 1962, v. 5, № 3, p. 285—289.
4. Гаджиев Я. М., Сафаров З. Б. Труды конф. молодых ученых АН АзССР. Гетеропереходные свойства структур. — Баку. Элм, 1987, с. 8—9.

Институт физики АН АзССР

Поступило 24. IV 1989

Я. М. Гаджиев, Р. З. Гаджиев, Б. Э. Гусейнов, А. А. Мамедов, З. Б. Сафаров

#### GaSe МОНОКРИСТАЛЫ ВЭ $\text{SiO}_2$ ТЭБЭГЭСИ ЭСАСЫНДА МДЈ ГУРУЛУШУНУН СЭРХЭД ҺАЛЈЛАРЫ

Мәгаләдә С—V вә G—V-үсуллары илә  $\text{SiO}_2$ —GaSe ајрылма сәрхәдди тәдгиг едилмишдир. Сәрхәд һаллары сыхлығынын енеркетик һајланмасы вә GaSe-һини ашгарынын һајланмасы тәсвири тәјин олуимушдур.

Y. M. Gadgiev, R. Z. Gadgiev, B. A. Guseinov, A. A. Mamedov, Z. B. Safarov

#### INTERFACE STATE IN MLS-STRUCTURES FORMED ON MONOCRYSTALS GaSe AND $\text{SiO}_2$ FILMS

Using C—V and G—V methods the energy distribution of surface state density on  $\text{SiO}_2$ -GaSe interface and profile of impurity density of GaSe is obtained.

Х. М. ПАШАЕВ, М. А. АЛДЖАНОВ, Н. Г. ГУСЕЯНОВ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ ИТТРИЕВОЙ КЕРАМИКИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Н. Алиевым)

В настоящее время идет интенсивное накопление экспериментальных данных о необычных свойствах большого класса оксидных металлокерамик, обнаруживающих сверхпроводящие свойства при относительно высоких температурах. Наиболее активно изучается так называемая иттриевая керамика. Собран большой фактический материал по многим физическим параметрам системы [1]. Эта система является сейчас одной из базовых, на которой делаются попытки построения физических моделей и механизмов для выяснения природы высокотемпературной сверхпроводимости. В этом смысле важным является знание термодинамических характеристик вещества. Ниже представлены результаты измерений теплоемкости системы и расчетные значения для изменения энтропии и энтальпии ее.

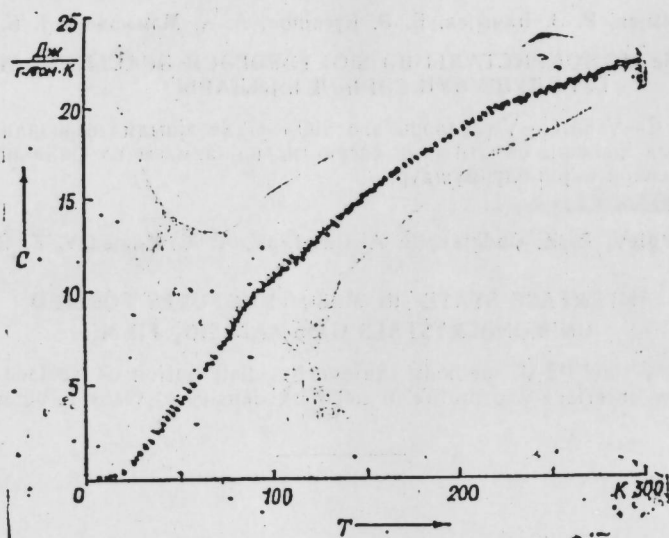


Рис. 1. Температурная зависимость теплоемкости.

Измерения температурной зависимости теплоемкости  $C(T)$  проведены в интервале температур 5—300К с использованием адиабатического калориметра высокой точности. Погрешность измерений составила 0,3% для температур выше 10 К. Ниже указанной температуры погрешность до 5%. Масса использованного для измерений порошка рав-

нялась 16,631 г. Для исключения систематических ошибок, характерных для затянутых по времени измерений, опыты неоднократно повторялись (до 6 раз).

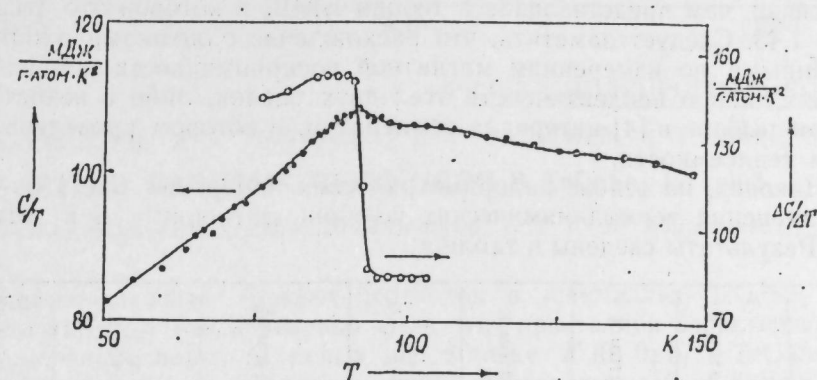


Рис. 2. Зависимости  $C/T$  и  $\Delta C/\Delta T$  от температуры.

Общий ход температурной зависимости теплоемкости показан на рис. 1. На кривой видна слабая аномалия при температуре сверхпроводящего перехода  $\approx 92\text{K}$  в форме изменения наклона. Это значение  $T_c$  соответствует результатам электрофизических измерений, проведенных в [2]. Рис. 2 иллюстрирует изменение теплоемкости в координатах  $C/T$  от  $T$ . На этом же рисунке показана кривая для  $\Delta C/\Delta T$  от  $T$  в окрестности температуры перехода  $T_c$ . Ширина его составляет примерно 2К, а величина скачка теплоемкости  $\Delta C/T_c = 2,0 \pm 0,3$  мДж/г—атом·К<sup>2</sup>. Эти результаты коррелируют с данными [3, 4].

Для определения некоторых термодинамических характеристик образца, в частности, коэффициента электронной теплоемкости и температуры Дебая, построена зависимость  $C/T$  от  $T^2$  в интервале температур

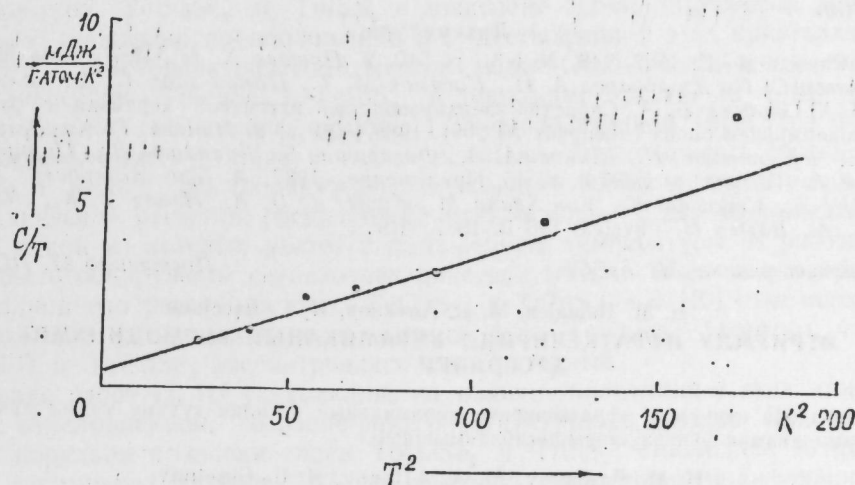


Рис. 3. Зависимость  $C/T$  от  $T^2$ .

5—15 К (рис. 3). Ниже 10 К экспериментальные данные хорошо ложатся на линию  $C = \gamma T_2 + \beta T^3$ , где  $\gamma = 0,5 \pm 0,3$  мДж/г—атом·К<sup>2</sup> и  $\beta = 3,3 \cdot 10^{-2}$  мДж/г—атом·К, температура Дебая  $\theta = 388 \pm 5$  К.

Если оценить значение отношения  $C/T$  по данным наших экспериментов, то получим число примерно равное 4. Таким образом, можно говорить, что для нашего образца более применима концепция о сильной связи, чем представление в теории БКШ, в которой это отношение равно 1,43. Следует заметить, что расхождение с оценками работы [4], сделанными по измерениям магнитной восприимчивости, по-видимому, говорит либо о неидентичности этих двух оценок, либо о недостаточном полном выборе в [4] интервала температур, в котором проведены измерения теплоемкости.

Наконец, на основе калориметрических измерений  $C_p(T)$  определены изменения термодинамических величин, энтропии  $S$  и энтальпии  $H$ . Результаты сведены в таблицу.

$T$ , к	$\Delta C$ Дж/г.атом.к	$\Delta S$ Дж/г.атом.к	$\Delta H$ Дж/г.атом.к	$T$ , к	$C_p$ Дж/г.атом.к	$\Delta S$ Дж/г.атом.к	$\Delta H$ Дж/г.атом.к
10	0,041	0,016	0,116	120	12,34	8,76	664
20	0,410	0,134	2,020	140	14,12	10,80	929
30	1,530	0,488	11,14	160	15,76	12,79	1 228
40	2,770	1,094	32,48	180	17,15	14,73	1 557
50	4,091	1,844	66,3	200	18,41	16,60	1 912
60	5,27	2,686	112,4	220	19,51	18,41	2 292
70	6,60	3,598	171,7	240	20,36	20,15	2 691
80	8,00	4,568	244,5	250	21,05	21,81	3 106
90	9,68	5,61	333,1	280	21,72	23,39	3 533
100	10,56	6,68	434,5	300	22,33	24,91	3 974

Авторы благодарят Г. Б. Абдуллаева за постоянный интерес к работе. А. Б. Абдуллаева и А. М. Абдуллаева за помощь в проведение экспериментов.

#### Литература

1. Physica B+C, 1987, 148, № 1-3, p. 540. 2. Пашаев Х. М., Алджанов М. А., Гумбатов С. Г., Джаббаров А. И., Касумов М. Т., Панах-заде С. А., Салманова Ш. Х., Эюбова Н. А. Свойства сверхпроводящей иттриевой керамики с различным содержанием олова (препринт № 269), 1988.—23 с. 3. Панова Г. Х., Хлопкин Н. М., Черноплеков Н., Шиков А. А., Фогараш Б., Гранаш Л., Паккр Ш., Михайл Л. Письма в ЖЭТФ, т. 46, Приложение, 1987. 4. Van Millenburg J. C., Schuijff A., Kodowaki K., Van Spang M., Koster J. Q. A., Huang Y. K., Menovsky A. A., Barten H. Physica, 146 B, 1987, 319.

Институт физики АН АзССР

Поступило 27. III. 1989

И. М. Пашаев, М. Э. Алчанов, Н. Г. Гусейнов

#### ИТРИУМЛУ ИФРАТКЕЧИРИЧИ КЕРАМИКАНЫН ТЕРМОДИНАМИК ХАССЭЛЭРИ

Мағаләдә итриумлу ифраткечиричи керамиканын итилик тутуму тәдтиг едилмиш вә термодинамик функциялары һесаблинышдыр.

I. M. Pashayev, M. A. Aljanov, N. G. Guseinov

#### THERMODYNAMIC PROPERTIES OF THE YTTRIUM SUPERCONDUCTING CERAMIC

The specific heat of the yttrium superconducting ceramic has been investigated. The thermodynamic functions have been calculated.

УДК 538.91—405

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

К. Р. АЛЛАХВЕРДИЕВ, А. А. БАБИРОВА, Б. Р. ГАДЖИЕВ, Т. Г. МАМЕДОВ

#### О ХАРАКТЕРЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В $\text{TeGaSe}_2$ И $\text{TeInS}_2$

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

Обсуждается характер фазовых переходов в кристаллах  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$ . Показано, что несообразная фаза этих кристаллов характеризуется возникновением новых активных мод в точке  $\Gamma(0; 0; 0)$ .  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$  — сегнетоэлектрики-полупроводники со слонстым типом структуры кристаллической решетки (при комнатной температуре пространственная группа симметрии  $C_{2h}^6$ ), в которых при температурах (Te) 119 и 216 К соответственно обнаружены фазовый переход (ФП) из параэлектрической в несообразную фазу [1, 2]. Согласно данным нейтронографических исследований вектор модуляции в кристаллах  $\text{TeInS}_2$   $q_{\text{nc}} = (\delta; \delta; 0,25)$ , где  $\delta = 0,012$  [1]. Эксперименты по рассеянию нейтронов в кристаллах  $\text{TeGaSe}_2$  [2], а также температурные зависимости их диэлектрических [3, 4] и тепловых [5] свойств позволяют предположить, что в этих кристаллах  $q_{\text{nc}} = \left(0; 0; \left(\frac{1}{4} - \delta\right)\right)$ . Величину  $\delta$  для кристаллов  $\text{TeGaSe}_2$  в

работе [2] в пределах точности эксперимента определить не удалось. При дальнейшем охлаждении в кристаллах  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$  происходит ФП из несообразной в сообразную фазу при температурах ( $T_c$ ) 206 и 107 К соответственно [1, 2, 4]. На основании исследования колебательных спектров  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$  в диапазоне субмиллиметровых волн [6, 7] было высказано предположение о существовании в этих кристаллах при  $T > T_1$  сегнетоэлектрической мягкой моды. Особенности диэлектрической дисперсии  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$  в диапазоне частот  $10^7 \div 10^{11}$  гц свидетельствуют, по мнению авторов [4], о собственном характере ФП в сегнетоэлектрическую фазу в этих кристаллах. На некоторых образцах  $\text{TeGaSe}_2$  в работе [8] обнаружены необычные особенности динамики кристаллической решетки: расщепление мягкой моды на две компоненты, частота одной из которых растет с понижением температуры. В работах [9, 10] были обнаружены сегнетоэлектрические мягкие моды в спектрах комбинационного рассеяния света  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$ , а в [10] отмечалось возникновение новых мод в несообразной фазе  $\text{TeGaSe}_2$ . Отметим, что в [10] ФП в  $\text{TeGaSe}_2$  рассматривался как триггерный.

В ряде работ [2, 11] указывалось на наличие политипии в этих кристаллах, обусловленной, согласно рентгеноструктурным данным [11], различным порядком стыковки слоев  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$ . Последнее и приводит, по мнению авторов [11], к наличию политипных модификаций, параметр элементарной ячейки вдоль направления перпендикулярного слоям, в которых может достигать значения  $c \approx 240 \text{ \AA}$ .

Таким образом в основном проблема ФП в соединениях  $\text{TeInS}_2$  и  $\text{TeGaSe}_2$  заключается в следующем.

1. Нейтронные эксперименты однозначно показывают, что ФП в сегнетоэлектрическом состоянии в этих соединениях сопровождается учетверением решетки вдоль оси С кристалла, т. е. является несобственным сегнетоэлектрическим фазовым переходом.

2. Наличие сегнетоэлектрической мягкой моды и выполнение закона Кюри-Вейсса в параэлектрической фазе этих кристаллов свидетельствует о собственном характере сегнетоэлектрического ФП в этих кристаллах.

Теория несобственного сегнетоэлектрического ФП с промежуточной несоразмерной фазой для кристаллов типа  $\text{TeGaSe}_2$  развита в ряде работ (см., например, [12]). При этом, при сравнении экспериментальных результатов с теоретическими мы исходили из того, что существуют два типа образцов  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeIn}$ :

1). совершенные образцы, с пространственной группой симметрии  $C_{2h}^6$  при комнатной температуре;

2). образцы, которые уже при комнатной температуре находятся в соразмерной фазе [2, 11], индуцированной в них, по-видимому, дефектами.

Наличие образцов  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInSe}_2$  в которых температура перехода в несоразмерную фазу сильно различается, особенно четко проявляются в результатах исследований диэлектрических свойств этих кристаллов [13].

Мягкая мода в соединениях типа  $\text{TeGaSe}_2$  связана с оптической ветвью соответствующей точке  $q = (0; 0; \frac{1}{4})$  и ее обнаружение, следовательно, невозможно методами ИК-и КР-спектроскопии. Отметим, что взаимодействие  $\vec{\kappa} = 0$  и  $\vec{\kappa} = \vec{q}$  мод позволяет методом ИК-спектроскопии наблюдать мягкую моду.

Оказывается из знания разложения свободной энергии Ландау, состоящую из инвариантов неприводимого представления, по которому преобразуется параметр порядка, можно определить симметрию несоразмерной фазы [14]. При этом суперпространственная группа определяется как подгруппа, которая сохраняет структуру искажений инвариантной фазы.

Можно показать, что суперпространственная группа несоразмерных фаз кристаллов  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$  в обозначениях работы [15] представляется символом  $P_{11}^{C_2/m}$ . Для проведения классификации колебательных мод в несоразмерной фазе отметим, что построение представлений полностью аналогично построению представлений трехмерных пространственных групп. Представления трансляционной подгруппы являются одномерными характеризуются посредством звезды вектора  $\vec{K}$  и представлением группы  $R\vec{\kappa}$  в группе вектора  $\vec{\kappa}$ . Смещение в несоразмерном кристалле можно характеризовать векторами, принадлежащими к первой зоне Бриллюэна базисной пространственной группы. Характер малого механического представления задается следующим образом:

$$T_i(R_e, R_i) = T_i(R_e) \sum_{\vec{v}_i \cdot R_i \vec{v}_i = \vec{v}_i, j, j' = j} \exp [i(\vec{\kappa} - \Delta^* \vec{b}^*) u(j) - i\vec{b}^* v_i],$$

где  $R_e = (R, \vec{v})$  — элемент базисной пространственной группы, действует во внешнем пространстве  $V_e$ ,  $g_i = \{R_i/V_i\}$  действует в одномерном внутреннем пространстве  $V_i$ , а  $u(j) = R_i \vec{V}_j + \vec{V}_e - \vec{V}$ , является элемен-

том решетки  $\Lambda$ . Для  $\vec{b}^* = 0$  получаются результаты немодулированного базисного кристалла. Разложение малого механического представления по непрерывным представлениям пространственной группы  $C_{2h}^6$  соответствующей точке  $\Gamma(0; 0; 0)$  для кристаллов  $\text{TeGaSe}_2$  в нормальной фазе имеет вид:

$$23 A_g + 25 B_g + 23 A_1 + 25 B_1$$

Для кристаллов  $\text{TeInS}_2$  в нормальной фазе имеем:

$$24 A_g + 24 B_g + 24 A_1 + 24 B_1$$

В несоразмерной фазе для кристаллов  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$ , согласно формуле (1), имеем следующее разложение:

$$48 A_g + 48 B_g + 48 A_1 + 48 B_1$$

Таким образом, в несоразмерной фазе возникают новые активные моды или иначе происходит расщепление мод, что объясняет результаты работ [8, 9].

Отметим, также, что для тех образцов  $\text{TeGaSe}_2$  и  $\text{TeInS}_2$ , которые при комнатной температуре находятся в несоразмерной фазе, температуре  $t$  для совершенных кристаллов является для первых областей „lock“—in-перехода, где, как известно, существенно влияние дефектов и наблюдаются температурные гистерезисы.

В заключение авторы выражают благодарность А. П. Леванюку, Ф. М. Гашимзаде и Ю. М. Гуфану за неоднократные обсуждения и полезные советы.

#### Литература

- Вахрушев С. Б., Жданова В. В., Квятковский Б. Е., Окунева И. М., Аллавердиев К. Р., Алиев Р. А., Сардарлы Р. М. — Письма в ЖЭТФ 1984, т. 39, вып. 6, с. 245—247.
- Вахрушев С. Б., Квятковский Б. Е., Окунева И. М., Аллавердиев К. Р., Сардарлы Р. М. — Л., 1984. — 12 с. (Препринт № 886 ФТИ им. А. Ф. Иоффе).
- Алиев Р. А., Аллавердиев К. Р., Баранов А. И., Иванов Н. Р., Сардарлы Р. М. — ФТТ, 1984, т. 26, вып. 5, 1271—1276.
- Банис Ю., Брилингас А., Григас П., Гусейнов Г. — ФТТ, 1987, т. 29, вып. 11, с. 3324—3329.
- Аллавердиев К. Р., Гусейнов С. С., Мамедов Т. Г., Штейнрайбер В. Я. — Докл. АН АзССР, 1988, т. 47, № 1, с. 26—29.
- Волков А. А., Гончаров Ю. Г., Козлов Г. В., Аллавердиев К. Р., Сардарлы Р. М. — ФТТ, 1983, т. 25, № 12, с. 3583—3585.
- Волков А. А., Гончаров Ю. Г., Козлов Г. В., Сардарлы Р. М., ПРОХОРОВ А. М., Алиев Р. А., Аллавердиев К. Р. — Письма в ЖЭТФ, 1983, т. 37, вып. 11, с. 517—520.
- Волков А. А., Гончаров Ю. Г., Козлов Г. В., Сардарлы Р. М. — Письма в ЖЭТФ 1984, т. 39, вып. 7, с. 293—295.
- Аллавердиев К. Р., Бабаев С. С., Мамедов Т. С., Тагиев М. М., Ширинов М. М. Препринт ИФАН Азерб. ССР № 266. — Баку, 1988, с. 3—30.
- Кульбушев Б. С., Рабкин Л. М., Торгашев В. И., Юзик Ю. И. — ФТТ, 1988, т. 30, вып. 1, с. 195—199.
- Абдуллаева С. Г., Абдинбеков С. С., Гусейнов Г. Г. — Докл. АН АзССР, 1980, т. 36, № 8, с. 34—38.
- Гашимзаде Ф. М., Гаджиев Б. Р. — Баку, 1986. — 46 с. (Препринт № 199 ИФАН Азерб. ССР).
- Аллавердиев К. Р., Баранов А. И., Мамедов Т. Г., Мамедов Т. С., Шарифов Я. И., Сандлер В. А. — Баку, 1988. — 26 с. Препринт ИФАН АзССР, № 259.
- Perez-Mato J. M., Madariaga G., Tello M. J. Phys. Rev. B., v. 30, N 3, pp. 1534—1543.
- Janssen T., Janner A. Advances on Physics, 1989, v. 36, N 5, pp. 519—624.

Институт физики АН АзССР

Поступило 16. III. 1989

К. Р. Аллавердиев, А. А. Бэбирова, Б. Р. Иачыев, Т. Г. Мамедов

#### $\text{TlGaSe}_2$ ВЭ $\text{TlInS}_2$ КРИСТАЛЛАРЫНДА ФАЗА КЕЧИДЛЭРИНИН ХАРАКТЕРИ НАГГЫНДА

Мәгәлләдә  $\text{TlGaSe}_2$  вә  $\text{TlInS}_2$  кристалларында фәзә кечидләринин характери мұзәкирә олуур. Көстәрилер ки, бу кристалларын өлчүсүз фәзәсында јени актив модалар јараныр.

K. R. Allahverdiev, A. A. Babirova, B. R. Hajev, T. G. Mamedov

ABOUT OF THE CHARACTER OF THE PHASE TRANSITIONS  
IN  $TiGaSe_2$  AND  $TiInS_2$

In this paper the character of the phase transitions in  $TiGaSe_2$  and  $TiInS_2$  are discussed. It is shown that in the incommensurate phase the extra active modes appears.

АЗЭРБАЙЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLV ЧИЛД

№ 10

1989

УДК 678.539.4.537

ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

У. А. КАБУЛОВ, С. А. АБАСОВ

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО  
СТАРЕНИЯ ПЛЕНОК ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА  
И ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА И ПОЛИЭТИЛЕНА

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

Одной из основных причин преждевременного выхода из строя полимерной высоковольтной изоляции является действие электрических разрядов в ее воздушных включениях. В этих условиях имеет место электрическое старение полимеров. При электрическом старении в полимерах имеют место процессы деструкции, окисления и сшивки полимерных цепей, приводящие к изменению структуры, молекулярного веса и физико-механических характеристик материала [1].

В данной работе для изучения электрического старения полимеров применялся термомеханический метод, состоящий в измерении зависимости деформации от температуры. С его помощью можно определить такие важные характеристики полимера, как температура стеклования, температура начала образования поперечных связей и полного структурирования [2].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектами исследования служили промышленные пленки полиэтилентерефталата (ПЭТФ) типа «лавсан» марки МРТУ 6-05-1597 толщиной 20 мкм и полиэтилена высокого давления (ПЭ) типа П-200 марки МРТУ 6-05-889 толщиной 60 мкм. Оба материала относятся к частично кристаллическим полимерам.

Электрическое старение проводили в плоской испытательной ячейке, состоящей из заземленного металлического электрода, на который помещали образец полимерной пленки, воздушного зазора величиной 1,5 мм и стеклянного барьера той же толщины. Высокое электрическое напряжение промышленной частоты прикладывали к серебряному покрытию на внешней поверхности стеклянного барьера.

Для построения термомеханической кривой определяли при разных температурах относительное разрывное удлинение полимера с помощью разрывной машины, обеспечивающей постоянство механического напряжения во время испытаний [3]. Для ПЭТФ разрывное удлинение  $\xi$  определяли при механическом напряжении  $\delta = 2$  кг/мм<sup>2</sup>, а для ПЭ — при  $\delta = 4$  кг/мм<sup>2</sup>. Для ПЭТФ измерения  $\xi$  проводили при температурах выше комнатной, а для ПЭ — при азотных температурах. Температуру стеклования  $T_c$  определяли по методике [2].



## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С повышением электрического напряжения, приложенного к испытательной ячейке (напряжения старения  $U_{ст}=6$  кВ) снижается, затем начинает возрастать (рис. 1, кр. 1). Время приложения напряжения (время старения  $t_{ст}$ ) было постоянным для каждого  $U_{ст}$  и составляло 5 ч. Температура стеклования с повышением  $U_{ст}$ , наоборот, вначале (также до 6 кВ) возрастает, затем начинает снижаться (рис. 1, кр. 2).

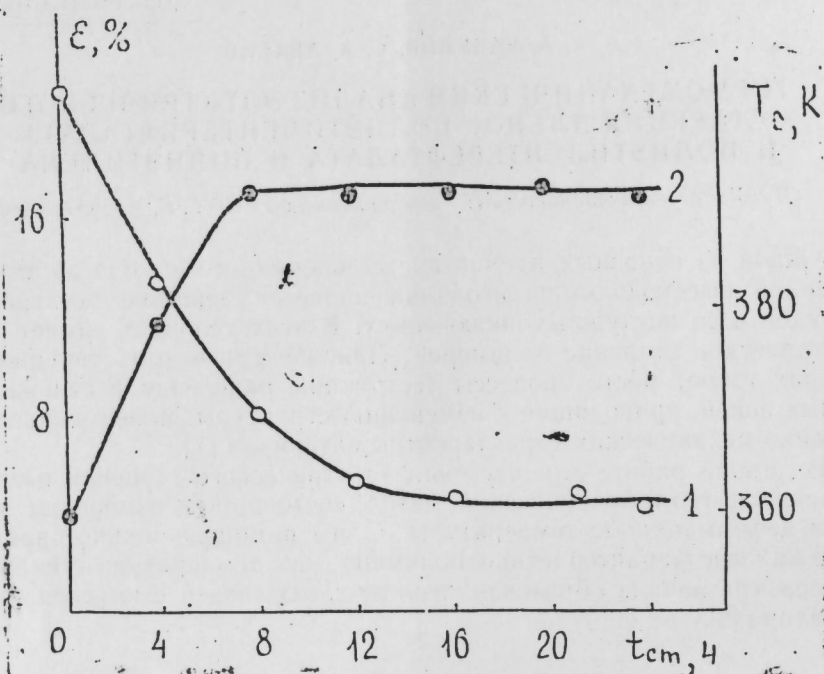


Рис. 1. Зависимость разрывного удлинения (1) при 410 К и температуры стеклования (2) пленки ПЭТФ от напряжения старения ( $t_{ст}=5$  ч).

Отметим, что в интервале  $U_{ст}=6$  кВ происходит существенное изменение в электрическом режиме старения: 6кВ соответствует напряжению зажигания разряда в воздушном зазоре ячейки, т. е. разряды в зазоре приобретают стационарный характер и равномерно заполняют весь зазор. С дальнейшим увеличением  $U_{ст}$  возрастает частота следования разрядов [1].

Можно считать, что до  $U_{ст}=6$  кВ полимер подвергается, в основном, действию электрического поля, а разряды носят случайный характер. При выдержке в электрическом поле происходит дальнейшая полимеризация мономеров ПЭТФ, частичное структурирование, что приводит к уменьшению разрывного удлинения  $\xi$  и повышению температуры стеклования. В условиях стационарного действия разрядов основную роль играет электронно-ионная бомбардировка, все усиливающаяся с повышением  $U_{ст}$ . Так как ПЭТФ занимает промежуточное положение между сшивающимися и деструктурирующими полимерами, то под действием электронно-ионной бомбардировки в нем происходят разрывы главных цепей макромолекул, что приводит к снижению молекулярного веса и цепей макромолекул, что приводит к снижению молекулярного веса и

уменьшению степени структурирования. Вследствие этого разрывное удлинение повышается, а  $T_g$  снижается.

На рис. 2 приведены зависимости  $\xi$  и  $T_g$  пленки ПЭТФ от времени воздействия электрических разрядов (при  $U_{ст}=6$  кВ). Из рис. 2 видно,

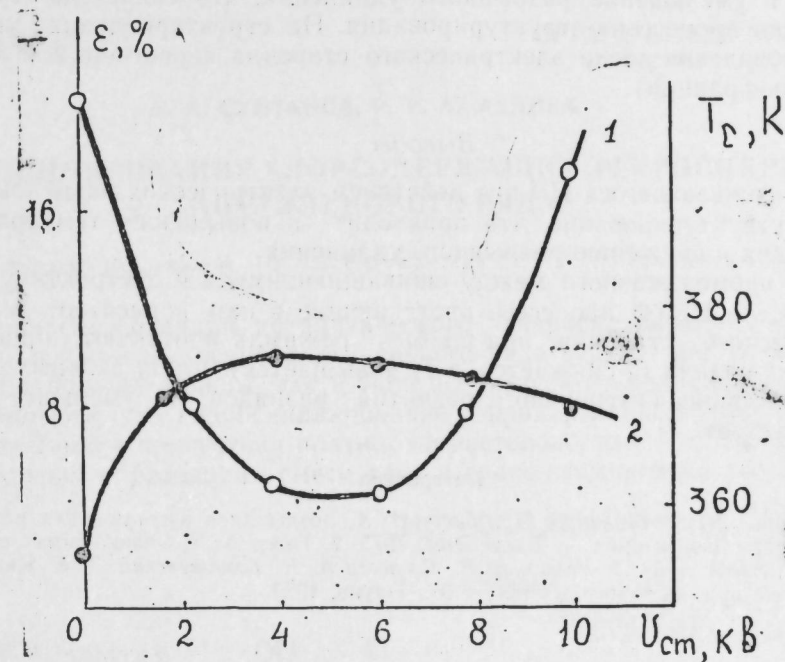


Рис. 2. Зависимость разрывного удлинения (1) и температуры стеклования (2) пленки ПЭТФ от времени электрического старения  $U_{ст}=6$  кВ

что со временем воздействия разрядов разрывное удлинение вначале снижается, а  $T_g$  возрастает. После некоторого времени (8—10 ч.) они принимают постоянные, не меняющиеся с дальнейшим повышением времени старения, значения. Это можно объяснить тем, что структурные изменения, происходящие в полимерных пленках при электрическом старении, не охватывают весь образец, а сосредоточены в некотором приповерхностном слое. Толщина этого (состаренного) слоя составляет для пленок ПЭ и ПЭТФ около 20% толщины испытуемого образца [1]. После того, как структурные изменения в этом слое завершаются, температура стеклования и разрывное удлинение перестают изменяться.

Изменения  $T_g$  и  $\epsilon$  пленки ПЭ после электрического старения ( $t_{ст}=5$  ч)

$U_{ст}$ , кВ	$T_g$ , К	$\epsilon_c$ , %	$\epsilon$ 210 К, %
0	210	81	20
6	225	14	17
6,5	228	16	16
7	225	15	15

Пленки ПЭ подвергали электрическому старению в воздухе в течение 5 ч. в интервале напряжений  $U_{ст}=6-7$  кВ. Значения  $T_g$  и разрыв-

ного удлинения, определяемого как при  $T$ , так и при фиксированной температуре 210К приведены в таблице.

Из таблицы видно, что у сшивающегося полимера ПЭ после действия электрических разрядов наблюдается повышение температуры стеклования и уменьшение разрывного удлинения, что свидетельствует о протекании процессов структурирования. На структурирование указывает и появление после электрического старения нерастворимой фракции (гель-фракции).

#### Выводы

1. У сшивающегося ПЭ под действием электрических разрядов происходит структурирование, что приводит к повышению температуры стеклования и снижению разрывного удлинения.

2. У промежуточного между сшивающимися и деструктурирующими полимера ПЭТФ процессы, протекающие в нем, зависят от режима электрического старения: при слабых режимах протекают процессы структурирования ( $\xi$  снижается, а  $T_c$  повышается), а при сильных режимах (в условиях интенсивного развития разрядов)  $T_c$  уменьшается, а  $\xi$  — возрастает.

#### Литература

1. Багиров М. А., Малин В. П., Абасов С. А. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики. — Баку: Элм, 1975. 2. Тагер А. А. Физико-химия полимеров. — М.: Химия, 1968. 3. Регель В. Р., Слуцкер А. И. Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. — М.: Наука, 1974.

Институт физики АН АзССР

Поступило 27.11 1989

У. А. Кабулов, С. А. Абасов

#### ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ (ПЭТФ) ВЭ ПОЛИЭТИЛЕН (ПЭ) ПОЛИМЕР ПЛЮНКАЛАРЫНДА ЭЛЕКТРИК КӨННЭЛМЭСИННИ ТЕРМОМЕХАНИКИ АНАЛИЗ

Магалә полиэтилентерeftалат (ПЭТФ) вэ полиэтилен (ПЭ) полимер плюнкаларынын электрик көннэлмэсинин термомеханики анализи өйрэнилмишидир. Мүэјјөн едилмишидир ки, электрик көннэлмэсинден сонра полиэтилен (ПЭ) плюнкасынын шүшэлэшмэ температуру артыр вэ гырылма узунлуғу азалар. ПЭТФ плюнкасында электрик көннэлмэсинин эиф режимләриндә јухарыдакы һадисә баш верир. Электрик көннэлмэси јүксәк көркислик шәраитиндә апарыланда әксинә, шүшэлэшмэ температуру азалыр, гырылма узунлуғу исә артыр.

U. A. Kabulov, S. A. Abasov

#### THERMOMECHANICAL ANALYSIS OF ELECTRICAL DEGRADATION PROCESS OF POLYETHYLENETEREPHTALATE AND POLYETHYLENE FILMS

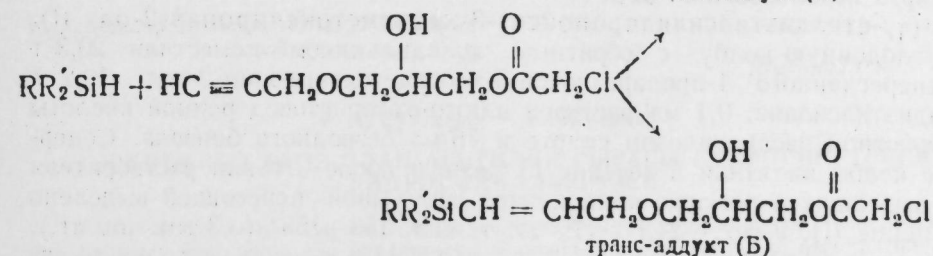
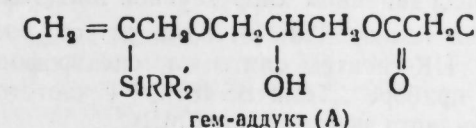
The electrical deterioration of PE and PETP films has been investigated. For crosslinking PE the vitrifying temperature is found to rise and the breakage stretching decreases; for intermediate PETP the  $T_c$  and  $E$  changed depend on deterioration conditions: for low conditions  $T_c$  rises and  $E$  decreases whereas for high conditions it occurs vice versa.

Р. А. СУЛТАНОВ, Р. Р. АХМЕДОВА

#### ГИДРОСИЛИРОВАНИЕ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ЭФИРОСПИРТОВ АЦЕТИЛЕНОВОГО РЯДА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Т. И. Шахтагинским)

Направление реакции каталитического гидросилирования карбофункциональных соединений ацетиленового ряда зависит как от природы функциональной группы, так и типа используемого катализатора [1]. Мы установили, что гидросилирование 1-пропаргилокси-3-хлорацетоксипропан-2-ола в присутствии платинохлористоводородной кислоты протекает в сторону образования смеси гем- и транс-изомеров по схеме.

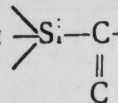


$R = \text{CH}_3$ , а  $R' = \text{C}_2\text{H}_5$  (I),  $\text{C}_3\text{H}_7$  (II), изо- $\text{C}_3\text{H}_7$  (III),  $\text{C}_4\text{H}_9$  (IV), изо- $\text{C}_4\text{H}_9$  (V);  $R' = \text{CH}_3$ , а  $R = \text{C}_6\text{H}_5$  (VI),  $\text{C}_6\text{H}_5$  (VII).

Состав и строение полученных аддуктов (I—VII) установлены с помощью ГЖХ, -ИК-спектров и спектров ПМР. Так, в спектре аддукта (I) имеется интенсивный пик в области  $1725 \text{ см}^{-1}$ , характерный валентным

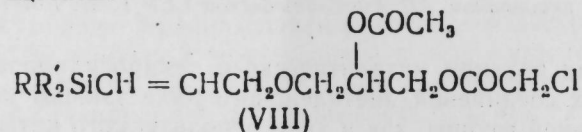
колебаниям  $\text{—C—}$  в  $\text{—OCOCH}_2\text{Cl}$ , а также размытая полоса поглощения с центром  $3465 \text{ см}^{-1}$ , принадлежащая колебаниям НО-группы с межмолекулярной водородной связью [2]. Максимум при  $1610 \text{ см}^{-1}$  однозначно характеризует связь  $\text{C}=\text{C}$  в винилчных производных кремния. Понижение значения этого максимума на  $50 \text{ см}^{-1}$  по сравнению с гомологами этилена, по-видимому, является следствием  $d\pi\text{—}P\pi$ -сопряжения, имеющее место в группировке  $\text{—Si—C}=\text{C}$  [3]. В спектре ПМР указан-

ного аддукта (I) наблюдается уширенный синглет концевых метиленовых протонов (C=CH<sub>2</sub>) изомера (A) с химсдвигом 5,57 м. д. Неразрешенный мультиплет олефиновых протонов (-CH=CH-) изомера (Б) проявляется в области 5,85—6,25 м. д. Синглет группы



имеет химсдвиг 4,28 м. д. и накладывается на дублет этой же группы -C=C-CH<sub>2</sub>-O- изомера (Б) с δ = 4,20 м. д. Судя по интегральной интенсивности протонов у двойных связей и данным хроматографического анализа, соотношение изомеров A:Б = 1:4.

Полученные хлоросодержащие эфироспирты легко вступают в реакцию с уксусным ангидридом, образуя при этом соответствующие кремний-органические ацетаты.



#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исходный 1-пропаргилокси-3-хлорацетоксипропан-2-ол, полученный присоединением хлоруксусной кислоты к пропаргилглицидиловому эфиру, имел т. кип. 123° (0,3 мм. рт. ст.),  $n_D^{20}$  1,4782,  $d_4^{20}$  1,2616.

ИК-спектры сняты на спектрофотометре UR = 20, а спектры ПМР на приборе „Tesla BS 487 C“ с частотой 80 Мгц. В качестве внутреннего стандарта использован ГМДС.

1-(γ-этилдидэтилсиллилпропокси)-3-хлорацетоксипропан-2-ол (I). В круглодонную колбу с обратным холодильником поместили 20,3 г свежеперегнанного 1-пропаргилокси-3-хлорацетоксипропан-2-ола, 10,2 г метилдидэтилсилана, 0,1 мл раствора платинохлористоводородной кислоты в абсолютном изопропиловом спирте и 75 мл безводного бензола. Содержимое колбы кипятили в течение 13 часов и после отгонки растворителя и не вошедших в реакцию компонентов вакуумной перегонкой выделено соединение (I), выход—24,1 г (79%), т. кип. 153—155° (0,3 мм. рт. ст.),  $n_D^{20}$  1,4762,  $d_4^{20}$  1,0777, MR 80,93, выч. 81,17. Найдено, %: С 50,36, 50,67; Н 8,02, 8,31; Cl 11,36, 11,62; Si 9,12, 9,36. C<sub>13</sub>H<sub>22</sub>ClO<sub>4</sub>Si. Вычислено, %: С 50,54; Н 8,16; Cl 11,49; Si 9,09.

Аналогично получены соединения (II—VII), свойства которых приведены в таблице.

Свойства кремний содержащих эфироспиртов\*

№ соед.	Выход, %	Т. кип., °С (0,3 мм. рт. ст.)	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	MR	
					найд.	выч.
II	73	165—167	1,4734	1,0469	90,34	89,77
III	57	162—164	1,4729	1,0451	90,43	89,77
IV	70	175—177	1,4744	1,0376	99,01	99,77
V	55	172—175	1,4741	1,0367	99,05	99,97
VI	89	180—183	1,5182	1,1378	91,36	91,97
VII	76	187—190	1,5219	1,1250	96,74	96,78

\* Найденный элементный соответствует вычисленному.

**Взаимодействие эфироспирта (I) с уксусным ангидридом.** К 18,5 г свежеперегнанного эфироспирта (I), содержащего 2 кан. концентрированной серной кислоты, при перемешивании постепенно приливали 7,2 г уксусного ангидрида. Смесь перемешивали еще 3 ч при 40°, а затем обработали водой. Отделили водный слой от органического и последний сушили над прокаленным хлористым кальцием. После отгонки не вошедших в реакцию компонентов из остатка вакуумной перегонкой выделено кремнеацетат (VIII), выход—17,0 г (81%), т. кип. 168° (0,3 мм. рт. ст.),  $n_D^{20}$  1,4660,  $d_4^{20}$  1,0821, MR 89,84, выч. 90,65. Найдено, %: С 51,42, 51,56; Н 7,67, 7,83; Cl 10,26, 10,02; Si 7,89, 8,17. C<sub>13</sub>H<sub>27</sub>ClO<sub>5</sub>Si. Вычислено, %: С 51,33, Н 7,55; Cl 10,11; Si 8,00.

#### Выводы

Изучена реакция присоединения триорганосиланов к 1-пропаргилокси-3-хлорацетоксипропан-2-олу в присутствии платинохлористоводородной кислоты. Установлено, что гидросиланы присоединяются к указанному ацетиленосодержащему эфироспирту исключительно по ацетиленовой связи с образованием смеси гем- и транс-изомеров с преобладанием последних. Полученные соединения легко вступают во взаимодействие с уксусным ангидридом, приводя к соответствующим кремнеацетатам.

#### Литература

1. Юрьев В. П., Салимгареева И. М. Реакция гидросилирования олефинов. — М.: Наука, 1982.
2. Казичина Л. А., Куплетская Н. Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. — М.: Высшая школа, 1971.
3. Бажант В., Хваловски В., Ратоуски И. Силиконы. — М.: Госхимиздат, 1960.

Сумгаитский филиал АЗИНЕФТЕХИМа  
им. М. Азизбекова

Поступило 16. V 1989

Р. А. Султанов, Р. Р. Әһмәдова

#### ТӘРКИБИНДЭ ХЛОР ОЛАН АСЕТИЛЕН СЫРАСЫ ЕФИРОСПИРТЛӘРИН ГИДРОСИЛИЛЛӘШМӘСИ

Мәгаләдә үзвн силанларын 1-пропаргилокси-3-хлорацетоксипропан-2-ола платинхлорид туршусу иштиракы илә бирләшмәси реакциясы өйрәнлимшдир. Мүәјјән олунмушдур ки, тәркибиндә асетилен рабитәси олан эфироспиртә гидросиланар анчаг үчгәт әләгә васитәсилә бирләширләр. Бирләшмә заманы алынн гарышығын тәркиби гем-ва транс-изомериндән ибарәтдир вә транс-изомери чохлаг тәшкил едир. Алынн дојмамаш бирләшмәләр асанлыгла сиркә анһидриди илә әләгәјә кирәрәк силисумасетатлар алыныр.

R. A. Sultanov, R. R. Akhmedova

#### THE HYDROSILYATION OF CHLORINE-CONTAINING ETHEROALCOHOLS OF ACETYLENE SERIES

The addition reaction of the triorganosilanes to 1-propargyloxy-3-chloroacetoxypropane-2-ol in the presence of platinumchloric acid has been studied. It has been established that the hydrosilanes are joined to the indicated acetylene-containing etheroalcohol exceptionally on acetylene bond with the formation of gem- and trans- isomer mixtures with the predominance of the latters. The obtained compounds easily enter into an interaction with the acetic anhydride leading to corresponding silico-acetates.

М. К. БАБАЕВ, Д. М. ГАНБАРОВ, чл.-корр. АН АзССР Х. С. МАМЕДОВ

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРДЕНИТОВОГО СЫРЬЯ  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

В стекольной промышленности большое значение имеет максимальное сокращение расхода материальных ресурсов, замена их более дешевыми и эффективными видами сырья. Около 30% производственных затрат составляют затраты на сырье. Стекольное производство Азербайджанской ССР до сих пор использует привозное издалека сырье, которое имеет повышенную себестоимость и удорожает в свою очередь готовую продукцию. Достижения современной науки позволяют выпускать более дешевое стекло на базе местных месторождений Азербайджана.

Ограниченность запасов стекольного сырья и возможность их истощения в будущем требуют вовлечения в хозяйственный оборот новых видов кремнеземсодержащего сырья, одним из которых являются цеолиты. Химический состав природных цеолитов позволяет использовать их в качестве основного стекольного сырья (табл. 1).

Таблица 2

Химические составы цеолитов из месторождений Азербайджанской ССР

Соединения	Морденит	Клиноптилолит	Анальцим	Гейландит	Ломонтит	Сколецит
SiO <sub>2</sub>	68,52	66,14	53,06	58,33	53,96	43,96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,54	14,25	18,45	18,03	21,72	27,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32	0,74	4,15	—	—	0,06
FeO	—	0,12	—	—	—	0,10
MgO	0,17	0,08	1,91	—	—	0,02
CaO	1,67	1,44	2,26	7,94	11,06	13,32
K <sub>2</sub> O	3,30	1,10	3,54	—	0,04	0,02
Na <sub>2</sub> O	1,69	0,44	6,68	0,40	0,80	0,62
TiO <sub>2</sub>	—	0,02	0,4	—	—	—
H <sub>2</sub> O	10,45	12,36	8,92	16,04	14,08	13,84
Сумма	100,66	99,69	99,71	100,74	101,66	99,92

Залежи цеолитов выявлены в различных районах Азербайджанской ССР. Это клиноптилолит Айдагского месторождения, Чананабский морденит, анальцим из Ханларского района и т. д. Цеолиты залегают поверхностно, что позволяет вести открытые разработки. Все месторождения цеолитов расположены вблизи от железных и автомобильных дорог, а также промышленных центров республики, поэтому перевозка сырья не будет вызывать больших транспортных расходов.

В некоторых рудах обычно присутствуют смеси цеолитов и целесообразно не отделять их друг от друга вследствие близости их химического состава и одинаковой специфичности обладаемых свойств. Кроме экономических соображений использование смесей цеолитов предпочтительно еще и потому, что варьированием количества смесей можно регулировать температуру ее плавления. Стеклокомпозиции можно получать из разнообразных цеолитов — морденита, клиноптилолита, анальцима, эрионита, гейландита, ломонтита, фиалипсита. В качестве сырья для получения стекол предпочтительнее морденит и клиноптилолит, т. е. высококремнеземные цеолиты. Плавление природных цеолитов с добавляемыми веществами, корректирующими химический состав стекла, происходит на 100—150°C ниже температуры плавления обычного промышленного стекла. Стекла получают желтого или светло-оливкового цвета, что объясняется присутствием железа в породах. В зависимости от степени окраски стекла его можно использовать по назначению. Комплексом изветных мер можно обесцветить получаемые стекла, но более целесообразно использовать их в качестве строительных, технических и художественных стекол. Кроме того выбор цеолитов является очень удачной перспективой для получения цветных стекол. Обычно краситель вводится в шихту или непосредственно в стекломассу. Недостатками такого способа являются: а) недостаточная скорость усвоения красителя стекломассой в непрерывном потоке, вследствие разобщенности частиц окрашивающего пигмента и плавня, б) неполное растворение красителей в стекле, что не обеспечивает достаточную степень равномерности окраски [1].

Нами предложен способ окрашивания стекла, включающий введение ионов красителя непосредственно в каркас цеолита: Как известно,

Нами предложен способ окрашивания стекла, включающий введение ионов красителя непосредственно в каркас цеолита. Как известно, структура цеолита представляет собой каркас, содержащий каналы и сообщающиеся между собой полости, в которых находятся катионы и молекулы воды. Катионы довольно подвижны, относительно слабо связаны с решеткой и обычно могут в той или иной степени обмениваться на другие катионы [2]. Используя и развивая это качество цеолитов, мы подвергаем их ионному обмену. Вместо щелочного и щелочноземельного катионов находящихся в каркасе цеолитов, вводятся катионы-красители, которые одинаково распределяются по всей структуре, чем определяют высокую равномерность окраски стекла, получаемой последующей плавкой цеолита. Ниже приводится пример получения синего стекла.

К 50 г порошкообразного цеолита морденита (250 мез) добавляют 200 мл 0,1 N раствора нитрата двухвалентного кобальта. Процесс ионного обмена ведется при перемешивании, в течение 8 ч. Нагревание до 70° значительно ускоряет реакции замещения каркасных ионов. По достижении 8 ч. в раствор добавляют порошкообразный плавень и смесь упаривают. В качестве плавня предлагается использование известняка-ракушечника, отходы которого на каменных карьерах образуют целые отвальные горы, и при этом решается не только экономическая задача, но и экологическая. Полученную после упаривания шихту плавят при 1300° в корундовых тиглях в течение 1,5 ч.

Из морденитового туфа получены синие, зеленые, желтые, коричневые, фиолетовые, черные стекла. Причем интенсивность окраски регулируется степенью ионного обмена.

Цеолитовые стекла по физико-химическим свойствам не уступают обычным, а по некоторым качествам и превышают. Например, вследствие повышенного содержания Са и Al в стеклах стойкость их к щелочам и воде выше щелочестойчивых (табл. 2) промышленных циркониевых стекол [3].

Таблица 2

Сравнительные данные по щелочестойчивости стекол

Время, ч	Морденитовое стекло из местных ресурсов	Цеолитовое стекло по Макенди	E-стекло	Промышленная щелочестойчивость стекла
24	3,41	3,53	28,17	2,10
48	4,28	3,97	35,78	4,34
72	5,15	5,08	41,94	5,90

Примечание. Химическая устойчивость определялась по потере массы 10,8 г стекла, обработанного 400 см<sup>3</sup> 5%-ным раствором NaOH при 90° в течение 24, 48 и 72 ч, выраженной в пропитах.

Морденитовые стекла можно использовать для получения стеклокристаллических материалов путем плавления цеолита с последующим управляемым охлаждением. Синтез стеклокристаллических материалов предпочтительно вести в тех системах, где выделяются минеральные фазы, которые могут придать полученному материалу высокие физико-химические и химические свойства. Такими кристаллическими фазами, идентифицируемыми в морденитовой стеклокерамике, является анортит и диопсид. Несмотря на то, что исследование кристаллизационной способности этих стекол методом массовой кристаллизации показало, что они проявляют склонность к объемной кристаллизации без введения дополнительных инициаторов кристаллизации, использованием TiO<sub>2</sub> и ZrO<sub>2</sub> можно ускорить кристаллизацию и регулировать физико-механические свойства полученных материалов.

Щелочестойчивость морденитовых стекол и стеклокристаллических материалов играет большую роль, особенно для декоративно-отделочных материалов, т. к. они большей частью эксплуатируются в высокощелочных средах, а именно — в цементно-песчаных, цементно-полимерных растворах и бетонах.

В настоящее время все необходимые теоретические и технико-экономические предпосылки для организации производства качественно новых долговечных декоративно-отделочных и высокохудожественных стеклокристаллических материалов на основе цеолитового сырья.

#### Литература

1. Коцик И., Небрженский И., Фандерлик И. Окрашивание стекла. — М. Стройиздат, 1983.
2. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. — М.: Мир, 1976.
3. Mackenzie J., Horiuchi T. Пат. РСТ № 84/9136, 1984.

Институт неорганической и физической химии АН АзССР

Поступило 27. III 1989

М. К. Бабаев, Д. М. Гамбаров, | Х. С. Мамедов |

#### КРИСТАЛЛИК ШҮШӘ МАТЕРИАЛЛАРЫНЫҢ АЛЫНМАСЫНДА МОРДЕНИТ ТӘРКИБЛИ ХАММАЛЛАРЫҢ ИСТИФАДӘ ПЕРСПЕКТИВЛӘРИ

Шүшә вә кристаллик шүшә материалларының алынмасы мәгсәдилә морденит сүхурларының истифадеәлуна имкашлары ашкар едилмишидир. Сүхур әсасында рәклик

шүшәләрин алынма үсәлу тәклиф олуимуш, онларын гәләви мүһитинә давамлылығы тәдгиг едилмишидир.

M. K. Babayev, D. M. Gambarov, | Kh. S. Mamedov |

#### THE PROSPECTS OF UTILIZATION OF MORDENITE RAW FOR OBTAINING OF GLASSCERAMIC MATERIALS

Was revealed a degree of prospectiveness of mordenite raws utilization for obtaining of glass and glassceramic materials. Was suggested the method of glass colouring on the basis of zeolite raws.

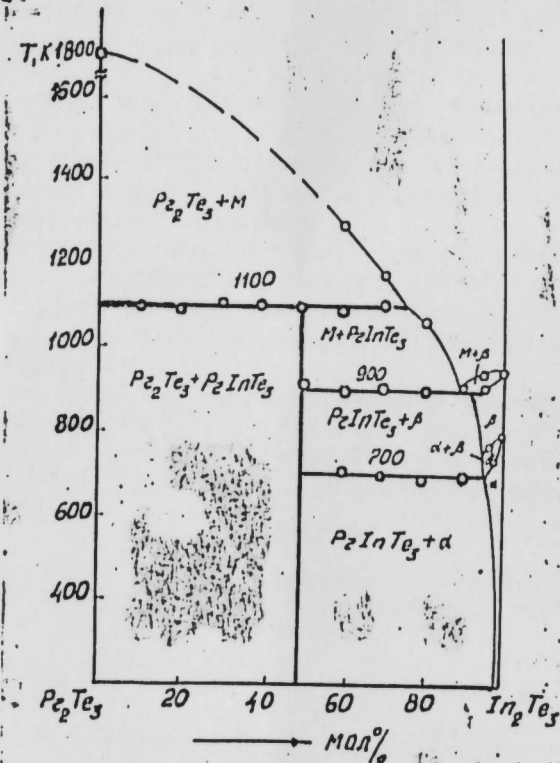
Was investigated an alkali-resistance of mordenite glasses.

А. Б. АҒАҶЕВ, Азәрб. ССР ЕА мұхбир үзвү П. Ы. РҮСТӘМОВ  
Л. М. МӘММӘДОВА, Х. М. МУСАҶЕВА

**$\text{Jn}_2\text{Te}_3$ — $\text{Pr}_2\text{Te}_3$  СИСТЕМИНИН ТӘДГИГИ**

Индиумун халкокенидләри оптики хассәли маддәләрдир.  $\text{Jn}_2\text{Te}_3$ -үн  $\alpha$ - вә  $\beta$ - модификасиялары мәлумдур. Мүәҗҗән едилмишдир ки, индиумун сесквитемуриди 300—900 К температур интервалында жарымкечиричи хассә көстәрир III. Онуң гадаған олуңмуш золағынын ени 1,0 еВ-дур. Бу бирләшмәнин оптики хассәләри өҗрәнилмиш, мүәҗҗән едилмишдир ки, һәм  $\alpha$ -, һәм дә  $\beta$ - модификасиялар фотокечиричи маддәләрдир.

Празеодиумун сески теллуриди дә ( $\text{Pr}_2\text{Te}_3$ ) жарымкечиричи хассәли олуб, гадаған олуңмуш золағынын ени  $\Delta\epsilon = 1,3$  еВ-дур [2]. Она көрә дә  $\text{Jn}_2\text{Te}_3$ — $\text{Pr}_2\text{Te}_3$  системиндә кимҗәви гаршылыгы тәсириң характериниң өҗрәнмәси марағ кәсб едир. Бу мәҗсәд үчүн башланғыч компонентләр дә даһил олмағла 13 нүмунә синтез едилмишдир. Синтез бирбаша үсулла стехиометрик миғдарда көтүрүлмүш тәркиб элементләри әсасында

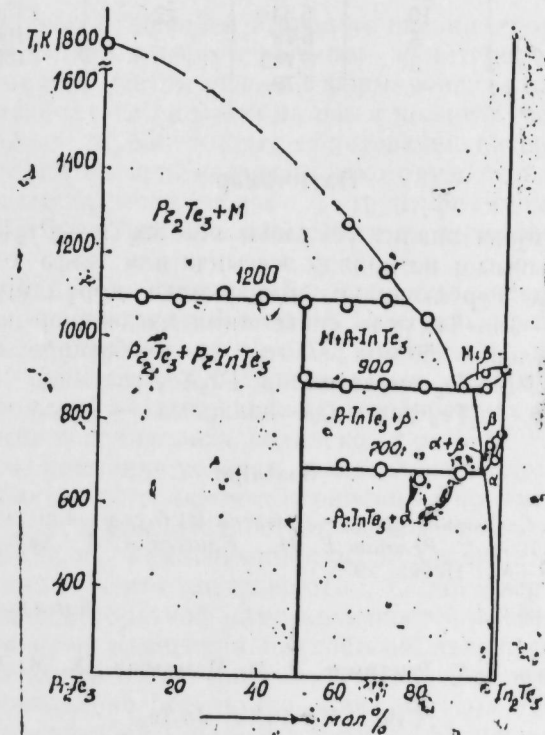


1-чи шәкил.  $\text{PrTe}$ — $\text{Jn}_2\text{Te}_3$  системиниң һал диаграмы.

бирзоналы печләрдә апарылмышдыр. Синтез заманы максимал температур 1300 К олмушдур. Нүмунәләри һопокенләшдирмәк мәҗсәдилә 1000 К-дә вә 40 саат мүддәтиндә дәмләмә апарылмышдыр.

Алынмыш бирчинели нүмунәләр физики-кимҗәви анализини мұхтәлиф үсуллары илә тәдгиг едилмишдир. Дифференциал-термики вә ренткенгурулуш анализләриниң нәтичәләринә әсасән системиниң һал диаграмы гурулушундур (1-чи шәкил) Диаграмдан көрүндүҗү ки,  $\text{Jn}_2\text{Te}_3$ — $\text{Pr}_2\text{Te}_3$  кәсији  $\text{Pr}$ — $\text{Jn}$ — $\text{Te}$  үчлү системиниң квазибинар кәсијидир. Системдә компонентләриң 1:1 нисбәтиндә перитеттик типли  $\text{Pr}_2\text{JnTe}_3$  үчлү бирләшмә алыныр. Бу бирләшмәнин әримә температуру 1100 К-дир. Системдә  $\text{Jn}_2\text{Te}_3$  әсасында ~2 мол % һәллолма мұшәһидә едилмишдир.  $\text{Pr}_2\text{Te}_3$  әсасында һәллолма мүәҗҗән едилмәмишдир.

Системдә әмәлә кәлән үчлү бирләшмәнини  $\text{Jn}_2\text{PrTe}_3$ -үн фәрдилији микрогурулуш вә ренткенгурулуш анализләри васитәсилә тәсдиг едилмишдир.  $\text{Jn}_2\text{Te}_3$ — $\text{Pr}_2\text{Te}_3$  системни әрнитиләриниң штрих диаграмлары 2-чи шәкилдә верилмишдир.



2-чи шәкил.  $\text{Jn}_2\text{Te}_3$ — $\text{Pr}_2\text{Te}_3$  системни әрнитиләриниң штрих диаграмы.

Башланғыч компонентләрдә даһил олмағла нүмунәләриң сыхлығлары вә микробәркликләри өлчүлмүш, алынан нәтичәләр ашағыдакы чәдвәлдә верилмишдир.

Нүмунәләриң һаваја, суја, үзви һәлледичиләрә вә минерал туршуларә гаршы мұнасибәти өҗрәнилмишдир. Нүмунәләр һаваја, үзви һәлледичиләрә вә суја давамлыдыр, минерал туршуларда исә һәлл олур.

$Jn_2Te_3$ — $Pz_2Te$  системм эринтилэринини сыхлыглары  
вэ микробаркликлэри

Тэркиб: мол %		Сыхдыг, г/см <sup>3</sup>	Микробарклик, кг/мм <sup>2</sup>	
—	100	6,86	72	154
10	90	6,73		
20	80	6,63		
30	70	6,5	75	163
40	60	6,42		
50	50	6,39		
60	40	6,18		
70	30	5,94		
66,7	33,3	6,00		
80	20	5,73		
90	10	5,54	72	154
95	5	5,79		160
97	3	5,783		186
100	—	5,78		

Нэтичэлэр

1. Физики-химияви анализ үсуллары илэ  $Jn_2Te_3$ — $Pz_2Te_3$  системн тэдгиг олуумуш, алынмыш нэтичэлэр эсасында илк дэфэ оларат бу системн хал диаграммы гурулмушдур. Диаграмдан көрүндүү кими,  $Jn_2Te_3$ — $Pz_2Te_3$  кэсији  $Pz$ — $Jn$ — $Te$  үчлү системинин квазибинар кэсијидир.

2. Компонентлэрин 50 мол : 50 мол % нисбэтинде системдэ перитектик бирлэшмэ  $PzJnTe_3$  эмэлэ кэлир.  $Pz_2Te_3$  эсасында хэллөлма мүәјјән едилмәмишдир.  $Jn_2Te_3$  эсасында хэллөлма ~2 мол % тәшкил едир.

Әдәбијјат

1. Медведова З. С. Халькогениды элементов III б подгруппы периодической системы. —М.: Наука, 1968. 2. Рембаи Е. И., Елисеев А. А. Халькогениды кедкозительных элементов. —М.: Наука, 1975.

С. М. Киров адына АДУ

Алынмышдыр 14. VI 1989

А. Б. Агаев, П. Г. Рустамов, Л. М. Мамедова, Х. М. Мусаева

СИСТЕМА  $PzTe$ — $Jn_2Te_3$

На основе полученных данных впервые построена диаграмма состояния системы  $PzTe$ — $Jn_2Te_3$ . Она является квазибинарным сечением тройной системы  $Jn$ — $Pz$ — $Te$ .

При соотношении компонентов 50 моль. % : 50 моль % в системе образуется инконгруэнтно плавящееся тройное соединение  $PzJnTe_3$ .

М. И. ИСАЕВА, Н. Р. МАМЕДОВА

ВОЖУО ХАҶВОНЭПОТОСИЭГИ ЭИНЭНЭГЬСӘ  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АТЛАНТИКИ И ЮЖНОГО КАСПИЯ  
ПАЛЕОМАГНИТНЫМ МЕТОДОМ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. Ф. Мехтиевым)

Изучение донных отложений Мирового океана с помощью палеомагнитного метода является весьма важным и интересным, поскольку в донных отложениях с учетом условий формирования осадка в большинстве случаев предполагается максимальная полнота геологической летописи. Исследования глубоководных образований интересно еще и тем, что дают факты, позволяющие внести некоторую ясность в дискуссионный до настоящего времени вопрос о структуре геомагнитной эпохи Брюнес, а также дополнить палеомагнитную стратификацию плиоцен-плейстоцена.

В настоящей работе проводились палеомагнитные исследования донных осадков экваториальной области Центральной Атлантики и Южного Каспия. Коллекция образцов была отобрана из пяти трубок, поднятых с глубин 4000—5000 м. Атлантического океана в 40 рейсе НИС «Академик Курчатов» и шести скважин, пробуренных в Южном Каспии в районе Бакинского архипелага, недалеко от о. Лось.

Принимая во внимание условия и длительность хранения изученной коллекции, стабильность осадков к переменным полям, нагревам и времени, детальность и комплেকтностью лабораторных исследований естественной остаточной намагниченности, полученные палеомагнитные результаты можно считать достоверными. О достоверности выделения горизонтов прямой и обратной намагниченностей в колонках свидетельствуют согласованные изменения наклона, закономерные изменения величины естественной остаточной намагниченности в процессе магнитных чисток и совпадение результатов двух методов магнитной чистки.

Исходя из изложенного, палеомагнитное обоснование выделенных в колонках донных отложений зон разной полярности следует признать достоверными и считать эти зоны отражением действительной истории геомагнитного поля Земли.

Исследуя колонки из тропической области Атлантического океана, некоторые исследователи границу плиоцен-плейстоцена проводят по нижней части события Олдувей палеомагнитной эпохи Матуяма [1, 2, 3]. В данной работе в колонке океанических осадков ст. 4318 граница плиоцен-плейстоцена также проходит по основанию события Олдувей, которое с достаточной уверенностью выделено палеомагнитными исследованиями в апшеронских отложениях. Стратиграфически ниже в интервале глубин 1,5—1,8 м выделено событие непрямо́й полярности, которое можно сопоставить с событием Реюньон магнитохронологической шкалы А. Кокса [4].

В колонках океанических осадков в интервалах мощностей 0—25 см, 0—0,5 м, 0—0,75 м, 0,45—0,85 м, 0;—1;5 м в голоценовое и плейстоценовое время выделены зоны обратной полярности. Согласно абсолютным датировкам они могут идентифицироваться с событием Гетеборг шкалы А. Кокса, длительность которого составляет 2—3 тыс. лет [4, 5, 6]. Следующие интервалы обратной полярности 0,85—2,3 и 1,0—1,5 м соответствуют согласно абсолютной датировке событию Блейк [4, 7, 8, 9, 10]. В интервалах мощностей 1,8—2,0, 1,8—3,0 и 2,8—3,7 м выделены зоны обратной полярности, соответствующие выделенному в ряде советских и иностранных работ эпизоду эпохи Брюнес Днепр-Чеган, достоверность и планетарный характер которого доказан [5, 11, 12, 13].

В донных отложениях Южного Каспия впервые в интервалах глубин 0—10 м (скв. 474—477) выделены зоны обратной намагниченности

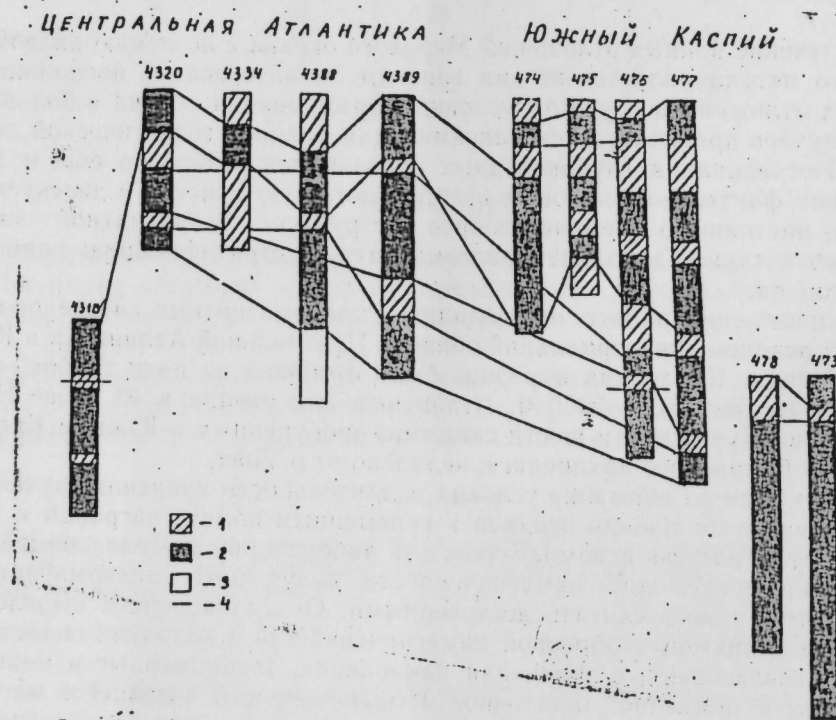


Схема корреляции палеомагнитных зон донных осадков Атлантического океана и Каспийского моря:  
1 — зона прямой намагниченности; 2 — зона обратной намагниченности;  
3 — зона аномальной намагниченности; 4 — линии корреляции

в новокаспийское время. В данном интервале зафиксировано событие Этруссия, выделенное в каспийских отложениях [15]. Эта зона имеет важное стратиграфическое и корреляционное значение для стратиграфии голоценовых и верхнеплейстоценовых отложений. В интервалах глубин 20—60 м во всех 4-х скважинах четко фиксируется событие Гетеборг, выделенное еще в океанических осадках. Данное событие установлено при исследовании донных осадков Черного моря, Индийского океана, Атлантического океана, Каспийского моря [5, 6, 8]. Событие сложное, содержит внутри периода обратной полярности интервал, когда переполюсовка поля не прошла до конца экскурсию. Смена полярности быстрая. В скважинах 476 и 477 в интервалах 65—60 и 65—87 м выделена зона

обратной полярности, сопоставляемая с событием Блейк, выделенной в океанических осадках. Стратиграфически ниже в скв. 477 в интервале 92—100 м зафиксирована еще одна зона обратной полярности, соответствующая эпизоду Днепр-Чеган. В скв. 473 и 478, донные отложения которых представлены апшеронским возрастом, выделены зоны прямой полярности в верхах апшерона. Они соответствуют событию Харамильо палеомагнитной эпохи Матуяма [4].

Сопоставим результаты палеомагнитных исследований донных отложений Центральной Атлантики и Южного Каспия (рисунок 1). События обратной полярности Гетеборг, впервые установленные в Швеции [14], выделяются в донных осадках Атлантического океана и Каспийского моря. Абсолютный возраст 10—12 тыс. лет. Длительность события 2 тыс. лет. Установлен и доказан его планетарный характер [5, 6, 8, 14]. Таким образом, данное событие является надежным и жестким палеомагнитным репером при корреляции и расчленении верхнего плейстоцена. В океанических донных осадках событие Гетеборг фиксируется в голоценовых и верхнеплейстоценовых осадках, а в Каспийском море — верхнехазарских осадках.

Событие обратной полярности Блейк в интервале 108—114 тыс. лет впервые установлено А. Коксом и вынесено на магнитохронологическую шкалу как реперный уровень [4]. Событие Блейк прослеживается в океанических осадках (ст. 4320, 4389) и в Каспийском море (скв. 476, 477). По палеомагнитным данным событие соответствует верхнехазарскому времени [15]. Событие Днепр-Чеган выделено в донных океанических осадках 3-х станций и в морских осадках скв. 477. По результатам палеомагнитных исследований данных реперный уровень соответствует нижнехазарскому времени [5, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Детальное палеомагнитное исследование донных осадков Атлантического океана и Каспийского моря позволили расчленить плейстоценовые отложения, провести межрегиональную корреляцию и датировать выделенные геологические события в абсолютных цифрах. Таким образом исследования донных осадков морей и Мирового океана дают важные сведения для создания планетарной палеомагнитной стратиграфической шкалы плейстоцена. По имеющимся данным геомагнитная стратиграфическая шкала плейстоцена и служит необходимыми реперами при создании детальной стратиграфической шкалы четвертичных полярности, которые должны иметь место в палеомагнитной хронологии эпохи Брюнес осложнена по меньшей мере восемью событиями обратных отложений.

#### Литература

1. Phillips J. D., Berggren W. A., Bertell A., Wall D. Paleomagnetic stratigraphy and micropaleontology of three deep-sea cores from the central North Atlantic Ocean. —Earth and Planet. Sci. Lett., 1968, 4. 2. Glass B., Ericson D. B., Neozen B. C., Opdyke N. D., Glass J. A. Geomagnetic reversals and Pleistocene chronology. —Nature, 1967, 216. 3. Ericson D. B., Ewing M., Wollin G. The pleistocene epoch in deep-sea sediments. —Science, 1964, 146. 4. Cox E. Geomagnetic polarity reversals. —Science, 1969, 163, № 3864. 5. Третьяк А. Н. Естественная остаточная намагниченность и проблема палеомагнитной сфазификации осадочных толщ. —Киев: Наукова думка, 1983. 6. Алиулла Х., Слободяник В. М. В кн. Физические и океанологические исследования в тропической Атлантике. —М.: Наука, 1968. 7. Багина О. Л., Безруков П. Л., Демиденко Е. Л. и др. Палеомагнетизм глубоководных осадков Индийского океана. —Киев: Наукова думка, 1973. с. 60—63. 8. Третьяк А. Н., Вигилинская Л. И. —Тез. докл. III съезда по геомагнетизму. —Киев, 1986. 9. Зубаков В. А. В кн. Чтение памяти Л. С. Берга. —Л.: Наука, 1968, с. 17—63.



10. Зубиков В. А., Кочегура В. В. Магнитохронологическая шкала новейшего этапа (5 млн. лет). — Результаты исслед. по международн. геофиз. проектам. Геомагн. исследования, 1976, № 17, с. 37–41. 11. Куликов О. А., Трухин В. И., Фаустов С. С. О новой инверсии геомагнитного поля в период эпохи максимального оледенения. — Киев: Наукова думка, 1973. 12. Стэйси Ф. Физика Земли. — М.: 1972. 13. Исаева М. И. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. — М., 1971. 14. Morner N. A. Lanser J. Gotenburg magnetic flip. — Nature phys. Sci., 1971, 251, N 5474, p. 402. 15. Гурарий Г. Э., Нечаева Т. Б. и др. Тонкая структура древнего геомагнитного поля: современное состояние и проблемы. — М.: Наука, 1988.

Институт геологии АН АзССР

Поступило 28. III 1989

М. И. Исаева, Н. Р. Мамедова

### ПАЛЕОМАГНИТ-МЕТОДУ ИЛЭ МӘРКӘЗИ АТЛАНТИКА ВӘ ЧӘНУБИ ХЭЗЭРИН АЛТ ПЛЕЙСТОСЕН ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИН АЈРЫЛМАСЫ

Мәгаләдә Атлантик океанынын мәркәзи һиссәси (5 сүтун) вә Чәнуби Хәзәри (екватин) Алт Плейстосен чөкүнтүләринин әтрафлы палеомагнит тәдгигатлары кечирилмишдир. Дүз вә әкс зиддијәтләрин зонасы ајрылмыш, палеомагнит реперләр тәјин едилмиш вә онларын көмәји илә алт чөкүнтү парчаланмасы кечирилмишдир.

Кечирилмиш тәдгигатлар плюсен-плейстосенин планетар, палеомагнит, стратиграфик шкаласынын јаранмасы үчүн мүһүм мәлүматлар верир.

M. I. Isayeva, N. R. Mamedova

### DIVIDING OF PLEISTOCENE BOTTOM SEDIMENTS IN THE CENTRAL ATLANTIC AND SOUTH CASPIAN BY PALEOMAGNETIC METHOD

Conducted are detailed paleomagnetic investigations of pleistocene bottom sediments of central part of the Atlantic Ocean (5 cores) and South Caspian (6 wells). Distinguished are zones of normal and reversal polarity. Determined are paleomagnetic bench marks with the help of those a bottom sediments dividing is conducted. These investigations give important information for creation of planetary paleomagnetic stratigraphic scale of pliocene-Pleistocene.

УДК 547.313.3

НЕФТЕХИМИЯ

В. В. АТЛАС, К. М. МУСАЕВ, Ф. Д. САФРАЛИЕВА, Л. В. АРАКЕЛОВА,  
Т. К. ПЛАКСУНОВ

### НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕАКЦИИ МЕТАТЕЗИСА ГЕКСЕНА-1

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. А. Далиным)

Ранее было показано [1], что метатезис гексена-1 с высокой активностью и селективностью протекает на алюмо-молибденовых катализаторах. Введение в состав катализатора различных модификаторов позволяет не только повысить эффективность процесса, но и изменить молекулярно-массовое распределение получаемого продукта.

Нахождение оптимальных условий реакции и изучение их влияния на метатезис гексена-1 проводилось методом факторного планирования эксперимента. В качестве параметров оптимизации были приняты: конверсия ( $Y_1$ ), селективность ( $Y_2$ ) и выход целевых продуктов: фракция  $C_7 \div C_{10}$  и  $C_{11} \div C_{18}$  ( $Y_3$ ), а в качестве управляемых факторов: температура реакции, давление, массовая скорость по гексену-1 и концентрация модификатора (таблица 1).

Факторы, уровни варьирования и нулевые уровни

№ пп.	Фактор	Коловое обозначение	Уровни варьирования		
			-1	0	+1
1	Температура, °С	$X_1$	100	120	140
2	Давление, мПа	$X_2$	0,7	1,2	1,7
3	Массовая скорость, г/в кг ч	$X_3$	3,5	4,5	5,5
4	Концентрация модификатора, $C_{\text{мод}}/C_{\text{мо}O_2}$	$X_4$	$2,0 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$	$6,0 \times 10^{-2}$

Обработка экспериментальных данных, полученных по полному факторному плану второго порядка объемом  $N=16$  опытов для четырех факторов без нулевой точки, показала, что модель и неполная модель второго порядка неадекватны для описания зависимости и селективности от условий реакции. Поэтому был реализован план второго порядка объемом  $N=25$  оп. Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ методами регрессионного анализа по программе

Найденные численные оценки коэффициентов регрессии и проверка их значимости и адекватности эксперименту по  $t$  — и  $F$ -критериям позволила получить приближенные зависимости выбранных объектов оптимизации, имеющие вид:

для модификатора  $M_1$ :

$$Y_1 = 78,90 + 10,10 X_1 + 3,67 X_2 + 1,63 X_4 = 20,40 X_1^2 + 2,80 X_2^2$$

$$Y_2 = 82,68 = 51,2 X_1 + 1,80 X_2 + 2,17 X_4 = 11,81 X_1^2 = 2,61 X_2^2 = 3,67 X_4^2 =$$

$$= 2,57 X_1^2 = 1,94 X_1 X_2 + 1,70 X_2 X_4$$

$$Y_3 = 63,70 + 2,59 X_1 + 4,02 X_2 + 1,30 X_4 = 23,60 X_1^2 = 2,35 X_2^2 = 2,35 X_4^2 =$$

$$= 1,95 X_1 X_2 + 1,19 X_2 X_4 + 1,51 X_1 X_4$$

для модификатора  $M_2$ :

$$Y_1 = 90,82 + 1,53 X_1 = 2,27 X_2 = 3,68 X_4 = 11,83 X_1^2$$

$$Y_2 = 68,20 = 4,65 X_1 = 2,87 X_2 + 1,42 X_4 = 9,60 X_1^2 = 1,24 X_2^2 = 2,94 X_4^2$$

$$Y_3 = 36,11 = 2,60 X_1 = 1,71 X_2 + 1,25 X_4 = 9,60 X_1^2 = 1,05 X_2^2 = 1,05 X_4^2$$

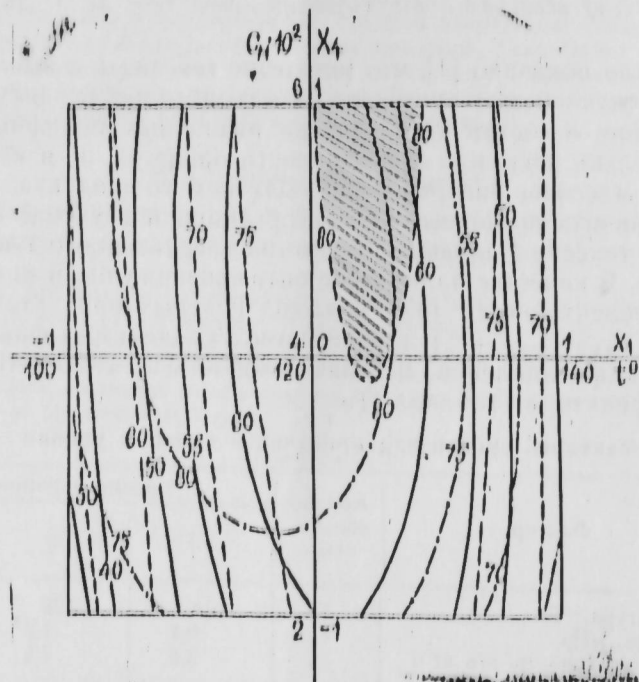


Рис. 1. Контурные линии конверсии (штрих-пунктирная), селективности (пунктирная) и выхода целевой фракции (сплошная) реакции метатезиса гексена-1 как функции  $x_1$  и  $x_4$  при фиксированных значениях факторов:  $x_2=0$ ;  $x_3=0$ . Модификатор  $M_1$ .

Полученные зависимости показывают, что давление ( $X_2$ ) и массовая скорость ( $X_3$ ) оказывают незначительное влияние на процесс. Поэтому контурные диаграммы конверсии, селективности и выхода целевых фракций (рис. 1, 2) были построены как функции температуры реакции  $X_1$  и концентрации модификаторов  $X_4$  при фиксированных значениях давления  $X_2=0$  и массовой скорости  $X_3=0$ .

Как видно из полученных диаграмм, метатезис гексена-1 на алюмо-молибденовом катализаторе с модификатором  $M_1$  эффективно протекает

в довольно узком температурном интервале  $120-130^\circ\text{C}$ , концентрация модификатора может варьироваться от  $3,8$  до  $6,0 \cdot 10^{-2}$ . В этих условиях суммарная конверсия гексена-1 достигает  $80\%$ , выход фракции  $C^7=C^{10}$  составляет  $60\%$  при селективности по  $C^7=C^{10} \sim 80\%$  (рис. 1).

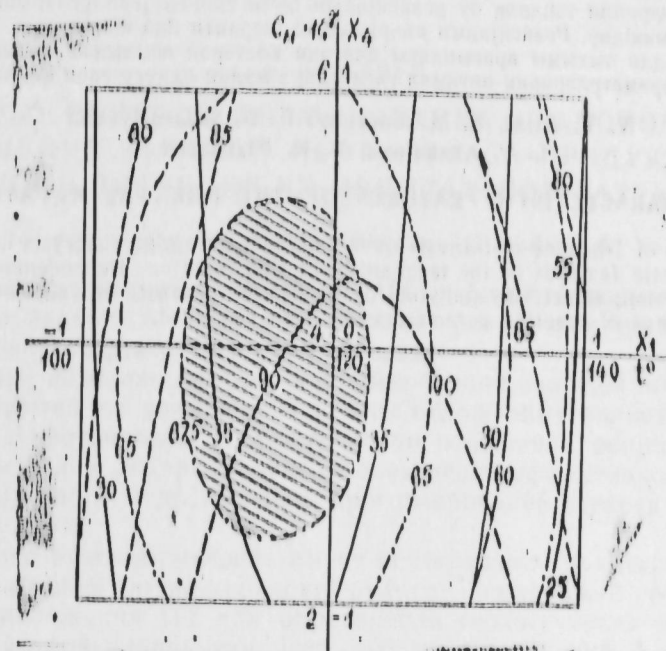


Рис. 2. Подпись та же, что и в рис. 1. Модификатор  $M_2$ .

При введении в катализатор модификатора  $M_2$  характер указанных зависимостей сохраняется (рис. 2). Область оптимальных значений параметров несколько смещается в сторону более низких температур  $110-125^\circ\text{C}$  и более низких концентраций модификатора  $M_2$   $2,5-4,6 \cdot 10^{-2}$ . В этих условиях оптимальная конверсия составляет  $90\%$ , селективность по олефинам  $C^7-C^{10} \sim 60-65\%$ . Состав полученного продукта изменяется в сторону увеличения выхода фракции  $C^{11}-C$  до  $35\%$ .

Отклонение от области оптимальных значений параметров в ту или иную сторону приводит к снижению эффективности процесса.

Таким образом, методами математической статистики найдены зависимости, с достаточной степенью приближения описывающие связь конверсии, селективности и выхода целевых продуктов с условиями проведения реакции, и определены оптимальные значения основных параметров, при которых реакция протекает с достаточно высокой эффективностью.

#### Литература

Камбаров Ю. Г., Агас В. В. и др. Сб. Мономеры и полупродукты для нефтехимического синтеза. — М., 1983, с. 65—69.

Всероссийский научно-исследовательский институт по получению и переработке низкомолекулярных олефинов

Поступило 3. IV 1989

В. В. Атлас, К. М. Мусаев, Ф. Д. Сәфәрәлијева, Л. В. Аракелова, Т. К. Плаксунов

**ГЕКСЕН-1-НИ МЕТАТЕЗИСИ РЕАКСИЈАСЫНЫН БӘЗИ  
ГАНУНАУЈГУНЛУГЛАРЫ**

Алумолибден катализаторлары иштиракы илә гексен-1-ни метатезисини тәд-  
гигини нәтичәләрини тәһлил бу реаксияны бәзи ганунаујгунлуғларыны ашкар ет-  
кәјә имкан вермишир. Реаксияны апарылмасы шәранти илә конверсия, селективлик  
вә мөгсәдли маддә чыхымы арасындакы әлағәни көстәрән асыллығ тапылмышдыр.

Реаксия параметрләрини оптимал гижәтләрә малик олдуғу сәһә көстәрилмишир.

V. V. Atlas, K. M. Musayev, F. D. Safaraliyeva,  
L. V. Arakelova, T. K. Plaksunov

**SOME CHARACTERISTIC FEATURES OF THE 1-HEXENE METATHESIS**

The studies of 1-hexene metathesis over molybdena-alumina catalysts have revealed  
some characteristic features in the mechanism of this reaction. Dependences have been  
found of conversion, selectivity and yield of the desired products on reaction conditions.  
Optimum range of reaction parameters has been described.

УДК 543.982

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ

Б. Ш. АЛИЕВ

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ  
РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА ПРОДУКТИВНОЙ  
ТОЛЩИ И ЗНАЧЕНИЕ ИХ ПРИ ШАХТНОЙ РАЗРАБОТКЕ**

*(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. Ф. Мехтиевым)*

Отложения продуктивной толщи (ПТ) в Азербайджане до настоящего  
времени являются основным объектом разработки по целому ряду  
месторождений нефти и газа.

Поэтому, изучение процессов формирования залежей нефти и газа и  
закономерностей их размещения в этих отложениях является одним из  
важных в теоретическом и практическом отношении вопросов, от пра-  
вильного решения которых зависит повышение эффективности геолого-  
разведочных работ и достоверное прогнозирование перспектив нефтега-  
зоносности.

Не менее важное значение имеет исследование процессов формиро-  
вания и выяснение закономерностей размещения залежей нефти, приуро-  
ченных к отложения ПТ при определении геологических основ рацио-  
нальной шахтной разработки нефтяных месторождений Азербайджана.  
Это связано с тем, что в ряде случаев в силу конкретных геолого-тектон-  
ических условий (раздробленность месторождений, обилие разрывных  
нарушений, наличие тектонических окон) нефтегазовые залежи подвер-  
гаются гипергенным изменениям, в том числе окислению, осернению, а  
также дифференциации. В таких условиях в связи с резким изменением  
физико-химических свойств нефти разработка залежей обычными мето-  
дами становится невозможной, и если ресурсы углеводородов в таких  
залежах велики, то они могут служить объектами шахтной разработки.

Как известно, вопросы формирования нефтегазовых залежей про-  
дуктивной толщи наиболее полно разработаны А. А. Ализаде, Б. Қ. Ба-  
базаде, В. В. Вебером, В. А. Гориним, Ш. Ф. Мехтиевым, В. С. Кастрю-  
линым, В. С. Мелик-Пашаевым, П. И. Потаповым, С. Г. Салаевым,  
В. Е. Ханним и др. Не останавливаясь на рассмотренных исследовани-  
ях этих авторов заметим, что взгляды их на этот счет большей частью  
не только различны, но и взаимоисключающие.

При рассмотрении процессов формирования залежей нефти и га-  
за необходимо прежде всего осветить вопросы:

а) об источниках генерации нефти и газа; б) о путях миграции  
флюидов; в) о времени и этапах миграции; г) о фазовом состоянии миг-  
рирующих флюидов.

Поскольку мы не занимались проблемой генезиса, то разделяем  
взгляды И. М. Губкина и его сторонников, считающих, что нефтегазовые  
залежи ПТ являются вторичными, образовавшимися за счет флюидов и  
мигрировавших из нижесложенных комплексов отложений.

Заметим, что вопрос о путях миграции флюидов в настоящее время не является дискуссионным и, пожалуй, можно считать общепризнанным мнение исследователей, признающих такими путями разрывные нарушения.

В одних случаях они являются проводниками нефти и газа и служат путями для вертикальной миграции из глубокозалегающих отложений в вышележащие и на дневную поверхность, в других — являются тектоническими экранами на пути латеральной миграции нефти и газа, способствуют образованию тектонически экранированных залежей. Следовательно, выполняя различные функции, тектонические разрывы в нефтегазовых месторождениях играют как положительную роль, так и отрицательную. Поскольку проводящие разрывы являются путями для вертикальной миграции нефти и газа, с одной стороны, они способствуют поступлению УВ из глубоких зон в вышележащие и, следовательно, в результате образуются новые залежи, а с другой стороны — по трещинам этих разрывных нарушений углеводороды выходят на дневную поверхность, т. е. разрушаются нефтегазовые залежи.

Известно, что разрывы по времени также могут играть различную роль в формировании залежей УВ, т. е. в положительную и отрицательную; могут быть то проводящими, то экранирующими, а то и вообще непроводящими.

Тектонические разрывы, выделенные по времени образования и развития, т. е. конседиментационные и постседиментационные, также могут быть и проводящими и экранирующими, в условиях отложений ПТ, хотя конседиментационные больше выполняют роль проводников, а постседиментационные — роль экранов. Разрывы, входящие на дневную поверхность, несомненно, больше играют отрицательную роль в сохранении уже образовавшихся залежей нефти и газа и способствуют их нарушению. При этом выход на дневную поверхность УВ может быть кратковременным, но энергичным (при извержении грязевых вулканов) или слабым, но очень длительным, продолжающимся в течение тысячелетий, однако и в том, и в другом случаях все это может привести к истощению ресурсов УВ в ранее образовавшихся залежах.

Существуют две основные точки зрения на виды миграции и условия формирования нефтяных и газовых залежей. Согласно одной концепции формирование залежей нефти и газа происходило в основном за счет боковой (латеральной) миграции Ув. Сторонники противоположной и, пожалуй, более убедительной точки зрения считают, что нефтяные и газовые залежи формировались в результате, главным образом, вертикальной миграции углеводородов по разрывам и разломам из нижележащих толщ. При этом оказывается, что ориентация разрывных нарушений также имеет значение. В частности, анализ данных о геологическом строении нефтегазовых месторождений Апшеронского нефтегазового района показал, что при формировании залежей нефти и газа в отложениях ПТ Азербайджана основными путями миграции углеводородов являются продольные разрывные нарушения, так широкое развитие в нижнем отделе этих отложений. Именно главным образом по продольным направлениям разрыва мигрировали нефть и газ. Об этом свидетельствует конфигурация большинства нефтегазовых залежей Азербайджана. Наглядным, очень ярким примером являются залежи Балаханы-Сабунчи-Раманинского месторождения, где в будущем следует сконцентрировать шахтную добычу нефти. Конфигурация залежей в пределах этого месторождения обусловлены главным образом

двумя ориентировочными почти параллельно друг другу продольными тектоническими нарушениями. Рассматривая вопрос о видах миграции при формировании залежей Апшеронского нефтегазового района, приходится без всякого колебания предпочтительно отдавать вертикальной миграции. Наряду с этим, несомненно, следует признавать и определенную роль ступенчатой миграции, т. е. сочетания вертикальной и латеральной миграции. В результате латеральной миграции происходит нагнетание нефти и газа в направлении от свода складки к ее крыльям и, таким образом, происходит заполнение флюидами ловушек. Так, преимущественно по продольным разрывным нарушениям, вследствие вертикальной и ступенчатой миграции, формируются нефтегазовые залежи и месторождения.

По вопросу о масштабах латеральной миграции УВ существуют разные мнения. Ряд исследователей считает, что миграция УВ происходит в региональных масштабах на протяжении сотен километров. Однако, в этом случае приходится допустить, что пласты-коллекторы, по которым происходила такая дальняя миграция, должны были иметь высокие значения пористости и проницаемости, а также большую выдержанную мощность на всем протяжении их залегания до ловушек и достаточную движущую силу для перемещения на большой глубине углеводородов и воды на сотни километров, что не реально из-за значительной литофациальной изменчивости всех свит и горизонтов ПТ и исключает возможность миграции УВ в отложениях продуктивной толщи на такие значительные расстояния [1].

На ограниченные масштабы миграции УВ из центральных частей бассейна седиментации продуктивной толщи, где, по всей вероятности, преобладает глинистая литофация, указывает также и В. В. Вебер [2], который допускает ширину пояса благоприятных для латеральной миграции фаций не более 50 км, принимая в среднем эту величину равной 25 км.

В связи с вышесказанным следует полагать, что латеральная миграция нефти и газа в отложениях продуктивной толщи в основном ограничивалась пределами ловушек и протекала на небольших расстояниях. Об этом исключительно наглядно свидетельствуют исследования Ш. Ф. Мехтиева и его учеников [3]. Ш. Ф. Мехтиев установил, что пластовые воды одноименных горизонтов в пределах двух соседних ловушек как по типу, так и по минерализации резко отличаются от вод того же горизонта в синклинали депрессии, расположенной между этими двумя ловушками.

Вопрос о времени формирования залежей в отложениях ПТ решается в связи с геотектоническими условиями, господствовавшими в течение всего плиоцена и антропогена. Надо полагать, что процессы нефтеобразования и носили прерывисто-непрерывный характер.

В соответствии с историей геотектонического развития Южно-Каспийской впадины в плиоцене выделяется ряд этапов нефтегазонакопления. В конце I этапа (от конца кирмакского и до конца надкирмакского времени) были сформированы залежи в отложениях калинской свиты на всей площади ее распространения.

II Этап связан с концом сурханского времени. За этот период были созданы необходимые условия для нефтегазонакопления по всему разрезу и площади распространения, начиная от подкирмакской свиты до свиты «перерыва» включительно.

III этап нефтегазонакопления имел место в верхнем плиоцене в акчагыльском веке. В это время условия для нефтенакпления создались почти по всему разрезу ПТ, в том числе и в периферийных участках ее развития.

В течение IV этапа, соответствующего по времени антропогену, были созданы условия для нефтенакпления по всей территории развития отложений акчагыльского и апшеронского ярусов, а местами и бакинского яруса.

Все установленные для Южно-Каспийского бассейна этапы нефтегазонакопления и перерывы между ними характерны и для Прикуриинского бассейна, осадконакопления, однако отличительной особенностью Прикуриинской впадины относительно вышеописанных является ее более интенсивное погружение в верхнем плиоцене и антропогене.

В заключение о формировании залежей в ПТ следует отметить, что миграция флюидов, по-видимому, происходила не только в жидкой и газообразной фазах, но и в распространенном виде в сопровождающих газах и водах.

Переходя к вопросу о закономерностях размещения залежей нефти и газа продуктивной толщи как на суше Азербайджана, так и в пределах прилегающей акватории следует отметить, что одной из самых крупных зон нефтегазонакопления является антиклинальная зона Фатмаи — Кирмаки — Сабунчи — Раманы — Сураханы — Карачухур — Зых — Песчаный — Бахар — Шихово-море. Здесь выявлена определенная закономерность в распределении залежей, на что обратили внимание Ш. Ф. Мехтиев и его сотрудники. Как следует из работы [4], фазовое состояние углеводородов в залежах в значительной мере зависит от характера флюидоупоров.

Следующей зоной нефтегазонакопления является Бинагады — Чахнаглир — Зыгильпири — Сулу-тепе — Шабандаг — ташкя-Ясамальская долина — Локбатан — Пута — Кушхана — Кергез — Карадаг — Шонгар — Гюльбахт. В этой зоне распределение залежей нефти и газа также подчинено в основном структурным формам, однако здесь значительную роль играют стратиграфический и литофациальный факторы.

Как видно из изложенного, особенности процессов формирования залежей нефти и газа, а также условия залегания флюидов в отложениях ПТ — должны быть изучены по каждому нефтяному месторождению, в которых предусмотрено применение шахтного способа добычи нефти, ибо эти особенности нефтяных месторождений определяют решение целого ряда вопросов, связанных с шахтной разработкой нефтяных месторождений.

#### Литература

1. Али-Заде А. А. В кн.: Масштабы миграции углеводородов. — Тр. Зап. Сибирь, НИГНИ, вып. 17. — Тюмень, 1977.
2. Вебер В. В. Диагенетическая стадия образования нефти и газа. — М.: Недра, 1978.
3. Мехтиев Ш. Ф. Проблемы генезиса и формирования нефтегазовых залежей. — Баку, 1969.
4. Мехтиев Ш. Ф., Цатурян А. Б. — АНХ, № 11, 1987.

Институт геология АН АзССР

Поступило 16. V 1989

Б. Ш. Әлијев

#### МƏHSУЛДАР ГАТДА НЕФТ-ГАЗ ЈАТАГЛАРЫНЫН ЈАРАНМАСЫ ВƏ ЈЕРЛƏШМƏСИ ГАНУНАУЈГУНЈУГЛАРЫНЫН БƏЗИ МƏСƏЛƏЛƏРИ ВƏ ОНЛАРЫН ШАХТА УСУЛУ ИЛƏ ИШЛƏНМƏСИНƏ ТƏСИРИ

Мəгалədə, нефт јатагларынын јаранмасы процеслєриндєн вə онларын ганунаујгун-лугларындан бəис едилир. Индијə гэдэр мə'лум олан нефтин миграциясы нэзэријјэлэри тəһлил олунур вə бу амиллэрин нефт јатагларынын шахта усулу илэ ишлэнмэсинэ олан тэ'сир тэдгиг едилир.

B. Sh. Aliev

#### SOME PROBLEMS ON PT OIL AND GAS DEPOSIT LOCATIONS REGULARITY AND FORMATION AND THE IR MEANING BY MINE INVESTIGATION

In the article the author considered the problems of oil and gas deposits location regularity and formation in the Azerbaijan productive strata. The point of views on the oil vibration was investigated. The effect of these factors on Azerbaijan oil deposits mine exploitation was studied.

О. Г. МЕЛИКОВ

**К ВОПРОСУ О ГРАНИЦЕ МЕЛОВЫХ И ПАЛЕОГЕНОВЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ МАЛОГО КАВКАЗА (НА ПРИМЕРЕ  
МАРТУНИНСКОГО СИНКЛИНАРИЯ)**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. Ш. Шихалибейли)

Начиная с 1960 г. вопрос о границе меловой и палеогеновой систем широко обсуждается [1, 2]. Различные мнения на стратиграфические положения датского яруса связаны с переходным характером его фауны. Отнесения датского яруса к мелу или палеогену возможно только на основании изучения отдельных групп фауны этого яруса на ограниченной площади распространения [3]. К таким площадям относятся Мартунинский синклизий и ее переходная часть с Предмалокавказским прогибом. Хотя решением межведомственной стратиграфической комиссии (1984 г.) даны вclusions в нижнюю часть палеоцена, в этом вопросе существуют противоположные мнения.

Так, в процессе крупномасштабной геологической съемки в восточной части Малого Кавказа, сс. Советашан, Норагах, Сардашен, Нерин-Клычбаг, Хачмач, у крепости Аскеран и др. были собраны и определены панцири морских ежей. В верхах верхнего Мартунинского синклизия выделены непрерывный разрез кампанского, маастрихтского, датского ярусов и палеогена.

Отложения нижнего маастрихта, подстилаемые кампаном, впервые выделены в окрестностях сс. Норагах, Сарушен и Хачман [4]. Верхний маастрихт изучен недалеко от южных ворот крепости Аскеран, в окрестности с. Неркин-Клычбаг. Эти отложения как бы образуют природную крепость — стеной поднимаются в виде куэста. К северу от этого места на возвышении, в платообразной части, к юго-западу от с. Ханабад изучен разрез датского яруса.

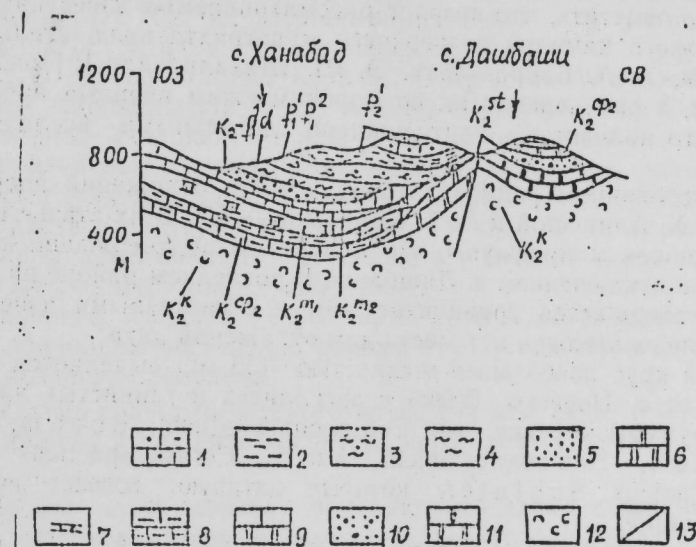
Карбонатные образования в расчлененном виде как верхний кампан широко развиты в Мартунинском синклизии в левобережной р. Каркарчай (между пос. Аскеран и с. Сардашен).

Верхнекампанский возраст известняков обоснуется на основании морских ежей: *Orthaster alaphensis* Lambert, *Conaster cubanicus* Posl., *Pseudofas'ar caucasicus* Dru, *Galeola gauthieri* Lamar', *Micraster bronplarti* Neb. Эти формы были собраны в гравелитистых, песчаных и кремнистых известняках в самых нижних и средних частях разреза у с.с. Сардарашен, Норагах, Неркин-Клычбаг и др.

Известняки верхнего кампана в 2 км к северу от с. Новый Норагах до с. Сардашен трансгрессивно, с базальным конгломератором в основании (0,3—0,7 м) перекрывают коньякские песчано-аргиллитовые фации.

Выше базальных конгломератов выделяются моноклинально залегающие гравелитистые известняки, которые вверх по разрезу образуют ритмичное пресланвание песчаными, обломочными и кремнистыми известняками с пропластками аргиллитов и туффитов, общая мощность которых достигает 200 м. Мощность известняков уменьшается с юго-востока на северо-запад и не превышает 120 м у с. Сардашен. Эти известняки, имея (СВ 40—60° угол 10—5°) пологое падение, постепенно переходят в песчаные известняки нижнего маастрихта.

Нижний маастрихт представлен массивными, мелоподобными известняками с пачками аргиллитов и гравелитских известняков общей мощностью 250 м. Они выделяются в левобережье р. Каркарчай, между пос. Аскеран и с. Сардашен, где при ширине 0,5—2,0 км прослеживаются в СВ (320°) направлении с азимутом падения на СВ, под углом 10—15°. Эти известняки совершенно согласно перекрывают кремнистые известняки верхнего кампана (рисунок 1).



Нижний эоцен: 1 — известняки и песчаники (верхняя толща); 2 — аргиллиты и песчаники (нижняя толща); 3 — аргиллиты и мергели верхнего палеоцена; 4 — глины и аргиллиты нижнего палеоцена; 5 — песчано-глинистые известняки с пропластками глин дания; 6—9 — известняки: 6 — глинисто-мергельные верхнего маастрихта; 7 — мергельно-гравелитистые нижнего маастрихта; 8 — мелоподобные и песчаные верхнего кампана; 9 — толстослоистые и обломочные кампана; 10—11 — верхний сантон: 10 — гравелиты и песчаники; 11 — орбитонидные песчаные известняки; 12 — аргиллиты и песчаники коньяка; 13 — взброс.

Нижнемаастрихтский возраст характеризуется морскими ежами и др. фауной: *Galerites vulgaris* Leske, *Conulus campanaeformis* Melikova Endelman, *Echinocorys pyramidatus* Portl., *Seuraster ajtus* Seunes, *Stegaster chalmasi* Seunes, *Cueltaria rocardi* Cotteau, *Orthaster evariste* Cotteau, *Homoeaster tunelanus* Pomel, которые собраны у крепости Аскеран, с.с. Норагах, Неркин-Клычбаг и г. Гапот в песчаных известняках и прослоях аргиллитов.

Характерной особенностью отложений нижнего маастрихта является преобладание пачек мелоподобных и гравелитистых известняков в нижних и средних частях.

Наибольшая мощность (250 м) известняков наблюдается между г. Гапорт и с. Неркин-Клычбаг. Эта мощность постепенно уменьшается в СЗ направлении и составляет 50 м, в 2 км к северу от с. Сардашен.

Верхний маастрихт представлен глинистыми и песчанистыми известняками с пачками аргиллитов и туффитов, общей мощностью 150 м. Причем, песчанистые известняки в верхней части сменяются слабоокремненными органогенными известняками (с. Ханабад). В целом отложения верхнего маастрихта распространены там, где выделяются известняки нижнего маастрихта.

Верхнемаастрихтский возраст отложений доказан на основании морских ежей: *Echinocorys persolicus* Hagenov, *Seunaser lamberti* Charales, *Homoeaster evargisii* Cott., *Coraster vilanovae* Cott., *Cyclaster peger* Seunpes. Эти формы были собраны из песчанистых известняков и туффитов в СВ части с.с. Сардарашен, Норагюх, г. Гапот, крепости Аскеран и с. Неркин-Клычбаг.

Уместно отметить, что возраст рассматриваемых известняков, начиная от верхнего кампана до верхнего маастрихта включительно В. П. Ренгартеном, А. А. Байрамовым, Э. Ш. Шихалибейли [5] был принят как кампан, а расчленения их по морским ежам впервые произведены нами [4], что полностью подтверждено детальными исследованиями [6].

В исследованном районе датский возраст отложений впервые был установлен Х. Алиуллой и А. А. Байрамовым [1]. В их статье приводится целый список микрофауны, что полностью подтверждено исследованиями [6], за исключением с. Дашбаши. В последнем районе разрез верхнего мла завершается гравилитистыми и обломочными известняками кампана. Следовательно, нет места для отложений дата.

Датский ярус наибольшей мощностью (35 м) выделяется в 1 км к ЮВ (130°) от с. Норагюх. Здесь в аргиллитах и глинистых известняках были обнаружены морские ежи: *Echinocorys edhemi* Boehm, *Ech. sulcatus* Goldf., *Homoeaster abichi* Anth., *Coraster spaericus* Seunpes, *Cyclaster danicus* Schluter, которые датируют возраст вмещающих пород как датий.

Датская микрофауна: *Globorotalia angulata* (White), *G. compressa* (Plumm.), *G. ehrenbergi* (Bolli), *G. varianta* (Subb.), *Globigerina trivialis* Subb., *Anomalina danica* (Brotz.), *Asapina praecursoria* Moz. и др. была обнаружена в пропластках глини и аргиллитов как в ЮВ сел. Норагюх, так и Клычбаг, ЮЗ с. Ханабад.

Отложения дания в ЮВ части с. Норагюх выступают в мульде пологой синклинальной складки СЗ простирания (310°). Однако они в районе с. Ханабад падают на СВ (30—40°) под углом 5° и в свою очередь согласно перекрываются аргиллито-глинистыми известняками датий нижнего палеоцена.

Отложения дания нижнего палеоцена выделяются в ЮЗ окраине с. Ханабад, где наблюдается ритмичное переслаивание органогенных известняков с глинами, алевролитами, мергелем глинистыми и мергельными известняками общей мощностью 5 м. Во многих местах из этой своеобразной фации повсюду были обнаружены обильные датий-раннепалеоценовые фораминиферы: *Globigerina triloculinoidea* Plumm., *G. triangularis* White, *G. cf. trivialis* Subb., *G. microcellulosa* Mor., *Textularia plummerae* (Lalick), *Eponides saginaria* N. Вук., *Globorotalia ehrenbergi* (Bolli), *G. pseudomenardi* (Bolli) (определения Р. М. Алиевой).

Эти отложения выделяются в виде узкой полосы (15—50 м) в ЮЗ

части с. Ханабад и прослеживаются в СЗ (280—290°) направлении на расстоянии 3 км. В этом интервале алевролито-известняки дания—нижнего палеоцена падают на СВ (20—40°) под углом 5° и постепенно переходят в темно-серые глины нижнего палеоцена. Поэтому [6], учитывая литолого-палеонтологические данные пятиметровой флишоидной пачки, расположенной выше дания, они принимаются как «переходный слой» к раннему палеоцену.

Отложения нижнего палеоцена состоят из темно-серых, с зеленоватым оттенком аргиллитов с алевролитами, мергелями, пропластками глини, глинистых и мергельных известняков общей мощностью 42 м. Эти породы, широко развитые на левобережье ручейка на западной окраине с. Ханабад и под пологим углом 5°, залегают на СВ и образуют значительную площадь у с. Ханабад.

Указанные отложения прослеживаются в СЗ (300—330) направлении, начиная с ЮВ с. Ханабад до с. Берин-Клычбаг на СЗ, расстоянии 5 км. Повсюду в этом интервале в самой нижней части разреза в аргиллитах и пропластках глини были обнаружены: *Globorotalia angulata* (White), *G. ehrenbergi* (Bolli), *G. pseudomenardi* (Bolli), *G. varianta* (Subb.), *G. triangularis* White, *G. prolonga* Schutz., *G. pseudobulloides* Plumm., *G. triloculinoidea* Plumm., *G. quadrata* White, *Eponides lunata* Brot., *Anomalina praecuta* Vass., *Globalina gibba* Orb., *Guttulina eidae* Vass., *Textularia varianta* Vass. (определения Р. М. Алиевой).

Из приведенного списка фораминифер видно, что раннепалеоценовый возраст этих отложений в районе с. Ханабад вполне обоснован. Для этого возраста характерны преобладания в нижней части разреза аргиллитов с пропластками глини и мергелей, а в верхней части появление пачек глинистых и мергельных известняков.

В районе с. Ханабад серые аргиллиты и мергельные известняки раннего палеоцена постепенно переходят в темно-серые аргиллиты и мергели позднего палеоцена.

1. Верхней границей датского яруса считаем серы, темно-серые глины и аргиллиты в подошве «переходящего слоя» (датий — нижний палеоцен).

2. По составу и сходству морских ежей дания с верхнесенонскими (кампан, маастрихт), датский ярус целесообразно включить в состав меловой системы.

#### Литература

1. Алиолла Х., Байрамов А. А. — Докл. АН АзССР, т. 17, 1961, № 9, с. 809—812.
2. Халилов Д. М. — XXI сессия. Докл. советских геологов, проблема 5. Граница меловых и третичных отложений. — М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 139—147.
3. Яншиш А. Л. Стратиграфическое положение датского яруса и проблема мел-палеогеновой границы. — М., 1960.
4. Шихалибейли Э. Ш., Меликов О. Г. — Докл. АН АзССР, т. 23, № 7, 1967, с. 40—43.
5. Шихалибейли Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития Малого Кавказа, т. 1. — Баку, 1964, с. 304.
6. Гасанов Т. Аб., Кязимов Т. М. — Советская геология, № 3, 1988, с. 62—70.

Институт нефти и химии им. М. Азизбекова

Поступило 27.11.1989

О. И. Мэвиков

КИЧИК ГАФГАЗЫН ТЭБАШИР ВЭ ПАЛЕОКЕН ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИН  
СЭРЬЭДДИ МЭСЭЛЭСИНЭ ДАНР

(Мартуни синклинориси тиссалында)

1960—1962-чи иллэрдэ палеотоложи тэдгигатлар нэтичэсиндэ Даглыг Гарабағын аразисиндэ Маастрихт вэ Дат мэртэбэлэрини сэчијјэлэндирэн дэниз кирпилэри галылары топланмышдыр.

Сон заманларда апарылан ири мигјаслы кеоложи планалма заманы (Т. А. Гэсанов, Т. М. Казымов) бу мэртэбэлэрин мөвчудлуғу мүаллифлэ бир јердэ бир даһа мүкэммэл сурэтдэ макрофауна илэ сүбут едилмишдир.

Үст Маастрихт үзэриндэ ујғун јатан Дат мэртэбэси аркиллит, кил, меркел вэ үзви эһанкдашларыдан ибарэтдир (галынлыгы 7—35 м). Бу чөкүнтүлэр ујғун олараг дат-палеосен киллэри, аркиллитлэри вэ эһанкдашлары илэ өртүлэр. Онларыи үзэриндэ исе Алт Палеосен јатыр. Дат мэртэбэси ашағыдакы дэниз кирпилэри илэ сэчијјэлэннр-Белэликлэ, алынган мэлуматлара эсасэн фасилэсиз олараг Кампан, Маастрихт, Дат-алт Палеосен, Алт Палеосен чөкүнтүлэрини там кэсиплишини тэртиб етмэк мүмкүн олмушдур.

Мүаллифин фикринчэ, Дат мэртэбэсини дэниз кирпилэринэ эсасэн тэбашир системиндэ галмасы мөгсэдэујғундур.

O. G. Melikov

CONSERNING THE BOUNDARY BETWEEN THE CRETACEOUS AND  
PALEOGENE DEPOSITS OF THE TRANSCAUCASIC REGION (Martuni cincline)

As the result of paleontological research at the «Karabakh mountains» [1960—1962] was accumulated collections of sea-urchins characterised for maastrichtian and Danian depositions.

At the latest years as the results of largescale geological surveys (T. Ab. Gassanov, T. M. Kyazimov) with participations of macrofauna's author, was confirmed the present of Danian depositions which consist of consequence of clay, depressed clay mergel, organic limestone with layers of clays, depressed clays, thickness 35m. These depositions according to upper maastrichtian and underlined clay, depressed clay and limestone gives Danian-lower Paleocen. The last in the sequence is the lower Paleocen.

At the Danian depositions was found the following sea-urchins: Echinocorys edhemi Boehm., Ech. sulcatus Goldf., Ech. sulcatus Goldf., Ech. arnoudi Seunes, Ech. depresses Goldf., Homoeaster abichi Anth., Coraster sphaericus Seunes, Cyclaster danicus Schlüter.

The author consider that according to the contents of sea-urchin the Danian depositions lies to the Cretaceous system.

АЗЭРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МЭ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLV ЧИЛД

№ 10

1989

УДК 327.3.321(479.24) (439)

ИСТОРИЯ

Ф. Э. ФЕЙЗУЛАЕВ

ПОМОЩЬ МОПР СОВЕТСКОГО АЗЕРБАЙДЖАНА  
РЕВОЛЮЦИОННЫМ БОРЦАМ ВЕНГРИИ В 20-е ГОДЫ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. С. Сумбатзаде)

Крепкие узы интернациональной дружбы связывали азербайджанский и венгерский народы в годы социалистического строительства.

Актуальность и важность исследуемой темы обусловлены во-первых, растущей на современном этапе значимостью международной солидарности, во-вторых, крепнущей дружбой азербайджанского и венгерского народов, что подтвердила прошедшая недавно в Баку VII сессия советско-венгерской комиссии по общественным наукам, в третьих — отсутствием научных трудов в советской историографии.

Рост белого террора, число жертв после подавления революции в Венгрии дало мощный импульс общесоюзному движению солидарности с жертвами венгерской реакции.

Это движение началось и в Азербайджане.

С первых же дней установления Советской власти в Азербайджане, несмотря на трудности, связанные с гражданской войной, трудящиеся республики, верные интернациональному долгу развернули борьбу за спасение венгерских коммунистов. По инициативе АСПС 5 октября 1920 г. они провели День помощи жертвам белого террора в Венгрии и отработали сверх рабочего времени в фонд помощи им.<sup>1</sup>

Спасаясь от репрессий фашистской реакции, многие венгерские коммунисты находили политическое убежище в СССР. Часть из них нашла приют в Азербайджане. Для оказания помощи политэмигрантам в 1923 г. в Баку было создано отделение общества взаимопомощи политэмигрантов на территории СССР<sup>2</sup>. Высший экономический совет Азербайджанской ССР ассигновал на организацию этого общества 5 740 руб.<sup>3</sup>.

Начиная с 1923 г. азербайджанское общество вело кропотливую работу по размещению и оказанию всесторонней помощи прибывшим венгерским политэмигрантам. В июле 1923 г. венгерским эмигрантам были отведены в Сальянском уезде Азерб. ССР земли для устройства их хозяйства и они были обеспечены жильем. Часть из них получала возможность заняться сельскохозяйственным трудом<sup>4</sup>.

Важное значение имела идеологическая работа среди венгерских эмигрантов, проживающих в Азербайджане. Она осуществлялась путем проведения лекций, докладов, интернациональных вечеров, митингов. Например, в связи со 2-й годовщиной Венгерской Коммуны 22 марта 1921 г. в клубе ЦК ЛКСМ был проведен вечер интернациональной дружбы венгерских эмигрантов с рабочими Баку<sup>5</sup>.

В условиях небывалого разгула фашистского террора было арестовано немало венгерских коммунистов. Поэтому одной из важнейших за-



дач азербайджанской секции МОПР явилась организация помощи венгерским политзаключенным.

Одной из сторон интернациональных связей трудящихся Азербайджана с венгерскими революционерами являлась моральная и материальная помощь политзаключенным, томившимся в тюрьмах правительства Хорти. Эта работа проводилась через МОПР Азербайджана, созданную в начале 1923 г. Основными задачами организации являлись: кампании солидарности, митинги протеста против белого террора, оказание моральной и материальной помощи зарубежным революционерам, шефство над тюрьмами.

Деятельность МОПР Азербайджана сыграла важную роль в укреплении интернациональной солидарности с венгерским пролетариатом.

Пример этому подавали сотрудники ЦК АКП(б). Заслушав доклады о тяжелом положении в Венгрии, собрание постановило взять шефство над одной из венгерских тюрем, оказывая политзаключенным морально-политическую и материальную поддержку<sup>6</sup>.

В декабре 1924 г. в Баку и его районах была проведена «Неделя МОПР», в течение которой мепровскими ячейками было взято шефство над еще одной венгерской тюрьмой<sup>7</sup>.

Усиление полицейских и фашистских репрессий монархической контрреволюции в Венгрии осенью 1925 г., где власть находилась в руках военной диктатуры привело к тому, что многие венгерские революционеры, в том числе и М. Ракоши — один из руководства Венгерской компартии — были арестованы и брошены в тюрьму.

Весть о предстоящей расправе над венгерским революционером М. Ракоши глубоко возмутила трудящиеся массы Азербайджана. По всей республике прошли массовые митинги протеста в защиту М. Ракоши. Одной из первых присоединила голос протеста и мопровская организация Азербайджана. От 80 тыс. членов мопровцы призвали трудящихся организовать митинги против злодеяний венгерской реакции и освобождения из тюрьмы М. Ракоши<sup>8</sup>.

Активно выступили в поддержку своего товарища по борьбе и венгерские политэмигранты, проживающие в Баку. На общем собрании ЦК МОПР, совместно с венгерскими политэмигрантами, заслушав доклады секретарей ЦК АКП(б) С. М. Кирова и А. Г. Караева, постановили протестовать против расправы над М. Ракоши<sup>9</sup>.

В июле 1926 г. состоялся суд над М. Ракоши, который приговорил его к смертной казни за деятельность по организации Компартии Венгрии. Это привело к новому взрыву возмущения и гнева трудящихся Азербайджана. В июле 1926 г. ЦК и БК МОПР республики обратились с воззванием к трудящимся к организации митингов против смертной казни М. Ракоши<sup>10</sup>. Волна собраний, митингов протеста прокатилась по всем предприятиям и учреждениям. Рабочие и служащие завода им. Л. Шмидта и фабрики им. В. И. Ленина потребовали освобождения М. Ракоши из венгерских застенков<sup>11</sup>.

Активно выступали в защиту М. Ракоши и сотрудники ЦК АКП(б). В июле 1926 г. они провели митинг протеста против решения суда<sup>12</sup>.

Выражая солидарность с венгерским борцом, рабочий класс г. Баку избрал его почетным членом-депутатом Баксовета<sup>13</sup>.

И в последующие годы мопровцы Азербайджана поддерживали дружеские связи с М. Ракоши путем переписки с ним. На предприятиях, фабриках и заводах республики создавались ударные бригады им. М. Ракоши<sup>14</sup>.

В мае 1928 г. в Австрии был арестован видный деятель венгерского и международного рабочего движения, один из основателей Компартии Венгрии Бела Куна, вынужденный временно скрываться в Австрии, в связи с усилением фашистского террора и преследований.

Ярким проявлением интернациональной солидарности была проведенная в 1928 г. МОПР кампания в защиту Бела Куна, попавшего в руки фашистской диктатуры. В этих массовых манифестациях участвовали широкие слои населения. Инициатором этих кампаний явилась МОПР республики.

В мае 1928 г. ЦК и БК МОПР провели митинги протеста против угрозы выдачи вождя венгерской революции Б. Куна венгерским властям.<sup>15</sup> По всем заводам и фабрикам состоялись многотысячные летучие митинги протеста за освобождение Б. Куна<sup>16</sup>.

Резолюцию протеста вынес актив МОПР Азербайджана, в которой гневно обсуждались действия австрийской фашистской реакции и требовали освобождения Б. Куна<sup>17</sup>.

Массовые митинги протеста трудящихся СССР за освобождение жертв венгерской реакции сыграли важную роль в их спасении. Многие смертные приговоры были отменены.

Верный своему интернациональному долгу Советский Союз и ныне поддерживает дружеские связи с Венгерской Народной республикой.

#### Примечание

- <sup>1</sup> ЦГАОР Азерб. ССР, ф. 1114, оп. 1, д. 2, л. 11, 18, 19.
- <sup>2</sup> ЦГАОР Азерб. ССР, ф. 27, оп. 1, д. 235, л. 2—4
- <sup>3</sup> ЦГАОР Азерб. ССР, ф. 379, оп. 3, д. 104, л. 98.
- <sup>4</sup> Газ. «Заря Востока», 1 июля 1923 г.
- <sup>5</sup> ЦГАОР Азерб. ССР, ф. 379, оп. 3, д. 3049, л. 35.
- <sup>6</sup> ПЛАФ ИМЛ, ф. 1, оп. 74, д. 132, л. 172.
- <sup>7</sup> Газ. «Бакинский рабочий», 1 декабря 1924 г.
- <sup>8</sup> Газ. «Труд», 23 октября 1925 г.
- <sup>9</sup> Газ. «Труд», 26 октября 1925 г.
- <sup>10</sup> Газ. «Труд», 9 июля 1926 г.
- <sup>11</sup> Газ. «Ени ёл», 15 июля 1926 г.
- <sup>12</sup> ПЛАФ ИМЛ, ф. 1, оп. 125, д. 435.
- <sup>13</sup> Газ. «Бакинский рабочий», 27 февраля 1929 г.
- <sup>14</sup> ЦГАОР Азерб. ССР, ф. 2946, оп. 1, д. 70, л. 36—37, 50—51.
- <sup>15</sup> Газ. «Вышка», 15 мая 1928 г.
- <sup>16</sup> Газ. «Бакинский рабочий», 17 мая 1928 г.
- <sup>17</sup> Газ. «Ени ёл», 20 мая 1928 г.

Институт истории АН АзССР

Поступило 19. X 1987

Ф. Е. Феязуллаев

#### 20-чи ИЛЛЭРДЭ СОВЕТ АЗЭРБАЙЧАНЫНЫН МОПР ТЭШКИЛАТЫНЫН МАЧАРЫСТАНЫН ИНГИЛАБ МУБАРИЗЛЭРИНЭ КӨМƏЛИ

Азэрбајчанда Совет һакимијјәти гурулдугу илк күндән өзүниң бејнаһмилләл борчуна садиг олан республика зәһмәткешләри фашист иртичасына гаршы мүбаризә едән мачар коммунистләрини хиләс етмәк уғрунда мүбаризәјә башладылар. Бу иш 1923-чү илли эввәлиндә јарадылмыш Азэрбајчан МОПР тәшкилаты васитәсилә һәјата кечирилди. Мопрчуларың кечирдикләри күтләви, е’тираз митингләри ағ терроруң гурбанларына мақди вә мәнәви көмәк кәстәрмәкдә мүһүм рол ојнады. Буржуа мәһкәмәсиниң чыхардығы бир чох һөкмләр ләғв едилди.

F. E. Feizullayev

THE SOVIET AZERBAIJAN MOPR HELP TO THE REVOLUTIONARY  
FIGHTERS OF HUNGARY IN THE 20 th CENTURY

From the first days of the establishment of the Soviet power in Azerbaijan the workers of the Republic faithful the struggle for the saving of the Hungarian communists struggling against fascist reaction. This work was carried out through MOPR of Azerbaijan created at the beginning of 1923. Mass meetings of protest held by the members of MOPR played an important role in rendering moral and material help to the victims of white terror. Many death sentences passed by the bourgeois court were abolished.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазийјат

- Ә. Б. Әлијев, Ф. А. Әлијев. Гејри-хәтти гиперболик тәилијин минимал аттракторуни варлығы һаггында . . . . . 3
- Е. Г. Оручов. Спектрал параметрдән чохһәдди шәклиндә асылы 4-чү тәртиб диференциал тәилик үчүн гојулмуш сәрһәд мәсәләләри һаггында . . . . . 7

Механика

- Ј. А. Әјјубов. Сүрүнкәчлик нәзәријәсиндә зәдәләнмәләрин йыгылмасыны нәзәрә алаи гарышыг вариасија принципини бир модификасијасы һаггында . . . . . 13

Јарымкечирчиләр физикасы

- Ј. М. һачыјев, Р. З. һачыјев, Б. Ә. һүсәјнов, А. А. Мәммәдов, З. Б. Сәфәрлов. СаSe монокристалы вә SiO<sub>2</sub> тәбәғәси әсасында МДЈ гурулушунун сәрһәд һаллары . . . . . 17
- Һ. М. Пашајев, М. Ә. Алчанов, Н. Г. һүсәјнов, Итриумлу ифраткечирчи керамиканын термодинамик хәссәләри . . . . . 22
- К. Р. Аллаһвердијев, А. А. Бәбирова, Б. Р. һачыјев, Т. Г. Мәммәдов. TiCaSe<sub>2</sub> вә TiZiS<sub>2</sub> кристалларында фаза кечидләрини характери һаггында . . . . . 25

Полимерләр физикасы

- У. А. Кабулов, С. А. Абасов. Полиэтилентерефталат (Петф) вә полиэтилен (ПЕ) полимер плјонкаларында електрик көһнәлмәсини термомеханики анализ . . . . . 29

Үзви кимја

- Р. А. Султанов, Р. Р. Әһмәдова. Тәркибиндә хлор олан асетилеи сырасы ефироспиртләрин гидросилиләшмәси . . . . . 33

Гејри-үзви кимја

- М. К. Бабајев, Д. М. Гәнбаров, Х. С. Мәммәдов. Кристаллик шүшә материалларынын алынмасында морденит тәркибли хаммалларын истифадә перспективләри . . . . . 37
- А. Б. Агајев, П. һ. Рүстәмов, Jn<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>—Pі<sub>2</sub>T<sub>3</sub> системини тәдгиги . . . . . 40

Кеофизика

- М. һ. Исајева, Н. Р. Мәммәдова. Палеомагнит методу илә мәркәзи Атлантика вә Чәнуби Хәзәри Алт Плејстосен чөкүнтүләрини ајрылмасы . . . . . 43

Нефт кимјасы

- В. В. Атлас, К. М. Мусајев, Ф. Д. Сәфәрәлијева, Л. В. Аракелова, Т. К. Плак-сунов. Гексен-1-ни метатезиси реаксијасынын бә'зи гаунаујунлулары . . . . . 47

Нефт кеолокијасы

- Б. Ш. Әлијев. Мәһсулдар гатда нефт-газ јатагларынын јаранмасы вә јерләш-мәси гаунаујунлуларынын бә'зи мәсәләләри вә онларын шахта үсулу илә иш-ләнмәсинә тә'сир . . . . . 51

Стратиграфија

- О. һ. Мәликов. Кичик Гафгазын Тәбашир вә Палеокеи чөкүнтүләрини сәр-һәдди мәсәләсинә даир . . . . . 56

## СОДЕРЖАНИЕ

## Математика

- А. Б. Алиев, Ф. А. Алиев. О существовании минимальных аттракторов для  
нелинейных гиперболических уравнений . . . . . 3
- Э. Г. Оруджев. О краевых задачах для дифференциального уравнения 4-го  
порядка полиномиально зависящего от спектрального параметра . . . . . 7

## Механика

- Я. А. Эюбов. Об одной модификации смешанного вариационного принципа  
теории ползучести с учетом накопления повреждаемости . . . . . 13

## Физика полупроводников

- Я. М. Гаджиев, Р. З. Гаджиев, Б. А. Гусейнов, А. А. Мамедов, Э. Б. Сафа-  
ров. Граничные состояния МДП-структуры на основе монокристалла GaSe  
и пленки SiO<sub>2</sub> . . . . . 17
- Х. М. Пашаев, М. А. Алджанов, Н. Г. Гусейнов. Термодинамические свой-  
ства сверхпроводящей иттриевой керамики . . . . . 22
- К. Р. Аллахвердиев, А. А. Бабинова, Б. Р. Гаджиев, Т. Г. Мамедов.  
О характере фазовых переходов в TeGaSe<sub>2</sub> и TeInS<sub>2</sub> . . . . . 25

## Физика полимеров

- У. А. Кабулов, С. А. Аббасов. Термомеханический анализ электрического  
старения пленок полиэтилентерефталата и полиэтилентерефталата и полиэтилена . . . . . 29

## Органическая химия

- Р. А. Султанов, Р. Р. Ахмедова. Гидросилирование хлорсодержащих  
эфирспиртов ацетиленового ряда . . . . . 36

## Неорганическая химия

- М. К. Бабаев, Д. М. Ганбаров, чл.-корр. АН АзССР Х. С. Мамедов. Перспек-  
тива использования морденитового сырья для получения стеклокристаллических  
материалов . . . . . 36

## Геологи нефти

- А. Б. Агаев, Р. Х. Рустамов, Л. М. Мамедова, Х. М. Мусаева. Система —  
Jn<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>—Pr<sub>2</sub>T<sub>3</sub> . . . . . 40

## Геофизика

- М. И. Исаева, Н. Р. Мамедова. Расчетенение плейстоценовых осадков цен-  
тральной Атлантики и Южного Каспия палеомагнитным методом . . . . . 43

## Нефтехимия

- В. В. Атлас, К. М. Мусаев, Ф. Д. Сафаралиева, Л. В. Аракелова, Т. К. Плак-  
сунов. Некоторые закономерности реакции метатезиса гексена-1 . . . . . 47

## Геология нефти

- Б. Ш. Алиев. Некоторые вопросы формирования и закономерности разме-  
щения залежей нефти и газа продуктивной толщи и значение их при шахтной  
разработке . . . . . 51

## Стратиграфия

О. Г. Меликов. К вопросу о границе меловых и палеогеновых отложений  
Малого Кавказа (на примере Мартунинского синкляория) . . . . . 56

## История

Ф. Э. Фейзулаев. Помощь Мопр Советского Азербайджана революционным  
борцам Венгрии в 20-е годы . . . . . 61

9. Текст статьи печатается на белой бумаге через два интервала на одной стороне листа стандартного размера, с полями с левой стороны (не более 20 мм) и с правой стороны (не более 25 мм) по 58—60 знаков в строке). В тексте нельзя делать рукописные вставки и вклейки.

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

10. Текст статьи должен быть изложен кратко, тщательно отредактирован и подписан авторами в печать. В математических статьях желательно избегать доказательств теорем, лемм и т. п. При использовании в тексте сокращенных названий (кроме общепринятых) необходимо давать их расшифровку.

11. Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть вписаны четко. Следует избегать громоздких обозначений, применяя, например, дробные показатели степени вместо радикалов, а также ехр. Заумерованные формулы обязательно включаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края строки. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

$$K'' r_n$$

Греческие буквы нужно обводить (в кружок) красным карандашом. Буквы готического шрифта и рукописные в рукописях не использовать, векторные величины — подчеркивать черным, буквы латинского рукописного шрифта следует отметить на полях (например, Н рукоп.).

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходное начертание (Ca; Kk; Pp; Oo; Ss; Uu; Vv; и т. д.), буквы I(i) и J(j) букву I и римскую единицу I, а также арабскую цифру 1 и римскую I', (вертикальная черта), I и штрих в индексах, I (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивать карандашом двумя черточками снизу (C), а строчные — сверху (c).

Следует избегать знаков типа ~ (волна), ⊖ ⊕, ⊗, □, ▢, ◇, ∨ ∧

(крышки) над и под буквами, а также знаков:

$$h, \mathfrak{X}, \mathfrak{E}, \mathfrak{f}, \mathfrak{j}, \mathfrak{f}, \mathfrak{d}$$

Латинские названия вписываются на машинке.

Слова «теорема», «лемма», «следствие», «определение», «замечание» и т. п. следует подчеркивать штриховой чертой, а текст утверждений типа теорем — волнистой чертой (исключая математические символы).

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

12. При описании методики исследования следует ограничиваться оригинальной ее частью. При элементном анализе приводить только усредненные данные.

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

14. Цитируемая литература проводится общим списком на отдельной странице: ссылки в тексте даются порядковым номером в круглых скобках над строкой (например, <sup>1)</sup>). Список литературы оформляется следующим образом:

для книг: инициалы и фамилии авторов, полное название книги, место и год издания,

для журнальных статей, инициалы и фамилия авторов, название журнала, номер тома, номер выпуска, страница и год издания

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

15. Все статьи должны иметь резюме на английском языке, кроме того, статьи, написанные на русском и азербайджанском языках, должны иметь резюме на азербайджанском и на русском соответственно.

Публикация статьи в «Докладах» не препятствует напечатанию расширенного ее варианта в другом периодическом издании.

Сдано в набор 9.01.90. Подписано к печати 26.11.90. Формат бумаги 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая.  
Усл. печ. лист 5,52 Усл. кр-отт 5,52. Уч.-изд. лист 4,7. Тир. 550. Зак. 9. Цена 70 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.

70 г.п.  
кол.

Индекс  
76355