

11-168
44,3

Азәрбајчан ССР
Елмләр Академијасы
Академия наук
Азербайджанской ССР

ISSN 0002-3078

МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

●
ЧИЛД

XLIV

ТОМ

●



1988

АНБ

ДАН Азерб. ССР публикует краткие сообщения об оригинальных, нигде не печатанных ранее, результатах научных исследований, представленные академиком 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 «ДАН 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 принима-

ются. Представление члена АН Азерб. ССР не принимается (см. выше).

Единственным поводом для внеочередного рассмотрения статьи является ее важность для науки и общества.

Важность сообщения и соображения редакции не являются основанием для отклонения статьи на рецензию.

Срок представления статьи в редакцию — один год. Это правило не распространяется на статьи, представленные членами АН Азерб. ССР.

Каждая статья должна быть представлена в двух экземплярах, подготовленных в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

Каждая статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, указанными в «Правилах».

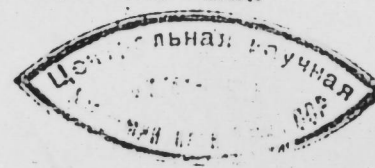
МЭ'РУЗЭЛЭР ДОКЛАДЫ

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 3

«ЕЛМ» НЭШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»

БАКЫ — 1988 — БАКУ



1988 Dövlət
№3 M. Azer SSR

К. Я. ЛЕОНОВ, Ф. Д. МУГАНЛИНСКИЙ

О НЕЛИНЕЙНЫХ НАЧАЛЬНО-КРАЕВЫХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ ТЕРМОУПРУГОСТИ И ТЕРМОВЯЗКОУПРУГОСТИ

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

1. Для описания продольных колебаний упругого стержня и его термодинамики используем систему уравнений

$$\begin{cases} U_{tt} - a U_{xx} + \alpha T_x + f(x, t), \\ C_1 T T_t + \alpha T U_{xt} = \kappa T_{xx}. \end{cases} \quad (1)$$

Выписанная система уравнений соответствует тому случаю, когда плотность энтропии стержня имеет вид $S(T, U_x) = C_1 T + \alpha U_x + \text{const}$ [1].

Замечание 1. Математические методы исследования подобных систем уравнений неразвиты, поэтому, как правило, уравнение, описывающее термодинамику тела „упрощают“. Такое „упрощение“ математически выражается в том, что множитель $T(x, t)$ в первом и во втором членах левой части уравнения (2) начинают считать постоянным числом, чем, в частности, игнорируется естественное нелинейное взаимодействие температурного поля с полем деформаций рассматриваемого тела.

Рассмотрим поведение теплоизолированного стержня $[0, l] \equiv \Omega$ с закрепленными концами. Граничные условия в этом случае имеют следующий вид:

$$U(0, t) = U(l, t) = 0, \quad T_x(0, t) = T_x(l, t) = 0 \quad (3)$$

Зададим начальные условия

$$U(x, 0) = U_0(x), \quad U_1(x, 0) = U_1(x), \quad T(x, 0) = T_0(x) > T_1 > 0 \quad (4)$$

Доказана следующая теорема

Теорема 1. Пусть числовые параметры, входящие в уравнения (1), (2) удовлетворяют условиям $a > 0$, $C_1 > 0$, $\kappa > 0$, а начальные данные и свободный член уравнения (1) принадлежат следующим пространствам

$$U_0(x) \in W_2^1(\Omega) \cap \dot{W}_2^1(\Omega), \quad U_1(x) \in W_2^1(\Omega), \quad T_0(x) \in W_2^1(\Omega), \\ f(x, t) \in L^2(0, t; W_2^1(\Omega)).$$

Тогда задача (1)–(4) разрешима на любом промежутке времени, а функция $T(x, t)$ на этом промежутке времени будет ограничена снизу положительным числом.

Доказательство сформулированной теоремы проведено методом продолжения локального решения. Доказано существование локального решения задачи и получены глобальные априорные оценки решений, дающие возможность для продолжения локального решения на любой промежуток времени.

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 «Элм», 1988 г.

Рассмотрен вопрос о характере повышения гладкости решений задачи (1)–(4) с повышенным гладкости входных данных задачи.

Получена следующая теорема.

Теорема 2. Пусть начальные данные задачи (1)–(4) принадлежат следующим пространствам: $U_0(x) \in W_2^3(\Omega) \cap \dot{W}_2^1(\Omega)$, $U_1(x) \in W_2^2(\cdot) \cap \dot{W}_2^1(\Omega)$, $T_0(x) \in W_2^2(\Omega)$, а функция $f(x, t) \in L^2(0, T; W_2^2(\Omega))$. Тогда для решений задачи (1)–(4) справедливы следующие включения $U(x, t) \in L^\infty(0, t; W_2^3(\Omega) \cap \dot{W}_2^1(\Omega))$, $U_1(x, t) \in L^\infty(0, t; W_2^2(\cdot) \cap \dot{W}_2^1(\Omega))$, $T(x, t) \in L^\infty(0, t; W_2^2(\Omega) \cap L^2(0, t; W_2^2(\Omega)))$, $T_1(x, t) \in L^2(0, t; W_2^2(\Omega))$ причем, соответствующие нормы решений задачи оказываются равномерно ограниченными на всей положительной полуоси времени.

В доказательстве этой теоремы существенно использовались, найденные авторами, интегральные тождества,

$$\int_{\Omega} \frac{T_{xx}^2}{T} dx = 4 \int_{\Omega} ((T^{1/2})_{xx})^2 dx + \frac{5}{12} \int_{\Omega} \frac{T^4}{T^3} dx,$$

$$\int_{\Omega} \frac{T_{xxx}^2}{T} dx = 4 \int_{\Omega} ((T^{1/2})_{xxx})^2 dx + \frac{21}{4} \int_{\Omega} \frac{T_{xx}^2 T_x^2}{T^3} dx - \frac{3}{2} \int_{\Omega} \frac{T_{xx}^3}{T^2} dx -$$

$$- \frac{199}{80} \int_{\Omega} \frac{T_x^6}{T^5} dx,$$

которые справедливы для функций, удовлетворяющих граничному условию (3).

2. Рассмотрена начально-краевая задача для системы уравнений термовязкоупругости, с учетом зависимости коэффициента теплопроводности от температуры и градиента температуры

$$\begin{cases} U_{tt} - aU_{xx} + \alpha T_x - \mu U_{xt} = f, & (5) \\ C_1 T T_t + \alpha T U_{xt} = \frac{\partial}{\partial x} (\kappa(T, |T_x|) T_x) + \mu U_{xt}^2. & (6) \end{cases}$$

Граничные и начальные условия примем такие же, как в (3) и (4).

Следует отметить, что учет вязких свойств материала стержня в замкнутой системе уравнений термовязкоупругости не дает «даром» дополнительных априорных оценок решений задачи, как это имеет место при рассмотрении динамики упругого тела без учета его термодинамики. Методика получения априорных оценок решений задачи (5), (6), (3), (4) отличается от методики получения оценок решений задачи (1)–(4).

Доказана следующая теорема.

Теорема 3. Пусть числовые параметры и известные функции, входящие в уравнения (5), (6) удовлетворяют следующим условиям:

$$a > 0, C_1 > 0, \mu > 0, \kappa(\xi, \eta) > 0, \kappa(\xi, \eta) + \kappa_\eta(\xi, \eta) \eta \geq \kappa_1 > 0.$$

Предположим, что $b(\xi, \eta) - \xi b_\xi(\xi, \eta) \geq 0$, где $b(\xi, \eta)$ является частным решением уравнения Эйлера $3y(\xi, \eta) + \eta y_\eta(\xi, \eta) = \kappa_\xi(\xi, \eta)$, не содержащим решений соответствующего однородного уравнения.

Пусть начальные данные принадлежат следующим пространствам

$$U_0(x) \in W_2^2(\Omega) \cap \dot{W}_2^1(\Omega), U_1(x) \in \dot{W}_2^1(\Omega), T_0(x) \in W_2^1(\Omega).$$

Тогда задача (5), (6), (3), (4) разрешима на любом промежутке времени, а функция $T(x, t)$ на этом промежутке времени будет ограничена снизу положительным числом.

Замечание 2. Условие неотрицательности величины $b(\xi, \eta) - \xi b_\xi(\xi, \eta)$, где $b(\xi, \eta)$ — решение уравнения Эйлера $3y(\xi, \eta) + \eta y_\eta(\xi, \eta) = \kappa_\xi(\xi, \eta)$, насколько известно авторам, ранее не появлялось в литературе и поэтому могут возникнуть сомнения в содержательности этого условия. Легко проверить, что при $\kappa(T, |T_x|) = \kappa_0 + T^m |T_x|^d$, где $m \leq 2$, ≥ 0 требуемое условие выполняется (с учетом положительности величины T) в том случае, когда функция $\kappa(T, |T_x|)$ не зависит от T , указанное выше условие выполняется тривиальным образом.

Литература

Седов Л. И. Механика сплошной среды, т. 2. — М.: Наука, 1984.

Институт математики и механики АН АзССР

Поступило 22. V 1987

К. Я. Леонов, Ф. Д. Муганлински

ТЕРМОЭЛАСТИКЛИК ВЭ ТЕРМОЭЗЛҮҮЭЛАСТИКЛИЈИ СИСТЕМ ТЭНЛИКЛЭРИ ҮЧҮН ГЕЈРИ-ХЭТТИ БАШЛАНҒЫЧ-СЭРҒЭД МЭСЭЛЭСИ

Магаләдә термоэластиклик вә термоэзлүүэластиклијин систем тәнликләри үчүн гејри-хәтти башланғыч-сәргәд мәсәләсини глобал һәлини варлығы вә һамарлығы өјрәнилди.

K. Ya. Leonov, F. D. Muganlinski

ON NONLINEAR INITIAL BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR THE SYSTEMS OF EQUATIONS OF THERMOELASTICITY AND THERMOVISCOELASTICITY

In the article the results of investigations of global decision problems and solvability of nonlinear initial boundary value problems solutions for the systems of equations of thermoelasticity and thermoviscoelasticity are reduced.

Г. И. ИБРАГИМОВ

БАЗИСЫ ИЗ ЭКСПОНЕНТ В ПРОСТРАНСТВЕ $E^2(D^n)$ НА ПОЛИМНОГОУГОЛЬНИКЕ И СВОЙСТВА КОЭФФИЦИЕНТОВ РАЗЛОЖЕНИЙ

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

Следуя работе [1], введем ряд обозначений и определений. Пусть $D \subset \mathbb{C}$ — замкнутый выпуклый многоугольник с вершинами в точках a_1, \dots, a_N . Через S_D обозначим класс целых функций $L(\lambda)$ экспоненциального типа таких, что вне звезды

$$D_K \stackrel{\text{def}}{=} \bigcup_{j=1}^N \Pi_j(K), \quad \Pi_j(K) = \{\lambda : \operatorname{Re} \lambda e^{-i\theta_j} > 0, | \operatorname{Im} \lambda e^{-i\theta_j} | < K\},$$

где $K = \text{const}$, θ_j — угол наклона внешней нормали к стороне $[a_j, a_{j+1}]$, комплексно сопряженной стороне $[a_j, a_{j+1}]$ ($a_{N+1} \stackrel{\text{def}}{=} a_1$), выполняются неравенства

$$0 < c < |L(\lambda)| \exp(-|\lambda| h(\arg \lambda)) < C < \infty, \quad c, C = \text{const},$$

где $h(\varphi)$ — опорная функция области D^* , симметричной D относительно действительной оси. Через $\{\lambda_k\}_{k=1}^{\infty}$ обозначим множество нулей функции $L(\lambda)$, занумерованных в порядке возрастания модулей и всюду далее будем предполагать, что они все простые и не сближаются, т. е. $\inf_{m \neq n} |\lambda_m - \lambda_n| > 0$.

В [1] доказано, что система $\{e^{-H(\lambda_n)} e^{\lambda_n z}\}_{n=1}^{\infty}$, где $H(\lambda) = |\lambda| h(\arg \lambda)$, образует базис Рисса в пространстве $E^2(D)$, т. е. любая функция $f \in E^2(D)$ разлагается в ряд

$$f(z) = \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n e^{-H(\lambda_n)} e^{\lambda_n z},$$

сходящийся по норме пространства $E^2(D)$ и $\|f\|_{E^2(D)} \asymp \|\{\alpha_n\}\|_{l^2}$, где

$$\alpha_n = \int_{\partial D} f(t) \psi_n(t) dt,$$

$\psi_n(t)$ — преобразование Лапласа функции $e^{H(\lambda_n)} L(\lambda) / L'(\lambda_n) (\lambda - \lambda_n)$:

$$\psi_n(t) = l \cdot i \cdot m \int_{\Lambda e^{i\theta_j}} \frac{L(\lambda) e^{H(\lambda_n)}}{L'(\lambda_n) (\lambda - \lambda_n)} e^{-\lambda t} d\lambda, \quad t \in [a_j; a_{j+1}],$$

$\psi_n(t)$ аналитична вне D и интегрируема с квадратом модуля на ∂D — границе области D .

Пусть $D^n \subset \mathbb{C}^n$ — полимногоугольник, т. е. $D^n = D_1 \times \dots \times D_n$, где D_j — выпуклый многоугольник в \mathbb{C} с вершинами в точках $\gamma_{j,\nu}$; $\nu = 1, \dots, N_j$. Будем говорить, что функция $\varphi(z)$ аналитическая в D^n , принадлежит пространству $E^2(D^n)$, если существуют последовательности замкнутых спрямляемых контуров $C_\mu^{(j)} \subset D_j$, $j = 1, \dots, n$; $\mu = 1, 2, \dots$, сходящихся к границам ∂D_j областей D_j и таких, что

$$\sup_\kappa \left\{ \int_{C_\kappa} |\varphi(z)|^2 |dz_1| \cdot \dots \cdot |dz_n| \right\} < \infty,$$

где $\kappa = (\kappa_1, \dots, \kappa_n)$, $C_\kappa = C_{\kappa_1}^{(1)} \times \dots \times C_{\kappa_n}^{(n)}$. Можно показать, что каждая функция $\varphi(z)$ имеет почти всюду на остове $\Gamma = \partial D_1 \times \dots \times \partial D_n$ почтиобласть D^n угловые предельные значения, определяющие интегрируемую с квадратом модуля на Γ функцию, которую обозначим опять через $\varphi(z)$ (см., например, [2, с. 47]). Вводя в пространстве $E^2(D^n)$ норму по формуле

$$\|\varphi\|_{E^2(D^n)} = \left\{ \int_\Gamma |\varphi(z)|^2 |dz_1| \cdot \dots \cdot |dz_n| \right\}^{1/2},$$

получаем гильбертово пространство. Положим $H_j(\lambda) = |\lambda| h_j(\arg \lambda)$, где $h_j(\varphi)$ — опорная функция области D_j^* , симметричной D_j относительно действительной оси.

Теорема 1. Пусть функция $L_j(\lambda) \in S_{D_j}$; $j = 1, \dots, n$ и $\{\lambda_m^{(j)}\}_{m=1}^{\infty}$ — множество нулей $L_j(\lambda)$, занумерованных по возрастанию модулей, причем нули простые и не сближаются. Тогда система

$$\left\{ \exp \left[- \sum_{j=1}^n H_j(\lambda_{m_j}^{(j)}) \right] e^{\langle \lambda_m, z \rangle} \right\}_{m \in \mathbb{N}^n},$$

где $\lambda_m = (\lambda_{m_1}^{(1)}, \dots, \lambda_{m_n}^{(n)})$, $\langle \lambda_m, z \rangle = \lambda_{m_1}^{(1)} z_1 + \dots + \lambda_{m_n}^{(n)} z_n$, является базисом Рисса в пространстве $E^2(D^n)$, т. е. любая функция $f \in E^2(D^n)$ разлагается в ряд

$$f(z) = \sum_{m \in \mathbb{N}^n} \alpha_m \exp \left[- \sum_{j=1}^n H_j(\lambda_{m_j}^{(j)}) \right] e^{\langle \lambda_m, z \rangle}, \quad (1)$$

сходящийся по норме пространства $E^2(D^n)$ и

$$\|f\|_{E^2(D^n)} \asymp \|\{\alpha_m\}\|_{l^2}.$$

Коэффициенты α_m ряда (1) определяются по формуле

$$\alpha_m = \int_\Gamma f(t) \left(\prod_{j=1}^n \psi_{j,m_j}(t_j) \right) dt_1 \dots dt_n,$$

где $\psi_{j,m_j}(t_j)$ — преобразование Лапласа функции $\exp [H_j(\lambda_{m_j}^{(j)}) L_j(\lambda) / L_j'(\lambda_{m_j}^{(j)}) (\lambda - \lambda_{m_j}^{(j)})]$, $\nu = 1, 2, \dots$; $j = 1, \dots, n$.

Теорема 2. Пусть $f \in E^2(D^n)$. Тогда для того, чтобы при некотором $\kappa = (\kappa_1, \dots, \kappa_n)$ коэффициенты α_m разложения (1) имели вид

$$\alpha_m = \beta_m / \prod_{j=1}^n (\lambda_{m_j}^{(j)})^{\kappa_j}, \quad \{\beta_m\}_{m \in \mathbb{N}^n} \in l^2 \quad (2)$$

необходимо и достаточно, чтобы $\partial^{|\kappa|} f / \partial z_1^{k_1} \dots \partial z_n^{k_n} \in E^2(D^n)$ ($|\kappa| = \kappa_1 + \dots + \kappa_n$) и выполнялись условия

$$\int_{\partial D_j} e^{a^{(j)}u} \frac{\partial}{\partial u} \left\{ \frac{\partial z^p}{\partial z^p} f(z) \Big|_{z_j=u} e^{-a^{(j)}u} \right\} \psi_{a^{(j)}}(u) du = 0; \quad (2)$$

$p = 0, 1, \dots, \kappa_j - 1; \quad j = 1, \dots, n,$

где $a^{(j)}$ — фиксированный нуль $L_j(\lambda)$, а функция $\psi_{a^{(j)}}(u)$ определяется предельными значениями преобразования Бореля функции $L_j(\lambda) | (\lambda - a^{(j)})$, так что

$$L_j(\lambda) = (\lambda - a^{(j)}) \int_{\partial D_j} e^{u\lambda} \psi_{a^{(j)}}(u) du.$$

Если $\lambda^{(j)} = 0$, то в (2) $m_j = 2, 3, \dots$.

Введем, следуя [1, с. 691], Q_j — расширение многоугольника D_j , где $Q_j = (q_j^{(1)}, \dots, q_j^{(N_j)})$, $0 < q_j^{(1)} < 1$; $j = 1, \dots, n$. Именно, пусть $[\gamma_{j,v_j+1}; \gamma_{j,v_j}]$ — сторона многоугольника D_j и d_{j,v_j} — ее длина. Проведем прямую L_{j,v_j} , параллельную стороне $[\gamma_{j,v_j+1}; \gamma_{j,v_j}]$, находящуюся на расстоянии $\frac{d_{j,v_j}}{2\pi} \ln \frac{1}{q_j^{(1)}}$ от нее, такую, что между L_{j,v_j} и $[\gamma_{j,v_j+1}; \gamma_{j,v_j}]$ не содержится

точек многоугольника D_j . Прямая L_{j,v_j} разбивает комплексную плоскость на две полуплоскости. Ту из них, которая содержит многоугольник D_j , обозначим P_{j,v_j} . Q — расширением полимногоугольника D^n назовем декар-

тово произведение $D_1(Q_1) \times \dots \times D_n(Q_n)$, где $D_j(Q_j) = \prod_{v_j=1}^{N_j} P_{j,v_j}$.

Множество корней $\{\lambda_{m_j}^{(j)}\}$, следуя [1, с. 691], разобьем на N_j группы $\{\lambda_{m_j}^{(j), v_j}\}$, $v_j = 1, \dots, N_j$; $j = 1, \dots, n$. Именно, к v_j группе отнесем все корни $\lambda_{m_j}^{(j)}$, попавшие в полуплоску $\Pi_{v_j}^{(j)}(K)$ (здесь верхний индекс означает номер многоугольника D_j), $v_j = 1, \dots, N_j$. Коэффициент ряда (1), стоящий при члене $\exp \left\{ - \sum_{j=1}^n N_j (\lambda_{m_j}^{(j), v_j}) \right\} \exp \left\{ \sum_{j=1}^n \lambda_{m_j}^{(j), v_j} z_j \right\}$ обозначим через

$\alpha_{m_1, v_1, \dots, m_n, v_n}$.

Теорема 3. Для того, чтобы коэффициенты $\alpha_{m_1, v_1, \dots, m_n, v_n}$ разложения функции $f \in E^2(D^n)$ в ряд экспонент вида (1) удовлетворяли условию

$$|\alpha_{m_1, v_1, \dots, m_n, v_n}| < C \prod_{k=1}^n (\tilde{q}_k^{(v)})^{m_k}, \quad q_k^{(v)} < \tilde{q}_k^{(v)} < 1,$$

где $1 < v_k < N_k$; $C = C(\tilde{q}_1^{(1)}, \dots, \tilde{q}_1^{(n)}) = \text{const}$, необходимо и достаточно, чтобы $f(z)$ аналитически продолжалась по переменной z_j в Q_j — расширение многоугольника D_j ; $j = 1, \dots, n$ и выполнялись соотношения

$$\int_{\partial D_j} e^{a^{(j)}u} \frac{\partial}{\partial u} \left\{ f(z_1, \dots, z_{j-1}, u + \mu, z_{j+1}, \dots, z_n) e^{-a^{(j)}u} \right\} \psi_{a^{(j)}}(u) du = 0;$$

$j = 1, \dots, n,$

где $a^{(j)}$ и $\psi_{a^{(j)}}(u)$ имеют тот же смысл, что и в теореме 2, а μ выбрано так, что $u + \mu$ принадлежит Q_j — расширению многоугольника D_j .

Теоремы 1—3 обобщают соответственно теоремы 3.1—3.3 из работы [1] на случай многих переменных. При доказательстве теорем 1—3 существенно используются результаты и методы работы [1].

Простым следствием теоремы 1, 2 является следующее утверждение. Теорема 4. Пусть в условиях теоремы 2 $\kappa = (1, \dots, 1)$, т. е. предположим, что $\partial^n f / \partial z_1 \dots \partial z_n \in E^2(\bar{D}^n)$ и выполняются условия 2;

$$\int_{\partial D_j} e^{a^{(j)}u} \frac{\partial}{\partial u} \left\{ f(z) \Big|_{z_j=u} e^{-a^{(j)}u} \right\} \psi_{a^{(j)}}(u) du = 0; \quad j = 1, \dots, n.$$

Тогда ряд (1) сходится абсолютно (и равномерно) на \bar{D}^n .

Литература

1. Ленин В. Я., Любарский Ю. И. Интерполяция целыми функциями специальных классов и связанные с ней разложения в ряды экспонент. — Изв. АН СССР, серия матем., 1975, т. 30, № 3, с. 657—701.
2. Рудин У. Теория функций в поликруге. — М.: Мир, 1974.

АНН им. В. И. Ленина

Поступило 18. XI 1987

Б. И. Ибрагимов

ПОЛИНОМНОУГОЛЬНИКОВЫЕ УЗОРЫ В $E^2(D^n)$ ФАЗАХ СИСТЕМЫ РИСС БАЗИСА И ИХ РОЛИ В АНАЛИЗЕ ФУНКЦИЙ

Множество $D_j \subset \mathbb{C}$ габаритов чохбучагы олдугда $D^n = D_1 \times \dots \times D_n$ полиномугольничуулары узуринде $E^2(D^n)$ фазасында экспонентлардан дүзүлдүлүмүш $\left\{ \exp \left[- \sum_{j=1}^n N_j \times \right. \right.$
 $\left. \left. \times (\lambda_{m_j}^{(j)}) \right] e^{\lambda_{m_j}^{(j)} z_j} \right\}_{m \in \mathbb{N}^n}$ системинин Рисс базис олмасы багында кафи шарт котирилдир ва афрылын эмсалларынын гүнөт, жахуд экспонент сүр'этиле азалмасы үчүн зарури ва кафи шартлар кестерилдир.

G. I. Ibragimov

BASES OF EXPONENTS IN THE SPACE $E^2(D^n)$ ON MULTIPOLYGON AND SINGULARITIES OF EXPANSION COEFFICIENTS

Conditions, at realization of which the exponent system of the form $\left\{ \exp \left[- \sum_{j=1}^n N_j (\lambda_{m_j}^{(j)}) \right] e^{\lambda_{m_j}^{(j)} z_j} \right\}_{m \in \mathbb{N}^n}$ is Riesz base in the space $[E^2(D^n)]$, where $D^n = D_1 \times \dots \times D_n$; $D_j \subset \mathbb{C}$ — convex polygon, are reduced. Necessary and sufficient conditions, ensuring degree and exponential speed of decrease of expansion coefficients, are shown.

З. Ф. СЕИДОВ

СЖИМАЕМЫЕ ЯДРА РАМЗЕЕВСКИХ ПЛАНЕТ

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

1. Первая модель планеты с фазовым переходом, рассмотренная Рамзеем [1], состоит из двух фаз несжимаемой жидкости с плотностью $\rho = \rho_1 = \text{const}$ в оболочке и плотностью $\rho_2 = q\rho_1 > \rho_1$ в ядре, причем на межфазной границе давление постоянно, $P = P_0$. Эта модель была использована для описания Земли, у которой на глубине ≈ 3000 км имеет место скачок плотности с $q \approx 2$. Модель допускает полное аналитическое решение вопросов равновесия, устойчивости и малых адиабатических пульсаций [1—4]. Основное свойство модели—она устойчива при $q \leq 1,5$ при любых размерах ядра, тогда как при $q > 1,5$ имеет место неустойчивость относительно радиальных возмущений при малых размерах ядра новой фазы и устойчивость при больших размерах ядра.

Величина $s = (r/R)_{\text{крит}}$ (r —радиус ядра, R —полный радиус) определяется уравнением:

$$(q-1)^2 s^4 - 4(q-1)s + 3 - 2q = 0, \quad q \geq 1,5. \quad (1)$$

Функция $s(q)$ при $q = 4 + \sqrt{8}$ имеет максимум $S_{\text{max}} = \sqrt{2} - 1$, следовательно, если $r/R > S_{\text{max}}$, рамзеевская планета устойчива всегда, при произвольно большом q . У Земли, напомним, величина r/R больше S_{max} .

В данном сообщении мы рассмотрим влияние сжимаемости вещества ядра в политропном уравнении состояния на свойства рамзеевских планет с несжимаемой оболочкой. Получены общие уравнения для параметров равновесных моделей и исследована устойчивость этих моделей. При значениях q , слегка превышающих 1,5, выведены аналитические выражения для $s(q)$ при произвольных значениях политропного индекса n . Для произвольных q функция $s(q)$ получена численно для значений n от 1 до 100.

2. Пусть в оболочке сферически-симметричной невращающейся планеты плотность вещества постоянна и равна ρ_1 , а в ядре вещество подчиняется политропному уравнению $P = K\rho^{1+1/n}$, K и n —постоянные, P и ρ —давление и плотность вещества. При $P = P_0$ имеет место фазовый переход 1 рода: плотность вещества ядра на его границе равна $\rho_2 = q\rho_1$ и $P_0 = K\rho_2^{1+1/n}$. Из решений уравнений гидростатического равновесия получим следующие уравнения для параметров модели:

$$\Gamma_c = P_0 \theta_n^{-n-1}, \quad f_c = \rho_2 \theta_n^{-n}; \quad (2a)$$

$$x \approx \frac{r}{R_0} = \left(\frac{n+1}{3q^2} \right)^{1,2} \eta \theta_n^{\frac{n-1}{2}}; \quad (2б)$$

$$\bar{q} \approx \frac{\bar{p}}{\rho_1} = -\frac{3q}{\eta \theta_n^n} \frac{d\theta_n}{d\eta}; \quad (2в)$$

$$y \equiv R/R_0, \quad y^3 + [(2\bar{q}-3)x^2-1]y + 2(1-\bar{q})x^3 = 0; \quad (2г)$$

$$z \approx M/M_0, \quad z = y^3 + (\bar{q}-1)x^3. \quad (2д)$$

В этих формулах P_c и ρ_c —давление и плотность в центре модели, M —масса модели, R_0 и M_0 —радиус и масса конфигурации, у которой $P_c = P_0$ и $r = 0$; \bar{p} —средняя плотность вещества ядра; $\theta_n(\eta)$ —функция Лена-Эмдена, являющаяся решением уравнения:

$$\frac{d}{d\eta} \left(\eta^2 \frac{d\theta_n}{d\eta} \right) = -\eta^2 \theta_n^n \quad (3)$$

с граничным условием:

$$\theta_n(0) = 1, \quad \left. \frac{d\theta_n}{d\eta} \right|_{\eta=0} = 0. \quad (4)$$

Выпишем известные аналитические выражения для $\theta_n(\eta)$:

$$\theta_0 = 1 - \frac{1}{6} \eta^2, \quad \theta_1 = \frac{\sin \eta}{\eta}, \quad \theta_5 = \left(1 + \frac{1}{3} \eta^2 \right)^{-1,2}. \quad (5)$$

Соотношения (2а—2д, 3—5) полностью определяют задачу равновесия и устойчивости рамзеевских планет с сжимаемыми политропными ядрами. Заметим, что P_c монотонно растет с ростом η для всех значений n —это обусловлено монотонным уменьшением функции $\theta_n(\eta)$ с ростом η при произвольном n . Поэтому для анализа устойчивости достаточно исследовать функцию $z(\eta)$. При этом, согласно статическому критерию устойчивости, ветви с положительной производной $dz/d\eta$ соответствуют устойчивым равновесным состояниям, ветви с $dz/d\eta < 0$ соответствуют неустойчивым состояниям, а точки с $dz/d\eta = 0$ определяют критические состояния, определяющие переход от устойчивости к неустойчивости или наоборот.

При значениях q , ненамного превышающих 1,5, из (2)—(4) можно получить следующую зависимость критического значения относительного размера ядра от величины $\Delta = q - 1,5 \ll 1$

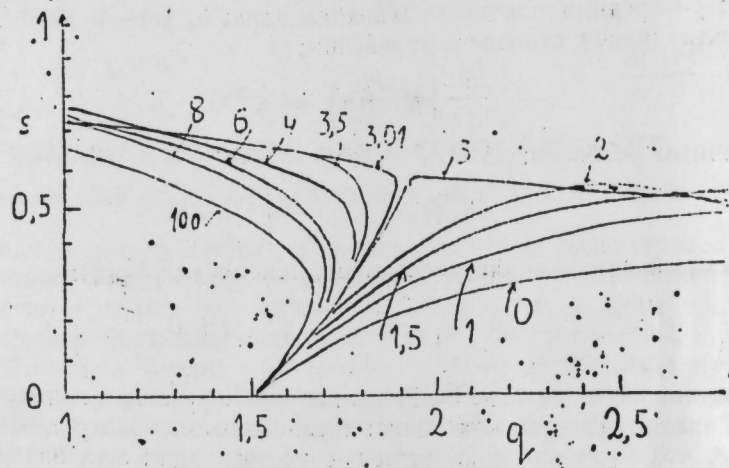
$$\left. \begin{aligned} S &= (r/R)_{\text{крит}} = \Delta (1 + L\Delta + M\Delta^2 + N\Delta^3), \\ L &= \frac{7n-20}{10(n+1)}, \quad M = \frac{(41n-40)(4n-5)}{50(n+1)^2}, \\ N &= \frac{1577n^3 - 3417n^2 + 25155n - 10675}{1400(n+1)^3}. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

В общем виде зависимость $S(q)$ получена численным решением уравнений (2)—(5), вместе с условием $dz/d\eta = 0$ и представлена на рисунке.

3. Из аналитического разложения (6) создается впечатление, что критической величиной показателя политропии вещества ядра n , определяющей характер кривой $S(q)$, является величина 20/7—при этом $L = 0$, а M и N —положительны. Однако численные расчеты показывают, что это не так и следует различать два случая $n \leq 3$ и $n > 3$.

а) $n \leq 3$ (малая сжимаемость вещества ядра). При $q > 1,5$ модели устойчивы при больших размерах ядра и неустойчивы при малых размерах ядра; другими словами, ситуация сходна с явлением неустойчивости малых ядер, описанным Рамзеем [1]. При $q < 1,5$ модели устойчивы всегда, при любом размере ядра новой фазы. При каждом значении n существует максимальная величина относительного размера ядра S_{max} , так

что при $r/R > S_{\max}$ модель с данным индексом политропии вещества ядра устойчива при любом скачке плотности вещества из-за фазового перехода.
 б) При $n > 3$ (большая сжимаемость вещества ядра) кривая $S(q)$ радикально отличается от случая $n \leq 3$.



Во-первых, при каждом значении n существует максимальная величина скачка плотности при фазовом переходе q_{\max} , так что при $q > q_{\max} > 1,5$ модель с данным значением n неустойчива при любом размере ядра — сравни с существованием величины S_{\max} при $n \leq 3$.

Во-вторых, при $1,5 < q < q_{\max}$ конфигурация с фазовым переходом неустойчива при малых и больших размерах ядра и устойчива при промежуточных размерах ядра.

В-третьих, при $1 < q < 1,5$ имеет место устойчивость при малых ядрах и неустойчивость при больших — ситуация, противоположная случаю $q > 1,5$ и $n \leq 3$.

Наконец, замечательной особенностью моделей с большой сжимаемостью вещества ядра является неустойчивость при фазовом переходе второго рода без скачка плотности вещества $q=1$. Критическая величина размера ядра s при этом не является монотонной функцией индекса политропии вещества ядра n .

Литература

1. Ramsey W. H. MNRAS, 1950, 110, 325.
2. Гринфельд М. А. — ДАН СССР, 1982, 262, 1342.
3. Верносова Е. А., Гринфельд М. А. Препринт. — Пушкино, 1983.
4. Сеидов З. Ф. — Препринт ИКИ АН СССР, 1984, № 889.

ИПО космических исследований

Поступило 28. I 1987

З. Ф. Сеидов

РАМЗЕЈ ТИПЛИ ПЛАНЕТЛЭРИН СЫХЫЛАН НҮВЭЛЭРИ

Мәгаләдә сыхылмајан тәбәгә вә политропик нүвәдән ибарәт олан, фаза кечидинә малик планетлэрин таразлыг вә дајаныглыг мәсәлэлэринә бахылыр.

Z. F. Seidov

COMPRESSIBLE NUCLEI OF RAMSEY'S TYPE PLANETS

We consider the equilibrium and the stability of the self-gravitating celestial bodies with the phase transition between the incompressible envelope and the polytropic nucleus.

УДК 548.74

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

А. Г. АБДУЛЛАЕВ, М. Г. КЯЗУМОВ, Г. С. МЕХДИЕВ, Д. А. ГУСЕЙНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ CdAlInS₄ ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

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

Электронogramмы вращения получены от монокристаллов CdAlInS₄ и текстурированной пленки. Определены периоды элементарной ячейки $a_0 = 3,87 \text{ \AA}$, $c = 37,01 \text{ \AA}$ и установлена пространственная группа R_{3m} . Установлена сверхструктурная фаза с периодом $a = a_0 \sqrt{3}$.

Кристаллы были выращены методом химической транспортной реакции. Водная суспензия, полученная легким растиранием образцов кристалла в нескольких каплях воды с последующим разбавлением, диспергировалась под воздействием ультразвука. При естественном отстаивании суспензии в верхней части остаются наиболее высокодисперсные фракции. Эту фракцию перенесли на целлулоидную пленку. Электронogramмы от такого объекта показывают наличие текстурированного поликристалла (рис. 1, а).

Электронogramмический экспериментальный материал получен на высоковольтном электронograфе ($V = 350 \text{ кВ}$; $2 L\lambda = 33,15 \text{ \AA мм}$).

Для исследования структуры кристалла использованы снимки от текстурированного кристалла (рис. 1, а), а для

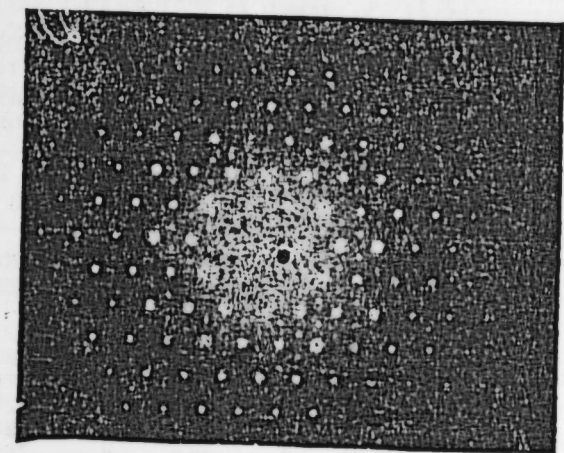
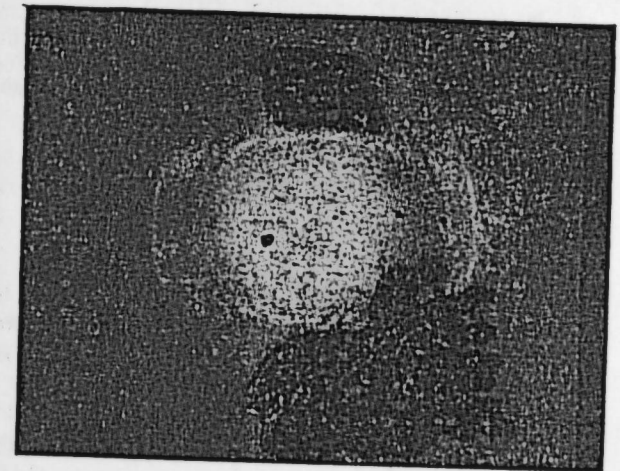


Рис. 1. Электронogramмы от текстурированной (а) и монокристаллической пленки (б)

выявления тонких эффектов (сверхструктурных рефлексов) исследовались монокристаллические пленки (рис. 1, б), полученные методом отслаивания липкой лентой.

На основе анализа снимков кривой текстуры были определены параметры решетки и проведена индукция рефлексов. Все исследованные кристаллы относились к 3R модификации.

На рис. 2 приведены схемы расположения рефлексов на первом $10\bar{1}l$ и втором $1\bar{1}2l$ эллипсах в прямой текстуре и визуально оцененные интенсивности рефлексов. Основываясь на имеющихся данных о кристалли-

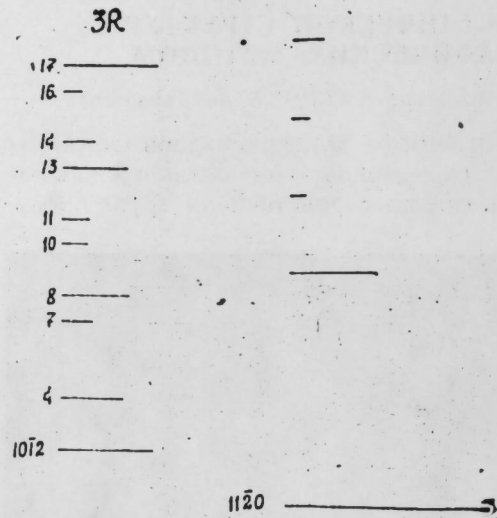


Рис. 2. Схемы расположения рефлексов на первом $10\bar{1}l$ и втором $1\bar{1}2l$ эллипсах в прямой текстуре и визуально оцененные интенсивности рефлексов

ческой структуре соединения $CdJnGaS_4$ [1], при построении моделей структуры политипов в качестве исходной модели пакетов взят пакет, состоящий из четырех плотно упакованных слоев атомов S, в котором к вершинам октаэдров Cd, образующих непрерывную двумерную сетку, с двух сторон примыкают тетраэдры Jn, Al. Сравнение экспериментальных значений ΣF^2 для рефлексов $10\bar{1}l$, $1\bar{1}2l$ и вычисленных для различных моделей $CdAlJnS_4$ показало, что структура $CdAlJnS_4$ характеризуется моделью атомов ACRAEACBCRAC и относится к пространственной группе R_{3m} . В табл. 1 приведены вычисленные значения ΣF для рефлексов $10\bar{1}l$ и $1\bar{1}2l$, а в табл. 2 координаты атомов кристалла $CdAlJnS_4$. В электронограммах от монокристалла диагностирована ромбоэдрическая

Таблица 1

hkl	$\Sigma F_{\text{экс}}^2$	$\Sigma F_{\text{теор.}}$	hkl	$\Sigma F_{\text{экс}}^2$	$\Sigma F_{\text{теор.}}$
-111	—	52,8	-120	70	97,3
012	36	63,3	-123	—	11,7
-114	18	64	-126	—	8,5
015	—	3,0	-129	18	41,98
-117	8	52,4	-1212	1	0,2
018	18	79,3	-1215	1	10,2
-110	5	22,3	-1218	2	15,4
0111	5	22,4	1221	5	34,3
-1113	18	49,3			
0114	8	29,8			
-1116	2	16,2			
0117	36	84,6			

структура. На этих снимках выявились сверхструктурные рефлексы, аналогичные электронограммам от $CdJnGaS_4$ [2] и показывающие на увеличение в $\sqrt{3}$ раза параметра.

Таблица 2

1	2	3	4
S_1	0	0	0,0417
S_2	1/3	3/3	0,125
S_3	2/3	1/3	0,2083
S_4	0	0	0,2917
$(In+Al)/2$	1/3	2/3	0,0694
Cd	0	0	0,167
$(In+Al)/2$	2/3	1/3	0,270

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность доктору физ.-матем. наук Р. Б. Шафизаде за активное участие при обсуждении результатов работы.

Литература

1. Кязумов М. Г., Амирсламов И. Р.—ДАН АзССР, 1983, т. XXXIX, № 2, с. 19.
2. Abdullayev A. G., Kuzumov M. G. Thin Solid Films, 1983, v. 109, p. 175.

Институт физики АН АзССР

Поступило 26. V 1987

А. Н. Абдуллаев, М. Н. Казымов, Г. С. Мейдижев, Ч. А. Гусейнов

КРИСТАЛЛИК $CdAlJnS_4$, СТРУКТУРНОЕ ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКОЕ МЕТОДОМ ИЛЭ ТЭДГИГИ

$CdAlJnS_4$ монокристаллик на текстур назик табгаларини электронограммы алынмышдыр. Элементар гэфэси периодлары тэжин едилмиш ($a_0=3,87 \text{ \AA}$, $c_0=37,01 \text{ \AA}$) ва фаза групу мугъжон олунмушдыр. Мәлум олмушдыр ки, жүксәк структурлу фазанын периоду $a = \sqrt{3} a_0$ кимидир.

A. G. Abdullayev, M. G. Kuzumov, G. S. Mekhtiev, D. A. Guseinov

THE INVESTIGATION ON CRYSTALLIC STRUCTURE OF $CdAlJnS_4$ BY THE ELECTRONOGRAPHIC METHOD

The electronograms on $CdAlJnS_4$ monocrystals and textured films are obtained. The elementary net period constants are defined to be equal to $a_0=3.87 \text{ \AA}$, $c=37.01 \text{ \AA}$, space group is R_{3m} .

Г. И. КОЛЬЦОВ, Е. А. ЛАДЫГИН, С. Ю. ЮРЧУК, Ф. А. ЗАИТОВ,
И. Д. АНИСИМОВА, А. З. АБАСОВА, О. Б. ШИШМОЛКИНА

**ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ $p-n$ -
ПЕРЕХОДОВ, СОЗДАНЫХ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИЕЙ
 Be^+ в GaP и GaAs_{1-x}P_x ($x = 0,4$)**

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

При использовании материалов GaP и GaAs_{1-x}P_x ($x=0,4$) в опто-электронных устройствах, работающих в видимой области спектра, требуется создание $p-n$ -переходов с малой глубиной залегания [1].

Наиболее предпочтительным методом создания неглубоких, до 1 мкм, переходов является ионная имплантация [2]. В качестве исходных материалов использовали эпитаксиальные $n-n^+$ -структуры GaP и GaAs_{1-x}P_x ($x=0,4$) с концентрацией электронов в n -слоях $2 \div 3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, которые легировали ионами бериллия.

Ионы бериллия с энергией $50 \div 150 \text{ кэВ}$ для мезаструктур и $50 \div 100 \text{ кэВ}$ для диодных структур, изготовленных по планарной технологии, имплантировали дозами $5 \cdot 10^{13} - 10^{15} \text{ см}^{-2}$ на установке HVE-350. После имплантационный отжиг, необходимый для удаления радиационных дефектов и активации имплантированной примеси осуществляли в атмосфере аргона.

Был испробован ряд материалов и сплавов для контактов к имплантированным слоям GaP и GaAs_{1-x}P_x p -типа. Контакты после напыления вжигали в атмосфере аргона. Линейность вольт-амперных характеристик и величина переходного сопротивления изготовленных контактов контролировались.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе изготовления фоточувствительных структур варьировали дозу и энергию имплантированных ионов, управляя глубиной залегания перехода и степенью легирования p -области.

При исследовании структур с $p-n$ -переходом, оказалось, что существенную роль играет выбор материала для омического контакта к имплантированной области. Структуры из фосфида галлия, у которых в качестве омического контакта применяли сплав AuGe имели токи 10^{-4} А при прямых напряжениях $\sim 4 \text{ В}$. При повышении температуры вжигания те же токи 10^{-4} А получали уже при прямом смещении $2,75 \text{ В}$.

Прямое падение напряжения диода при использовании сплава InP; Zn больше, чем при сплаве AuGe с оптимальными режимами вжигания. Для меза-структур с контактом AuGe последовательное сопротивление контакта начинает сказываться при токах $5 \cdot 10^{-4} \text{ А}$, в то время как для

контакта на основе In, это влияние проявляется уже при токах $5 \cdot 10^{-6} \text{ А}$. Добавка Zn непосредственно во время напыления контакта снижает величину переходного сопротивления, которое начинает играть заметную роль только при токах более $5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$.

На вид прямых ветвей ВАХ структур влияет и последовательное сопротивление, обусловленное наличием нарушенного слоя при неполном отжиге ионноимплантированного слоя. Повышение температуры отжига диодов, легированных Be^+ приводит к уменьшению прямого падения напряжения для тока 10^{-3} А с $2,9 \text{ В}$, до $2,25 \text{ В}$. Коэффициент неидеальности для образцов с хорошими омическими контактами при оптимальных режимах вжигания составляет $n > 2$ для данных режимов отжига. У меза-структур, полученных имплантацией ионов Be^+ с энергиями 50 и 80 кэВ с контактом AuZn наблюдается резкое снижение значений прямых токов. Замечено, что это связано с наличием p -слоя высокого сопротивления и эффектом оттеснения тока к металлическому контакту, а также возрастанием роли поверхностной рекомбинации при уменьшении глубины залегания перехода (рис. 1). В планарных структурах наблюдались те же тенденции. При ис-

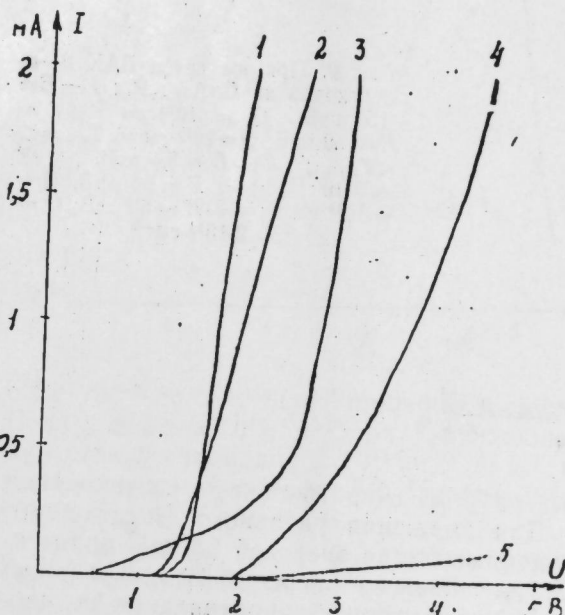


Рис. 1. Прямые ветви ВАХ $p-n$ -переходов на GaP, изготовленных ионной имплантацией: 1 — $E = 80 \text{ кэВ}$, $Q = 3 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$; $E = 30 \text{ кэВ}$, $Q = 10^{14} \text{ см}^{-2}$; 2 — $E = 150 \text{ кэВ}$, $Q = 5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$, контакт InNiZn; 3 — $E = 150 \text{ кэВ}$, $Q = 5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$, $T_{\text{отж}} < T_{\text{отж}_2}$, контакт InNiZn; 4 — $E = 150 \text{ кэВ}$, $Q = 6 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$, контакт AuGe; 5 — $E = 50 \text{ кэВ}$, $Q = 2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$

пользовании в качестве контакта AuZn для диодов, полученных имплантацией Be^+ с энергией 50 кэВ (доза $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$), при смещении 1 В прямые тока $5 \cdot 10^{-4} \div 2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$, а при имплантации с энергией 100 кэВ (доза 10^{15} см^{-2}) 10^{-2} А при том же смещении. Диоды с меза-структурой изготавливали также на основе GaAs_{1-x}P_x имплантацией Be^+ с энергией $150, 80$ и 50 кэВ . Первая партия была получена при внедрении ионов энергией 150 кэВ и с дозой 10^{15} см^{-2} . Для тех структур, у которых перед нанесением контакта проводили травление, с целью приближения максимума распределения ионов к поверхности, последовательное сопротивление контакта InNiZn значительно меньше. Так как при заданных температурах вжигания глубина диффузии Zn невелика, можно

считать, что сопротивление контакта определяется поверхностной концентрацией активированных ионов бериллия.

Концентрация дырок в *p*-слое при дозе 10^{15} см^{-2} и $E=150 \text{ кэВ}$ выше, чем при $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ и энергиях 50 и 80 кэВ, поэтому прямые характеристики при легировании дозой 10^{15} см^{-2} должны быть лучше. Действительно, большая часть образцов этой серии не имеет участка, характерного для последовательного сопротивления, вплоть до токов $5 \cdot 10^{-2} \text{ А}$, а коэффициент неидеальности составляет $1,8 \div 2$.

Для образцов, полученных имплантацией с энергией 80 и 50 кэВ (рис. 2), коэффициент неидеальности составляет $2 \div 2,7$. Так же, как и

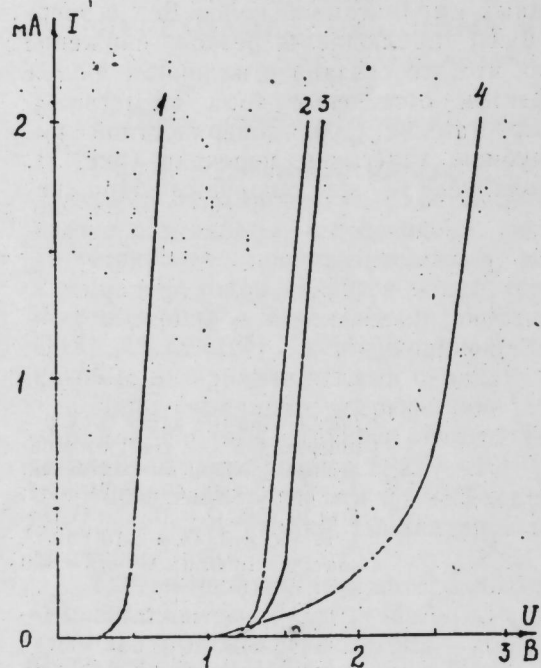


Рис. 2. Прямые ветви ВАХ *p-n*-переходов на $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$: 1 — $E=150 \text{ кэВ}$, $Q=10^{15} \text{ см}^{-2}$; 2 — $E=150 \text{ кэВ}$, $Q=10^{15} \text{ см}^{-2}$, $T_{\text{отж}2} < T_{\text{отж}1}$; 3 — $E=80 \text{ кэВ}$, $Q=3 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$; 4 — $E=50 \text{ кэВ}$, $Q=2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$.

в случае структур из GaP заметна роль сопротивления растекания и поверхностной рекомбинации. Для снижения удельного переходного сопротивления образцы, легированные Be^+ с энергией 80 кэВ подлегировались дополнительно теми же ионами с энергией 30 кэВ и дозой 10^{14} см^{-2} . Действительно, влияние контактного сопротивления не наблюдается, вплоть до токов 10^{-3} А , в то время как без подлегирования, при энергии 50 кэВ, это влияние проявляется при токах 10^{-5} А .

Величины обратных токов и их зависимость от напряжения определялись дозой легирования. При этом основной составляющей обратного тока является генерационно-рекомбинационная. Для всех конструкций диодных структур, как планарной так и меза, величины обратного тока значительно превышают рассчитанные значения, это свидетельствует о наличии поверхностных токов утечки и генерации носителей через глубокие центры, появившиеся в результате радиационных нарушений [3]. В пользу последнего говорит тот факт, что при одинаковой температуре отжига, уменьшение дозы легирования с 10^{15} см^{-2} до $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ в планарных диодах GaP приводит к снижению токов при

обратном смещении в 1В с 10^{-6} А до 10^{-9} А и меньше. На меза-структурах на основе GaP при дозе легирования $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ ($E=50 \text{ кэВ}$) токи утечки 10^{-9} А имеют место при обратных смещениях $4 \div 5 \text{ В}$. Увеличение температуры отжига при дозе легирования $5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ снижает обратные токи с $3,5 \cdot 10^{-8} \text{ А}$ при смещении 1В до $1,2 \cdot 10^{-9} \text{ А}$ (рис. 3). Те же тенденции характерны для меза-структур на основе $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$. При одинаковой температуре отжига уменьшение дозы легирования

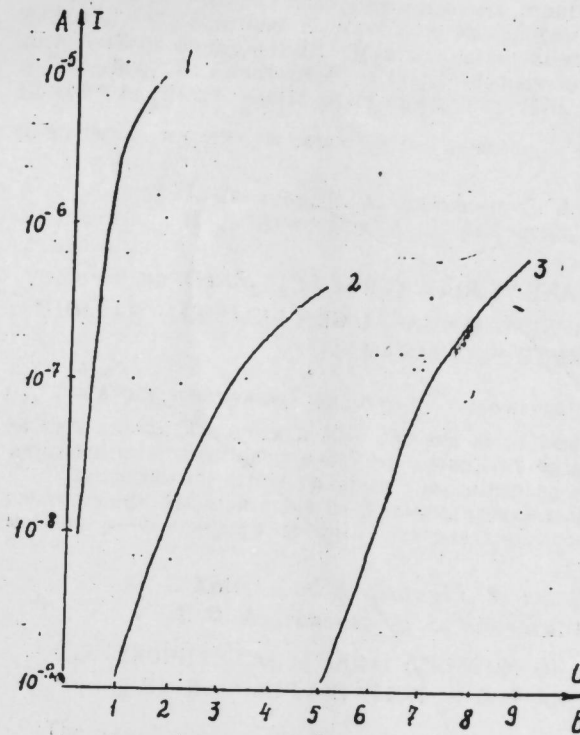


Рис. 3. Обратные ветви ВАХ *p-n*-переходов на GaP: 1 — $E=150 \text{ кэВ}$, $Q=5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$; 2 — $E=150 \text{ кэВ}$, $Q=5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$, $T_{\text{отж}1} < T_{\text{отж}2}$; 3 — $E=50 \text{ кэВ}$, $Q=2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$.

с 10^{15} см^{-2} до $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ приводит к снижению обратных токов (рис. 4). Если для дозы 10^{15} см^{-2} при напряжении 1В обратные токи 10^{-9} А , то при дозе легирования $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ те же токи 10^{-9} А протекают при обратных смещениях более 5В. Пробивные напряжения для GaP $25 \div 30 \text{ В}$ и для $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ $30 \div 35 \text{ В}$.

С помощью вольт-фарадных характеристик установлено, что для структур, полученных на основе $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ экспериментальные значения емкости мало отличаются от рассчитанных теоретически 250—300 пФ, а изменение емкости от напряжения соответствует резкому *p-n*-переходу. Вычисленная из ВФХ контактная разность потенциалов составляет величину $1,9 \div 1,95 \text{ эВ}$, что согласуется с шириной запрещенной зоны для $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ ($X=0,4$). Оценка с помощью ВФХ концентрации примеси в базовой *n*-области дает заниженное значение по сравнению с электрофизическими измерениями пластин. Можно предположить, что это связано с наличием промежуточного сильнокомпенсированного слоя.

В структурах на основе GaP измеренные значения емкости (120—160 пФ) несколько меньше теоретических (200 пФ), а характер вольт-фарадной зависимости указывает на наличие линейного распределения

примеси в переходе. Такое поведение вольт-фарадных характеристик для структур из GaP и GaAs_{1-x}P_x, вероятно, связано с различием в образовании и отжиге дефектов в этих соединениях.

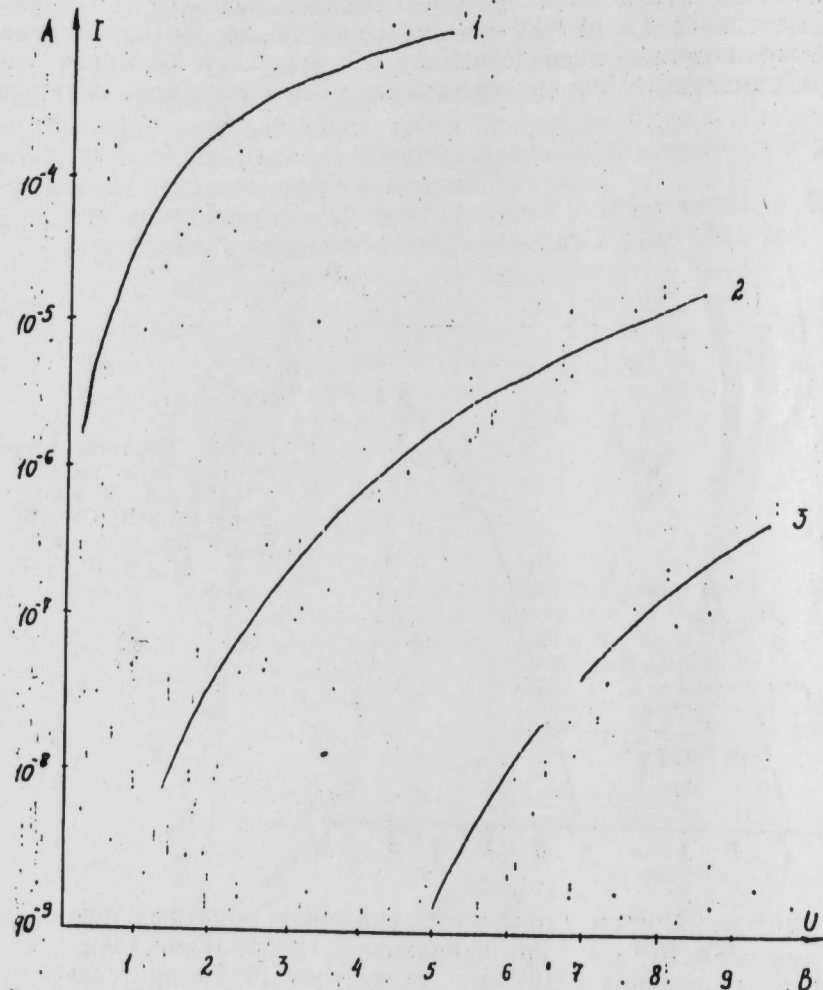


Рис. 4. Обратные ветви ВАХ $p-n$ -переходов на GaAs_{1-x}P_x: 1 — $Q = 10^{16}$ см⁻²; 2 — $Q = 10^{15}$ см⁻², $T_{отж1} > T_{отж2}$; 3 — $Q = 2 \cdot 10^{14}$ см⁻²

Выводы

Исследован ряд сплавов для омических контактов к имплантированным слоям p -типа в полупроводниковых соединениях GaP и GaAs_{1-x}P_x. Отработаны режимы вжигания этих контактных сплавов.

Для $p-n$ -переходов, полученных при энергии имплантации 150 кэВ с дозой 10^{15} см⁻², при токе 10^{-3} А прямые смещения 1,4 ÷ 1,8 В для структур на основе GaP и 0,6 ÷ 1,3 В для структур на основе GaAs_{1-x}P_x.

При имплантации ионов Be⁺ с энергией 50 кэВ и дозой $2 \cdot 10^{14}$ см⁻² для диодных структур на GaP при напряжении 5 В значения обратных токов составили 10^{-9} А, а для структур на GaAs_{1-x}P_x токи 10^{-9} А протекают при обратных смещениях 6 ÷ 8 В.

Пробивные напряжения переходов 25 ÷ 30 В для GaP и 30 ÷ 35 В — для GaAs_{1-x}P_x.

В структурах на основе GaP измеренные значения емкости 120 ÷ 160 пФ, характер вольт-фарадной зависимости указывает на наличие линейного перехода с большими градиентами концентрации. Емкость структур, изготовленных на GaAs_{1-x}P_x 250 ÷ 300 пФ и зависимость емкости от напряжения указывает на наличие резкого перехода.

Литература

1. Зи С. Физика полупроводниковых приборов, ч. 2. — М.: Мир, 1981, 1860.
2. Loh K. W., Schröder D. K., Clark R. C., Rehatgl A., Edrige G. W. Low leakage current GaAs diodes. — IEEE Transactions on Electron devices, 1981, v. ED-28, № 7, p. 796—800.
3. Zandveld P. Crystal damage and the properties of implanted $p-n$ junction in silicon. — Solid State Electronics, 1978, vol. 21, p. 721—727.

Московский институт стали и сплавов

Поступило 25. XI 1986

Г. И. Колтсов, Е. А. Ладыкин, С. Ю. Юрчук, Ф. А. Зайтов,
И. Д. Анисимов, А. З. Абасова, О. Б. Шншмолкина

GaP на GaAs_{1-x}P_x (X = 0,4) КРИСТАЛЛАРЫНА Be⁺ ИОНЛАРЫНЫН ИМИЛАНТАСИЯСЫ ИЛӘ ЈАРАНМЫШ КЕЧИДЛӘРИНИН ЕЛЕКТРОФИЗИКИ ХАРАКТЕРИСТИКАСЫ

Мәгәләлә көстәриләр ки, $p-n$ структурлу GaP на GaAs_{1-x}P_x Јарымкечириләри әсәсында енерјиси 50 ÷ 150 кеВ на дозасы $2 \cdot 10^{14} - 10^{15}$ см⁻² олан Be⁺ ионларынн имилантасијасы илә $p-n$ кечидләри һазырланмышды.

Һазырланмыш структурларын волт-ампер на волт-фарад һарактеристикасы тәдқиғ едилмишидир. Имилантасија на Јандырма режимләринн, контакт материалынн сечилмәсинн $p-n$ структурларынн електрик хәссәләринә тәсириә баһылмышдыр.

G. I. Koltsov, E. A. Ladygin, S. Yu. Yurchuck, F. A. Zaitov,
I. D. Anisimova, A. Z. Abasova, O. B. Shishmolkina

ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF $p-n$ -JUNCTIONS, RECEIVED BY Be⁺ IMPLANTATION IN GaP AND GaAs_{1-x}P_x (x = 0.4)

The $p-n$ -junctions on semiconductor materials GaP and GaAs_{1-x}P_x were received by ion implantation of beryllium with energies 50 ÷ 150 keV and doses $2 \cdot 10^{14} - 10^{15}$ cm⁻². The mesa- and planar process of $p-n$ -structures received was worked out. The series of materials and alloys for contacts to p -type implanted layers GaP and GaAs_{1-x}P_x was tested. The influence of implantation and anneal regimes and contacts on electrical properties of $p-n$ -structures was examined.

УДК 538.114

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Х. Б. ГЕЗАЛОВ, Э. А. САМЕДОВ, Р. Д. КАСУМОВ
ШИРИНА ЛИНИИ ЭПР В ПОЛУМАГНИТНЫХ
ПОЛУПРОВОДНИКАХ $Cd_{1-x}Mn_xTe$

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

Кристаллы $Cd_{1-x}Mn_xTe$ являются типичными представителями полумагнитных полупроводников. Эта система образует твердые растворы замещения со структурой сфалерита, в широкой области концентраций $x: 0 < x \leq 0,7$ [1]. Присутствующие в кристаллической решетке парамагнитные ионы Mn^{2+} с наполовину заполненной 3 d^5 оболочкой, образуют сильно локализованные магнитные моменты, которые взаимодействуют с зонными электронами посредством спинового обменного взаимодействия и таким образом становятся причиной необычных магнитно-оптических свойств этих материалов. К примеру, в них наблюдается «гигантское» фарадеевское вращение света около фундаментального края поглощения [2], сильное стоковое смещение при комбинационном рассеянии света с переворотом спина [3] и др. Помимо магнитно-оптических свойств, которые могут найти широкое практическое применение, немалый интерес представляют также и магнитные свойства полумагнитных полупроводников. К одним из таких свойств можно отнести уширение линии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в полумагнитных полупроводниках при низких температурах.

Исследованию ЭПР в $Cd_{1-x}Mn_xTe$ было посвящено несколько работ [4, 5, 6]. В работах [4, 5] температурная зависимость ширины линии ЭПР выше температуры Нееля анализировалась теорией, разработанной для антиферромагнетиков [7]. В [6] температурная зависимость ширины линии хорошо описывалась эмпирической формулой, предложенной для металлических спиновых стекол в случае низких температур [8].

Качественно новый подход для объяснения уширения линии ЭПР в полумагнитных полупроводниках при низких температурах предложен в работе [9], в которой было получено хорошее согласие теории, развитой для магнитных примесей в металлах [10] с результатами, полученными для $Hg_{1-x}Mn_xSe$.

Согласно [9], свободные носители в полумагнитных полупроводниках находятся в режиме так называемого «электронного узкого горла», т. е. возможны связанные колебания спиновых намагниченностей Mn^{2+} и электронов проводимости, если связь последних с решеткой слабее, чем с парамагнитными центрами. Таким образом, парамагнитные центры, имеющие различные локальные прецессионные частоты, оказываются связанными кросс-релаксацией посредством электронов. Так как скорость кросс-релаксации в основном определяется релаксацией Корринга, пропорциональной температуре, то при высоких температурах,

когда кросс-релаксация играет существенную роль, следует ожидать сужение линии ЭПР. В случае же низких температур будет иметь место уширение линии ЭПР за счет разброса локальных полей.

В настоящей работе проведено исследование ЭПР в кристаллах $Cd_{1-x}Mn_xTe$ и сопоставление экспериментальных результатов температурной зависимости ширины линии с вышеупомянутой теорией.

Монокристаллы $Cd_{1-x}Mn_xTe$ были выращены методом Бриджмена с концентрацией марганца $x: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7$. Спектры ЭПР снимались на радиоспектрометре РЭ-1306 с рабочей частотой 9,4 Гц в интервале температур 77—300 К.

Для всех образцов спектры ЭПР представляют собой симметричную синглетную линию (рис. 1) с g -фактором 2,008. С увеличением концентрации марганца ширина линии растет вследствие спин-спиновой взаимодействия одиночных ионов и кластеров. На рис. 2 приведена зависи-

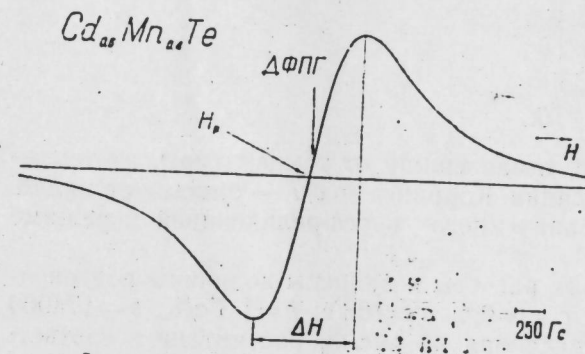


Рис. 1. Типичный спектр ЭПР, наблюдаемый в полумагнитных полупроводниках $Cd_{1-x}Mn_xTe$ ($x = 0,4; T = 300 K$)

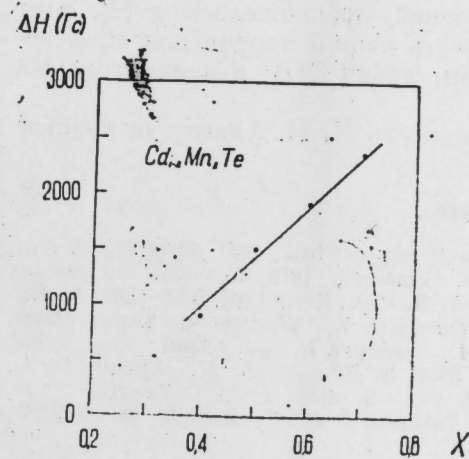


Рис. 2. Зависимость ширины линии ЭПР в $Cd_{1-x}Mn_xTe$ от концентрации x при комнатной температуре

мость ширины линии ЭПР от концентрации при комнатной температуре. Следует отметить, что эта зависимость представляет собой линейную функцию с наклоном около 30 Гс/% Mn.

На рис. 3 приводится зависимость ширины линии от температуры для образца $Cd_{0,6}Mn_{0,4}Te$. Как видно, при уменьшении температуры от комнатной до температуры жидкого азота ширина линии растет примерно в три раза.

Согласно [9], температурная зависимость ширины линии ЭПР в полумагнитных полупроводниках при температурах выше 40 К может аппроксимироваться простой формулой:

$$\Delta H(T) = a + bT + c/T, \quad (1)$$

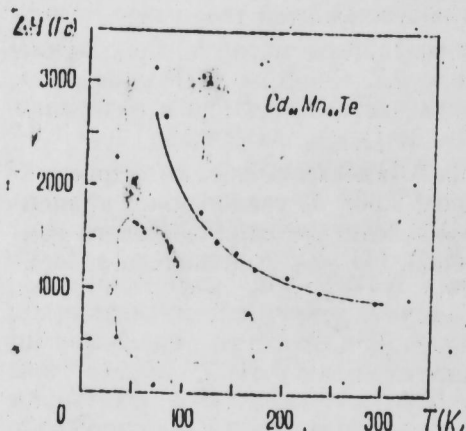


Рис. 3. Зависимость ширины линии ЭПР в $Cd_{0.6}Mn_{0.4}Te$ от температуры (сплошная кривая рассчитана в соответствии с (1), точки—экспериментальные данные).

где a —остаток ширины линии, независящий от температуры, b —температурный коэффициент релаксации Корринга и c/T —описывает вклад неоднородного уширения, ограниченного кросс-релаксацией в режиме «электронного узкого горла».

Нами проведены численные расчеты и найдены величины подгоночных параметров для образца с $x=0,4$; $a=16$ Гс; $b=1$ Гс/К; $c=174000$ Гс·К. Сплошная кривая, приведенная на рис. 3, рассчитана в соответствии с формулой (1). Как видно, экспериментальные точки с достаточной точностью описываются теорией, предложенной в [9]. Этот факт еще раз подтверждает приемлемость данной теории для объяснения температурной зависимости ширины линии ЭПР в полумагнитных полупроводниках.

Авторы выражают свою признательность М. Н. Алиеву за участие в обсуждении работы.

Литература

1. Botka V., Stankiewicz J., Girtal W. — J. Appl. Phys., 1981, 52, 4189.
2. Gaj, J. A., Galazka R. R., Nawrocki. — Solid State Commun., 1978, 25, 193.
3. Ramdas A. K. — J. Appl. Phys., 1982, 53, 11.
4. Oseroff S. B. Phys. Rev., 1982, B 25, 6584.
5. Mooglan A., Chan B. W., Brun del Re R., Donofrio T., Wooley. — J. Appl. Phys., 1982, 53, 8934.
6. Webb D. J., Bhagat S. M., Furduna K. — J. Appl. Phys., 1984, 55, 6.
7. Huber D. L. — Phys. Rev., 1972, B6, 3180.
8. Bhagat S. M., Spano M. L., Lloyd J. N. Solid State Commun., 1981, 38, 261.
9. Aliev M. N., Tagirov L. R., Physica Status Solidi (b), 1985, 127, K61.
10. Тагиров Л. Р., Трунцев К. Ф. — ЖЭТФ, 1984, т. 86, вып. 3.

Сектор радиационных исследований АН АзССР

Поступило 25. IX 1986

И. Б. Көзәлов, Е. Ә. Сәмәдов, Р. Ч. Гасымов.

$Cd_{1-x}Mn_xTe$ ЖАРЫММАГНИТ ЖАРЫМКЕЧИРИЧИЛӘРДӘ ЕПР ХӘТТИНИН ЕНИ

Мағаләдә $Cd_{1-x}Mn_xTe$ Жарыммагнит Жарымкечиричиләрдә электрон парамагнит резонансының (ЕПР) Мп атомларының концентрациясындан ($0,4 < x < 0,7$) нә темпе-

ратурдан ($77 < T < 300$ К) асылылыгы тәдгиг олуимушдур. $Cd_{0.6}Mn_{0.4}Te$ нүмунәсиндә ЕПР хәтти енини тәчрүби температур асылылыгының жарыммагнит жарымкечиричиләр үчүн верилмиш нәзәријә илә там ујгунлугу ашкар едилмиш, ујгунлуг әмсалларының әдәли гүјмәтләри тәјин олуимушдур.

И. В. Gezalov, Е. А. Samedov, R. D. Kasymov

EPR LINE WIDTH IN SEMIMAGNETIC SEMICONDUCTORS $Cd_{1-x}Mn_xTe$

EPR linewidth is studied in semimagnetic semiconductors $Cd_{1-x}Mn_xTe$ in the region of temperature $77 < T < 300$ K and Mn concentration $0.4 < x < 0.7$. Good agreement of temperature dependence of EPR linewidth for $Cd_{0.6}Mn_{0.4}Te$ with the theory offered for semimagnetic semiconductors is found, fitting parameters are presented.

Акад. Т. Н. ШАХТАХТИНСКИЙ, А. Н. ГУЛИЕВА, А. Г. АГАЗАДЕ,
С. А. АЛИЕВА, А. Д. ЭФЕНДИЕВ

МЕХАНИЗМ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ХЛОРПРЕНА В ХЛОРМАЛЕИНОВЫЙ АНГИДРИД

Проблема получения углеводородов, содержащих несколько функциональных групп, представляет собой большую научную значимость. Одностадийное превращение хлорсодержащих олефинов в такие реакционноспособные соединения, как хлормалеиновая кислота и ее производные, позволяет получать на их основе различные соединения, обладающие специальным комплексом свойств: ненасыщенные полиэфирные смолы, лаки, фунгициды, гербициды и т. д.

Проблема представляет интерес как для практического применения, так и для теоретического исследования. Актуальным является изучение процесса и оптимизация условий, обеспечивающих селективное окисление олефинов с сохранением в молекуле атома хлора и реакционноспособной двойной связи.

В статье приведены результаты изучения процесса получения хлормалеинового ангидрида окислением хлорпрена [1], его кинетики и механизма протекания.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Сырьем для окисления служил хлорпрен $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}-\text{CH}_2$: $d_4^{20} = 0,9533$, $M = 88,53$, т. кип — $59,4^\circ\text{C}$.

Окисление хлорпрена (ХП) проводилось кислородом воздуха в присутствии различных катализаторов, наиболее активным из которых оказался контакт из оксидов ванадия и фосфора.

Реакция окисления ХП осуществлялась в реакторе со взвешенным слоем V—P—O катализатора [2].

Катализатор зернистым 0,2—0,4 мм загружался в стеклянный реактор с электрообогревом и двумя термopарами для измерения температуры в «кипящем» слое катализатора и в верхней части реактора.

Катализатор нагревался до температуры опыта в небольшом токе воздуха. После достижения заданной температуры, подачу воздуха увеличивали до необходимого по условию опыта и начинали подачу ХП механическим шприцем-дозатором. ХП с заданной скоростью проходил испаритель и смешивался с нагретым воздухом в смесителе и дальше поступал в реакционную зону, где и происходило его окисление. Степень окисления, а следовательно, состав и выходы продуктов реакции характеризуются главным образом тремя переменными факторами: температурой реакционной зоны, продолжительностью контактирования и соотношением хлорпрена и кислорода в сырьевой смеси. Образовав-

шие продукты реакции с температурой не ниже 200°C поступали в четыре поглотительные склянки, далее в змеевик-улавливатель, погруженный в сухой лед. Из змеевика несконденсированные газы выбрасывались в атмосферу.

Часть продуктов реакции, получаемых в процессе окисления ХП, отличалась хорошей растворимостью в горячей воде, и содержала хлормалеиновую кислоту (ХМК), а также частично и альдегиды [3].

Такие продукты окисления хлорпрена, как растворившиеся в воде ХМК, уксусная и другие кислоты, определяли титрометрическим методом.

Для количественного определения CO_2 , газы после опыта пропускали через 30%-ный раствор КОН.

Нерастворившиеся в воде продукты реакции окисления хлорпрена (альдегиды и т. п.) анализировали на хроматографе «Цвет» при температуре колонки 100°C . Разделяющей фазой служил полиэтиленгликоль-адипинат — (ПЭГА): газ-носитель — гелий подавали со скоростью 7,0 л/ч. Анализируемая проба содержала муравьиный, уксусный и пропионовый альдегиды.

Для хроматографического разделения CO_2 , O_2 , и N_2 использовали колонку, заполненную молекулярными ситами 13X (NaX) или активированным углем СХТ. Полученный целевой продукт исследовали различными методами физико-химического анализа: ИК-, ЯМР- и масс-спектроскопией.

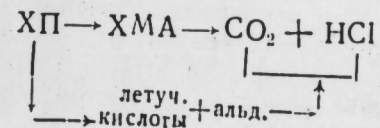
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Реакцию проводили при $400, 450, 470^\circ\text{C}$, временах контакта 0,32—1,08 с, молярном соотношении ХП: $\text{O}_2 = 1:30$. Во всех случаях образовывалась гамма-продуктов: хлормалеиновый ангидрид, который при растворении в воде переходит в ХМК, уксусная, муравьиная, соляная, хлоракриловая кислота, формальдегид, H_2O , CO_2 .

Результаты исследования влияния температуры показаны на рисунке, а. Из этого рисунка видно, что повышение температуры приводит к увеличению выхода основного целевого продукта — ХМА, при этом выход CO_2 также растет, а образование летучих кислот уменьшается.

Как видно из результатов изучения времени контакта (рисунок, б), максимальный выход целевого продукта достигается при времени контакта $\tau = 0,81$ с. Затем выход ХМА и соответственно селективность по нему убывают. Аналогичные зависимости наблюдаются для летучих кислот и альдегидов. Выход же CO_2 после $\tau = 0,81$ с возрастает.

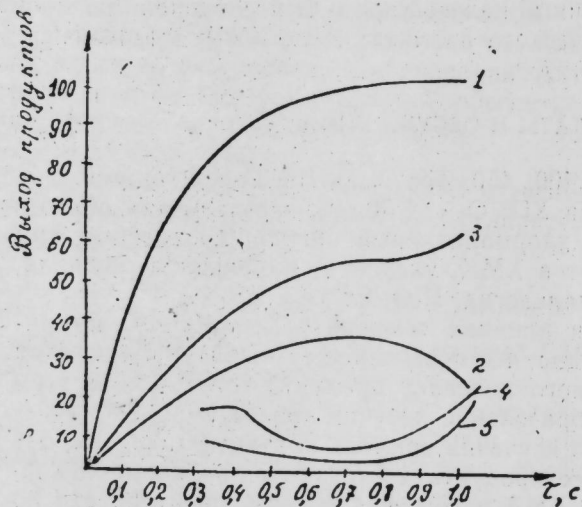
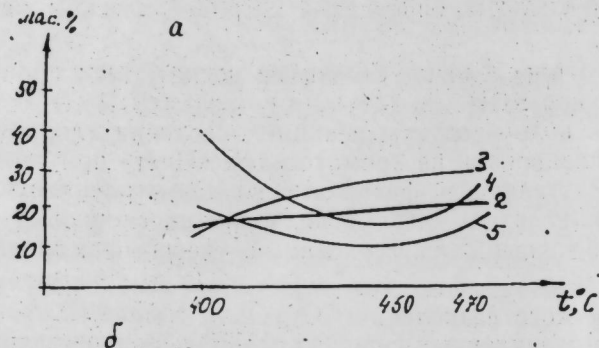
Такой характер поведения кривых позволяет нам предположить последовательно-параллельный механизм протекания реакции окисления хлорпрена.



Стабильность выхода CO_2 при временах контакта 0,5÷0,8 с (см. рисунок, б) можно объяснить «защитным» действием ХМА на активные центры [4]. При увеличении времени контакта выше 0,81 с, происходит «дожигание» ХМА и других побочных продуктов до CO_2 .

Механизм гетерогенно-каталитического окисления непредельных хлорсодержащих углеводородов пока еще остается слабоосвещенным и противоречивым.

В работе [5] показано, что целевой продукт реакции не претерпевает глубокого окисления и константу скорости этой стадии приравнивают к нулю. Ряд авторов утверждает, что глубокое окисление исходного углеводорода происходит при адсорбции его на окисленном центре за счет кислорода газовой фазы. Также существуют мнения [6], что селек-



Зависимость выхода продуктов от температуры (а) и времени контакта (б): 1—хлорпрен; 2—ХМА; 3—CO₂; 4—альдегиды; 5—летучие кислоты

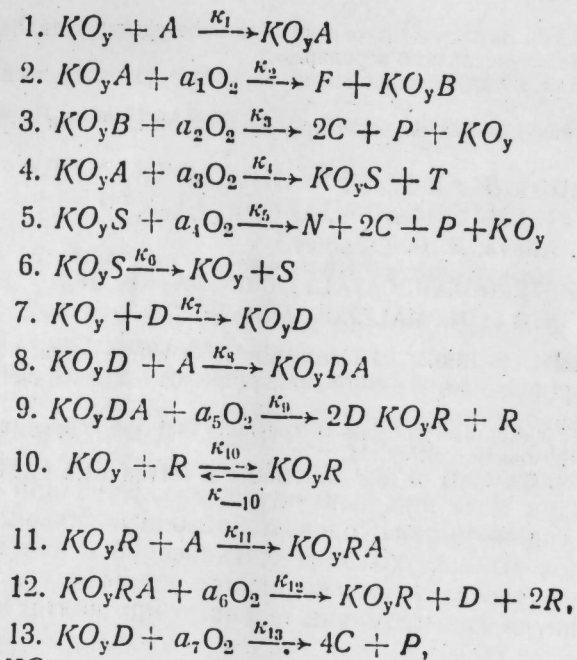
тивное окисление исходного углеводорода происходит при адсорбции его на окисленном центре в виде фуранового кольца с последующим образованием маленного ангидрида. Глубокое же окисление относится к случаю адсорбции исходного углеводорода по двойной связи на неокисленном центре за счет кислорода газовой фазы.

На базе экспериментальных результатов и анализа литературных данных нами была сделана попытка выяснить механизм гетерогенно-каталитического окисления хлорпрена с учетом образования и расходования промежуточных веществ.

В основу механизма положен принцип модифицирования активных центров катализатора продуктами реакции, который с удовлетворительными результатами был применен в работе [4].

В основу создания модели окисления ХП были положены следующие положения:

- а) процесс квазистационарный;
 - б) все центры катализатора окислены;
 - в) адсорбция исходного продукта на центрах прочная.
- При этом постадийная схема механизма окисления ХП будет иметь вид:



где KO_y —окисленный активный центр; А—хлорпрен; D—ХМА; F—уксусная кислота; T—формальдегид; P—соляная кислота; R—вода; C—углекислый газ; S—хлоракреленин; N—муравьиная кислота; B—хлорпропионовая кислота; a_i —стехеометрический коэффициент при кислороде.

На базе представленного механизма была составлена модель процесса и рассчитаны ее параметры.

Таким образом, в результате проведенного исследования, нами предлагается постадийная схема механизма окисления хлорпрена в хлормаленный ангидрид.

Литература

1. Алиева С. А., Шахтагинский Т. Н., Садыхова Х. И. Способ получения хлормаленной кислоты. — А. С. СССР 405865, Б. И., 1973, № 45.
2. Алиева С. А. Получение полифункциональных органических соединений окислением и окислительным аммонолизом некоторых алифатических хлорсодержащих углеводородов. Дис... канд. хим. наук. — Баку: ИНХП, 1973, с. 29.
3. Эфендиев А. Д., Шахтагинский Т. Н., Садыхова Х. И., Алиева С. А., Агазаде А. Г. Получение производных маленного ангидрида каталитическим окислением галондбутадиенов. — Нефтехимия, 1981, № 3, с. 435.
4. Агазаде А. Г., Розовский А. Я., Эфендиев А. Д., Шахтагинский Т. Н. О механизме каталитического окисления непредельных хлорсодержащих углеводородов С₄. Тез. докл. 4-ой Всесоюз. конф. по механизмам каталитических реакций. — М., 1986, с. 104.
5. Varma R. L., Saraf D. N. Oxidation of butene to maleic anhydride. I. Kinetics and mechanism. — J. Catal., 1978, v. 55, № 3, p. 361—372.
6. Akimoto Masamichi, Echigoya Etsturo. Mechanism for incorporation of oxygen in vapour-phase selective oxidation of isobutene, butadien and furan over various Bismuth catalysts. — J. Chem. Soc. Faraday Trans., 1979, pt 1, v. 75, № 7, p. 1757—1768.

Институт теоретических проблем химической технологии АН АзССР

Поступило 29. VI 1987

Т. Н. Шахтахтински, А. Н. Гулијева, А. Н. Агазаде,
С. Э. Элијева, А. Ч. Эфендијев

**ХЛОРПРЕНИН ХЛОРМАЛЕИН АНГИДРИДИНЭ
ОКСИДЛЭШМЭСИ ҺЕТЕРОКЕН-КАТАЛИТИК
ПРОСЕСИНИН МЕХАНИЗМИ**

Магаләдә хлорпренин хлормалеин ангидридинә оксидләшмәси һетерокен-каталитик просесинин тәклиф етдијимиз чеврилмә механизми верилр.

Һәмин механизмин схемин актив модификасијаланмыш мәркәзләр үзәриндә тәсвир едилр.

Бу механизм әсасында просесин кинетик модели гурулмуш вә реаксијанын параметрләри һесабламышдыр.

T. N. Shakhtakhtinsky, A. N. Gulieva, A. G. Agazade,
S. A. Alieva, A. D. Efendiev

**THE MECHANISM OF HETEROGENIC CATALYTIC OXIDATION OF
CHLOROPRENE INTO CLOROMALEINIC ANHYDRIDE**

The results of research of catalytic oxidation of chloroprene into chloromaleinic anhydride are given. On the basis of experimental results and published data the mechanism of this reaction is proposed.

The main idea of the proposed mechanism consists in the fact that the active centres of catalysis are modified by the reaction products.

The kinetic model composed on the basis of this mechanism is solved with satisfactory errors.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 3

1988

УДК 547.537.547.3

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. Н. МАГЕРРАМОВ, А. Г. ЛЮТФАЛИЕВ, Р. А. ХАЛИЛОВА, Э. Ф. ГОДЖАЕВ

**АЛКИЛИРОВАНИЕ БЕНЗОЛА ВЫСШИМИ ОЛЕФИНАМИ
НА ТВЕРДЫХ ПРОТОННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ**

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

Высшие алкилбензолы находят широкое практическое применение в различных отраслях народного хозяйства. Вместе с тем получение этих алкилароматических углеводородов в настоящее время базируется главным образом на реакции алкилирования бензола высшими олефинами в присутствии $AlCl_3$, H_2SO_4 , HF др. кислотных катализаторов [1—6]. Однако эти катализаторы не могут регенерироваться, вызывают коррозию аппаратуры, а полученный при этом алкилат следует отделить от катализатора промывкой водой, что приводит к потере части целевого продукта и образованию вредных сточных вод. В этой связи применение для реакции алкилирования катализаторов, лишенных указанных недостатков, представляет значительный научный и практический интерес.

В отечественной литературе практически не встречаются работы, посвященные алкилированию ароматических углеводородов высшими олефинами на твердых протонных катализаторах. Исключение составляет работа [7], в которой изучено алкилирование бензола высшими олефинами в присутствии синтетических алюмосиликатов в проточной системе при 300—500°C. Однако в этих условиях образуется смесь алкилбензолов, в том числе алкилбензолов с разветвленной структурой алкильного радикала, которые, как известно, не могут использоваться для получения качественных моющих средств из-за низкой моющей способности и плохой биоразлагаемости [8].

Ранее для алкилирования нафталина высшими олефинами нами были применены шариковые алюмосиликатцеолитсодержащие катализаторы ЦЕОКАР-2 и АШНЦ-3. Установлено, что при относительно мягких условиях (атмосферное давление и температура 170—200°C) алкилирование протекает достаточно гладко и позволяет получить алкилнафталины с высокими выходами [9]. В настоящем сообщении приводятся результаты опытов по алкилированию бензола алкенами-1 C_6 — C_{20} в присутствии шарикового аморфного алюмосиликатного и алюмосиликатцеолитсодержащего (ЦЕОКАР-2) катализаторов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В реакции использованы предварительно высушенные и свежеперегнаные алкены-1 C_6 — C_{20} . Гексен-1 был взят в виде готового препарата, а алкены-1 C_8 — C_{20} выделены из продуктов олигомеризации этилена путем ректификации. Физико-химические константы использован-

ных алкенов-1 близко совпадали с литературными [10]. Изучение их ИК-спектров показало, что алкены-1 C₁₂ и выше содержат примеси соответствующих изомерных олефинов с винилиденовой структурой ($-C=$
|
NH₂). В качестве катализатора использованы предварительно обезвоженные в токе воздуха при 600—650°C аморфный алюмосиликатный и алюмосиликатцеолитсодержащий (ЦЕОКАР-2) катализаторы.

Алкилирование проводилось в качающем автоклаве под парциальным давлением реагирующих компонентов и продуктов реакции. Подробно изучено влияние различных факторов на ход реакции алкилирования бензола эйкозеном-1 в присутствии катализатора ЦЕОКАР-2. Установлено, что уже при 130°C и мольном соотношении бензола к эйкозену-1 8:1 реакция протекает достаточно гладко и выход эйкозилбензола составляет 50%, а с повышением температуры до 160°C достигает 75%. Установлено, что для достижения лучшего результата достаточно использовать катализатор в количестве 40% от массы взятого эйкозена-1 при времени контакта 4 ч. При этих условиях выход продуктов моноалкилирования бензола олефинами-1 C₆—C₂₀ составляет 72,2—84,0%. Практически аналогичные результаты были получены при проведении реакции в присутствии аморфного алюмосиликатного катализатора (таблица).

Алкилирование бензола алкенами-1 C₆—C₂₀ в присутствии аморфного алюмосиликатного и алюмосиликатцеолитсодержащего (ЦЕОКАР-2) катализаторов (т-ра 160°C, мольн. соотнош. бензола к алкену-1—8:1, время контакта—4 ч)

Алкены -1	Выход моноалкилбензолов, %	Селективность реакции, %
Гексен-1	72,2	90,7
Октен-1	75,7	88,9
Децен-1	84,0	92,4
Додецен-1	80,0	89,2
Тетрадецен-1	72,2	89,2
Гексадецен-1	75,5 (77,5)*	88,7 (86,7)*
Октадецен-1	76,4	89,4
Эйкозен-1	75,0	90,0

* Выход продукта алкилирования и селективность реакции в присутствии аморфного алюмосиликатного катализатора.

Значительный интерес представляло изучение изменения активности катализаторов в процессе алкилирования. С этой целью проводились серии опытов по алкилированию бензола октадеценом-1 в присутствии одной и той же порции катализаторов. Опыты проводились при 160°C, мольном соотношении бензола к октадецену-1 8:1, количестве катализатора 40% от массы взятого октадецена-1 и времени контакта 4 ч. Установлено, что при повторном использовании катализаторов практически не снижается, однако при последующем применении их каталитическая активность по выходу продуктов моноалкилирования падает от 76,4 до 58,2% (катализатор ЦЕОКАР-2) и от 77,5 до 71,2% (аморфный алюмосиликатный катализатор) и остается на том же уровне после трехкратного использования. При регенерации в токе воздуха при 600—650°C течение 4 ч первоначальная активность катализаторов восстанавливается.

Выводы

1. Впервые изучено алкилирование бензола алкенами -1 C₆—C₂₀ на аморфном алюмосиликатном и алюмосиликатцеолитсодержащем катализаторе ЦЕОКАР-2. Установлено, что в присутствии этих катализаторов выход продуктов моноалкилирования составляет 72—84%.
2. Катализаторы могут быть неоднократно использованы и после регенерации первоначальная активность их восстанавливается.

Литература

1. Friedel C., Crafts J. M., Hebd C. R. — Science Acad. Sci., 1877, 84, 13, 92.
2. Balsohn M. — Bull. Soc. Chim. France, 1878, 31, 539.
3. Radzewanowski C. — Ber. Dtsch. Chem., 1895, 28, 1135.
4. Skrzypek-Jersy. — Przem., 1872, 51, № 6, 359—362.
5. Пат. США №3365508, 1968.
6. Ipatieff V. N., Grosse A. V. — J. Amer. Chem. Soc., 1936, 58, 2339.
7. Исмаилов Р. Г., Алиев С. М., Рзаев Н. К. — Азерб. нефт. хол-во, 1970, № 2, 34—35.
8. Справочник нефтехимика. — Д.: Химия, 1978, 99—107.
9. Магеррамов М. Н., Зульфугарлы Дж. Н., Лютфалиев А. Г., Халилова Г. А., Фамазанова Ш. А. — Авт. свид. СССР №951382, 1981.
10. Оболенцев Р. Д. Физические константы углеводородов жидких топлив и масел. — М.: Гостехиздат, 1953.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 4. XII 1986

М. Н. Магеррамов, А. Г. Лютфалиев,
Р. Э. Халилова, Е. Ф. Гочаев

ПРОТОНЛУ БЭРК КАТАЛИЗАТОРЛАР ИШТИРАКЫНДА БЕНЗОЛУН ЛУКСӨК ОЛЕФИНЛЭРЛӘ АЛКИЛЛӘШМӘСИ

Мәғаләдә ilk дәрә оларак аморф алумосиликат вә алумосиликатцеолит-тәркибли (СЕОКАР-2) катализаторлар иштиракында бензолун d-олефинләрлә (C₆—C₂₀) алкилләшмәси өйрәтилмишир. Мүәлжәи едилмишир ки, һәмни катализаторлар иштиракында моноалкилбензолларын чыхымы 72—84% тәшкил едир.

M. N. Magerramov, A. G. Lutfalyev, R. A. Khallova, E. F. Godjajev

ALKYLATION OF BENZOL BY HIGH OLEFINS ON SOLID PROTON CATALYZERS

For the first time the alkylation of benzol d-olefins C₆—C₂₀ on amorphous aluminosilicate and aluminosilicate-zeolite containing (zeocat-2) catalyzers is studied. It is stated that in the presence of these catalyzers the output of products monoalkylation is 72—84%.

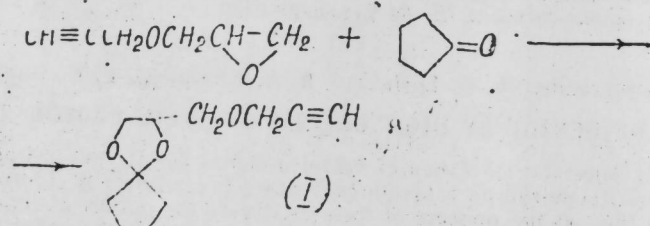
Б. Г. БАБАЕВ, У. Б. ИМАШЕВ, Э. А. МАМЕДОВ, С. Ф. КАРАЕВ

СИНТЕЗ И РЕАКЦИИ 2,2-ТЕТРАМЕТИЛЕН-4-ПРОПАРГИЛОКСИ-
МЕТИЛ-1,3-ДИОКСОЛАНА

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

Несмотря на немалое количество публикаций в области циклических ацетиленовых ацеталей [1—6], в литературе отсутствуют сведения по пропаргильным кеталам, содержащим спирановое циклопентановое кольцо. Между тем, широкий диапазон практически важных свойств подобных кислородсодержащих соединений [6] обуславливает необходимость неотложной разработки методов синтеза и получения информации об их химическом поведении.

В данном сообщении рассматриваются результаты синтеза и гетеролитических превращений неизвестного ранее гетероспирана — 2,2-тетраметилен-4-пропаргиллоксиметил-1,3-диоксолана (I). Получение последнего осуществлено с выходом 68% взаимодействием глицидил-пропаргильного эфира с циклопентанонам в присутствии эфира фтористого бора по схеме



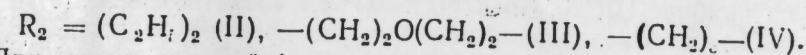
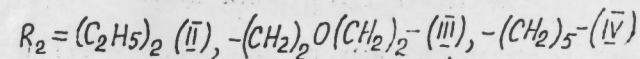
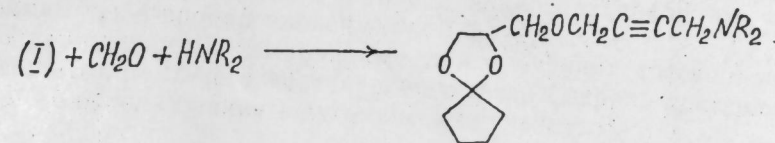
Строение продукта реакции (I) подтверждено спектральными методами. В его ИК-спектре отсутствуют полосы поглощения карбонильной и терминальной эпоксидной групп, но имеются абсорбционные полосы этилильной группировки (2100 и 3300 см⁻¹) и группа линий в области 1100—1160 см⁻¹, характеризующих ацетальный фрагмент С—О—С—О—С.

В спектре ПМР соединения (I) протоны, входящие в пропаргильную группу образуют характерную двухсигнальную систему триплет-дублет (δ 3,56 и 4,25 м. д.), ядра водородов карбоцикла ответственны за уширенный синглет в сильном поле (δ=1,6—1,9 м. д.), а протоны гетероцикла проявляются в интервале химических сдвигов δ 3,2—3,7 м. д. Интегральная интенсивность сигналов этих протонов соответствует выполненной расшифровке структуры (I).

При проведении химических превращений синтезированного гетероспирана (I), следовало априори учитывать возможное расщепление диоксоланового кольца в кислых условиях и его устойчивость в основ-

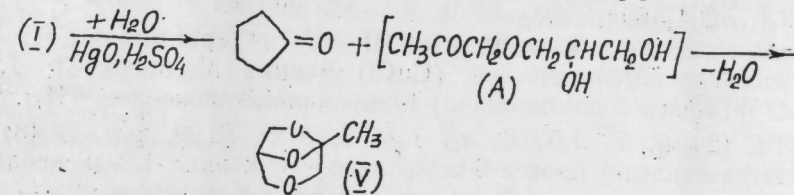
ной среде [6]. С другой стороны, надо было принимать во внимание нестабильность пропаргильной группировки молекулы (I) в присутствии оснований [1]. Реализованные эксперименты подтвердили это.

Так, в присутствии однохлористой меди, вторичные амины в сочетании с параформом вступают в реакцию с гетероспираном (I) с участием ацетиленового атома водорода, давая продукты С_{3р} — аминотетраметилрования



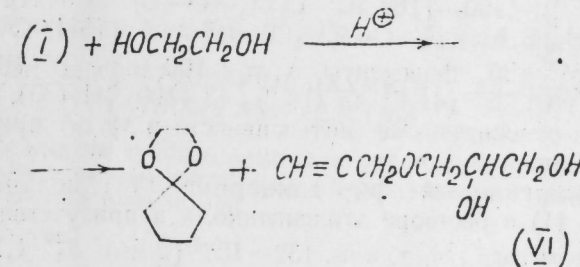
При этом кетальный фрагмент не подвергается деградации.

Однако в условиях реакции Кучерова наблюдается разрыв 1,3-диоксоланового цикла с получением циклопентанона и бициклического триоксана (V). Образование последнего, очевидно, является следствием циклизации промежуточного моноацетонилового эфира глицерина (A) по типу внутримолекулярного ацеталеобразования [6].



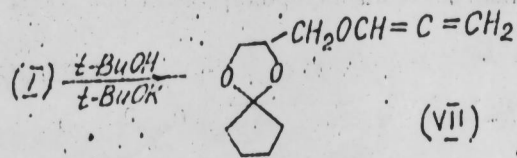
Структура триоксана (V) подтверждена данными спектра ПМР, а также колебательными и масс-спектрами.

Заметим, что осуществление кислого сольволиза гетероспирана (I) в безводном этиленгликоле в отсутствие ртутного катализатора приводит к образованию этиленкетала циклопентанона и первичного монопропаргильного эфира глицерина (VI).



Механизм образования продуктов этой реакции включает, вероятно, первоначальный гидролитический распад соединения (I) по ацетальной группировке с получением моноэфира (VI) и циклопентанона в качестве интермедиата. Последний в условиях реакции этерифицируется этиленгликолем с образованием кетала, физико-химические константы и ИК-спектры которого были идентичны с таковыми для образца, описанного в литературе [7].

При нагревании гетероспирана (I) в триметилкарбиноле с третбутилатом калия происходит изомеризация с преимущественным образованием 2,2-тетраметилен-4-алленилоксиметил-1,3-диоксолана (по данным ИК-спектров и ГЖХ-анализа).



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК-спектры синтезированных соединений (I—VII) в микрослое сняты на приборе UR-20. Спектры ПМР 0,1 и растворов веществ (I, V) в четыреххлористом углероде получены на приборе «Вариан-60». Внутренний эталон — тетраметилсилан. Масс-спектр соединения (V) записан на спектрометре «МХ-1303» с помощью прямого ввода образца в ионизационную камеру с температурой 100—130°C при 30 эВ.

2,2-Тетраметилен-4-пропаргилоксиметил-1,3-диоксолан (I) получен из пропаргилглицидилового эфира и циклопентанона в присутствии эфирата фтористого бора в условиях метода [2]. Т. кип. 98—99°C (2 мм) d_4^{20} 1,0664, n_D^{20} 1,4694, M_{RD} 52,07, выч. 51,28.

Аминометильные производные (II—IV) гетероспирана (I) получены в условиях каталитической (CuCl) реакции Манниха [8]: 2,2-тетраметилен-4-(2-окса-6-диэтиламино)-4-гексинил-1,3-диоксолан (II): т. кип. 153—154°C (2 мм), d_4^{20} 1,0076, n_D^{20} 1,4775, M_{RD} 78,99 выч. 79,48;

2,2-тетраметилен-4-(2-окса-6-морфолино)-4-гексинил-1,3-диоксолан (III): т. кип. 182°C (1 мм) d_4^{20} 1,1082, n_D^{20} 1,4960, M_{RD} 79,14 выч. 78,98;

2,2-тетраметилен-4-(2-окса-6-пиперидино)-4-гексинил-1,3-диоксолан (IV): т. кип. 190°C (2 мм), d_4^{20} 1,1046, n_D^{20} 1,4950, M_{RD} 77,32 выч. 77,64.

Бидвциклический триоксан (V) получен гидратацией соединения (I) в присутствии окиси ртути и серной кислоты в условиях метода [8]. Т. кип. 59—60° (10 мм), d_4^{20} 1,1457, n_D^{20} 1,4456, M_{RD} 31,20, выч. 30,70. ИК-спектр (см^{-1}): 1100—1160 (C—O—C—O—C). Спектр ПМР (δ , м.д.) 1,30 с. (3H, CH₃) 3,4 с. (2H, C—CH₂O), 3,5—4,3 м (5H, OCH₂C(O)CH₂O). Масс-спектр: M^+ 130, фрагменты с m/e 100 (83), 87 (18,3), 71 (28,3), 70 (26,6), 58 (40), 57 (41,6) 45 (18,3), 43 (100), 41 (30), 32 (5) (в скобках приведены относительные интенсивности в % от принятой за 100% интенсивности пика, имеющего m/e 43).

Монопропаргильный эфир глицерина (VI) получен сольволизом гетероспирана (I) в растворе этиленгликоля в присутствии серной кислоты в условиях метода [1], т. кип. 132—133° (2 мм), d_4^{20} 1,1341, n_D^{20} 1,4762, M_{RD} 32,37, выч. 32,32. ИК-спектр (см^{-1}): 3390—3450 (OH), 2120 и 3300 (C≡CH).

2,2-Тетраметилен-4-алленилоксиметил-1,3-диоксолан (VII) получен изомеризацией гетероспирана (I) в триметилкарбиноле в присутствии трет-бутилата калия в условиях метода [9]. Т. кип. 88°C (1 мм), d_4^{20} 1,0691, n_D^{20} 1,4820, M_{RD} 53,25 выч. 52,33, ИК-спектр (см^{-1}): 1950 (C=C=C).

Данные элементного анализа полученных соединений соответствовали их молекулярным формулам.

Выводы

1. Экспериментально доказана применимость каталитической конденсации глицидилпропилового эфира с циклопентанонем для синтеза 2,2-тетраметилен-4-пропаргилоксиметил-1,3-диоксолана.
2. Закономерности, выявленные при изучении гетеролитических реакций синтезированного ацетиленового гетероспирана составляют основу для его использования в органическом синтезе.

Литература

1. Дубова Р. И., Шостаковский М. Ф., Атавин А. С., Васильев Н. П., Недоля Н. А., Игнатова М. А. Сб. Материалы II конф. по вопросам строения и реакционной способности ацеталей. — Фрунзе: Илим, 1970, с. 191—195.
2. Караев С. Ф., Шихиев Н. А., Мирзаханова М. Г., Юзбашева С. — Азерб. хим. жур., 1970, № 3, с. 77—80.
3. Волков А. П., Скворцов Ю. М., Данда Н. И., Худякова А. И. IV Всесоюз. конф. по химии ацетилена. Тез. докл. — Алма-Ата: Изд-во АН Каз. ССР, 1972, т. 1, с. 198—202.
4. Верещанин Л. И., Гаурилов Л. Д., Титова Е. Е., Вологодина Л. П. — Ж. орг. хим., 1973, т. 9, вып. 2, с. 247—252.
5. Bailly W., Ellet E. L. — Amer. Chem. Soc., 1974, v. 96, p. 1798—1806.
6. Яновская Л. А., Юфит С. С., Кучеров В. Ф. Химия ацеталей. — М.: Наука, 1975. — 276 с.
7. Органикум. Практикум по органической химии. — М.: Мир, 1979, т. 1, с. 357.
8. Караев С. Ф., Казиева С. Т., Шихиев Н. А., Найдберг Ц. М. — Ж. орг. хим., 1978, т. 14, вып. 3, с. 556—562.
9. Караев С. Ф., Мамедов Э. А., Гараева Ш. В. — Изв. вузов СССР, хим. и хим. технолог., 1985, т. 28, № 5, с. 117—118.

Азербайджанский институт нефти и химии
им. М. Алишбекова
Уфимский нефтяной институт

Поступило 4. I 1987

Б. Н. Бабаев, У. Б. Имашев, Е. А. Мамедов, С. Ф. Гараев

2,2-ТЕТРАМЕТИЛЕН-4-ПРОПАРКИЛОКСИМЕТИЛ-1,3-ДИОКСОЛАНЫН СИНТЕЗИ ВӘ РЕАКЦИЈАЛАРЫ

Мағаләдә 2,2-тетраметилен-4-пропаркилоксиметил-1,3-диоксоланьн синтези вә бә'ән һетеролитик реакцијаларда, о чүмләдән сольволиз, гидратасија, аминометилләшмә, изомерләшмә реакцијаларында озуңу апармасы тәдқиғ едилди.

B. G. Babayev, U. B. Imashev, E. A. Mamedov, S. F. Karayev

2, 2-TETRAMETHYLENE-4-PROPARGIL-OXYMETHYL-1,3-DIOXOLENE SYNTHESIS AND REACTIONS

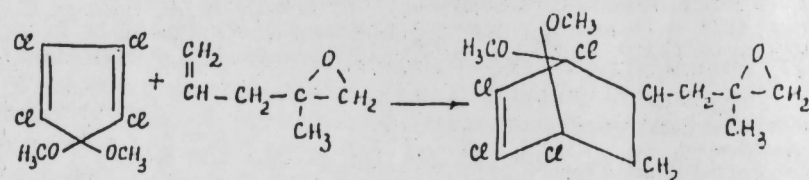
This article deals with the synthesis and behaviour of 2,2-tetramethylene-4-propargyl-oxy-methyl 1,3-dioxolene in some heterolytic reactions, particularly solvation, dehydration, aminomethylation and isomerization.

Ф. Ф. МУГАНЛИНСКИЙ, Т. А. УМУДОВ, чл.-корр. М. М. ГУСЕЯНОВ,
ВО ТХИ ЛИЕН

**СИНТЕЗ 1, 2, 3, 4-ТЕТРАХЛОР-7,7-ДИМЕТОКСИ-5
(2-МЕТИЛ-1,2-ЭПОКСИПРОПИЛ) БИЦИКЛО-(2, 2, 1)-ГЕПТЕНА-2**

Изучение аномальных реакций и необычных соединений представляет особый интерес для химика-исследователя, поскольку является путем к открытию новых, неизвестных ранее закономерностей. На наш взгляд, одним из таких необычных объектов в современной органической химии с полным основанием можно считать гексахлорциклопентадиен (ГХЦПД) и его производные [1].

В связи с вышесказанным, изучена конденсация 4-метил-4,5-эпоксипентена-1 с 5,5-диметокситетрахлорциклопентадиеном (ДМТХЦПД).



Строение и структура полученного аддукта подтверждена данными ИК-спектроскопии и элементным анализом.

Индивидуальность вещества подтверждена тонкослойной хроматографией $R_f = 0,51$.

Исследования показали, что выход аддукта зависит от многих факторов, а именно: температуры, мольного соотношения реагирующих компонентов, продолжительности реакции и количества подачи азота. Результаты приведены в табл. 1—4.

Влияние температуры на течение процесса изучалось в интервале 50—110°C при продолжительности реакции 6 ч (табл. 1).

Наибольший выход аддукта (98,6%) достигается при 90°C и продолжительности реакции 6 ч, а при низких температурах (50°C) выход аддукта, даже при продолжительности реакции 6 ч, составляет лишь 65,7%.

Влияние молярного соотношения реагирующих компонентов на выход целевого продукта изучалось в пределах диен: диенофил—1:1 до 3:1. Максимальный выход аддукта 98,6% достигается при мольном соотношении реагирующих компонентов диен: диенофил—2:1, в то время, как при эквимолярном соотношении выход аддукта составляет всего 82,3% (табл. 2).

Влияние продолжительности реакции изучалось в интервале 1—7 ч, а результаты приведены в табл. 3.

Таблица 1
Влияние температуры на ход реакции ДМТХЦПД с 4-метил-4,5-эпоксипентеном-1

		50.	60	70	80	90	100	110
Получено, масс. %	ДМТХЦПД	55,411	49,336	44,257	41,612	39,479	39,063	38,922
	4-Метил-4,5-эпоксипентен-1	5,289	3,181	1,476	0,620	—	—	—
	Продукт конденсации	37,997	45,630	51,757	54,766	57,021	57,136	57,078
	Остаток и потери	1,303	1,853	2,510	3,002	3,500	3,801	4,000
Выход аддукта на взятый непределеный эфир, %		65,7	78,9	89,5	94,7	98,6	98,8	98,7

Примечание. ДМТХЦПД — 13,2 г; 4-метил-4,5-эпоксипентен-2,454 г; продолжительность реакции — 6 ч; подача азота — 0,030 с⁻¹ (объ.).

Таблица 2
Влияние соотношения ДМТХЦПД с 4-метил-4,5-эпоксипентеном-1

Мольное соотношение ДМТХЦПД: 4-метил-4,5-эпоксипентен-1		1:1	1,5:1	2:1	2,5:1	3:1
Получено, масс. %	ДМТХЦПД	6,6	9,9	13,2	16,5	19,8
	4-Метил-4,5-эпоксипентен-1	2,454	2,454	2,454	2,454	2,454
	ДМТХЦПД	8,725	25,781	39,479	49,172	56,116
	4-Метил-4,5-2-эпоксипентен-1	4,495	0,793	—	—	—
	Продукт конденсации	82,284	69,322	57,021	47,140	40,132
Остаток и потери		4,496	4,104	3,500	3,688	3,752
Выход аддукта на взятый непределеный эфир, %		82,3	94,6	98,6	98,7	98,65

Примечание. Т-ра — 90°C; продолжительность — 6 ч; подача азота — 0,030 с⁻¹ (объ.).

Таблица 3
Влияние продолжительности опыта на ход реакции ДМТХЦПД с 4-метил-4,5-эпоксипентеном-1

Продолжительность опыта, ч		1	2	3	4	5	6	7
Получено, масс. %	ДМТХЦПД	69,976	57,251	47,528	44,270	41,025	39,479	39,140
	4-Метил-4,5-эпоксипентен-1	10,496	5,979	2,504	1,450	0,441	—	—
	Продукт конденсации	18,966	35,448	48,115	51,872	55,404	57,021	57,078
	Остаток и потери	0,562	1,322	1,853	2,408	3,130	3,500	3,782
Выход аддукта на взятый непределеный эфир, %		32,8	61,3	83,2	89,7	95,8	98,6	98,7

Примечание. Т-ра—90°C; 4-метил-4,5-эпоксипентен-1—2,454 г; ДМТХЦПД—13,2 г; продолжительность опыта — 6 ч.

Таблица 4
Влияние подачи азота на ход реакции ДМТХЦПД с 4-метил-4,5-эпоксипентеном-1

Подача азота, с ⁻¹		0,015	0,030	0,045	0,060	0,075
Получено, масс. %	ДМТХЦПД	40,750	39,479	42,532	45,030	47,611
	4-Метил-4,5-эпоксипентен-1	0,760	—	0,990	1,853	2,753
	Продукт конденсации	53,839	57,021	53,379	50,256	47,017
	Остаток и потери	4,651	3,500	3,099	2,861	2,619
Выход аддукта на взятый непределеный эфир, в %		93,1	98,6	92,3	86,9	81,3

Примечание. Т-ра — 90°C; 4-метил-4,5-эпоксипентен-1—2,454 г; ДМТХЦПД—13,2 г; продолжительность опыта — 6 ч.

Из данных указанной таблицы видно, что с увеличением продолжительности реакции выхода аддукта возрастают и достигают своего максимума за 6 ч при 90°C и молярном соотношении диен: диенофил—2:1.

Для устранения побочных реакций димеризации, полимеризации и т. д. опыты проводились в токе азота.

Из данных табл. 4 видно, что с увеличением подачи азота от 0,015 до 0,03 с⁻¹ (объ.) выход аддукта 1:1 увеличивается, а при дальнейшем увеличении подачи азота от 0,045 до 0,075 с⁻¹ (объ.) выход аддукта 1:1 уменьшается. Это можно объяснить тем, что увеличение подачи азота в зону реакции, вытесняет из нее диенофил, который неполностью находится в зоне реакции.

Таким образом, оптимальными условиями реакции можно считать следующие: т-ра 90°C, моляр. соотнош. диен: диенофил—2:1, продолжительность реакции—6 ч и скорость подачи азота—0,03 с⁻¹ (объ.).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Условия хроматографирования. Пластины размером 13x18 см, угол наклона—15°, адсорбент—окись алюминия II степени активности, элюент—смесь эфира и дихлорэтана (1:6).

ИК-спектры синтезированных соединений сняли на спектрофотометре ИР-20 (Карл Цейсс Иена ГДР) в области 400—4000 см⁻¹ в вазелиновом масле.

Синтез 1, 2, 3, 4-тетрахлор-7,7-диметокси-5 (2-метил-1, 2-эпоксипропил) бицикло-(2, 2, 1)-гептена-2.

В трехгорлую колбу, снабженную обратным холодильником, термометром и барботером помещают 26,4 г (0,1 моля) ДМТХЦПД, 4,91 г (0,05 моля) 4-метил-4,5-эпоксипентен-1 и через барботер в реакционную зону подают азот со скоростью 0,03 с⁻¹ (объ.) в течение 6 ч при 90°C. После отгонки избытка 12,41 г (0,047 моля) ДМТХЦПД, вакуумной разгонкой выделено 17,86 г (98,6%) 1, 2, 3, 4-тетрахлор-7, 7-диметокси-5 (2-метил-1, 2-эпоксипропил) бицикло-(2, 2, 1)-гептена-2, с т. кип.

130—131/1 тор; η_D^{20} 1,5206; d_4^{20} 1,3802; $MR_{накл.}$ —79,83
 $MR_{пл.}$ —79,56

Найдено, % С 42,85 Н 4,40 Cl 39,21
42,98 4,37 39,18

C₁₃H₁₆O₃Cl₄ вычислено, % С—43,09; Н—4,42; Cl—39,23; Высококипящий остаток и потери—1,04 г.

Вывод

Изучена диеновая конденсация ДМТХЦПД с 4-метил-4,5-эпокси-пентеном-1 и найдены оптимальные условия проведения указанных реакций, при которых достигается максимальный выход целевого продукта: т-ра 90°C, моляр. соотнош. диен: диенофил—2:1, продолжительность реакции—6 ч, скорость подачи азота—0,03 с⁻¹ (объ.).

Литература

Зефиоров Н. С., Шестакова Т. Г., Кирпиченок М. А. — Химия гексахлорциклопентадиена и родственных соединений. — М.: МГУ, 1985. — 211 с.

Азербайджанский институт нефти и химии им. М. Азизбекова

Поступило 25. 11 1987

Ф. Ф. Муганлински, Т. Э. Умудов, М. М. Гусейнов,
ВО ТХИ ЛИЕН

1, 2, 3, 4-ТЕТРАХЛОР-7, 7-ДИМЕТОКСИ-5 (2-МЕТИЛ-1, 2-ЭПОКСИПРОПИЛ) БИЦИКЛО-(2, 2, 1)-ГЕПТ-2-ЕНИН СИНТЕЗИ

Магаләдә 5,5-диметокситетрахлорциклопентадиенлә 4-метил-4,5-эпокси-пентан-1 конденсациясы асасында 1, 2, 3, 4-тетрахлор-7, 7-диметокси-5 (2-метил-1, 2-эпоксипропил) бицикло-(2, 2, 1)-гепт-2-енин синтези өрәнилмишир.

Көстәрилмишир ки, реакция мәһсулуни чыхымы температурдан, вахтдан, азотун миғдарындан вә аддендларин нисбәтиндән асылдыр.

F. F. Mugaunlinsky, T. A. Umudov, M. M. Guseinov, Vo Thi Lien

SYNTHESIS OF THE 1, 2, 3, 4-TETRACHLORO-7,7-DIMETOXI-5 (2-METHYL-1,2-epoxy propyl) BICYCLO-(2, 2, 1) HEPTEN-2

The reaction of diene condensation of 5,5-dimethyltetrahalocyclopentadiene with 4-methyl-4,5-epoxy penten-1 is given.

Optimal conditions of process investigated are found.

М. М. МАМЕДОВ, Ф. А. КЕРИМОВ, К. А. ПАНАХИ, Р. Г. ГУЛНЕР

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЮМУШЛУГСКОГО
СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(НАХИЧЕВАНСКАЯ АССР)

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

Площадь распространения свинцово-цинкового оруденения в пределах Гюмушлугского месторождения ограничивается известняками живетского яруса среднего девона. Рудные скопления имеют пластообразную форму и в пределах рудоносного горизонта образуют линзы, гнезда, жилки и рассеянную вкрапленность, сконцентрированных в кровле известняковой толщи, непосредственно под глинистосланцевым экраном. Менее развиты секущие рудные тела, локализующиеся в разрывных нарушениях близмеридионального простирания.

Структурно-текстурные особенности руд свидетельствуют об их образовании как метасоматическим путем, так и в результате выполнения открытых полостей. Вещественный состав руд характеризуется следующей минеральной ассоциацией: галенит и сфалерит, реже пирит, халькопирит, блеклые руды, буланжерит, аргентит. В пустотах рудной массы часто наблюдаются друзы таблитчатых кристаллов барита. Околорудные изменения выражены баритизацией, доломитизацией, кальцитизацией и окварцеванием.

Специфику Гюмушлугского месторождения, отличающую, его от других стратиформных свинцово-цинковых месторождений, составляет тесная ассоциация оруденения с малыми интрузиями диабазов и габбро-диабазов.

Совмещение в пространстве интрузивов и оруденения в принципе может расцениваться как один из критериев сопряженности их и во времени, т. е. свидетельствовать о рудогенерирующей роли этих интрузивов или магматического расплава, дифференциатами которого они являются. На этом основании устанавливается парагенетическая связь оруденения с диабазитами, подтверждаемая локализацией свинцово-цинковой минерализации непосредственно в диабазовых инъекциях или их экзоконтактах.

Интрузивы представлены пластовыми телами, реже образуют крутопадающие дайки и небольшие штокообразные тела. Мощность их от 2 до 12 м, реже до 20—25 м. Под микроскопом структура пород диабазовая, офитовая и пойкилоофитовая. Плагноклаз (лабрадор № 52—68, реже андезит—лабрадор № 48—50) образует призматические и таблитчатые кристаллы, без явных следов резорбции, иногда зонален. Из цветных минералов распространены авгит, реже энстатит и клино-энстатит. Иногда присутствует кварц в виде неправильных и скелетных зерен или

выполняет миндалевидные пустотки совместно с кальцитом и хлоритом. Из аксессуаров обычно апатит, титаномагнетит и ильменит.

В петрохимическом отношении породы близки к среднему составу диабазов и кварцевых диабазов, по Дэли. (таблица). Суммарное содер-

Химический состав диабазовых интрузий

№№ обр.	147	174	113	148	149	41	68+	66+
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	49,89	50,26	44,35	49,02	49,60	45,29	52,34	50,48
TiO ₂	3,37	2,17	4,32	3,27	3,18	4,51	1,82	1,45
Al ₂ O ₃	12,05	13,50	13,81	13,30	12,68	14,34	13,70	15,34
Fe ₂ O ₃	9,14	4,77	3,49	9,03	6,71	3,05	5,05	3,84
FeO	5,82	8,41	11,50	6,82	9,20	10,56	8,76	7,78
MnO	0,16	0,22	0,17	0,16	0,19	0,18	0,23	0,20
MgO	4,17	3,53	6,01	4,00	4,59	6,05	4,72	5,79
CaO	7,38	5,55	8,32	7,75	6,76	8,03	8,03	8,94
Na ₂ O	2,46	5,12	2,75	2,24	2,56	2,72	2,60	3,07
K ₂ O	1,12	0,48	0,40	0,96	1,04	0,48	1,17	0,97
P ₂ O ₅	0,45	0,74	0,46	0,44	0,43	0,46	—	0,25
S _{общ.}	Сл.	Сл.	0,10	Сл.	0,08	0,12	—	—
H ₂ O	0,65	0,92	0,28	0,49	0,47	0,37	—	—
CO _{2общ.}	0,68	0,71	0,66	0,51	0,68	0,07	—	—
Ппп.	2,22	3,14	3,14	2,03	2,03	3,99	1,56	1,89
Сумма	99,56	99,55	99,76	100,02	100,20	100,22	99,71	—

Примечание. Эксперименты выполнены в лаборатории силикатного анализа в Институте геохимии и физики минералов АН УССР.

147 — кварцевый габбро-диабаз; 174 — диабаз; 113, 41, 148, 149 — габбро-диабаз; 68 + кварцевый диабаз по Дэли; 66 + диабаз по Дэли.

жание щелочей сравнительно устойчиво (3—4%) при преобладании Na₂O над K₂O. Суммарное количество железа колеблется от 11 до 16%, причем за редким исключением FeO преобладает над Fe₂O₃. Содержание MgO также колеблется незначительно — от 3,5 до 6%. Более широкие колебания испытывает CaO (5,5—9,0%). Обилием хлорита объясняется достаточно большое (2—4%), по сравнению со средним составом по Дэли, стабильное содержание кристаллизационной воды.

В целом внутриочаговая и общая химическая эволюция родоначальной магмы выражена слабо, о чем свидетельствует относительная монотонность и устойчивость петрографического и химического состава интрузивных пород. Все разнообразие петрографического состава диабазов обусловлено лишь вариацией между меланократовыми и лейкократовыми составными частями пород и особенностями микроструктуры.

В связи с этим, если признать справедливым, что определяющим моментом для концентрации рудных элементов и образования промышленных месторождений являются масштабы процессов дифференциации, то недифференцированность протоносточника диабазовых интрузий является дискуссионным моментом в представлениях о наличии на глубине общего очага для диабазов и рудообразующих растворов.

Но так или иначе, вне зависимости от источника рудоносных раст-

воров, сама геологическая обстановка формирования Гюмушлугского месторождения, морфологические и структурно-текстуальные особенности руд показывают, что выявление генезиса этого месторождения должно осуществляться с точки зрения гидротермальной гипотезы. Гидротермальный генезис руд подкрепляется температурой образования в 180—200°, полученная нами методом декрепитации и гомогенизации газожидких включений, заключенных в галените.

Дискуссия должна касаться в основном вопроса об источниках металлов: являются ли они первично-осадочными или вынесены из интрузивной магмы, не вскрытой эрозией. Специальные геохимические исследования свидетельствуют о пониженных значениях рудогенных элементов в сланцево-карбонатных отложениях относительно кларка. Полученные данные опровергают точку зрения об осадочном происхождении свинцово-цинковых руд и наряду с другими признаками свидетельствуют об эндогенном источнике рудной минерализации.

Но даже допуская, что свинец и цинк действительно являлись первичными морскими осадками, отложившимися одновременно с формированием вмещающих пород, все же они должны были пройти стадию вторичного переотложения под воздействием восходящих гидротермальных растворов, приведшего к возникновению богатых скоплений сульфидов. С позиций первичноосадочного происхождения месторождения невозможно удовлетворительно объяснить значительную концентрацию оруденения на относительно небольшой площади. Процесс рудообразования в этом случае рассматривается как выщелачивание гидротермальными растворами рудных элементов из вмещающих пород ниже уровня глубинности формирования месторождения и последующие отложения их на более высоких горизонтах, проявляющихся на фоне общей эволюции химизма растворов в ходе изменения температуры, взаимодействия с вмещающими породами и т. п.

Таким образом, вне зависимости от источников металлов, можно с уверенностью констатировать, что само стратиформное месторождение, т. е. та концентрация полезных металлов, которую мы наблюдаем, обязано деятельности химических активных водных растворов и поэтому должно называться «гидротермальным». Действительно, морфологические и структурно-текстуальные особенности руд, свидетельствующие об аллохтонном по отношению к вмещающим породам их происхождении, позволяют утверждать, что в любом случае (вблизи интрузий или в удалении от них) месторождения формируются при обязательном участии растворов, это справедливо и для стратифицированных месторождений свинца и цинка [1]. Наиболее приемлемым в условиях Гюмушлугского месторождения является ювенильный источник гидротермальных растворов, генерированных очагом основной магмы.

Ряд исследователей, признавая эпигенетический характер оруденения полагают, что свойствами рудообразующих гидротермальных растворов могут обладать подземные воды глубокой циркуляции, вовлеченные в рудообразование под влиянием магматических процессов, ювенильных растворов или регионального метаморфизма.

Для своего подъема и разгрузки полезных компонентов гидротермальные растворы неизбежно должны были использовать благоприятные структурные условия. Анализ распространения свинцово-цинковой минерализации показывает, что такими рудоконтролирующими структурами на Гюмушлугском месторождении являются разрывные нарушения близмеридионального простирания в сочетании с прилегающими

к ним межслоевыми трещинами, при наличии благоприятной для рудоотложения вмещающей среды. Такой средой являются сланцево-карбонатные отложения среднего девона. Оруденение размещается главным образом в подсланцевых, реже надсланцевых известняках, захватывая в единичных случаях и глинистые сланцы. Это объясняется контрастностью физико-механических и химических свойств известняков и сланцев, неоднозначно реагировавших на тектонические деформации и гидротермальные процессы. Повышенная концентрация оруденения под горизонтом глинистых сланцев обусловлена пластическими свойствами сланцев, играющих роль «надрудного» горизонта или экрана на пути восходящих гидротермальных растворов.

Эти закономерности в распределении свинцово-цинкового оруденения еще раз подчеркивают важную роль благоприятных и экранирующих горизонтов в образовании богатых концентраций руд, отрицаемую сторонниками осадочного генезиса стратиформных месторождений.

Литература

Боголепов В. Г. Основные направления исследований при определении практической значимости тел гидротермально-измененных пород. В сб. Критерии рудоносности метасоматитов, ч. 1—М., 1972.

Институт геологии АН АзССР

Поступило 16. IV 1986

М. М. Мәмәдов, Ф. Ә. Кәримов, К. А. Пәнаһи, Р. Һ. Гулиев

КҮМҮШЛҮК ГҮРҒУШУН-СИНК ЈАТАҒЫНЫН КЕНЕТИК ХҮСУСИЈӘТИ (Нахчыван МССР)

Мәгаләдә Күмүшлүк Јатағында гурғушун вә синк минералларынын ганунаујрун пајланмасындан данышылып. Бу да бир даһа экран ролуну ојнајан горизонтларын филиз чисмлинн эмәлә кәлмәсиндә әһәмийјәтли ролуну көстәрир. Дикәр тәрәфдән, филиз чисмләринин тектоник ләјвары позулмалары долдурмасы ајдын көрүнүр.

Белә вәзијјәтин Күмүшлүк Јатағында јаранмасынын чөкмә јолу илә јох, гидротермал нәзәријјәси илә изаһы даһа мәгсәдәүјрундур.

M. M. Mamedov, F. A. Kerimov, K. A. Panakhi, R. G. Guliev

THE GENETIC PECULIARITIES OF GUMUSHLUG LEAD-ZINC DEPOSIT (NAKHCHEVAN ASSR)

The regularities in distribution of lead-zinc ore of Gumushlug deposit which plays the important role in the formation of rich concentration of ore are given in the article. It is difficult to explain the presence of ore-bodies in the zone of tectonic violation from the attitude of the genesis.

Л. М. МАТВЕЕНКО, Э. М. СУЛЕПМАНОВ

ГИДРОГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС В БУРОВЫХ СКВАЖИНАХ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. П. Гулизаде)

Природа гидрогеомеханических явлений при бурении скважин в ряде случаев не имеет достаточного объяснения. Таковы, например, явления обвала пород, гидроразрыва пласта и ухода раствора при сравнительно небольшом изменении давления в скважине, более интенсивное кавернообразование в наиболее прочных породах [1], эффект самоизоляции проявляющих пластов при пульсации давления [2].

Излагаемые нами исследования позволяют искать объяснение упомянутым явлениям в характере взаимодействия колебательных составляющих гидродинамического поля скважины и геогидродинамического поля окружающего массива, поскольку в случае совпадения их частотных спектров возникают высокие резонансные напряжения при сравнительно слабых амплитудах взаимодействующих колебаний.

Наличие флюидоносной залежи (цели бурения) в геоструктурном элементе обуславливает его поведение как геомеханической колебательной системы, состоящей из надзалежного массива пород и расположенной на жестком основании упруго-деформируемой залежи, поскольку сжимаемость залежи может на один-два порядка превосходить сжимаемость пород окружающего массива [3], а геомеханические напряжения в скелете и поровое давление флюида уравнивают гравитационные нагрузки от массы надзалежного массива [4]. Сжимаемость пород-коллекторов при наличии порового давления составляет $10^{-1} \div 10^{-2}$ ГПа⁻¹, а в отсутствие флюидного давления и для монолитных пород средняя сжимаемость составляет $2,5 \cdot 10^{-2}$ ГПа⁻¹ [3], что в 4—400 раз меньше первой величины.

Исходное соотношение между частотой собственных колебаний надзалежного массива (ϵ), жесткостью залежи (c) и колеблющейся массой (M) для вертикальных гармонических колебаний в рассматриваемой колебательной схеме имеет вид [5]:

$$\epsilon^2 = \frac{c}{M} \tag{1}$$

В данном приложении жесткость залежи можно определить из отношения геостатической нагрузки (G) к величине соответствующей деформации залежи (λ):

$$c = \frac{G}{\lambda} = \frac{\Delta P S}{\lambda} \tag{2}$$

где $\Delta P = P_r - P_n$ — разность между горным (P_r) и поровым (P_n) давлениями,
 S — площадь залежи.

Изменение объема залежи можно представить как $\Delta V = \lambda s$; Вместе с тем $\Delta V = \beta V \Delta P$, где $\beta(\Delta P)$ — упругость породы, $V = hS$ — исходный объем залежи, h — ее высота.

Отсюда получается:

$$\lambda = \beta h \Delta P \tag{3}$$

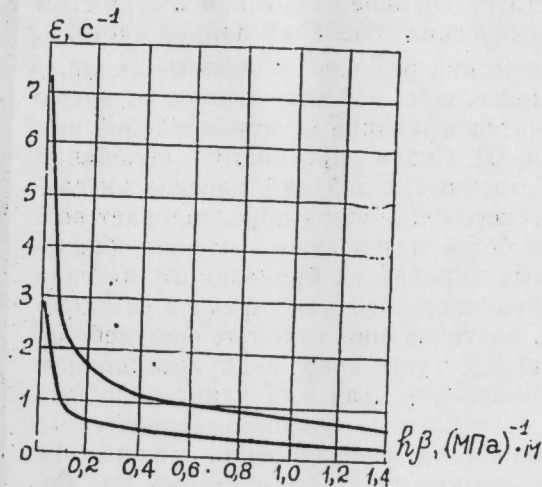
Из выражений (2) и (3) определяем жесткость:

$$c = \frac{S}{h \beta} \tag{4}$$

Учитывая, что $M = \rho H S$, где ρ — средняя плотность пород, H — глубина расположения залежи, из соотношений (3) и (4) находим:

$$\epsilon = \frac{1}{\sqrt{h \beta \rho H}} \tag{5}$$

На рисунке представлена рассчитанная по формуле (5) зависимость собственной частоты колебаний массива от сжимаемости залежи при различных глубинах залегания — от 900 (кр. 1) до 6400 м (кр. 2);



Зависимость собственной частоты колебаний массива на глубине залегания пласта от его сжимаемости: 1 — при глубине залегания пласта 900 м; 2 — при глубине залегания пласта 6400 м

средняя плотность пород принята равной 2100 кг/м³. Из рисунка можно видеть, что при наличии нефтяной или газовой залежи диапазон частот собственных колебаний массива пород находится в интервале 0,1—10 с⁻¹. Глубина залегания заметно влияет на частоту собственных колебаний только в области исчезающе малых сжимаемостей, при которых эта частота резко возрастает. Сравнительно небольшие частоты 0,2—2 с⁻¹ характерны при наличии залежей с относительно высоким поровым давлением, так как сжимаемость флюидонасыщенной породы связана обратной зависимостью с эффективным напряжением, составляемым разностью между геостатическим и поровым давлениями.

Теперь определим интервал частот возбужденных колебаний давления в скважине, который оценим на практических примерах. В скважинах 559 и 2102 на площадях Мишовдаг и Кюровдаг гидродинамические колебания возбуждали импульсным понижением давления в процессе цементирования обсадных эксплуатационных колонн, что осуществляли

для повышения приемкости водоносных песчаников и их изоляции за давлением цементного раствора в пласт [6]. Величина созданного при этом импульсного понижения давления составила 3 МПа в скв. 559 и 9 МПа — в скв. 2102, причем плавное предварительное повышение давления в ходе процесса не привело к гидроразрыву пласта.

В то же время, импульсное возмущение сопровождается колебаниями давления. Разложение импульсов в ряд Фурье дает затухающие волны с широким частотным спектром, включая и интервал частот собственных колебаний массива. Физическая обоснованность такого разложения хорошо известна из практики переходных процессов в скважинах [7]. Теперь, воспользовавшись соотношением (5), находим, что частоты собственных колебаний массива на глубине залегания продуктивного горизонта составляют $4,26 \text{ с}^{-1}$ для скв. 559 и $2,54 \text{ с}^{-1}$ для скв. 2102, т. е. являются значениями из интервала частот собственных колебаний. Следовательно, импульсное возмущение в процессе цементирования скважин сопровождалось воздействием резонансных нагрузок на пласт. В рассматриваемых примерах, как и в других 36 скважинах, где применение способа было успешным, произошло трещинообразование в породе при наступлении резонанса, о чем свидетельствует образование в водоносных пластах вокруг скважины водонепроницаемых цементных экранов толщиной 0,2—0,5 м, что соответствует глубине затухания в пористом песчанике возбужденных гидродинамических колебаний данной частоты.

Таким образом, гидрогеомеханический резонанс в буровых скважинах может являться причиной самоизоляции зон проявления во время пульсации давления [2] и явления интенсификации пескопроявлений при переходных процессах в скважине [7]. Совпадение частот колебаний давления в скважине и частот собственных колебаний массива на глубине залегания данного литологического слоя пород обуславливает возможность наблюдающихся случаев более интенсивного кавернообразования в сравнительно более прочных породах разбуриваемого массива [1]. Аналогичной может быть причина многочисленных фактов самопроизвольного гидроразрыва и ухода раствора при относительно небольшом повышении давления в бурящейся скважине, но пульсационном или колебательном характере его изменения. Для избежания подобных ситуаций следует предотвращать наступление гидрогеомеханического резонанса путем исключения возможности возникновения в скважине гидродинамических колебаний со спектром частот собственных колебаний разбуриваемого массива.

Литература

1. Сеид-Рза М. К., Фаталиев М. Д., Фараджев Т. Г. и др. Вопросы длительной устойчивости стенок глубоких скважин. — Баку: Азгосиздат, 1969. — 145 с.
2. Сеид-Рза М. К. Грифообразование при бурении нефтяных и газовых скважин. — Баку: Азнефтенздат, 1957. — 182 с.
3. Справочник по физическим свойствам минералов и горных пород при высоких термодинамических параметрах. /Под ред. М. П. Воларовича. — М.: Недра, 1978. — 364 с.
4. Баренблатт Г. И., Ентоа В. М., Рыжик В. М. Теория нестационарной фильтрации жидкости и газа. — М.: Недра, 1972. — 288 с.
5. Бидерман В. Л. Прикладная теория механических колебаний. — М.: Высшая школа, 1972. — 416 с.
6. А. с. № 1196493 СССР. Способ цементирования скважин. Заявка № 3763210/22—03. Заявлено 02.07.84. Оpubл. в Б. И. 1985, № 45, Авт. М. К. Сеид-Рза, Л. М. Матвеевко, Р. М. Абдуллаев, Э. М. Сулейманов.
7. Гаврилко В. М., Алексеев В. С. Фильтры буровых скважин. — М.: Недра, 1985. — 334 с.

АзНИПИнефть

Поступило 18. II 1986

Л. М. Матвеевко, Е. М. Сулейманов

ГАЗМА ГУЈУЛАРЫНДА ҺИДРОКЕОМЕХАНИКИ РЕЗОНАНС ҺАДИСӘСИ ҺАГГЫНДА

Мәғаләдә газма гујуларында һидрокеомеханики резонанс һадисәси тәдғиг едилмишдир. Тәдғигат нәтижәсиндә гујуларда баш верән бир чох эффектләрин сәбәбини шәрһ етмәк мүмкүн олмушдур.

L. M. Matveenko, E. M. Suleimanov

HYDROGEOLOGICAL RESONANCE IN DRILLING WELLS

The effect of hydromechanical resonance in drilling wells is given in this article on the base of which it is possible to explain a number of watched effects.

Чл.-корр. АН АзССР А. Г. КАСЫМОВ, В. М. ГАСАНОВ, Ф. Г. БАДАЛОВ

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА И ЗООБЕНТОСА В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ОСТРОВА БУЛЛА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Остров Булла является самым крупным островом Бакинского архипелага. Длина его без косы 2,5 км, ширина—от 0,2 до 1 км. Берега острова высокие и обрывистые, лишь в юго-западной части имеется узкий отлогий берег. В северной части острова два крупных очага вулканического извержения и группа мелких грифонов. Подводная береговая часть почти везде каменистая, за исключением небольшой бухты в северной части острова с песчано-илистым грунтом.

Сбор зоопланктона в 1984—1986 гг. проводился планктонной сетью Джеди, сделанной из газа № 38. Всего собрано 24 пробы. Донные животные собраны дночерпателем «Океан», площадью 0,01 м². Промывка донных животных проводилась в сачке, который сделан из газа № 21. Число донных проб составило 184.

Прозрачность воды в прибрежных водах о-ва Булла составляет от 0,9 до 3,6 м по диску Секки, а на глубине 0,5 м—до дна. Прозрачность воды выше в южной части острова по сравнению с северной частью. Соленость воды колеблется от 12,5 до 12,8‰, а насыщение воды кислородом—от 106 до 121‰.

В зоопланктоне прибрежных вод о-ва Булла в 1984—1986 гг. найдено 12 видов зоопланктона: *Synchaeta vorax*, *S. stylata*, *Podon polyphemoides*, *Podonevadne trigona pusilla*, *P. camptonux typica*, *P. trigona typica*, *E. anopux producta*, *Eurytemora grimmii*, *Calanipeda aquae dulcis*, личинки моллюсков, усногих и веслоногих ракообразных. Они встречались по всем побережью о-ва Булла.

Общая биомасса зоопланктона в северной части острова на глубине 15 м весной 1984 г. составляла 0,033 г/м³ (3007 экз/м³), а в южной части—0,035 г/м³ (2861 экз/м³). На глубине 10 м были найдены следующие организмы: *S. vorax*, *P. trigona typica*, *P. polyphemoides*, *E. grimmii*, личинки моллюсков и ракообразных. Средняя биомасса зоопланктона была 0,008 г/м³, при численности 1846 экз/м³. Среди зоопланктона по численности и биомассе преобладали личинки баянуса (450 экз/м³, 0,002 г/м³), моллюсков (352 экз/м³, 0,002 г/м³) и *E. grimmii* (350 экз/м³, 0,001 г/м³). Летом биомасса зоопланктона составляла 0,052 г/м³, при численности 480 экз/м³. Осенью число видов зоопланктона было 7 форм. Средняя биомасса зоопланктона в северной части о-ва Булла составляла 0,02 г/м³ (1399 экз/м³), а в южной—0,025 г/м³ (1280 экз/м³).

В 1985 г. в прибрежных водах о-ва Булла отмечено 8 видов зоопланктона: *P. polyphemoides*, *P. trigona pusilla*, *Evadne anopux produc-*

ta, *P. trigona typica*, *Eurytemora grimmii*, личинки моллюсков, баянуса и копепод. Средняя биомасса зоопланктона в северной части о-ва Булла составляла 0,024 г/м³, а в южной—0,013 г/м³. Наибольшее развитие среди зоопланктонных животных имели ветвистоусые рачки и личинки беспозвоночных животных.

Средняя биомасса зоопланктона весной 1986 г. изменялась от 0,014 до 0,028 г/м³, при численности 1230—1750 экз/м³. Биомасса зоопланктона в северной части острова была 0,029 г/м³ (1800 экз/м³), а в южной—0,041 г/м³ (3600 экз/м³). По численности преобладали личинки баянуса (820 экз/м³) и веслоногих рачков (350 экз/м³). Редкими видами были *S. stylata* (60 экз/м³) и *C. aquae dulcis* (70 экз/м³).

Летом 1986 г. биомасса зоопланктона в северной части о-ва Булла составляла 0,024 г/м³ (3100 экз/м³), а в южной—0,045 г/м³ (4600 экз/м³). Осенью в пробах отсутствовал *E. anopux*, биомасса зоопланктона в северной части острова была 0,016 г/м³, а в южной—0,021 г/м³.

В прибрежных водах о-ва Булла найдено 16 видов донных животных *Nereis diversicolor*, *Mytilaster lineatus*, *Cerastoderma lamarcki*, *Abra ovata*, *Pyrohydrobia conica*, *P. turrita*, *Balanus improvisus*, *Dikerogammarus haemobaphes*, *D. caspius*, *Pontogammarus crassus*, *P. maeoticus*, *Stenogammarus compressus*, *St. similis*, *Chaetogammarus warpachowskyi*, *Palaemon elegans*, *Rhithropanopeus harrissi tridentatus*.

Средняя биомасса зообентоса в 1967—1968 гг. колебалась от 21,0 до 246,9 г/м², при численности 75—765 экз/м². Среди донной фауны доминировали митилястер (45,4 г/м²), церастодерма (173,1 г/м²), нерис (4,3 г/м²), краб (21,6 г/м²) и креветка (19,1 г/м²) [1]. В 1984 г. в прибрежной зоне о-ва Булла встречены 3 вида со средней биомассой 29,69 г/м² (табл. 1). Из средней биомассы бентоса на долю митилястера приходится 97,67% всей биомассы.

В 1985 г. в зообентосе прибрежных зон о-ва Булла отмечено всего 4 вида донных животных, к ним относятся митилястер, понтогаммарус, краб и баянус. Средняя биомасса донной фауны составляла 42,93 г/м², при численности 747 экз/м² (табл. 2). По биомассе преобладающим видом был митилястер, составляющий 75,3% всей биомассы бентоса. Второе место занимал баянус (9,5 г/м²). Оба вида занимали по численности также ведущее положение. Общая биомасса зообентоса весной была 9,82, летом—10,20 и осенью—8,62 г/м². По сравнению с 1984 г. наблюдается также увеличение численности и биомассы донной фауны, но руководящим видом в обоих годах был митилястер. Однако в отличие от 1984 г. в бентосе появился баянус и по биомассе занял (после митилястера) второе место (9,5 г/м²).

В прибрежных водах о-ва Булла в 1986 г. было найдено 5 видов донных животных со средней биомассой 36,43 г/м² (табл. 3). Среди донной фауны преобладал митилястер, составляющий 87% всей биомассы бентоса. Максимальное развитие зообентоса отмечено летом, а минимальное—весной. Однако по численности доминирующим видом был *P. crassus*, а по биомассе—митилястер.

Сравнение данных с 1967—1968 и с 1984—1986 гг. [1, 2] показывает, что количество видов и биомасса донных животных снизились. Так, число видов уменьшилось с 16 до 5 в основном из-за исчезновения каспийских автохтонных видов амфипод—*D. haemobaphes*, *D. caspius*, *Ch. warpachowskyi*, а биомасса—с 87,0—90,9 до 29,7—42,9 г/м².

Таблица 1
Сезонные изменения зообентоса в прибрежных зонах о-ва Булла в 1984 г. $\left(\frac{\text{экз}}{\text{г}} \cdot \text{м}^2\right)$

Организмы	Весна	Лето	Осень	Среднее
<i>Mytilaster lineatus</i>	$\frac{120}{30,4}$	$\frac{380}{34,20}$	$\frac{160}{22,4}$	$\frac{220}{29,00}$
<i>Pontogammarus crassus</i>	$\frac{120}{0,04}$	$\frac{200}{0,60}$	$\frac{180}{0,42}$	$\frac{167}{0,35}$
<i>Rhithropanopeus harrisi tridentatus</i>	$\frac{20}{0,22}$	$\frac{30}{0,32}$	$\frac{40}{0,48}$	$\frac{30}{0,34}$
Итого:	$\frac{260}{30,66}$	$\frac{610}{35,12}$	$\frac{380}{23,30}$	$\frac{417}{29,69}$

Таблица 2
Сезонные изменения зообентоса в прибрежных зонах о-ва Булла в 1985 г. $\left(\frac{\text{экз}}{\text{г}} \cdot \text{м}^2\right)$

Организмы	Весна	Лето	Осень	Среднее
<i>Mytilaster lineatus</i>	$\frac{240}{26,22}$	$\frac{320}{40,24}$	$\frac{220}{30,51}$	$\frac{260}{32,32}$
<i>Balanus improvisus</i>	$\frac{120}{9,82}$	$\frac{290}{10,2}$	$\frac{170}{8,62}$	$\frac{193}{9,5}$
<i>Pontogammarus crassus</i>	$\frac{360}{0,12}$	$\frac{250}{0,32}$	$\frac{140}{0,16}$	$\frac{250}{0,20}$
<i>Rhithropanopeus harrisi tridentatus</i>	$\frac{40}{1,20}$	$\frac{60}{1,10}$	$\frac{30}{0,28}$	$\frac{43}{0,86}$
Итого:	$\frac{120}{9,82}$	$\frac{290}{10,20}$	$\frac{170}{8,62}$	$\frac{747}{43,93}$

Таблица 3
Сезонные изменения зообентоса в прибрежных зонах о-ва Булла в 1986 г. $\left(\frac{\text{экз}}{\text{г}} \cdot \text{м}^2\right)$

Организмы	Весна	Лето	Осень	Среднее
<i>Nereis diversicolor</i>	$\frac{240}{0,16}$	$\frac{300}{0,21}$	$\frac{160}{0,15}$	$\frac{233}{0,17}$
<i>Mytilaster lineatus</i>	$\frac{80}{25,6}$	$\frac{320}{41,4}$	$\frac{210}{28,1}$	$\frac{203}{31,7}$
<i>Balanus improvisus</i>	$\frac{80}{1,20}$	$\frac{240}{1,80}$	$\frac{130}{4,20}$	$\frac{150}{2,40}$
<i>Pontogammarus crassus</i>	$\frac{360}{0,08}$	$\frac{420}{0,26}$	$\frac{180}{0,12}$	$\frac{320}{0,15}$
<i>Rhithropanopeus harrisi tridentatus</i>	$\frac{40}{0,8}$	$\frac{120}{2,14}$	$\frac{100}{3,08}$	$\frac{87}{2,01}$
Итого:	$\frac{800}{27,84}$	$\frac{1400}{45,81}$	$\frac{780}{35,65}$	$\frac{993}{36,43}$

Литература

1. Грановский С. И. Автореф. дис... канд. биол. наук. — Баку, 1970. — 31 с. 2. Касымов А. Г. Животный мир Каспийского моря. — Баку: Элм, 1987. — 156 с.

Институт зоологии АН АЗССР

Поступило 1. VI 1987

Э. И. Гасымов, В. М. Гасанов, Ф. И. Бадалов

ХЭЗЭР ДЭНИЗИ БУЛЛА АДАСЫНЫН САНИЛ СУЛАРЫНДА ЗООПЛАНКТОН ВЭ ЗООБЕНТОСУН ФЭСИЛЛЭР ҮЗРЭ ДЭЖИШМЭСИ

Булла адасынын санил суларында 1984—1986-чы иллэрдэ 12 нөв зоопланктон вэ 16 нөв зообентос организмлэри тапылмышдыр. Зоопланктонун орта биокүтлэси 0,008—0,052 г/м³, зообентосунки исэ 29,69—42,93 г/м² тэшкил едир. Бентик һейванлардан биокүтлэчэ биринчи јери митилјастер, дэниз гозасы вэ јенкэч тутур. Сон иллэр Булла адасы саниллэриндэ бентик һейванларын биокүтлэсини азалмасы гејд едилмишидир.

A. G. Kasymov, V. M. Gasanov, F. G. Badalov

SEASONAL CHANGES OF ZOOPLANKTON AND ZOOBENTHOS IN THE COASTAL WATERS OF THE BULLA ISLAND IN THE CASPIAN SEA

In the coastal waters of the Bulla island in 1984—1985 12 species of zooplankton with average biomass of 0.008—0.052 g/m³ were found. Species number in zoobenthos amounts to 16, among which the Caspian aborigines predominate.

The average biomass of zoobenthos ranged from 29.69 to 42.93 g/m², with numbers 47—993 specimens/m².

The leading species of the benthos were *Mytilaster lineatus*, *Balanus*, crab.

Over a period of 1967—1968—1984—1985 the benthos biomass decreased nearly twofold.

Н. А. АГАЕВ

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ МАЛОГО КАВКАЗА
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. А. Алиевым)

Для более полного представления об обеспеченности микроэлементами почв Малого Кавказа Азерб. ССР нами наряду с подвижными формами микроэлементов изучались валовые его количества.

Результаты наших исследований и данные, полученные рядом советских и зарубежных авторов, свидетельствуют о том, что в зависимости от генезиса почвообразующей породы, его химического и механического составов, реакции среды и климатических условий в различных почвенных разновидностях выявляются неодинаковые количества валовых форм микроэлементов.

Рост, развитие различных растений, животных, а также и человека в значительной мере зависит от уровня содержания микроэлементов в почвах. Микроэлементы так же, как азотные, фосфорные, калийные и другие микроудобрения играют непосредственную роль при увеличении урожая и сказываются на качестве культурных растений. Поэтому изучение закономерностей распределения микроэлементов в различных почвах имеет большое значение для сельскохозяйственного производства.

Микроэлементный состав всей территории почв Малого Кавказа практически не изучен. Нами в 1981—1985 гг. проводились исследования закономерностей распределения микроэлементов (бор, марганец, медь, молибден, цинк, кобальт, йод и селен) в почвах этого региона.

В данной статье приводится содержание валовых форм указанных микроэлементов в горно-луговых торфянистых и горно-луговых дерново-луговых почвах территории Малого Кавказа Азерб. ССР.

По данным М. Э. Салаева, эти почвы развиты в высокогорной зоне Малого Кавказа на высоте между 1800—3000 м над ур. моря. Здесь верхнюю часть составляют горно-луговые торфянистые почвы с кислыми метаморфическими почвообразующими породами, реже осадочными породами или щебенисто-мелкоземистыми элювиями этих пород. Богатые луговой растительностью они способствовали образованию здесь торфянистого слоя мощностью 7—9 см. Нижнюю часть горно-луговых торфянистых почв (1800—2300 м) занимают горно-луговые дерновые почвы. Эти почвы в пределах Малого Кавказа занимают обширную полосу, типичную для пояса субальпийских лугов. Горно-луговые дерново-торфянистых почв более развитыми почвенными профилями и темной окраской верхнего горизонта. Но эти почвы, как и торфянистые, отличаются значительной щебенистостью.

Валовое содержание микроэлементов в почвах Малого Кавказа
Азерб. ССР, мг/кг

Глубина взятия образца, см	Гумус		Ил %	CaCO ₃	pH водный	B	Mn	Cu	Mo	Zn	Co	I	Se
	2	3											
1				4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Горно-луговые торфянистые, среднесуглинистые почвы. Кельбаджарский район.
Разрез 113

0-20	14,8	8,2	Нет	Нет	6,0	17,7	638	8,3	1,3	18,7	3,8	7,2	0,19
20-40	5,2	14,2	>	>	6,3	19,8	529	6,2	1,1	15,5	2,0	5,8	0,16
40-55	2,8	15,0	>	>	6,4	24,3	315	7,6	0,7	13,0	2,1	4,2	0,13
55-65	1,3	15,8	>	>	6,6	26,8	276	4,4	0,5	9,7	2,3	4,5	0,09
Смеш. обр. 0-30	10,8	11,2	>	>	6,2	18,8	654	5,6	1,3	16,8	2,5	6,6	0,17

Горно-луговые торфянистые маломощные скелетные почвы
Дашкессанский район. Разрез 254.

0-22	11,4	6,7	Нет	Нет	6,7	15,8	504	6,8	1,1	12,2	3,9	8,0	0,14
22-40	4,2	12,4	>	>	6,5	18,2	342	6,4	0,9	8,5	4,1	5,8	0,11
40-55	1,8	12,8	>	>	6,6	18,8	410	2,0	0,7	6,0	4,2	4,3	0,07
Смеш. обр. 0-30	6,4	10,7	>	>	6,6	16,5	390	5,5	1,2	10,9	4,0	7,1	0,13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Горно-луговые дерновые почвы. Кельбаджарский район. Разрез 350.												
0-15	10,3	23,5	Нет	5,9	32,6	428	12,1	1,9	14,6	4,0	1,2	0,08
15-30	8,0	25,0	>	5,9	27,4	360	10,9	1,2	12,0	3,1	0,7	0,06
30-45	6,8	25,9	>	5,7	20,2	395	11,6	1,5	10,8	2,0	0,4	0,05
45-60	1,4	29,8	>	5,5	14,8	307	12,8	1,9	13,5	1,5	0,6	0,03
Смеш. обр. 0-30	9,3	25,5	>	5,9	26,6	416	11,0	1,4	12,4	3,0	0,8	0,06
Горно-луговые дерновые почвы. Лачинский район. Разрез 81.												
0-15	9,7	14,3	Нет	6,8	24,8	524	9,8	1,6	11,7	3,4	0,9	0,07
15-35	6,2	18,6	>	6,7	19,7	493	10,2	1,7	12,2	2,6	0,7	0,05
35-50	1,7	22,4	>	6,6	12,2	376	11,5	1,8	12,8	2,0	0,8	0,04
50-70	1,2	23,0	>	6,7	8,6	309	11,0	1,8	10,0	1,4	0,7	0,04
70-90	0,6	23,5	>	6,7	5,0	337	11,4	1,5	10,5	1,0	0,4	0,03
Смеш. обр. 0-30	6,7	19,3	>	6,8	20,2	501	10,7	1,6	12,0	2,7	0,6	0,05
Горно-луговые дерновые почвы. Кедабекский район. Разрез 385.												
0-15	11,7	22,7	Нет	6,9	40,7	532	14,7	2,2	22,2	5,4	2,2	0,11
15-30	4,2	23,0	>	6,9	34,4	500	12,9	1,6	20,0	4,8	2,0	0,08
30-45	2,9	21,6	>	6,8	31,5	418	10,7	1,1	15,6	4,0	1,4	0,06
45-60	1,3	23,2	>	6,8	26,2	400	8,4	0,7	16,7	2,9	1,0	0,05
Смеш. обр. 0-30	5,7	24,7	>	6,9	36,0	504	12,3	1,6	20,5	4,7	1,9	0,10

Развиты они на выщелоченных элювиями порфиритах. Горно-луговые дерновые почвы характеризуются средним и тяжелосуглинным составом, а иногда и глинистыми разновидностями.

Из приведенных в таблице результатов анализов следует, что между содержанием гумуса, ила, карбонатностью и валовыми формами микроэлементов сохраняется некоторая зависимость. Богатые гумусом и илом почвы также богаты содержанием микроэлементов. Прямых зависимостей между реакцией почвенного раствора и количеством валовых форм микроэлементов в верхних слоях почвы не наблюдается. В основном верхние слои почвы содержат больше микроэлементов, чем нижние.

При сравнении содержаний валовых форм микроэлементов в горно-луговых торфянистых почвах, взятых на территории Кельбаджарского и Дашкесанского районов, видим, что по всем показателям почвы Кельбаджарского района имеют преимущество. Только в почвах Дашкесанского района отмечается максимальное содержание двух микроэлементов (СО и I). А при сравнении видно, что по содержанию микроэлементов более богатыми являются почвы Кедабекского района, второе место занимают по содержанию бора, меди, цинка, кобальта, йода и селена — почвы Кельбаджарского района, а по содержанию марганца и молибдена — почвы Лачинского района.

В результате изложенного, можно сделать следующие выводы.

Выводы

1. Верхние слои горно-луговых торфянистых и горно-луговых дерновых почв Малого Кавказа более богаты валовыми формами микроэлементов, чем нижние.
2. Для большинства изученных почв установлена прямая зависимость между содержанием гумуса, илистой фракцией и валовым количеством микроэлементов.
3. Прямой зависимости между реакцией почвенного раствора и количеством валовых форм микроэлементов в почве не установлено.
4. Исследуемые почвы Малого Кавказа различаются между собой по содержанию микроэлементов, это связано с тем, что они развиваются на различных по химическому составу породах.

Институт почвоведения и агрохимии АН АзССР

Поступило 10. III 1986

Н. А. Агаев

АЗЭРБАЙДЖАН ССР КИЧИК ГАФГАЗ ТОРПАГЛАРЫНДА МИКРОЭЛЕМЕНТЛЭРИН ЕЪТИЯТЫ ЫАГГЫНДА

Мәгаләдә гејд едилдији кими, Кичик Гафгазын бүтүн торпагларынын микроэлементләрлә та'мин олунамасы индијә кими демәк олар ки, там тәфсиләтлә илә өјрәнилмәминдир. Бу мәгәдлә һәмни рекионда 1981—1985-чи илләрлә тәдгигат ишләри апарылмышдыр.

Апарылмыш тәдгигат ишләри көстәрди ки, даг-чәмән торфлу вә даг-чәмән чимли торпагларын үст һумуслә зәккии олаи гатларында микроэлементләр (В, Мп, Си, Мо, Zn, Со, J, Se) алт гатлара нисбәтән даһа чох јерләширләр. Буидан башга мүәјјән олуи мушдур ки, тәдгигат апарылан торпаглар өз тәркибләриндәки микроэлементлэрин мигдарына көрә бир-бириндән чох кәскии фәргләнирләр ки, бу да әсасән онларын кимјәви тәркибчә ејни олмајан сүхурлар үзәриндә инкишаф тапмасы илә әләгәләндириләр.

N. A. Agaev

ABOUT MICROELEMENTS SUPPLIES IN THE SOILS OF THE MINOR
CAUCASUS OF THE AZERBAIJAN SSR

The microelement composition of the whole Minor Caucasus territory practically has not been studied. Investigation of regularity of microelements distribution (B, Mn, Cu, Mo, Zn, Co, J, Se) in the soils of this region has been carried out by us during 1981—1985.

Our researches have shown, that dependence between the content of humus, silt, carbonaceousness and gross form of microelements remains. The more humus and silt, the more content of microelements.

АЗЭРБАЙЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МЭ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 3

1988

УДК 581.8

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

Ш. Г. ДАДАШЕВА, С. Я. ОРЛОВА, Н. М. ЧАПАРИ

ТЕМП ОНТОГЕНЕЗА ДРЕВЕСИНЫ НЕКОТОРЫХ
ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ КСЕРОФИТОВ НАХ. АССР

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. И. Ульянищевым)

В сравнительной и эволюционной анатомии древесины под «темпом онтогенеза» понимают время, в течение которого ювенильные структуры, характерные для древесины одно-дву-трехлетних растений, сменяются структурами, характеризующими зрелую древесину.

Известно, что у огромного большинства древесных растений первые годовые слои по своему строению отличаются от годовых колец, формирующихся зрелым деревом. Эти различия, констатированные еще давно (например, Haulbert С. [6]) характеризуются строгой закономерностью, причем, строение молодой вторичной древесины всегда отличается большей примитивностью, т. е. в ней присутствуют такие признаки, которые обычно рассматриваются как примитивные, исходные для всех групп покрытосеменных растений (например, рассеянно-сосудистый тип распределения сосудов и т. д.). Такие различия обычно связывают с так называемым «биогенетическим законом» Дарвина—Геккеля и этому вопросу посвящена довольно значительная литература, обсуждение которой можно найти в ряде монографий А. А. Тахтаджяна [3, 4]. Этот вопрос относительно детально был освещен в работах Л. А. Лебедеко [2]. Опять-таки все эти данные получены на обычных мезофитных растениях. Насколько нам известно, в литературе нет сведений о том, в какой степени эти различия связаны с условиями местообитания. Мы предполагаем, что аридные условия, так сильно действующие на структуру растения, могли бы ускорить и темп формирования дефинитивной структуры древесины, т. е. ускорить «эволюционный онтогенез».

Для проверки этого положения, нами было проведено сравнение между зрелой древесиной и однолетними побегами 14 видов древесно-кустарниковых растений из различных семейств, произрастающих в ксерофильных полупустынях Нах. АССР (табл. 1).

Срезы из зрелой древесины однолетнего побега по всем трем направлениям делались бритвой от руки. Мацерированный материал готовился по методу Шульца. Описания производились по методу, предложенному А. А. Яценко-Хмелевским [5].

Все полученные нами данные, приведенные в табл. 1, показывают, что перфорации сосудов исследованных нами видов зрелой древесины и однолетнего побега простые. Спиральные утолщения в древесине однолетнего побега менее часты и, преимущественно одиночные, тогда как в древесине ствола они расположены более тесно и спирали здесь двойные. Поры на стенках сосудов зрелой древесины обычно более крупные,

Анатомические показатели зрелой древесины

Названия видов	Тип герфораций	Тип межсосуд. поровости	Тип древесной паренхимы	Распределение сосудов	Тип механических элементов	Тип лучей
Chenopodiaceae Vent.	Простая	Очередная	Вазипетрич. и соединительная скважина	Рассеянно-сосудистая	Волокна либриформа	Отсутствуют
Ceratoides papposa (L.) C. A. Mey.	"	"	Диффузная	"	"	Гетерогенные
Kochia prostrata (L.) Schrad.	"	"	Вазипетрич.	"	"	Отсутствуют
Noaea mucronata (Forsk.) Aschers. et Schweinf.	"	"	Метатрахеальная и вазипетрич.	Кольцесосудистая	Волокна либриформа и волокна трахеиды	Слабогетерогенные
Salsola nodulosa (Moq.) Pijon	"	"	"	"	"	"
Salsola ericoides Bieb.	"	"	"	"	"	"
Suaeda microfilia Pall.	"	"	"	"	"	"
Asteraceae Dumort.	"	"	"	"	"	"
Artemisia arbuscula Korobkov	"	"	"	"	"	"
Elaeagnaceae Juss.	"	"	"	"	"	"
Elaeagnus angustifolia L.	"	"	Вазипетрич. и диффузная	Рассеянно-сосудистая	Волокна либриформа	"
Moraceae Linkl.	"	"	"	"	"	"
Ficus carica L.	"	"	"	"	"	"
Polygonaceae Juss.	"	"	"	"	"	"
Atraphaxis spinosa L.	"	"	"	"	"	"
Rosaceae Juss.	"	"	"	"	"	"
Amygdalus fenzliana (Fritsch) Lipsky.	"	"	"	"	"	"
Tamariaceae Linkl.	"	"	"	"	"	"
Raumuria alternifolia (Labill.) Britten.	"	"	Вазипетрич. и терминальная	Кольцесосудистая	"	"
Raumeria persica Boiss.	"	"	"	"	"	"
Nitrariaceae Lindl.	"	"	"	"	"	"
Nitraria schoberti L.	"	"	Терминальная	"	Волокнистые трахеиды	"

свободные, окаймления пор сильно вытянутые, внутренние отверстия переходят за границу окаймления, тогда как в древесине однолетнего побега сравнительно мелкие, большей частью сомкнутые или сближенные, внутренние отверстия включенные.

Растения, для зрелой древесины которой характерны кольцесосудистый тип распределения сосудов, в древесном слое однолетнего побега (рис. 1—2) также показывают кольцесосудистость, но несколько слабее, чем в зрелой древесине.

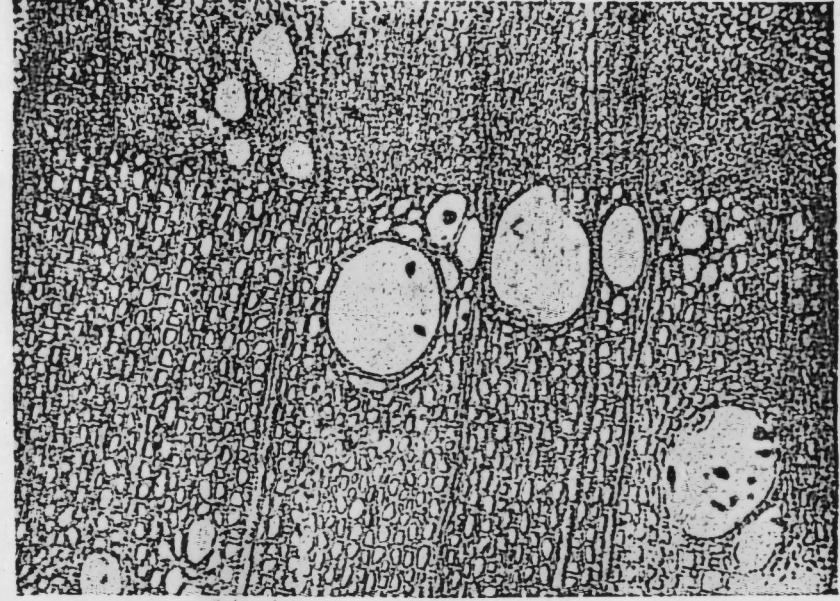


Рис. 1. *Elaeagnus angustifolia* L. — поперечный срез зрелой древесины

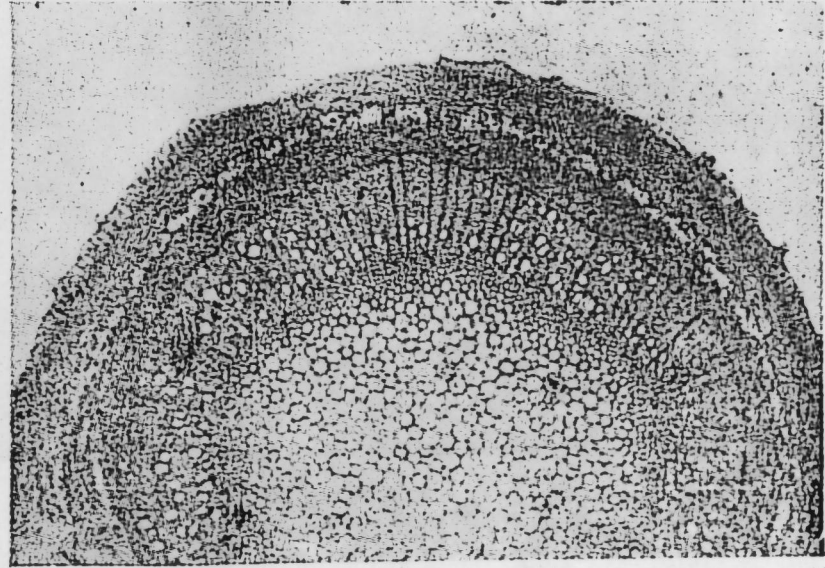


Рис. 2. *Elaeagnus angustifolia* L. — поперечный срез однолетнего побега

Здесь любопытно отметить, что у исследованных нами некоторых маревых (рис. 3, 4) строение древесины однолетнего побега более напоминает строение нормального побега двудольных, чем зрелая древесина,

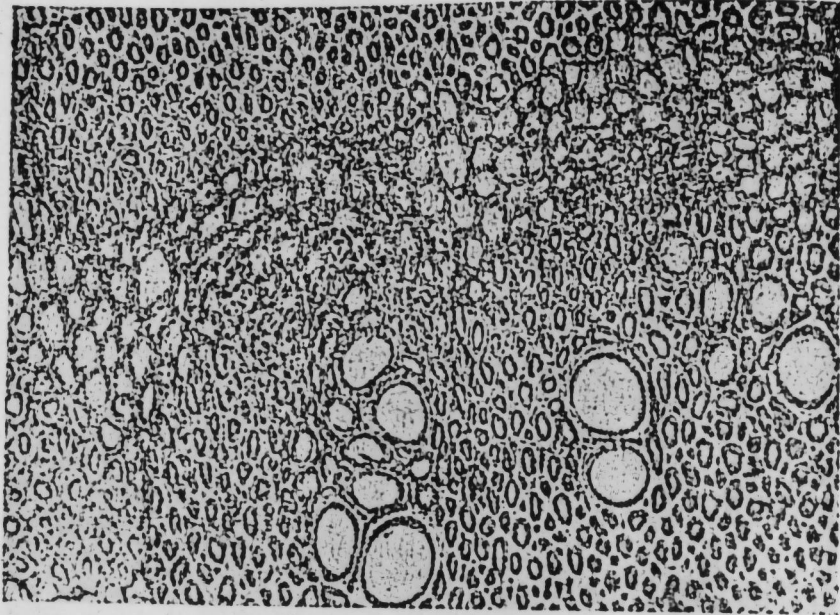


Рис. 3. *Salsola ericoides* M. B. — поперечный срез зрелой древесины

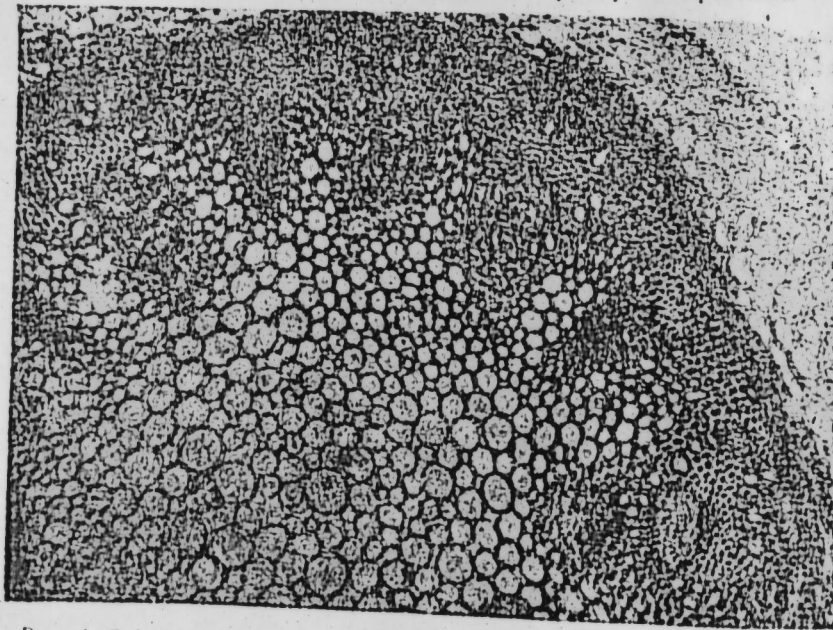


Рис. 4. *Salsola ericoides* M. B. — поперечный срез однолетнего побега

которая, обычно, характеризуется значительными аномалиями. Это дает основание полагать, что аномальная структура маревых является признаком специализации, а не примитивности, как это предполагали некоторые авторы (М. М. Ильин [1]).

Таблица 2

Анатомические показатели однолетнего побега

Названия видов	Тип перфораций	Тип межсосуд. порости	Тип древесной паренхимы	Распределение сосудов	Тип механических элементов	Тип лучей
Chenopodiaceae Vent.	Простая	Очередная	Вазикентрич. и соединительная	Организов. порядок распределения	Волокна либриформа	Отсутствуют
<i>Sesatoides papposa</i> (L.) C. A. Mey.	"	"	Соединительная и скандинавскицентрич.	"	"	Гетерогенные
<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad.	"	"	"	"	"	"
<i>Noaea mucronata</i> (Forsk.)	"	"	"	"	"	"
Aschergs. et Schweinf.	"	"	Вазикентрич.	Рассеяносуд. тая	"	Гомогенные
<i>Salsola nodulosa</i> (Moq.) Pijin	"	"	"	Рассеяносуд. тая	"	Отсутствуют
<i>Salsola ericoides</i> Bieb.	"	"	"	"	"	"
<i>Suaeda microphylla</i> Pall.	"	"	"	"	"	"
Asteraceae Dumort.	"	"	"	"	"	"
<i>Artemisia artemisioides</i> Korobkov	"	"	"	Рассеяносуд. тая с тенденцией к кольцевосуд. тая	Волокна либриформа	Гетерогенные
Elaeagnaceae Juss.	"	"	"	"	"	"
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	"	"	"	"	"	"
Moraceae Linkl.	"	"	"	"	"	"
<i>Ficus carica</i> L.	"	"	Вазикентрич. и диффузная	"	"	"
Polygonaceae Juss.	"	"	"	"	"	"
<i>Atriplex spinosa</i> L.	"	"	"	"	"	"
Rosaceae Juss.	"	"	"	"	"	"
<i>Amygdalus fenzliana</i> (Frisch.) Lipsky.	"	"	"	"	"	"
Tamariaceae Linl.	"	"	"	"	"	"
<i>Raumeria alternifolia</i> (Labill.) Britten.	"	"	Вазикентрич.	С тенденцией к кольцевосуд. тая	Волокнистые трахеиды	"
<i>Raumeria persica</i> Boiss.	"	"	"	"	"	"
Nitrariaceae Lindl.	"	"	"	"	"	"
<i>Nitraria schoberi</i> L.	"	"	Диффузная	Рассеяносуд. тая	Волокна либриформа	"

RATE OF WOOD ONTOGENESIS OF SOME WOODY-SHRUB
XEROPHYTES OF NAKHICHEVAN ASSR

This article deals with the studies of the texture of annual shoot's wood as well as the ripe wood of 15 species of woody-shrub plants.

The research shows that the texture of annual shoot's wood in comparison with that of the ripe wood has not any character of primitiveness.

The analyses result in a fact that forming of final texture of xerophytes' wood proceeds quicker than that of mesophytes' wood.

Древесная паренхима в зрелой древесине развита сильнее, чем в однолетнем побеге, но тип распределения ее такой же. Количество пор на стенках клеток древесной паренхимы в зрелой древесине по типу не отличается от лучей древесины однолетнего побега. Так, лучи обычно гетерогенные многорядные в зрелой древесине, в древесине однолетнего побега также гетерогенные, но преимущественно однорядные. Исключением являются некоторые представители маревых, где в древесине однолетнего побега и в зрелой древесине лучи отсутствуют.

Проведенный анализ показал, что хотя между древесиной однолетнего побега и зрелой имеются отличия, обусловленные прежде всего физиологическими различиями между однолетним одностебельным побегом и многолетним стеблем, тем не менее, признаков примитивности, таких как лестничные перфорации, окаймленные поры волокон, распределение сосудов в толще и т. д., в однолетнем побеге мы не обнаружили.

В отличие от большинства двудольных растений, для которых характерен замедленный онтогенез древесины (т. е. молодые побеги характеризуются более примитивной древесиной, чем зрелые), у ксерофитов формирование окончательной (дефинитивной) структуры древесины протекает быстрее, что, по-видимому, связано с жесткими условиями существования.

Анатомическое строение древесины однолетнего побега и зрелой древесины 14 видов древесно-кустарниковых растений, относящихся к различным семействам обнаружило сходные признаки и сходный темп онтогенеза, связанные со сходными факторами среды, т. е. наблюдается конвергенция в эндоморфологии этих разных в систематическом отношении видов.

Литература

1. Ильин М. М. Поликамбиальность и эволюция. — Проблемы ботаники, вып. 1, 1950. — 2, с. 2. Лебедеко Л. А. Формирование древесины корней и ствола у дуба восточного. — Науч. докл. высш. школы. Биол. наука, 1959, № 2, с. 27. 3. Тахтаджян А. Л. Вопросы эволюционной морфологии растений. — М., 1954. 4. Тахтаджян А. Л. Морфологическая эволюция покрытосеменных. — М., 1948, с. 31—38. 5. Яценко-Хмельский А. А. Основы и методы анатомического исследования древесины. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1954, с. 37—127. 6. Haulbert C. Phylogenie des Ulmaces. — Rev. gem. Bot., 1899, 11.

Институт ботаники АН АзССР

Поступило 7. I 1987

Ш. Г. Дадашова, С. Орлова, Н. М. Чапар

НАХЧЫВАН МССР-ДЭ БИТЭН КСЕРОФИТ АҒАЧ ВЭ
ҚОЛ БИТКИЛЭРИНИН ФОРМАЛАШМА СҮР'ЭТИ

Мә'лумдур ки, ағач биткиләринин чохусунда бириллик зогларда эмәлә кәлмиш һәлгәләр өз гурулушу е'тибары илә там формалашмыш ағачын одунчаг һалгаларындан фәргли олар. Јә'ни бириллик зог, бир гајда олараг, ибтидан әләмәтләрлә характеризә олулар.

Әдәбијјатда олан мә'луматлар јалныз мезофит биткиләрә андир. Биз бу мәсәләни ксерофит биткиләр үзәриндә јохламаг истәјирик. Она көрә Нах. МССР-дә битән 15 нөв ағач вә кол биткисини үзәриндә тәдгигат апарылмышдыр.

Апарылан тәдгигатлар көстәрди ки, бир чох икиләпәлиләрдән фәргли олараг (буларда чаван зогун одунчагы јашлы одунчага инсбәтән примитив гурулуша маликдир), өјрәндијимиз ксерофит биткиләрдә бириллик зогун одунчагынын формалашмасы сүр'әтлә кедир.

п. х. зиндәдел

**ГАЗИ БҮРҲАНӘДДИН «ДИВАН»ЫНДА ЧАНЛЫ ДАНЫШЫГ
ДИЛИ ҮНСҮРЛЭРИ ВӘ АТАЛАР СӨЗЛЭРИ**

(Азәрбајчан ССР ЕА академики М. Ш. Ширәлијев тәгдим етмишидир)

Орта ээрләрдә һәсәноғлудан Вагифә гәдәр олан дөврдә классик әдәбијјатымызын көркәмли нүмајәндәләри өз әсәрләрини әсасән әруз вәзиниңдә јазмышлар. Буна бахмајараг һәр бир нәһәнк сөз устасынын өзүнә мәхсус үслубу, һәјаты вә инсаны поетик тәсвир едәркән шаирләримизни јарадычылығында мүәјјән мә'нада јахынлыг олса да, һәр бирини өз дүнијәкөрүшү вә поетик фантазијасы илә бағлы бәдии ифадә васитәләри олмушдур. Али үслуба мәхсус олан гәзәл, гәсидә, мәснәви вә рүбан жанрларында бәдии ифадә васитәләрини классик фарсдилли поезијадан әхз едән шаирләримиз бир сыра һалларда чанлы халг данышыг дилиндәки ифадәләри, сөз вә сөз бирләшмәләрини дә бә'зән ше'рә кәтирәрәк әруз вәзиниңә милли колорит верирдиләр. Классик шаирләримиз арасында чанлы халг данышыг дилиндәки ифадәләрдән ән чоху Гази Бүрһанәддин тәрәфиндән истифадә едилмишидир. Надир, анчаг шаирини өз јарадычылыг фантазијасынын мәһсулу олан епитетләрини ишләдилмәсиндә, поетик мәтидә омоним сөзүн бүтүн мә'наларыны вермәк бачарығында, мәнишәтә анд поетик дилдә ишләдилмәси «мәсләһәт көрүлмәјән» сөзләри јерли-јериндә тапыб мәтиә ујғунлашдырмаг мәһарәтиндә, аталар сөзләриндән, зәрб-мәсәлләрдән кениш истифадәдә Гази Бүрһанәддин классик шаирләримизни өн сырасында дурур. Биз бурада шаирини «Диван»ындан кәтирдијимиз нүмунәләр әсасында шаирини чанлы халг данышыг дилиндән, хүсусән мәнишәт лексикасындан, зәрб-мәсәлләрдән нечә мәһарәтлә истифадә етдијини көстәрәчәјик.

Классик ше'римизин, гәзәл вә рүбан жанрларында ешшәк, гоч, бугра кими һејван адлары, демәк олар ки, ишләдилмир. һалбуки бу чүр һејван адларына да биз Гази Бүрһанәддин бейтләриндә раст кәлирик:
Бир нечә нүмунә кәтирәк:

Шәһа, шаһын көзүи, апарды көлли
Сопасын бәданаји гапды башәг [9].

Јуларын башына тола әшәкдүр.
Көнүл ки, дүшмәди саһиб чәмалә [81]
Киши будур гашынуи ки, бизи оха дикәр,
Кәр булур исе сафа; гурбан үчүндүр гочаг [91].

Гочуз уш көрмәмишүз бунчиләјин бир дәхи һеч
Көнүл апарычы, чан гапычы бир шивгә гузу [151].

Гаган асланлар әкәр анрар исе,
Аилајы һәр ким ана уғрар исе,
Ганда әкри вар исе тутмағыл дәг
Сангә гоч гылычы тоғрар исе [606].
Гоч вә бугра, ајғыры чох көрмүшнә
Адәмиләр ичиндә сәрвәр ганы? [600].

Дүшмәләр биздә болса дитрәшсүнләр
Гаган аслан гајпынмаз дилкүләрдән [596].

Биринчи бейтдәки башәг «гырғы», бәдәна исе сәрчәјә бәизәр бир гуш адыдыр. Бу сөзләрдән һеч бири букүнкү әдәби дилимиздә ишләдилмир. Икинчи бейтдә гәдим дилимиздә «нохта» мә'налы јулар, көрүндүјү кими, поетик олмајан әшәк «ешшәк» сөзү илә бағлы ишләдилмишидир. Марағлыдыр ки, үчүнчү бейтдәки гочаг сөзү дә дөрдүнчү бейтдә вә ондан сонракы рүбандә тәсадүф етдијимиз гоч мә'насындадыр. Рүбанләрдә верилмиш бугра, ајғыр, гаган аслан, дилкү (түлкү) сөзләри дә классик әрузла јазылмыш поезијамызда ишләдилмир.

Биз Гази Бүрһанәддиндә бу сәпкидә олан, лакни башга орта эәр шаирләримизни поетик нитгиндә јад олан сөзләрә дә тәсадүф едирик:
20

Һәр зәман суја варуб кәлмәз сәнәк
Гајда кечәр әр јеринә һәр зәнәк
Тапрыдан болса инајәт бир гула
Лачыны дәхи гапар бир кәкәнәк [594].

Адәм олдуг исе тапунда нола,
Бүлбүл олмушдур һәлә ләгләг дәхи [592].
Сизә биздән гаму варлыг чәкүркә ајағынча јох
Чәһандә бән Сүләјманәм гарынча кәр кәлә сиздән [292].

Бу нүмунәләрдә көкәнәк, ләгләг, чәкүркә сөзләри дә классик поезијамызда ишләдилмир. Марағлыдыр ки, сәнәк типли мәнишәт лексикасына дахил олан сөзләрә дә Гази Бүрһанәддин лексикасында чох тез-тез тәсадүф едирик.

Адәм олдур ки, андан әсрүк ола
Ајыг оланлара ујух дилләүм [171].
Ал тотачух һај, бал тотачух һај,
Дүшмәнимүн сөзинә ојсал тотачух һај [492].
Көнүл дөвасыны, шаһа, көзүн билур јахшы
Ки, дәмрәни чыхара билмәјә мәкәр чәрраһ [149].
Никара, јолинә чан тәрк гылмаг әрликдир
Чан ојнамах түни бәнүм бојума тәрликдүр [319].

Бурадакы ујух «бостанда гушлары горхутмаг үчүн гојулмуш инсанаохшар мүгәвва», дәмрән «охун учуна салынан дәмир», тәрлик «палтар нөвү» чанлы халг данышыг дилиндән алынма мәнишәт сөзләридир вә Гази Бүрһанәддин бу сөзләри елә бир семантик әһатәдә ишләтмишидир ки, беләликлә онлара поетик сигләт вермишидир.

Һејванларын сахландығы јерә «ағыл» дејилдији мә'лумдур. Лирик поетик мәтидә бу сөзүн ишләнмәси илк бахышда гејри-мүмкүндүр. Лакни поезија өзү дил үчүн јарадычылыг лабораторијасыдыр. Чүнки даһи шаирләр бә'зән поетик нормадан кәнарда олан сөзләри дилә кәтирир вә беләликлә һәмни сөзләрин мә'насыны дәјишидирәрәк онларын семантик имканларыны кенишләндирир.

Ај јүзин, ағылында көнүлләр сүрүләнмиш [347].

Ајдын мәсәләдир ки, аталар сөзләри, зәрб-мәсәлләр, бир сыра фразеоложи бирләшмәләр шифаһи халг јарадычылығынын бәһрәсидир. Унисијјәт просесиндә халг бә'зән елә поетик системә әсасланыр ки, бу системдә сөзүн естетик күчү әдәби дилин мәһсулу олан поетик сөздән даһа тә'сирли олур. Буна көрә дә шифаһи әдәбијјат нүмунәләри бүтүн бөјүк јазычы вә шаирләрини јарадычылығында әсас јер тутур. һеч дә тәсадү-

фи дежил ки, жарадычылыгында халг чанлы данышыг дилинэ махсус лексик ваһидлэрдэн кен-бол истифадэ едэн Гази Бурханэддин эсэрлэринин чохунда аталар сөзлэриндэн, зэрб-эмасэллэрдэн вэ фразеоложи бирлэшмэлэрдэн дә бәһрэләнмишдир.

Күлүнү көжә совурмаг фразеоложи бирлэшмәсини шаир бу чүр ишлэдир:

Һавасы варлыгымун торпагын көкә совурур [85].

Мүасир дилимиздә шифаһи нитгдә чох кениш ишләнән (көзүнүн көкү саралмаг ифадәсини шаир лаконик шәкилдә бир мисрасында белә вермишдир:

Көзүм көк олди жүзүн көрмәкичүн [116].

Эл мәним этәк сәнин аталар сөзү «Диван»да бир гэдәр башгалашыреа да, ашағыдакы бейтин мәһз бу аталар сөзү эсасында жарандыгына шүбһә жохдур:

Чүн иришмәз өлүмүз этәкүнә
Астанилә сүпүрүр аситаң [136].

Бир башга бейтдә јенә шаир эл вә этәк сөзләри илә јаранмыш халг ифадәсини белә шәкилдә верир:

Түтдүм јарын этәкини, элдән дәхи гојмәзәм [374].

Гана ган (алмаг) ифадәсини шаир чох тез-тез ишлэдир:

Гана ган исә гандурур жүрәким [272].
Көзи жүрәки ганадур, бән ләбини ганадајым
Чүнки шәриәт олдурур ки, гана јинә ган кәрәк [290].

Бә'зән бир гәзәлдә чанлы данышыг дилиндән алынмыш бир нечә ифадә вә аталар сөзләринә тәсадүф едилир:

Киши будур гашунун ки, бизи оха дикәр,
Кәр булур исә сәфа гурбан үчүндүр гочаг.
Пир вә хәрәф әглүмүз еши илә олди јикит
Чүн гочала адәми, ана кәрәкдүр тајаг [91].

Бурада биринчи бейтдәки гурбан үчүндүр гочаг бирлэшмәси гоч гурбан үчүндүр бирлэшмәсинин эквивалентидирсә, икинчи бейтин сонунчу мисрасынын аталар сөзү олмасы һеч бир шүбһә доғурмур.

Өмүр ахар су кимидир аталар сөзүнү дә шаир ашағыдакы бейтдә белә ишләтмишдир:

Өмүр ахар суја бәнзәр, кечәнә јетилмәз,
Бир-ики дәм вар исә шимди багини көрүнүз [113].

Бә'зи һалларда шаирин биринчи мисрада ифадә етдији естетик фикри икинчи мисрада аталар сөзү тамамлајыр. Адама елә кәлјр ки, биринчи мисрада сөјләнән фикир, икинчи мисрада тәсбит вә тәсдиг едилир:

Јар нилијичүн нола Фүрат олур исә јаш,
Алында јазылан иришә башә кәрәкдүр [135].
Гылдым рәгибдән килә, ајдур ки, еј фүлан
Нердә ки, күл олур исә, әлбәттә, хары вар [240].

«Бу күнүн ишини сабаһа гојма» аталар сөзүнү Гази Бурханэддин XIV әр дил просесинә ујғун олараг белә ишлэдир:

Шимди олачаг нәснәји сән танлаја гојма [377].

Шаир дөврүнүн ән эәкалы адамларындан олмуш, фарс вә әрәб дилләрини мүкәммәл билмиш вә өз дөврүнүн бир чох елмләринә јахшы бәләд олмушдур. О, «чаванлыг күнләри һаны» мәналы бир әрәб зәрб-мәсәлини белә ишләтмишдир:

Сән јикит, ешгүн јикит, аләм јикит, лүтф ејләкил
Шол заманы ан ки, дерләр ганы әјјамы шәбаб [150].

Биз Гази Бурханэддин жарадычылыгында елә мисралара да тәсәдүф едирик ки, бу мисралар аталар сөзләри сәвијјәсиндә дурур. Лакин бунларын шаирин өзүнүн поетик тәхәјјүлүнүн мәһсулуму олдуғуну вә ја шаирин дөврүндә мөвчуд олуб, лакин бизә кәлиб чатмајан аталар сөзүмү олдуғуну мөјјәнләшдирмәк хүсуси тәдгигат тәләб едир.

Бир-ики нүмунә кәтирәк:

Ирахлых узадуғынча үмид-и гүрб артар [212].
Тәрк ејләди бир бугдајичүн учмагы Адәм [225].
Көпүмә көзләри ол рәсм илә ахәрләр
Ки, гаплан әнүкләри ахын едә гојунумә [238].
Ичи јанса кишини мејл едәр олур јемишә [283].

Нәтичә олараг демәк лазымдыр ки, халг данышыг дилиндән эхз едилмиш сөз вә фразеоложи ифадәләр, аталар сөзләри вә зәрб-мәсәлләр шаирин жарадычылыгында јени емоционал вә үслуби чаларлыг алыр, сөзләрин емоционал сәчијјәси эсасән дәјишир, онлар јени поетик семантика кәсб едир.

Әлбәттә, һәчмчә кичик бир мәгаләдә шаирин жарадычылыгы илә шифаһи әдәбијјат вә чанлы халг данышыг дили арасындакы диалектик вәһдәтин вә бу вәһдәти јарадан объектив сәбәбләрин һәртәрәфли елми шәрһини вермәк имкан харичиндәдир. Лакин шүбһә жох ки, мәгаләдә кәтирилән нүмунәләр Гази Бурханэддин жарадычылыгынын шифаһи әдәбијјат вә чанлы данышыг дили илә гырылмаз телләрлә бағды олдуғуну көстәрир.

Нәсими адына Дилчилик
Институту

Алынмышдыр
5/VI—86

П. Х. Зинделел

ЭЛЕМЕНТЫ ЖИВОЙ РАЗГОВОРНОЙ РЕЧИ И ПОСЛОВИЦЫ В «ДИВАН»е КАДЫ БУРХАНЕДДИНА

В статье привлечены к научному анализу те элементы живой разговорной речи, которые не встречаются в нашей классической поэзии, а также многочисленные пословицы и фразеологические единицы, богато представленные в «Диван»е К. Бурханеддина. В статье на основе конкретных примеров показана неразрывная связь творчества поэта с устнопоэтическим творчеством.

P. Kh. Zindedel

ON THE PATTERNS OF ORAL SPEECH AND PROVERBS IN „DIVAN“ BY KADI BURHANEDDIN

The article deals with words and word combinations of oral speech adopted and included by the poet in his ghazals and rubai. In the article we analyse those words, that are not found in our classical poetry. Numerous proverbs and phraseological units of oral speech in the poetry of Kadi Burhaneddin witness that the creative work of poet was in closer contact with the patterns of oral speech and folk-lore.

Э. М. ЗЕЈНАЛОВ

ЭЗИЗИНИН БАЈАТЫЛАРЫ ЕРМӘНИ МӘНБЭЛЭРИНДЭ

(АзэрбайҶан ССР ЕА академики М. Ч. Чэфэров тэгдим етмишидир)

Зәнкин шифаһи халг әдәбијјатымызын ән чох јајылмыш нөвләриндән бири дә бајатылардыр. Булар тәкчә доғма халгыш дејил, еләчә дә гәдим дөврләрдән бәри гапы бир гоншу ермәни халгынын дилинин әзбәри, мәчлисләринин бәзәји олмушдур. Ермәни шаир, истәрсә дә ајры-ајры фолклоршүнасларынын АзэрбайҶан бајатыларыны топламасы, өјрәнмәси вә тәгдир етмәси бу чәһәтдән һеч дә тәәччүблү дејилдир. Бир чох ермәни гајнагларында—Ермәнистан Халг јарадычылығы евиндә, Матенадаранда, Ј. Чаренс адына Әдәбијјат вә инчәсәнәт Музејиндә ермәни әлифбасы илә јазыја алынмыш чохлу АзэрбайҶан бајатылары горунуб сахланылыр. Бу бајатылар узун мүддәт тәдгигатчыларын нәзәриндән кәнарда галмышдыр. Булардан бир гисми илк дәфә олараг проф. Мирәли Сејидов [3, 101] вә фолклоршүнас Исрафил Аббасов [2, 82] тәрәфиндән ашкар едилмишидир. Ермәни мәнбәләриндә олан АзэрбайҶан бајатыларынын бир гисми мүәллифсиз олса да, мүәјјән гисми Ләлә, Баба вә Әзизи кими сәнәткарларын әсәрләри олдуғу ајдынлашыр. Охучулар тәгдим олуан бу мәгаләдә Әзизинин бајатылары һаггында баһе едиләчәкдир.

Јереванда, Ј. Чаренс адына Әдәбијјат вә Инчәсәнәт Музејиндә Мискин Бүрчүнүн дәфтәри сахланыр. Үстүндә «1832» јазыја алынма тарихи кәстәрилән һәмини дәфтәрдә ше'рләр топланмышдыр. Һәр ше'рин сәунда бир бајаты јазылмышдыр. Бу бајатыларын икисиндә М. Бүрчүнүн ады чәкилир. Бәс дикәр бајатылар һаггында нә демәк олар?

Проф. Мәммәдһүсеји Тәһмасиб Кәркүк бајатыларындан данышаркән кәстәрирдн ки, кәм сәтирләрин кәм јерләриндә, бајатынын башлаңгычында «Бајат» адынын дејилдијини иддиә етмәк олар. Лакин заман кечдикчә, јә'ни онғона-тотемә инам зәифләдикчә, бу ән'әнә позулмуш, илк мисраларын кәм јерләрини тәхәллүслә долдурмаг ән'әнәси әмәлә кәлмишидир. Буну биз Хәтандә, Сары Ашыгда, Әзизидә, Әләмидә вә онларча башгасында көрүрүк [4, 200].

М. Бүрчүнүн дәфтәриндәки дикәр бајатыларын әксәријјәти дә мәнз «Әзизи», «Јох, Әзизи» сөзләри илә башлајыр.

Јох, Әзизи, ағылдан
Дүшдүм һушдан, ағылдан
Һәсрәтини чәкмәкдән
Назик олдум ағылдан [6а, 25 а].

Әзизи, күлүм нејним
Бүлбүлүм, күлүм нејним
Фәләк мәнә гәм вериб
Даһа мән күлүм нејним [6а, 31 б].

Әзизинин алтымисралы бајатылар јазмасы да елм әләминә чохдан бәллидир вә булар дәфәләрлә нәшр едилмишләр [1, 206]. Бу мәнбәдә дә онун алты мисралы бајатысына тәсадүф олунар:

Јох, Әзизи, һалалам,
Сәнән күлүм һа лалам.
Аләмә һарам олсам,
Сәнин үчүн һалалам.
Сәни көрдүм данышдым.
Дилим јохду һа лалам [6а, 31 б].

1907-чи илдә Серкеј Азадјан [6 г, 55], даһа сонра исә Кеғам Тарвердијан [6 б, 20] М. Бүрчүнүн дәфтәринин үзүнү көчүрәндә бајатылардакы «Әзизи», «Јох, Әзизи» сөзләрини сахламышлар.

Ј. Чаренс адына Әдәбијјат вә Инчәсәнәт Музејиндә К. Тарвердијанын архивиндәки 15 №-ли дәфтәрдә дә Әзизинин бајатылары сахланылыр. Бу дәфтәрдә көзәл бир хәтлә ермәни әлифбасы илә јазыја алынмыш 100-дән артыг АзэрбайҶан бајатысы топланмышдыр ки, буларын мүәјјән бир гисми Әзизијә аиддир. Онларын бәндләринин илк мисралары «Әзизи» вә «Мән Әзизи» сөзләри илә башлајыр:

Әзизи дагы дағлар
Бајгушлар дагы дағлар
Нашы авчы ав вурмаз
Гајыдыб дагы дағлар [6 в, 55].

јахуд:

Мән Әзизи Салмаса
Хојдан кедәр Салмаса
Таһрым һеч бир икиди
Дар күнләрә салмаса [6 в, 54].

Акад. Фәрамәз Мағсудов јазыр ки, вахтыјла тарихи шәхсләр олмуш Әзизи, Бајат Аббас кими онларча ашығын бајатылары, көзәлләмәләри үнвансыз чап едилмишсә дә, тарихдә ад алмыш сәнәткарларымыз бу күн үзә чыхарылмалы, онларын гошмалары саф-чүрүк едилмәлидир [5, 200]. Һаглы тәләбдир. Ермәни мәнбәләриндән Әзизинин бајатылары үзә чыхарылдыгдан сонра ајдын олур ки, онлар индијә кими дәфәләрлә үнвансыз чап олунамышдур.

Әзизи Ордубада
Кәл кедәк Ордубада
Гочах сәркәрдә олса,
Вермәз һеч орду бада. [6 в, 54].

Бәллидир ки, бајатылар әсрләр боју дәјишиклијә мә'руз галмыш, каһ ајры-ајры сөзләр тәһриф олунамыш, каһ да мүәллифини итирәрәк бизим зәманәмизә үнвансыз кәлиб чатмышдыр. Бајаты устасы Әзизи ирсинини тәлејиндә дә белә һаллара тәсадүф олунар.

Бир факты хүсусилә гејд етмәк лазым кәлир.

К. Тарвердијан Мискин Бүрчүнүн дәфтәринин үзүнү көчүрәкән Әзизинин ашағыдакы бајатысыны сәһвсиз, дүзкүн гәләмә алмышдыр:

Әзизи һавар, һавар,
Өлүрәм һавар, һавар,
Биз көчүрүк дүнјадан
Бу дүнја һа вар, һа вар [6 б, 20].

Анчаг онун сонралар елдэн топладыгы бајатылар арасында бу бэндин тамамилэ дэјишмиш вариантына тэсадүф едилир:

Ашыгым һавар, һавар
Чагыррам һавар, һавар
Беп көчәрәм дүңјадан
Бу дүңјам һа вар, һа вар [6 в, 55].

Элбэттэ, биринчи бајаты икинчијэ нисбэтэн даһа гүввэтлидир. Биринчи бэндин икинчи мисрасында «өлүрэм» сөзү үчүнчү вэ дөрдүнчү мисралары тамамлајыр. Јэ'ни нисан өлүмүн јахынлашдыгы заман дәрк едир ки, нечэ-нечэ нәсилләр јола салмыш дүңја ону да јола салыр вэ кәрдишини бу һалы јени нәсилләрнин бир-бирини эвэз етмәси илэ тәсәл-ли тапыр.

Анчаг «чагыррам» белэ тә'сирли сәсләнмир, бајатынын дәрин фәл-сәфи мә'насынын ачылмасына хидмәт етмир. Дикәр тәрәфдән бу бајаты үнваныны итириб, «кимсәси» галмышдыр.

Шүбһәсиз ки, кәләчәкдә тәдгигатчы алимдәр Әзини кимни сәнәткар-ларын бајатыларыны топлајыб тәртиб едәркән, онларын үнвансыз кә-дән әсәрләринин өзүнә гәјтарылмасы гәјғысына галачаглар.

Истифадә олуан мәнбәләр:

1. Азәрбајчан классик әдәбијјаты китабханасы, 20 чилдә, 1 чилд. — Баки: «Елм» нәшријјаты, 1982, сәһ. 226—281.
2. Исафила Аббасов, «Азәрбајчан фолклору XIX әср ермәни мәнбәләриндә». — Баки: «Елм» нәшријјаты, 1977, сәһ. 68—82.
3. Мирәли Сејидов. «Ермәни әлифбасы илэ јазыја алымыш Азәрбајчан бајатылары», Азәрбај-чан ССР ЕА Хәбәрләр (ичтиман елмәр серијасы), 1960, № 3, сәһ. 87—101.
4. М. һ. Тәһмасиб «Узаг елләрин јахын төһвәләр һаггында». — Азәрбајчан журналы, 1969, № 2, сәһ. 200.
5. Фәрамәз Магсудов. «Сөз сәнәтимиз һаггында», — Азәрбајчан филологијасы мәсәләләр (мәгаләләр мәчмүәси), Баки, «Елм» нәшријјаты, 1984, сәһ. 200.
6. Ј. Чо-ренс адына Әдәбијјат вэ Ичәсәнәт музеји (Јереван). а) Мискин Бүрчүнүн дәфтәри, 13 №-ли иш; б) Кегам Тарвердијјанын архиви, гусаң фонду иш 87, дәф. 7. (Миркин Бүр-чүнүн дәфтәри), сәһ. 20—21; в) Кегам Тарвердијјанын шәхси архиви, театр фонду, иш № 15, сәһ. 48—63; г) Серкеј Азадјјанын шәхси архиви, 14 №-ли дәфтәр.

Низами адына Халғлар Достлугу
Орденли Әдәбијјат Институту

Алынмышдыр 14. 1. 1987

Аскер Зейналов

БАЯТЫ АЗИЗИ В АРМЯНСКИХ ИСТОЧНИКАХ

В статье речь идет об азербайджанских баяты, написанных армянской графикой (алфавитом), которые сохранились в Музее литературы и искусства им. Е. Чаренца в Ереване. Автор убедительными аргументами доказывает, что эти баяты относятся к поэту Азизи.

A. Zeinalov

AZIZI'S BAYATIES IN ARMENIAN SOURCES

The article deals with the Azerbaijanian bayaties written in Armenian graphic (alphabet) which are preserved in the Museum of Literature and Art after E. Charents in Yerevan. The author with weighty arguments proves that these bayaties belong to the poetry of Azizi.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

- К. Ј. Леонов, Ф. Д. Муганлински. Термоэластиклик вэ термоэластичности систем тәликләри үчүн гәјри-хәтти башлангыч-сәрһәд мәсәләси 3
Һ. Н. Ибраһимов. Полихотбучаглы үзәриндә $E^2(D^n)$, фәзасында Рисс базис-ләри вэ ајрылыш әмсалларынын хәссәләри 6

Астрофизика

- З. Ф. Сејидов. Рамзеј типли планетләрин сыхлап нөвләри 10

Јарымкечиричиләр физикасы

- А. һ. Абдуллајев, М. һ. Қазымов, Г. С. Мәһдијев, Ч. А. Һүсејнов. Кристаллик $CdAlInS_4$ структурунун электронографија методу илэ тәдгиги 13
Г. Н. Қолтсов, Е. А. Ладыкин, С. Ј. Јурчук, Ф. А. Заитов, И. Д. Анисимов, А. З. Аббасова, О. Б. Шишмолкина. GaP вэ $GaAs_{1-x}$ ($x=0,4$) кристалларына Be^+ ионларынын пмилантасијасы илэ јаранмыш кечилләринин электрофизики ха-рактеристикасы 16
Һ. Б. Көзәлов, Е. Ә. Сәмәдов, Р. Ч. Гасымов. $Cd_{1-x}Mn_xTe$ јарыммагнит јарым-кечиричиләрдә ЕПР хәттинин ени 22

Үзви кимја

- Т. Н. Шаһтахтински, А. Н. Гулијева, А. һ. Агазадә, С. Ә. Әлијева, А. Ч. Әфән-дијев. Хлорпренин хлормалени анидридинә оксидләшмәси һетерокен-каталик процесинин механизми 26
М. Н. Мәһәррәмов, А. һ. Лүтфәлијев, Р. Ә. Хәлилова, Е. Ф. Гочајев. Протонлу бәрк катализаторлар иштиракында бензолун јүксәк олефинләрлә алкилләшмәси 31
Б. һ. Бабајев, У. Б. Имашев, Е. А. Мәммәдов, С. Ф. Гарајев. 2,2-тетрамети-лен-4-пропаркилоксиметил-1,3-диоксоланын синтези вэ реакцијалары 34
Ф. Ф. Муганлински, Т. Ә. Умудов, М. М. Һүсејнов, Во Тхи Лиен. 1, 2, 3, 4-тетрахлор-7,7-диметокси-5 (2-метил-1, 2-епоксипропил) битенкло — (2, 2, 1)-һепт-2-јенин синтези 38

Кеокимја

- М. М. Мәммәдов, Ф. Ә. Қәримов, К. А. Пәһани, Р. һ. Гулијев. Күмүшлүк гур-гушун-синк јатағынын кенетик хүсеуијјәти (Нахчыван МССР) 42

Гујуларын газылмасы

- Л. М. Матвејенко, Е. М. Сүләјманов. Газма гујуларында һидромеханики ре-зонанс һадисәси һаггында 46

Һидробиологија

- Ә. һ. Гасымов, В. М. Һәсәнов, Ф. һ. Бәдәлов. Хәзәр дәниси Булла адасынын саһил суларында Зоопланктон вэ Зообентосун фәсилләр үзрә дәјишмәси 50

Торпагшүнаслыг

- Н. А. Агајев. Азәрбајчан ССР Кичик Гағгаз торпагларында микроэлементлә-рин ехтијаты һаггында 54

Битки анатомиясы

Ш. П. Дадашова, С. Орлова, Н. М. Чапар. Нахчыван МССР-дэ битэи ксеро-
фит ағач вэ кол биткилэрини формалашма сүр'эти 59

Дилчилик

П. Х. Зиндәде. Гази Бурханәддин «Диван»ында чанлы данышыг дили үн-
сүрлэри вэ аталар сөзлэри 66

Фолклор

Ә. М. Зејналов. Әзизини бајатылары ермәни мәнбэлэриндә 70

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

К. Я. Леонов, Ф. Д. Муганлинский. О нелинейных начально-краевых зада-
чах для систем уравнений термоупругости и термовязкоупругости 3
Г. И. Ибрагимов. Базисы из экспонент в пространстве $E^2(D^n)$ на полимно-
гольнике и свойства коэффициентов разложений 6

Астрофизика

З. Ф. Сеидов. Сжимаемые ядра рамзеевских планет 10

Физика полупроводников

А. Г. Абдуллаев, М. Г. Кязимов, Г. С. Мехдиев, Д. А. Гусейнов. Исследо-
вание кристаллической структуры $CdAlInS_4$ электронографическим методом 13
Г. И. Кольцов, Е. А. Ладыгин, С. Ю. Юрчук, Ф. А. Заитов, Н. Д. Анисимова,
А. З. Абасова, О. Б. Шишмолкина. Электрофизические характеристики перехо-
дов, созданных ионной имплантацией Be^+ в GaP и $GaAs_{1-x}P_x$ ($x = 0,4$) 16
Х. Б. Гезалов, Э. А. Самедов, Р. Д. Касумов. Ширина линии ЭПР в полумаг-
нитных полупроводниках $Cd_{1-x}Mn_xTe$ 22

Органическая химия

Акад. Т. Н. Шахтахтинский, А. Н. Гулиева, А. Г. Агазаде, С. А. Алиева,
А. Д. Эфендиев. Механизм гетерогенно-каталитического окисления хлорпрена в
хлормаленовый ангидрид 26
М. Н. Магеррамов, А. Г. Лютфалиев, Р. А. Халидова, Э. Ф. Годжаев.
Алкилирование бензола высшими олефинами на твердых протонных катализа-
торах 31
Б. Г. Бабаев, У. Б. Ишматов, Э. А. Мамедов, С. Ф. Караев. Синтез и реакции
2,2-тетраметил-4-пропаргилокси-метил-1,3-диоксолана 34
Ф. Ф. Муганлинский, Т. А. Умудов, чл.-корр. М. М. Гусейнов, Во Тхи Лиен.
Синтез 1, 2, 3, 4-тетрахлор-7,7-диметокси-5 (2-метил-1,2-эпоксипропил) бицикло-
(2, 2, 1)-гептена-2 38

Геохимия

М. М. Мамедов, Ф. А. Керимов, К. А. Панахи, Р. Г. Гулиев. Генетические
особенности гюмушлугского свинцово-цинкового месторождения (Нахичеван-
ская АССР) 42

Бурение скважин

Л. М. Матвеевко, Э. М. Сулейманов. Гидрогеомеханический резонанс в бу-
ровых скважинах 46

Гидробиология

Чл.-корр. АН АзССР А. Г. Касумов, В. М. Гасанов, Ф. Г. Бадалов. Сезон-
ные изменения зоопланктона и зообентоса в прибрежных водах острова Булла
Каспийского моря 50

Почвоведение

Н. А. Агаев. Микроэлементы в почвах Малого Кавказа Азербайджан-
ской ССР 54

Битки анатомијасы

Ш. Һ. Дадашова, С. Орлова, Н. М. Чапар. Нахчыван МССР-дә битән ксеро-
фит ағач вә кол биткиләриниң формалашма сүр'әти 59

Дилчилик

П. Х. Зиндәде. Гази Бүрһанәддин «Диван»ында чанлы данышыг дили үн-
сүрләри вә аталар сөзләри 66

Фолклор

Ә. М. Зејналов. Әзининиң бајатылары ермәни мәнбәләриндә 70

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

К. Я. Леонов, Ф. Д. Муганлинский. О нелинейных начально-краевых зада-
чах для систем уравнений термоупругости и термовязкоупругости 3
Г. И. Ибрагимов. Базисы из экспонент в пространстве $E^2(D^n)$ на полимно-
гольнике и свойства коэффициентов разложений 6

Астрофизика

З. Ф. Сеидов. Сжимаемые ядра рамзеевских планет 10

Физика полупроводников

А. Г. Абдуллаев, М. Г. Кязимов, Г. С. Мехдиев, Д. А. Гусейнов. Исследова-
ние кристаллической структуры $CdAlInS_4$ электронографическим методом 13
Г. И. Кольцов, Е. А. Ладыгин, С. Ю. Юрчук, Ф. А. Заитов, И. Д. Анисимова,
А. Э. Абасова, О. Б. Шишмолкина. Электрофизические характеристики переход-
дов, созданных поной имплантацией Be^+ в GaP и $GaAs_{1-x}P_x$ ($x = 0,4$) 16
Х. Б. Гезалов, Э. А. Самедов, Р. Д. Касумов. Ширина линии ЭПР в полумаг-
нитных полупроводниках $Cd_{1-x}Mn_xTe$ 22

Органическая химия

Акад. Т. Н. Шахтактинский, А. Н. Гулиева, А. Г. Агазаде, С. А. Алиева,
А. Д. Эфендиев. Механизм гетерогенно-каталитического окисления хлорирена в
хлормаленовый ангидрид 26
М. Н. Мазеррамов, А. Г. Лютфалиев, Р. А. Халидова, Э. Ф. Годжаев.
Алкилирование бензола высшими олефинами на твердых протонных катализа-
торах 31
Б. Г. Бабаев, У. Б. Имамев, Э. А. Мамедов, С. Ф. Караев. Синтез и реакции
2,2-тетраметил-4-пропаргилокси-метил-1,3-диоксолана 34
Ф. Ф. Муганлинский, Т. А. Умудов, чл.-корр. М. М. Гусейнов, Во Тхи Лиен.
Синтез 1, 2, 3, 4-тетрахлор-7,7-диметокси-5 (2-метил-1,2-эпоксипропил) бицикло-
(2, 2, 1)-гептена-2 38

Геохимия

М. М. Мамедов, Ф. А. Керимов, К. А. Панахи, Р. Г. Гулиев. Генетические
особенности гюмушлугского свинцово-цинкового месторождения (Нахичеван-
ская АССР) 42

Бурение скважин

Л. М. Матвеевко, Э. М. Сулейманов. Гидрогеомеханический резонанс в бу-
ровых скважинах 46

Гидробиология

Чл.-корр. АН АзССР А. Г. Касумов, В. М. Гасанов, Ф. Г. Бадалов. Сезон-
ные изменения зоопланктона и зообентоса в прибрежных водах острова Булла
Каспийского моря 50

Почвоведение

Н. А. Агаев. Микроэлементы в почвах Малого Кавказа Азербайджан-
ской ССР 54

Анатомия растений

Ш. Г. Дадашева, С. Я. Орлова, Н. М. Чапари. Темп онтогенеза древесины некоторых древесно-кустарниковых ксерофитов Нах. АССР 59

Языкознание

П. Х. Зиндедел. Элементы живой разговорной речи и пословицы в «Диване» Кады Бурханеддина 66

Фольклор

А. Зейналов. Баяты Азизн в армянских источниках 70

Сдано в набор 22. 02. 88. Подписано к печати 14. 06. 88. ФГ 00612. Формат бумаги 70×100^{1/16}. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. лист 6,17. Усл. кр.-отт. 6,17. Уч.-изд. лист 5,14. Тираж 560. Заказ 237 Цена 70 коп.

Издательство „Элм“.

370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание Государственный комитет Азербайджанской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.

Производственное промышленное объединение по печати.

Типография „Красный Восток“. Баку, ул. Ази Асланова, 80.

9. Текст статьи печатается на белой бумаге через два интервала на одной стороне листа стандартного размера, с полями с левой стороны (не более 28 строк на одной странице 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 *exp*. Заномерованные 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:

$R^n r_n$

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, *N* 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 подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (C), а строчные — сверху (c).

Следует избегать знаков типа ~ (волна), ⊙, ⊕, ⊗; □, ▭, ◇, ∨, ∧ (крышки) над и под буквами, а также знаков:

h X £. ф ф, ф, Э

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, 1). 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 том, 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.

70 гэл.
кол.

Индекс
76355