

11-168
41, 4

Азәрбајчан ССР
Елмләр Академијасы
Академия наук
Азербайджанской ССР

ISSN 0002-3078

МӘ'РУЗЭЛӘР ДОКЛАДЫ

ЧИЛД
XLIV
ТОМ

4

1988

24/15

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 следующими правилами, к рассмотрению не принимаются представления члена АН Азерб. ССР, не принимаются. Ответственность за содержание сообщения и замечания редакция несет на себя.

статьи на рецензию.

второй раз в год. Это правило действует поместить статью, а классификации (УДК). К двух экземплярах, представленных в ВИНИТИ.

в котором выделен почтовый адрес и адрес, с которым редакция

считает, что статья принята и вновь рассматривается вместе с первоначальным Датой поступления статьи.

не более 1/4 авторского листа, библиография (не более четырех строк) на мелованной бумаге, увеличенная. Штриховые рисунки даются на кальке.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

Повторение рисунков не допускается. Рисунки должны быть переданы в четком виде. Подпись к рисункам даются фамилии авторов.

МЭ'РУЗЭЛЭР ДОКЛАДЫ

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 4

«ЕЛМ» НЭШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»

БАКЫ—1988—БАКУ

(Продолжение на третьей странице обложки)

УДК 62-502

МАТЕМАТИКА

Ф. А. АЛИЕВ, Н. А. ИСМАЙЛОВ
ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО ВЫХОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

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

В настоящей статье разработан численный метод построения оптимального регулятора для периодической системы, когда управляющее воздействие строится как линейная функция от доступной наблюдению части фазового вектора системы. При этом используется прием сведения периодической системы к стандартной, применение известных методов [1—4] к которой невозможно из-за специфики исходной задачи. Полученные результаты применяются к задаче стабилизации двуногого шагающего аппарата (ША) [5].

1. Пусть движение объекта описывается следующей периодической конечно-разностной системой:

$$x(i+1) = \Psi(i) x(i) + \Gamma(i) u(i), \quad x(0) = x_0, \quad i = 0, 1, \dots \quad (1)$$

Здесь $x(i) = [x_1(i), x_2(i)]'$ — n -мерный вектор фазовых координат объекта ($x_1(i)$ — l , $x_2(i)$ — $n-l$ -мерные векторы соответственно), $u(i)$ — m -мерный вектор управляющих воздействий. Матрицы $\Psi(i)$, $\Gamma(i)$ периодичны с периодом p , т. е. $\Psi(i+p) = \Psi(i)$, $\Gamma(i+p) = \Gamma(i)$, и имеют соответствующие размерности (штрих обозначает операцию транспонирования). Сначала рассмотрим случай, когда управляющее воздействие является функцией всех компонентов вектора $x(i)$, т. е. требуется определить такой

$$u(i) = W(i) x(i), \quad (W)(i) = [W_+(i) \quad W_-(i)], \quad (2)$$

который совместно с (1) минимизирует критерий качества

$$J = \left\langle \sum_{i=0}^{\infty} (x'(i) Q(i) x(i) + u'(i) R(i) u(i)) \right\rangle \quad (3)$$

и $\lim_{i \rightarrow \infty} x(i) = 0$. Здесь $W(i)$ подлежит определению, $Q(i) = Q^1(i) = Q(i+p) \geq 0$, $R(i) = R^1(i) = R(i+p) > 0$, $\langle \rangle$ — символ математического ожидания, x_0 — случайная величина и $\langle x_0 \rangle = 0$, $\langle x_0 x_0' \rangle = X_0$. Далее предполагается, что X_0 равномерно распределена по сфере единичного радиуса [4], т. е. $X_0 = E$ (E — единичная матрица). Решение задачи (1) — (3) приведено в [6, 7]. В (1) — (3) предполагается, что измеряются все компоненты $x(i)$. Рассмотрим более сложную задачу.

Пусть измеряется только $x_1(i)$ и требуется подходящим выбором управления

$$u(i) = W_+(i) x_1(i) \quad (4)$$

обеспечить устойчивость системы (1), (4) и минимизировать критерий качества (3). Для простоты предположим, что $Q(i) = Q(1) = \dots = Q(p-1) = 0$, $Q(p) = Q$, т. е.

$$J = \left\langle \sum_{i=0}^{\infty} (x'(ip) Q x(ip) + u'(i) R(i) u(i)) \right\rangle \quad (5)$$

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.

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

Из условия периодичности матриц, входящих в (1)–(3), можно заменить (1)–(3) эквивалентной задачей, в которой (1) и (5) описываются в моменты $0, p, p+1, \dots, ip, \dots$. Тогда (1) запишется в виде

$$x(i+1)p = \Psi x(ip) + \Gamma U(ip) \quad (6)$$

и (3) переходит к виду

$$J = \left\langle \sum_{i=0}^{\infty} (x'(ip) Q x(ip) + U'(ip) R U(ip)) \right\rangle, \quad (7)$$

где $\Psi = \Psi(p-1) \Psi(p-2) \dots \Psi(0)$,

$$\Gamma = [\Psi(p-1) \Psi(p-2) \dots \Psi(1) \Gamma(0),$$

$$\Psi(p-1) \dots \Psi(2) \Gamma(1), \dots, \Psi(p-1) \Gamma(p-2), \Gamma(p-1)],$$

$$U(ip) = [u'((i-1)p), \dots, u'(ip-1)]', \quad R = \text{diag} [R(0), \dots, R(p-1)].$$

2. Несмотря на то, что задача (6), (7) является стационарной, алгоритм, предложенный в [3], здесь не применим, поскольку кроме $x_2(ip)$ не измеряются и $x_2(0), x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(p-1)$ и т. п. Поэтому выберем иной путь. Пусть из (2)

$$W(i) = \begin{bmatrix} W_{11}(i) \dots W_{1n}(i) & W_{1,1+1}(i) \dots W_{1n}(i) \\ W_{21}(i) \dots W_{2n}(i) & W_{2,1+1}(i) \dots W_{2n}(i) \\ \dots & \dots \\ W_{m1}(i) \dots W_{m1}(i) & W_{m,1+1}(i) \dots W_{mn}(i) \end{bmatrix},$$

$$K_+ = [W_{11}(0) \dots W_{m1}(0) \dots W_{11}(p-1) \dots W_{m1}(p-1)],$$

$$K_- = [W_{1,1+1}(0) \dots W_{mn}(0) \dots W_{1,1+1}(p-1) \dots W_{mn}(p-1)].$$

Тогда*

$$U(ip) = \begin{bmatrix} u((i-1)p) \\ u((i-1)p+1) \\ \dots \\ u(ip-1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{W}(0) \\ \bar{W}(1) \\ \dots \\ \bar{W}(p-1) \end{bmatrix} x(ip) = \quad (8)$$

$$= \begin{bmatrix} -W(0) \\ W(1) (\Psi(0) - \Gamma(0) W(0)) \\ W(2) (\Psi(1) - \Gamma(1) W(1)) (\Psi(0) - \Gamma(0) W(0)) \\ \dots \\ W(p-1) (\Psi(p-2) - \Gamma(p-2) W(p-2)) \dots (\Psi(0) - \Gamma(0) W(0)) \end{bmatrix} x(ip) =$$

$$= \Omega(K_+, K_-) x(ip).$$

При $W_{-}(i) \approx 0$ из (2) можно получить закон управления (4) с помощью введения штрафа к функционалу (5), т. е. в (5) добавляется член в виде $\alpha \cdot x'(ip) E(K_- K_-) x(ip)$, где α — достаточно большое действительное число.

Таким образом, минимум функционала (3) по траектории

$$x((i+1)p) = (\Psi + \Gamma \Omega(K_+, K_-)) x(ip) = Lx(ip) \quad (9)$$

равен

$$J = \text{sp} \{S(K_+, K_-)\}, \quad (10)$$

где S является решением уравнения Ляпунова

$$S = L'SL + M(K_+, K_-) \quad (11)$$

*. Определения $\bar{W}(i)$ ($i=0, \dots, p-1$) не гарантируют нахождение $W(i)$ ($i=0, \dots, p-1$), поскольку $(\Psi(i) - \Gamma(i) W(i))$ могут быть вырожденными.

и $M = Q + \Omega(K_+, K_-) R \Omega(K_+, K_-) + \alpha \cdot E(K_-) \cdot K_-'$, т. е. исходная задача сводилась к минимизации (10) по (K_+, K_-) , которая является нелинейной. Эту минимизацию можно провести по методу, предложенному в [8], где градиенты вычисляем согласно соотношению (16.543) в [1]:

$$\frac{\partial}{\partial W_{ij}} [\text{sp}(S)] = \text{sp} \left(\frac{\partial M}{\partial W_{ij}} \theta + 2\theta \frac{\partial L'}{\partial W_{ij}} SL \right), \quad (12)$$

здесь S определяется по (11), а θ является решением следующего уравнения Ляпунова:

$$\theta = L\theta L' + E.$$

Алгоритм решения данной задачи выглядит следующим образом:

шаг 1. Для начального приближения выбирается $W(i)$, вычисленная по [6, 7] и выбирается $\bar{n} \in [1, 2, \dots, m \times n]$;

шаг 2. Используя формулу (12), вычисляется

$$l_i = \left(E - \sum_{j=1}^{i-1} \frac{l_j l_j'}{l_j l_j} \right) \frac{\partial J}{\partial V} \Big|_{V_i},$$

где $V = [K_+, K_-]$ — вектор размерности $m \times n \times p$ и $l_i = \frac{\partial J}{\partial V} \Big|_{V_i}$;

шаг 3,

$$V_{i+1} = V_i - \alpha_i l_i, \quad i = 1, 2, \dots, \bar{n},$$

$$V_{\bar{n}+1} = V_{\bar{n}} + \beta_1 (V_{\bar{n}} - V_{\bar{n}-1}), \quad i = 1, 2, \dots, \bar{n},$$

где константы $\alpha_i, i=1, 2, \dots, \bar{n}$, находятся из условия $J(V_{i+1}) <$

$< J(V_i), i=1, \bar{n}$ и $\beta_i, i=1, \bar{n}$ определяются из условия минимизации $J(V_{\bar{n}+1}), i=1, 2, \dots, \bar{n}$.

шаг 4. Если условие $|W_{-}| \leq \delta$ (δ — заданное некоторое малое число) выполняется, то итерационная процедура прекращается, если нет, то переходим к шагу 2.

шаг 5. Если за $2\bar{n}+1$ шагов условие $|W_{-}| \leq \delta$ не выполняется, то $V_0 = V_{2\bar{n}+1}$ и снова переходим к шагу 2.

Таким образом, восстанавливается матрица W_+ по элементам вектора V^* , где $K_- \approx 0$.

В качестве примера рассматривается задача стабилизации сильно демпфированного объекта на примере ША [5] и принимается $p=5$. Тогда в [9]:

$$\Psi(0) = \dots = \Psi(3) = \begin{bmatrix} e^{-\tau T \Lambda} & 0 \\ \epsilon \left(E - e^{-\frac{1}{\epsilon} \Lambda^{-1} T \Lambda} \right) T^{-1} B & e^{-\frac{1}{\epsilon} \Lambda^{-1} T \Lambda} \end{bmatrix},$$

$$\Psi(4) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \beta \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \Gamma(0) = \dots = \Gamma(3) = \begin{bmatrix} (E - e^{-\tau T^{-1} B \Lambda}) B^{-1} \\ \epsilon \left(E - e^{-\frac{1}{\epsilon} \Lambda^{-1} T \Lambda} \right) T^{-1} \end{bmatrix},$$

$$\Gamma(4) = 0, \quad \beta = \frac{m_0 [r(h-r) - \rho^2]}{mh^2 + 2m_0 [(h-r)^2 + \rho^2]},$$

$$A = \begin{bmatrix} mh_2 + 2m_0[(h-r)^2 + \rho^2] & m_0[(h-r)r - \rho^2] \\ m_0[(h-r)r - \rho^2] & m_0(r^2 + \rho^2) \end{bmatrix},$$

$$B = g \begin{bmatrix} mh + 2m_0(h-r) & m_0 r \\ m_0 r & -m_0 r \end{bmatrix},$$

$$R(0) = \dots = R(3) = \varepsilon^2 \text{diag} [10, 10], \quad Q = \text{diag} [10^3, 10^2, 0, 0],$$

$$T = \text{diag} [0, 5; 0, 5].$$

Параметры $m_0, m, r, \rho, h, \tau, \Delta$ принимают следующие конкретные значения [5]: $m_0 = 1,019 \text{ кг с}^2 \text{ М}^{-1}$, $m = 4,99 \text{ кг с}^2 \text{ М}^{-1}$, $r = 0,3 \text{ М}$, $\rho = 0,24248 \text{ М}$, $h = 1,045 \text{ М}$, $\tau = 0,5 \text{ с}$, $\Delta = \tau(\rho - 1)$. Вычисления проводились при различных значениях малого параметра. При $\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-2}$ и $\alpha = 10^{17}$ для минимизации функции $\text{sp} \{S(K_+, K_-)\}$ потребовалось 60 итераций, где максимальный элемент вектора $K_-^* = \xi$ имеет вид $\xi = 0,18777 \cdot 10^{-9}$. Собственные значения мультипликатора (1), (2) являются $\lambda_1 = -0,7896728$, $\lambda_2 = 0,5073941$, $\lambda_3 = 0,2502016$, $\lambda_4 = 0,49 \cdot 10^{-21}$. Далее в последней итерации, принимая $W_- = 0$, были вычислены собственные значения мультипликатора (1), (4): $\bar{\lambda}_1 = -0,7896728$, $\bar{\lambda}_2 = 0,5073941$, $\bar{\lambda}_3 = 0,2502016$, $\bar{\lambda}_4 = 0,40 \cdot 10^{-21}$. При $\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-3}$, $\alpha = 10^{17}$ имеем $\xi = 0,546 \cdot 10^{-11}$ и $\lambda_1 = 0,247$, $\lambda_2 = 0,469 \cdot 10^{-1}$, $\lambda_3 = 0,762 \cdot 10^{-2}$, $\lambda_4 = -0,7 \cdot 10^{-18}$; аналогичные $\bar{\lambda}_i$ ($i = \bar{1}, 4$) совпадают с λ_i ($i = 1, 4$) с точностью 14 знаков. Такая же ситуация наблюдается при $\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-4}$ и том же α . В каждом из этих случаев потребовалось 24 итерации для минимизации $\text{sp} \{S(K_+, K_-)\}$.

Литература

1. Квекернаак Х, Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. — М. Мир, 1977.
2. Levine W. S., Athans M. — IEEE, Trans. Automat. Contr., 1970, vol. 1, № 15.
3. Milani B. E. A. — In: Lecture notes in control and information sciences. Optimization techniques. Berlin, etc.: Springer, 1980, vol. 22, pt. 1. 4. Moerder D. D., Galise A. J. — IEEE, Trans. Automat. Contr., 1985, vol. 9, № 30.
5. Ларин В. Б. Управление движением шагающего аппарата. — Препринт, 85. 1, 1985.
6. Ларин В. Б. Управление шагающими аппаратами. — Киев: Наукова думка, 1980.
7. Бордюг Б. А., Ларин В. Б., Тимошенко А. Т. Задачи управления шагающими аппаратами. — Киев: Наукова думка, 1985.
8. Gesing W. S., Davison E. J. — Automatica, 1978, 14. 9.
9. Рязанова Т. А. Управление движением шагающего аппарата. Препринт 85.1, 1985.

ИММ АН АЗССР

Поступило 31. VII 1987

Ф. А. Алиев, Н. А. Исмаилов

ЭКС ЭЛАГЭЛИ ПЕРИОДИК СИСТЕМЛЭРИН ЧЫХЫШ ДЭЖИШЭНЛЭРИНЭ НЭЗЭРЭН ОПТИМАЛЛАШДЫРЫЛМАСЫ

Мәгәләдә периодик системләрдә идарәдичи тәсир функциясы мұшариндә олуна билән фәза вектору һисәсәнини хәтти функциясы кими ахтарылдыгда, оптимал регулятор танылмасы үчүн тәгриби метод ишләниб һазырланмышдыр. Алынмыш нәтичәләр аддимләян аппаратлар үчүн стабилизасија мәсәләсинә тәтбиғ олунар.

F. A. Aliev, N. A. Ismailov

THE OPTIMIZATION OF PERIODICAL SYSTEMS WITH FEEDBACK ON OUTPUT VARIABLE

A numerical method of optimal regulator structure is worked out, when the control action is built as a linear function from available observation of the part of phase vector of system. The obtained results are applied to the problem of stabilization of bipod locomotion.

Э. А. ГАСЫМОВ

СМЕШАННАЯ ЗАДАЧА НА СОПРЯЖЕНИЕ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАЗНЫХ ПОРЯДКОВ ПРИ ОБРАТНОМ ТЕЧЕНИИ ВРЕМЕНИ

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

Известно, что смешанная задача для параболических уравнений с обратным течением времени является неустойчивой к малым изменениям начальных значений. Поэтому для нахождения приближенных решений таких задач используются различные методы [1], [2], [5]. В настоящей статье, применяя конечное интегральное преобразование, мы получили аналитическое представление решения (при условии его существования) рассматриваемой смешанной задачи.

Постановка задачи: найти решение системы

$$\frac{\partial}{\partial t} u_i - \sum_{j=0}^{2p_j} A_{i,j}(x) \frac{\partial^j}{\partial x^j} u_i = f_i(x, t), \quad x \in \omega_i, \quad t \in (0, T), \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

при граничных условиях

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^1 \sum_{q=1}^{k_q} \sum_{v=1}^2 \alpha_{i,m}^{(1,s)} \frac{d^j}{dt^j} v_{i,v}^{(m)}(t) = \varphi_s(t), \quad t \in (0, T), \quad s = 1, \dots, N, \quad (2)$$

и при условиях

$$u_i(x, T-0) = \Phi_i(x), \quad x \in \omega_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (3)$$

$$\frac{d^j}{dt^j} v_{i,v}^{(m)}(t) \Big|_{t=T-0} = \beta_{i,v}^{(m,j)}, \quad j = 0, \dots, x_i - 1; \quad v = 1, 2, \quad (3_1)$$

где $v_{i,v}^{(m)}(t) = \frac{\partial^m}{\partial x^m} u_i(x, t) \Big|_{x=x_{i,v}}$, $A_{i,j}(x)$ — квадратные матрицы порядка

r_i ; $\alpha_{i,m}^{(1,s)}$ — постоянные вектор-строки размера r_i ; $\beta_{i,v}^{(m,j)}$ — числовой столбец размера r_i ; f_i, Φ_i, u_i — столбцы размера r_i ; $\varphi_s(t)$ — скалярные функции; r_i, p_i, x_i, n — натуральные числа; k_1, \dots, k_n — неотрицательные целые числа;

$N = 2 \sum_{i=1}^n d_i$, $d_i = p_i r_i$; $x_{i,s}$ — некоторые неотрицательные целые числа, удовлетворяющие неравенству $x_{1,s} \leq x_{2,s} \leq \dots \leq x_{i,s}$, $\omega_i = (a_{i,1}, a_{i,2})$, $a_{i,v} (a_{i,1} < a_{i,2})$ — некоторые вещественные числа; T — положительное число; p — наименьшее общее кратное чисел p_1, p_2, \dots, p_n ; $q_i = p/p_i$.

* Здесь и в дальнейшем для сокращения записи используются обозначения $l \equiv \equiv x_{i,s}, q \equiv mq_i + 2pj$ и предполагается, что для каждого i индекс m меняется от 0 до $2p_i - 1$ включительно.

Если все производные u_i , входящие в (2), порядка которых не ниже порядка произвольных в системе (1), определимы из (1) (т. е. они существуют и непрерывны вплоть до границы рассматриваемой области), то условием (3₁) можно пренебречь.

В (1)–(3) u_1, \dots, u_n — искомое решение, а остальные считаются известными. Для решения задачи (1)–(3) решаем следующую параметрическую задачу:

$$\sum_{j=0}^{2p_1} A_{i,j}(x) \frac{d^j}{dx^j} y_i - (\lambda^{q_1})^{2p_1} y_i = \psi_i(x), \quad x \in \omega_1, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n U_{i,s}(\lambda^{q_1}, y_i) = \gamma_s, \quad s = 1, \dots, N. \quad (5)$$

где

$$U_{i,s}(z, y) \equiv \sum_{v=1}^2 U_{i,s}^{(v)}(z, y), \quad U_{i,s}^{(v)}(z, y) \equiv \sum_{j=0}^1 \sum_{q < k_j} z^{j+2p_1} \alpha_{j,m,v}^{(1,s)} \frac{d^m}{dx^m} y|_{x=\omega_1};$$

ψ_i — интегрируемая (в смысле Лебега) вектор-функция (столбец размера r_i); γ_s — постоянные числа; λ — комплексный параметр; y_i — столбец размера r_i .

1°. Предположим, что $A_{i,j}(x) \in C(\Omega_i)$, $\Omega_i \equiv \overline{\omega_1}$, $j = 0, 2p_1 - 2$; $A_{i,2p_1-k}(x) \in C^{2-k}(\Omega_i)$, $\kappa = 0, 1$; матрицы $B_i(x) \equiv A_{i,2p_1}(x)$ обратимы при $x \in \Omega_i$, где $i = 1, \dots, n$.

Обозначим через $\theta_s^{(1)}(x)$, ($s = 1, \dots, 2d_1$) корни уравнения

$$\det(\theta^{2p_1} I_1 - B_1^{-1}(x)) = 0, \quad x \in \Omega_1, \quad (6)$$

где I_1 — единичная $r_1 \times r_1$ матрица.

Для каждого i ($i = 1, \dots, n$) предполагается выполнение следующих условий 2°, 3° и 4°.

2°. Все $\theta_s^{(1)}(x)$ ($s = 1, \dots, 2d_1$) различны между собой при всех значениях $x \in \Omega_1$.

3°. Аргументы $\theta_s^{(1)}(x)$ ($s = 1, \dots, 2d_1$) и аргументы их разностей не зависят от $x \in \Omega_1$.

4°. i -я система из (1) габололическая (в смысле И. Г. Петровского в $\Omega_i \times [0, T]$).

Из ограничений 1°–3° следует, что однородная система, соответствующая i -й системе из (4), имеет систему фундаментальных частных решений $y_s^{(1)}(x, \lambda^{q_1})$, ($s = 1, \dots, 2d_1$), которые вместе с производными до $(2p_1 - 1)$ -го порядка включительно допускают тамаркинскую [3] асимптотику:

$$\frac{d^k}{dx^k} y_s^{(1)}(x, \lambda^{q_1}) = (\lambda^{q_1})^k \exp \left[\lambda^{q_1} \int_{\omega_1}^x \theta_s^{(1)}(\xi) d\xi \right] \left\{ g_{i,s}^{(k)}(x) + \frac{1}{\lambda^{q_1}} E_{i,s}^{(k)}(x, \lambda) \right\}, \quad (7)$$

$$x \in \Omega_1, \quad |\lambda| \geq R, \quad \kappa = 0, \dots, 2p_1 - 1, \quad s = 1, \dots, 2d_1;$$

где $g_{i,s}^{(k)}(x)$ — некоторый непрерывно-дифференцируемый столбец размера r_i ; R — достаточно большое положительное число. Здесь и в дальнейшем через E (с индексами и аргументами) обозначаются различные выражения, для которых имеет место неравенство $|E| \leq \text{const}$ при $|\lambda| \geq R$.

А из ограничений 3° и 4° следует, что существуют такие углы $\varphi_1^{(1)}, \varphi_2^{(1)}, \dots, \varphi_{2d_1}^{(1)}$, удовлетворяющие неравенствам

$$-\frac{\pi}{2} + \frac{1}{2p_1} \left(\frac{\pi}{2} + \delta_0 \right) < \varphi_1^{(1)} < \varphi_2^{(1)} < \dots < \varphi_{2d_1}^{(1)} < \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2p_1} \left(\frac{\pi}{2} + \delta_0 \right),$$

что для всех корней уравнения (6) имеет место

$$\theta_s^{(1)}(x) = \pm |\theta_s^{(1)}(x)| \exp(\sqrt{-1} \varphi_{\kappa(s)}^{(1)}), \quad 1 \leq \kappa(s) \leq l, \quad s = 1, \dots, 2d_1.$$

Здесь l_i ($l_i \leq d_i$) — некоторое натуральное число, δ_0 — некоторое положительное число.

$$\text{Положим } \psi_{\kappa,m}^{(1)} = \frac{1}{q_1} \left(\frac{\pi}{2} - \varphi_{\kappa}^{(1)} + m\pi \right), \quad 0 \leq m \leq q_1 - 1, \quad 1 \leq \kappa \leq l_i,$$

$1 \leq i \leq n$.

5°. Предположим, что при $i \neq j$ имеет место неравенство

$$\psi_{\kappa,m}^{(1)} \neq \psi_{s,r}^{(1)}, \quad 0 \leq m \leq q_1 - 1, \quad 1 \leq \kappa \leq l_i, \quad 0 \leq r \leq q_j - 1, \\ 1 \leq s \leq l_j, \quad 1 \leq i, j \leq n.$$

Пусть φ_0 — произвольно фиксированное положительное число, удовлетворяющее неравенству

$$0 < \varphi_0 < \frac{1}{2} \min |\psi_{\kappa,m}^{(1)} - \psi_{s,r}^{(1)}|, \quad |i - j| + |\kappa - s| + |m - r| \geq 1,$$

$$\varphi_0 < \min \left\{ \psi_{\kappa,m}^{(1)} - \frac{1}{2p} \left(\frac{\pi}{2} + \delta_0 \right) \right\},$$

$$\varphi_0 < \pi - \frac{1}{2p} \left(\frac{\pi}{2} + \delta_0 \right) - \max \psi_{\kappa,m}^{(1)},$$

$1 \leq \kappa \leq l_i, \quad 1 \leq s \leq l_j, \quad 0 \leq m \leq q_1 - 1, \quad 0 \leq r \leq q_j - 1, \quad 1 \leq i, j \leq n$.

Положим $D_{\kappa,m}^{(i,j)}(R) = \{ \lambda : |\lambda| \geq R, \quad 0 \leq (-1)^j (\arg \lambda - \psi_{\kappa,m}^{(1)}) \leq \varphi_0, \quad [0 \leq m \leq q_1 - 1, \quad 1 \leq \kappa \leq l_i, \quad 1 \leq i \leq n, \quad j = 1, 2] \}$. Для каждой $D_{\kappa,m}^{(i,j)}(R)$ при подходящей нумерации корней уравнения (6) имеем:

$$\text{Re} \{ \lambda^{q_s} \theta_v^{(s)}(x) \} \begin{cases} \geq \varepsilon |\lambda|^{q_s} & \text{при } 1 \leq v \leq d_s, \quad x \in \Omega_s, \\ < -\varepsilon |\lambda|^{q_s} & \text{при } 1 + d_s \leq v \leq 2d_s, \quad 1 \leq s \leq n, \quad s \neq i, \\ \geq 0 & \text{при } 1 \leq v \leq J, \quad x \in \Omega_1, \end{cases}$$

$$\text{Re} \{ \lambda^{q_1} \theta_v^{(1)}(x) \} \begin{cases} \geq \varepsilon |\lambda|^{q_1} & \text{при } J + 1 \leq v \leq d_1, \\ \leq 0 & \text{при } 1 + d_1 \leq v \leq J + d_1, \\ \leq -\varepsilon |\lambda|^{q_1} & \text{при } J + 1 + d_1 \leq v \leq 2d_1, \quad \lambda \in D_{\kappa,m}^{(i,j)}(R), \end{cases}$$

$\text{Re} \{ \lambda^{q_1} \theta_v^{(1)}(x) \} = 0$ при $\arg \lambda = \psi_{\kappa,m}^{(1)}, \quad x \in \Omega_1, \quad 1 \leq v \leq J, \quad 1 + d_1 \leq v \leq J + d_1$, где $J = J_{\kappa,m}^{(i,j)}$ — некоторое натуральное число, ε — некоторое положительное число.

Пусть

$$a_{v,s}^{(r)}(\lambda^{q_v}) = \begin{cases} \exp[-\lambda^{q_v} \omega_r^{(v)}] U_{v,s}^2(\lambda^{q_v}, y_r^{(v)}) & \text{при } 1 \leq r \leq d_s, \\ U_{v,s}^{(1)}(\lambda^{q_v}, y_r^{(v)}) & \text{при } 1 + d_s < r \leq 2d_s, \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{где } \omega_r^{(v)} = \int_Q \theta_r^{(v)}(x) dx, \quad Q \equiv \Omega_v, \quad 1 \leq v \leq n.$$

Пользуясь (7) из (8), имеем:

$$a_{v,s}^{(r)}(\lambda^{q_v}) = \lambda^{q_s} \left\{ a_{v,s}^{(1,r)} + \frac{1}{\lambda^{q_v}} E_{v,s}^{(1,r)}(\lambda) \right\}, \quad (9)$$

$$\lambda \in D_{\kappa,m}^{(i,j)}(R), \quad 1 \leq r \leq 2d_s, \quad 1 \leq s \leq N, \quad 1 \leq v \leq n,$$

где $a_{v,s}^{(1,r)}$ — некоторые числа.

Положим

$$\Gamma_{k,m}^{(i,j)} = \begin{bmatrix} a_{1,1}^{(1,1)} & \dots & a_{1,1}^{(1,s)} & \dots & a_{n,1}^{(1,1)} & \dots & a_{n,1}^{(1,v)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1,N}^{(1,1)} & \dots & a_{1,N}^{(1,s)} & \dots & a_{n,N}^{(1,1)} & \dots & a_{n,N}^{(1,v)} \end{bmatrix}, \quad s \equiv 2d_1, \quad v \equiv 2d_n. \quad (10)$$

6°. Предположим, что для каждой области $D_{k,m}^{(i,j)}(R)$ ($0 \leq m \leq q_i - 1$, $1 \leq k \leq l_i$, $1 \leq i \leq n$, $j=1, 2$) число $\gamma_{k,m}^{(i,j)}$, определяемое формулой (10), отлично от нуля.

Определение 1. Если выполняется ограничение 6°, то будем говорить, что граничные условия (5) (или (2)) правильны.

Пусть $T_{k,m}^{(i,j)}(R, h)$ — множество λ ($|\lambda| \geq R$) оставшихся между лучами $\arg \lambda = \varphi$ и кривой с полярным уравнением $r = |\lambda| = [(-1)^{i+m-1} h / \cos(\alpha q_i + \varphi_k^{(i,j)})]^{1/q_i}$, $\alpha \in [\psi + (-1)^j \varphi_c, \psi]$, где h — некоторое положительное число, $\psi = \psi_{k,m}^{(i,j)}$.

Обозначим через $\Delta(\lambda)$ знаменатель элементов матрицы Грина $G_{1,s}(x, \xi, \lambda)$ ($i, s = \overline{1, n}$) [7] параметрической задачи (4)–(5) ($\Delta(\lambda)$ — выражается через системы решений (7)). Отметим, что при $\Delta(\lambda) \neq 0$ задача (4)–(5) имеет единственное решение и ее можно представить формулой [7]

$$y_i(x, \lambda) = \delta_i(x, \lambda, \tau) + \sum_{v=1}^n \int_{\Omega_v} G_{1,s}(x, \xi, \lambda) \psi_v(\xi) d\xi, \quad x \in \Omega_i, \quad i=1, \dots, n, \quad (11)$$

где τ — N -мерный вектор с компонентами τ_1, \dots, τ_N .

Используя результаты работ [3], [4], [6], можно доказать следующие леммы 1, 2.

Лемма 1. При условиях 6° число $h > 0$ всегда можно брать настолько большим, чтобы все корни уравнения $\Delta(\lambda) = 0$, заключенные в области $D_{k,m}^{(i,j)}(R)$, вместе с тем лежали бы в $T_{k,m}^{(i,j)}(R, h)$, причем имеет место неравенство $|\Delta_1(\lambda)| \geq a_0$ при $\lambda \in D_{k,m}^{(i,j)}(R) \cap T_{k,m}^{(i,j)}(R, h)$, где

$$\Delta_1(\lambda) = \lambda^{-K} \Delta(\lambda) \exp \left(- \sum_{v=1}^n \sum_{s=1}^{d_v} \lambda^{q_v} \omega_s^{(v,j)} \right), \quad K = \kappa_1 + \dots + \kappa_n, \quad a_0 — \text{некое}$$

положительное число.

Лемма 2. При условиях 6° можно найти два положительных числа q_0 и a_0 и ряд постоянных $\eta_v = (-1)^m \eta_v$, $v=1, 2, \dots$, обладающих следующими свойствами: $(v-1)q_0 < \eta_v < \lambda q_0$ при всех значениях

$$\lambda \in T_{k,m}^{(i,j)}(R, h) = \bigcup_{j=1}^2 T_{k,m}^{(i,j)}(R, h), \quad \text{которые принадлежат одной из ли-$$

ний $\Gamma_{k,m}^{(i,j)}$ с полярными уравнениями (в λ -плоскости):

$$r = |\lambda| = [\eta_v / \sin(\alpha q_i + \varphi_k^{(i,j)})]^{1/q_i}, \quad |\alpha - \varphi_{k,m}^{(i,j)}| \leq \varphi_0,$$

имеем $|\Delta_1(\lambda)| \geq a_0$.

В верхней части λ -плоскости, обходя против часовой стрелки, последовательно соединим отрезками концы линий $\Gamma_{k,m}^{(i,j)}$, $0 \leq m \leq q_i - 1$, $1 \leq k \leq l_i$, $1 \leq i \leq n$ (причем концы одной и той же линии $\Gamma_{k,m}^{(i,j)}$ не соединяются отрезком) и точки $\lambda_v^{\pm} = (\pm q^{(0)v}, 0)$ (при фиксированном v), где $q^{(0)}$ — неко-

торое положительное число. Эти отрезки вместе с линиями $\Gamma_{k,m}^{(i,j)}$, $0 \leq m \leq q_i - 1$, $1 \leq k \leq l_i$, $1 \leq i \leq n$ образуют (в верхней части λ -плоскости) некоторую кривую, которую обозначим через Γ^+ . Пусть Γ^- — линия (в нижней части λ -плоскости), симметричная с Γ^+ относительно начала координат. Линии Γ^+ и Γ^- образуют некоторый замкнутый контур, который обозначим через Γ .

Положим $\Gamma_{i,v}(x, \xi, \lambda) = G_{1,v}(x, \xi, \lambda)$ при $i \neq v$ и $\Gamma_{i,i}(x, \xi, \lambda) = G_{1,i}(x, \xi, \lambda) - P_i(x, \xi, \lambda^{q_i})$, где P_i — фундаментальная матрица i -й системы из (4), для которой имеет место неравенство $|P_i(x, \xi, \lambda^{q_i})| \leq \text{const} |\lambda|^{q_i - 2p}$, $x, \xi \in \Omega_i$, $|\lambda| \geq R$.

Опираясь на результаты работ [7], доказывается

Лемма 3. При условиях 1°–3°, если $f_i(\xi)$ — кусочно-абсолютно-непрерывная (столбец размера r_i) в Ω_i , то имеет место следующая формула обращения:

$$\lim_{v \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi \sqrt{-1}} \int_{r_v} \lambda^{2p-1} d\lambda \int_{\Omega_1} P_{1,1}(\bar{x}, \xi, \lambda^{q_1}) f_1(\xi) d\xi = \\ = \frac{1}{2} [f_1(x-0) + f_1(x+0)], \quad a_{1,1} < x < a_{1,2}.$$

Лемма 4. При условиях 1°–5°, если граничные условия (5) правильны и $f_s(\xi)$ — кусочно-абсолютно-непрерывная (столбец размера r_s) в Ω_s , то имеет место следующая формула:

$$\lim_{v \rightarrow \infty} \int_{r_v} \lambda^{2p-1} d\lambda \int_{\Omega_s} \Gamma_{1,s}(x, \xi, \lambda) f_s(\xi) d\xi = 0, \quad a_{1,1} < x < a_{1,2}, \quad 1 \leq i, s \leq n.$$

Лемма 5. При условиях 1°–5°, если граничные условия (5) правильны, то имеет место следующая формула:

$$\lim_{v \rightarrow \infty} \int_{r_v} \lambda^{2p-1} \delta_i(x, \lambda, \eta(\lambda)) d\lambda = 0, \quad a_{1,1} < x < a_{1,2},$$

где $\eta(\lambda)$ — N -мерный вектор, s -й компонент которого определяется

$$\text{по формуле } \eta_s(\lambda) = \sum_{l=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{\kappa=0}^{j-1} \mu_{l,m,\kappa}^{(l,s)} \lambda^{2p(j-1-\kappa)}, \quad (v \equiv \gamma_{1,s}, \quad M \equiv m q_1 +$$

$+ 2p \gamma_{1,s}$, $0 \leq m \leq 2p_1 - 1$), $\mu_{l,m,\kappa}^{(l,s)}$ — произвольные числа.

Теорема 1. Пусть выполняются ограничения 1°–5° и граничные условия (5) правильны. Тогда, если $f_s(\xi)$ — кусочно-абсолютно-непрерывная (столбец размера r_s) в Ω_s , то имеет место следующая формула обращения:

$$\lim_{v \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi \sqrt{-1}} \int_{r_v} \lambda^{2p-1} d\lambda \int_{\Omega_s} G_{1,s}(x, \xi, \lambda) f_s(\xi) d\xi = \\ = \begin{cases} 0 & \text{при } s \neq i, \quad a_{i,1} < x < a_{i,2}, \\ \frac{1}{2} [f_i(x-0) + f_i(x+0)] & \text{при } s = i, \quad 1 \leq i, s \leq n. \end{cases}$$

Применяя интегральное преобразование $K\varphi = \int_{\Gamma} \exp(\lambda^{2p}(T-\tau)) \varphi(\tau) d\tau$

[7] к (1)–(3) и опираясь на указанные результаты, доказываемся следующая

Теорема 2. Пусть выполняются ограничения 1° – 5° и граничные условия (2) правильны. Далее, пусть $f_i(x, t) \in L(\Omega_i \times [0, T])$, $\Phi_i(x) \in L(\Omega_i)$ при $i=1, \dots, n$; $\varphi_s(t) \in L([0, T])$, $s=1, \dots, N$.

Тогда, если задача (1)–(3) имеет классическое решение, то она

- 1) единственная;
- 2) может быть представлена в следующем виде:

$$u_i(x, t) = \lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi \sqrt{-1} r_\nu} \int F_i(x, t, \lambda) d\lambda, \quad x \in \omega_i, \quad 0 \leq t \leq T, \quad 1 \leq i \leq n,$$

где

$$F_i(x, t, \lambda) = \exp[-\lambda^{2p}(T-t)] \lambda^{2p-1} \{ \delta_i(x, \lambda, \psi(t, \lambda)) + \sum_{s=1}^n \int_{\Omega_s} G_{i,s}(x, \xi, \lambda) \left[\Phi_s(\xi) - \int_0^T \exp(\lambda^{2p}(T-\tau)) f_s(\xi, \tau) d\tau \right] d\xi \},$$

$\psi(t, \lambda)$ – N -мерный вектор, s -й компонент которого определяется по формуле

$$\psi_s(t, \lambda) = \int_0^T \exp(\lambda^{2p}(T-\tau)) \varphi_s(\tau) d\tau - \sum_{l=1}^n \sum_{j=1}^l \sum_{q < k_s} \sum_{\kappa=0}^{j-1} \sum_{\nu=1}^2 \lambda^{2p(j-1-\kappa)} \alpha_{j,m,\nu}^{(l,s)} \beta_{l,s}^{(m,\kappa)}$$

Автор благодарен Н. А. Алиеву за внимание к работе.

Литература

1. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. — М.: Наука, 1979.
2. Латтес Р., Лионс Ж. Л. Метод квазиобращения и его приложения. — М.: Мир, 1970.
3. Тамаркин Я. Д. О некоторых общих задачах теории обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и о разложении произвольных функций в ряды. — ПГ., 1917.
4. Расулов М. Л. Метод контурного интеграла. — М.: Наука, 1964.
5. Зейналов И. С. Применение метода контурного интеграла к изучению некоторых задач для параболических систем второго порядка. — Дифференц. уравнения, 1980, т. XVI, № 6, с. 1091–1096.
6. Vohl P. Journal für reine und angewandte Mathematik, 1906, 131, S. 261–321.
7. Гасымов Э. А. Интегральные преобразования и параболические потенциалы; применения их к решению некоторых смешанных задач. Дис... канд. физ.-мат. наук. — М.: МГУ, 1984.

Вычислительный центр при АГУ им. С. М. Кирова

Е. А. Гасымов

Поступило 6. VIII 1987

ЗАМАНА НЭЗЭРЭН ЭКС ИСТИГАМЭТДЭ БАХЫЛАН МҮХТЭЛИФ ТЭРТИБЛИ ПАРАБОЛИК СИСТЕМЛЭРИ БИР-БИРИНЭ БАГЛАЖАН ГАРЫШЫГ МЭСЭЛЭ

Мөгаләдә сонлу интеграл чевирмани тәтбиг едәрәк замана нэзэрэн экс истигамэтдә бахылан мұхтәлиф тәртибли параболік системләри бир-биринә баглажан гарышыг мәсәләни һәллини (онун вардыгы шәрти дахилиндә) аналитик ифадәси алыныр.

Е. А. Gasymov

MIXED PROBLEM ON CONJUNCTION OF PARABOLIC SYSTEMS OF DIFFERENT ORDERS OF REVERSE TENOR TIME

In the article applying a final integral transformation, analytic presentation of solution (on conditions of its existence) of a mixed problem on conjunction of parabolic systems of different orders of reverse tenor time is obtained.

Н. М. МЕХТНЕВ, З. З. ГУСЕЯНОВ

КРАЯ ПОГЛОЩЕНИЯ CdIn₂Se₄

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. Ю. Салаевым)

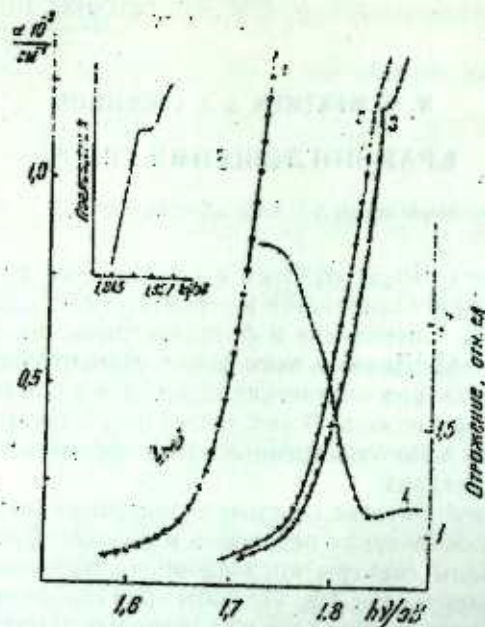
Соединение $\beta = \text{CdIn}_2\text{Se}_4$ относится к дефектным алмазоподобным полупроводникам и кристаллизуется в структуре титгаллата с пространственной группой S_2^4 . Оптические и фотоэлектрические свойства CdIn_2Se_4 исследованы в [1–6]. Данные этих работ относительно ширины запрещенной зоны и характера оптических переходов в области края собственного поглощения расходятся. В них также отсутствуют данные о деталях исследования края собственного поглощения в тонких кристаллах при низких температурах.

В представленной статье с целью определения ширины запрещенной зоны и характера оптических переходов в области фундаментальных переходов исследованы спектры поглощения и отражения монокристалла CdIn_2Se_4 при температурах 4,2; 77; 300 К. Детальное исследование оптических свойств тонких кристаллов при гелиевых температурах показывает наличие узкой полосы поглощения при больших значениях коэффициента поглощения, что, видимо, обусловлено образованием экситонного состояния. Именно из-за отсутствия экситонных линий в оптических спектрах в [6] сделан вывод о некристалличности монокристаллов CdIn_2Se_4 . Экситонные переходы в полупроводниковых соединениях $A^{II}B^{III}C^{VI}$ со структурой титгаллата обнаружены только в CdGa_2Se_4 [7, 8] и CdGa_2Se_4 [9].

Монокристаллы CdIn_2Se_4 с удельным сопротивлением $\rho = 10^2$ – 10^4 Ом·см и концентрацией электронов $\sim 10^{15}$ – 10^{16} см⁻³ при 300 К были получены методом химических транспортных решений и относились к β -модификации. Отражение света регистрировалось от естественной поверхности (1–12). При измерении поглощения противоположная поверхность шлифовалась и полировалась механически, и толщина образцов составляла ~ 10 мкм. Измерения проводились на установке, собранной на основе монохроматора МДР-2 с разрешением не хуже ~ 1 мэВ, спектры поглощения и отражения регистрировались методом синхронного детектирования.

На рисунке представлены спектры поглощения и отражения монокристаллов CdIn_2Se_4 при различных температурах. Как видно, при 300 К при энергии $h\nu \geq 1,73$ эВ (кр. 1) в области больших значений коэффициента поглощения α наблюдается резкий рост, что свидетельствует о наличии прямых межзонных переходов. В области малых α в спектре проявляется длинноволновый хвост, обусловленный дефектами или непрямыми переходами [5]. Понижение температуры до 77 К (кр. 2) сопровождается ростом крутизны зависимости $\alpha(h\nu)$ в области больших значений α , вызывает смещение области резкого роста α в коротковол-

новую сторону со средним коэффициентом $\gamma = -4,5 \cdot 10^{-4}$ эВ/град, и при энергии 1,838 эВ проявляется слабый изгиб. При 4,2К (кр. 3) этот изгиб превращается в полосу поглощения с полушириной 3—4 мэВ при энергии $\sim 1,848$ эВ. Для наглядности спектр поглощения в узком интервале



энергий при 4,2К показан на вставке в увеличенном масштабе. В интервале температур 4,2—77К γ уменьшается до $1,4 \cdot 10^{-4}$ эВ/град. В спектре отражения при 4,2К также наблюдается пик при $\sim 1,847$ эВ (кр. 4). Уменьшение значения γ при низких температурах, как и в случае CdGa_2S_4 и CdGa_2Se_4 [10], видимо, обусловлено уменьшением вклада электрон-фононного взаимодействия в температурную зависимость ширины запрещенной зоны.

Характер наблюдаемых особенностей в спектрах поглощения и отражения, их температурная зависимость позволяют предположить, что, как и в монокристаллах CdGa_2S_4 и CdGa_2Se_4 , узкая полоса поглощения и пик в спектре отражения обусловлены переходами в экситонное состояние вблизи фундаментального края CdIn_2Se_4 .

Согласно расчету зонной структуры [4] $\beta = \text{CdIn}_2\text{Se}_4$ является непрямозонным полупроводником. Максимум валентной зоны расположен в точке N_1 , минимум зоны проводимости — в точке Γ_1 . Непрямой переход $N_1 \rightarrow \Gamma_1 = 1,50$ эВ. Второй максимум валентной зоны в центре зоны Бриллюэна, соответствующий представлению $\Gamma_3 + \Gamma_4$, расположен всего на 30 мэВ ниже состояния N_1 . Прямой переход $\Gamma_3 + \Gamma_4 \rightarrow \Gamma_1 = 1,53$ эВ. При измерении фотопроводимости в поляризованном излучении [2] нами показано, что вследствие кристаллического и спин-орбитального расщепления прямой переход в CdIn_2Se_4 реализуется между состояниями $\Gamma_6 + \Gamma_7 \rightarrow \Gamma_5 + \Gamma_8 = 1,87$ эВ при 77К. Согласно схеме оптических переходов, представленной в [2], наблюдаемую полосу поглощения можно приписать прямым экситонным переходам в центре зоны Бриллюэна.

Для идентификации узких особенностей в оптических спектрах эк-

ситонами слабой связи требуется наблюдение водородоподобной серии. При этом форма кривых поглощения должна соответствовать асимметричной лоренцевой форме [8]. Поскольку данные наших экспериментов не позволяют проводить такие сравнения, для определения энергии связи экситона и ширины запрещенной зоны CdIn_2Se_4 узкая полоса поглощения отнесена к основному состоянию экситона ($n=1$). При этом из положения экситона E_g определяется выражением

$$E_g = E_0 + E_1, \quad (1)$$

где E_0 — энергия, соответствующая экситонному поглощению, E_1 — энергия связи экситона. Последнее можно оценить выражением

$$E_1 = 13,6 \mu / m_0 \epsilon_2, \quad \text{эВ}, \quad (2)$$

где μ — приведенная масса экситона, m_0 — масса свободного электрона, ϵ_2 — диэлектрическая проницаемость (для CdIn_2Se_4 $\epsilon_2 = 5,8$ [11]). Принимая, что эффективная масса дырок в кристаллах $A^{III}B_2C_4$ в несколько раз больше m_0 , используя значения $m_n \approx 0,15 m_0$ в CdIn_2Se_4 , [12] в качестве μ , из (2) и (1) получаем, соответственно, $E_1 \approx 54$ мэВ и $E_g \approx 1,892$ при 77К (при 4,2К $E_g \approx 1,902$ эВ), что удовлетворительно согласуется с данными [2, 3].

В заключении отметим, что наблюдение резких особенностей в оптических спектрах свидетельствует о совершенстве кристаллической решетки монокристаллов CdIn_2Se_4 , несмотря на присутствие вакансий в элементарной ячейке. Вакансии в кристаллической решетке располагаются периодически и не приводят к ее искажению.

В заключении авторы благодарят Ф. М. Гашидзе и Г. И. Абуталыбова за обсуждение результатов.

Литература

1. Koval L. S., Markus M. M., Radautsan S. I., Sobolev V. V. — Phys. Stat. Sol. (a), 1972, v. 9, № 1, p. к69—72. 2. Керимова Т. Г., Мехтиева Н. М., Аджалова Ф. Р., Гусейнов Э. Э., Салаев Э. Ю. Энергетический спектр $\beta\text{-CdIn}_2\text{Se}_4$. — ФТП, 1983, т. 17, вып. 7, 1169—1173. 3. Kerimova T. G., Adgalova F. R., Khidirov A. Sh., Sалаев Э. Ю. — Phys. Stat. Sol. (a), 1982, v. 71, № 2, p. к211—213. 4. Панютин В. Л., Понедельников Б. Э., Резонсон А. Э., Чижиков В. И., Щербина О. В. Симметрия решеточных колебаний и зонная структура CdIn_2Se_4 . — М., 1980. — 8 с. — Рукопись представлена Краснодар. гос. ун-том. Деп. в ВИНТИ 8 дек. 1980, № 1672—80. 5. Коваль Л. С., Радауцан С. И., Соболев В. В. Ширина запрещенной зоны твердых растворов $\text{CdIn}_2\text{Se}_4\text{—CdIn}_2\text{Te}_4$. — Изв. АН СССР. Неорг. матер., 1972, т. 8, вып. 11, с. 2021—2022. 6. Fortin E., Raga P. — Sol. St. Comm., 1974, v. 14, p. 847—850. 7. Арешкин А. Г., Житарь В. Ф., Радауцан С. И., Рейлян В. Я., Суслина Л. Г. Прямые экситоны в титаллате кадмия. — ФТП, 1979, т. 13, вып. 2, с. 337—340. 8. Георгиани А. Н., Озеров Ю. В., Радауцан С. И., Тигиняну И. М. Исследование фундаментальных оптических переходов в CdGa_2S_4 методами модуляционной спектроскопии. — ФТТ, 1981, т. 23, вып. 17, с. 2094—2099; Модуляционная спектроскопия широкозонных полупроводников. — Тр. ИФАН СССР, 1981, т. 163, с. 8—25. 9. Vasewicz R. — Phys. Stat. Sol. (b), 1984, v. 122, № 2, p. к115—118. 10. Мамедов Ш. С. Электронные спектры CdGa_2S_4 и CdGa_2Se_4 в области 2—6 эВ: Дис... канд. физ. наук. — Баку, 1984. 11. Керимова Т. Г., Аджалова Ф. Р., Нани Р. Х. Колебательный спектр CdIn_2Se_4 . — Изв. АН АзССР. Сер. физ.-техн. и мат. наук, 1980, № 3, с. 68—70. 12. Koval L. S., Arushanov E. K., Radautsan S. I. — Phys. Stat. Sol. (a), 1972, v. 9, № 1, p. к73—75.

CdIn₂Se₄ МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН УДУМА КЭНАРЫ

Назик CdIn₂Se₄ монокристалларынын маје helium температурунда удулма вэ окс-олуима спектрлеринин биркэ тэдгигиндэн дүз кечидлар областында экситон удулма хэтти олмасы мүэјјөлэндирилмишидр.

CdIn₂Se₄-үн гадаган олунмуш золагынын ени ($E_g=1,902$ eV) вэ экситонларын ра-битэ енержиси ($E_1=56$ meV) тэјин едилмишидр.

N. M. Mekhtiev, Z. Z. Guseinov

ABSORPTION EDGE OF CdIn₂Se₄

From the optical absorption and reflection spectrums CdIn₂Se₄, the existence of exci- tion line of the absorption near the direct edge was established.

The band gap ($E_g=1,902$ eV at 4.2 K) and the ionisation energy of excition ($E_1=$ -56 meV) of CdIn₂Se₄ was calculated.

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Акад. АН АзССР М. И. АЛИЕВ, З. А. ДЖАФАРОВ, А. А. ХАЛИЛОВА,
М. А. ДЖАФАРОВАТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА
ТЕНЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ $\rho = \text{InSb}$

Как известно, при деформации по определенным кристаллографиче-ским направлениям вырождение зон частично или полностью снимается, меняется число легких и тяжелых дырок, участвующих в проводимости, что приводит к сильному изменению сопротивления даже при сохране-нии общего числа дырок [1]. Поэтому исследование пьезосопротивления p -типа Ge, Si, InSb и других дает возможность более подробно изучить особенности валентной зоны этих полупроводников.

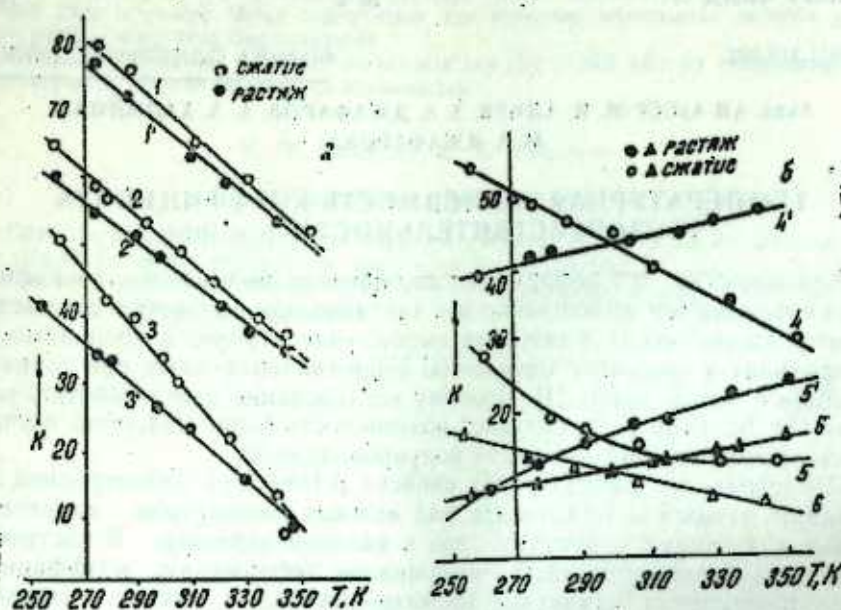
Исследование электрических свойств p -InSb при анизотропной де-формации позволило определить ряд важных параметров, характери-зующих как зонную структуру, так и явления переноса. В частности, были определены константы потенциалов деформации, коэффициент пьезосопротивления, изменение эффективной массы легких и тяжелых дырок [2—6]. Однако эти измерения проводились на кристаллах, в ко-торых концентрация дырок не превышала $\sim 10^{16}$ см⁻³. Так как с ростом концентрации носителей заряда ввиду непараболичности зоны легких дырок отношение концентраций тяжелых (P_1) и легких (P_2) дырок $P_2/P_1 = (m_2/m_1)^{3/2}$ заметно уменьшается, то вклад легких дырок в про-водимость может быть существенным [7]. В связи с этим исследование влия-ния деформации на электрические свойства p -InSb в широком интервале концентраций помимо самостоятельного интереса может дать дополни-тельные сведения о его зонной структуре.

В данной статье приводятся результаты исследования влияния де-формации на сопротивление p -InSb в направлении $\langle 111 \rangle$ с концентраци-ей носителей заряда $5,6 \cdot 10^{17} \div 6 \cdot 10^{19}$ см⁻³ в интервале температур 250—350К. Измерения проводились на образцах, приклеенных на балку чисто-го изгиба, компенсационным методом. Размеры образцов $0,1 \times 0,3 \times 7$ мм, контакты припаивались индием.

Результаты исследований показали, что зависимость относительного изменения сопротивления $\left(\Delta R/R = \frac{R - R_0}{R_0}\right)$ от относительной деформа-ции $\left(\epsilon = \frac{l - l_0}{l_0}\right)$ при различных температурах и при растяжении, и при сжатии линейна.

Однако в образцах с $P \gg 6 \cdot 10^{18}$ см⁻³ наклон кривых при растяже-нии уменьшается, а при сжатии — увеличивается. Это наглядно видно из графика зависимости коэффициента тензочувствительности $\left(K = \frac{\Delta R}{R_0 \epsilon}\right)$ от температуры (рисунок. а, б).

Как видно, с ростом концентрации до $6 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ зависимость $K(T)$ при деформации растяжения ослабевает сильнее, чем при деформации сжатия, а при $P \geq 6 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ температурный коэффициент K меняет знак



Зависимость коэффициента тензочувствительности K от температуры:
 1, 1'— $5,6 \cdot 10^{17}$; 2, 2'— $1,5 \cdot 10^{18}$; 3, 3'— $2,6 \cdot 10^{18}$; 4, 4'— $6 \cdot 10^{18}$; 5, 5'— $1,6 \cdot 10^{19}$;
 6, 6'— $6 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$

(рисунк, б). Насколько нам известно, такое изменение знака температурного коэффициента тензочувствительности в других полупроводниках с подобными структурами валентной зоны (Ge, Si, GaSb) не наблюдалось. Различные коэффициенты тензочувствительности при сжатии и растяжении по величине в $p\text{-InSb}$ в отличие от $n\text{-InSb}$ и n - и $p\text{-GaSb}$ при комнатной температуре наблюдалось в [8].

Как было отмечено, с ростом концентрации носителей заряда вклад легких дырок в проводимость растет. С другой стороны, анизотропная деформация кристалла, нарушая симметрию поля решетки, приводит к снятию вырождения потолка зон тяжелых и легких дырок и к смещению их на различную величину и в разные стороны. Следовательно, вклад легких дырок в проводимость в зависимости от деформации сжатия или растяжения может увеличиваться или уменьшаться. Наблюдаемое в эксперименте различие в величинах коэффициента тензочувствительности $p\text{-InSb}$ при растяжении и сжатии можно объяснить вкладом легких дырок в проводимость.

Литература

1. Бир Г. Л., Пикус Г. Е. Симметрия и деформационные эффекты в полупроводниках. — М.: Наука, 1972.
2. Волков А. С., Галаванов В. В., Милорава В. А. Барический коэффициент ширины запрещенной зоны InSb при одноосной деформации. — ФТП, 1972, т. 6, вып. 4, с. 782.
3. Волков А. С., Галаванов В. В., Милорава В. А. Пьезосопротивление $p\text{-InSb}$ при смешанном механизме рассеяния дырок — ФТП, 1974, т. 8, вып. 2, с. 435—436.
4. Валяшко Е. Г., Кошелев О. Г., Плещачева Т. Б. Анизотропия проводимости в $p\text{-InSb}$ при одноосном сжатии. — ФТП, 1974, т. 8, вып. 11, с. 2205—2208.
5. Вол-

ков А. С., Галаванов В. В., Милорава В. А. Влияние анизотропной деформации на эффект Холла и магнитосопротивление $p\text{-InSb}$ при 77 К. — ФТП, 1974, т. 8, вып. 11, с. 2246—2248.
- 6. Волков А. С., Галаванов В. В., Милорава В. А. Влияние анизотропного сжатия на время жизни дырок в $p\text{-InSb}$ при 77 К. — ФТП, 1974, т. 8, вып. 4, с. 820.
- 7. Алиев М. И., Алиев С. А., Абдинова С. Г., Гашишзаде Ф. М. Кинетические явления в сильно легированном $p\text{-InSb}$. — ФТП, 1974, т. 8, вып. 8, с. 1544—1548.
- 8. Фалько И. И. Тензоэффект поликристаллических пленок антимонида индия и антимонида галлия. — В сб.: Физика электронно-дырочных переходов и полупроводниковых приборов. Л.: Наука, 1969, с. 246—249.

ИФАН АзССР

Поступило 12.11 1987

М. И. Алиев, З. Э. Чофаров, А. Э. Халилова, М. Э. Чофарова

$p\text{-InSb}$ -дә ТЕНЗОҺӘССАСЛЫГ ЭМСАЛЫНЫН ТЕМПЕРАТУРДАН АСЫЛЫЛЫГЫ

$p\text{-InSb}$ кристаллында 250—400 К температур интервалында жүкдәшүмчүлүк концентрациясынын $5,6 \cdot 10^{17} \div 6 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ гүмәтләрində тензоэффект тәдгиг едилмиш-дир. Концентрациянын $p \geq 6 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ гүмәтіндән башлајараг дартылма деформациясы заманы тензоһәссаслығын температур әмсалы ишарәсини дәјишир.

M. I. Aliyev, Z. A. Dzhabarov, A. A. Khalilova, M. A. Dzhabarova

TEMPERATURE DEPENDENCE OF $p\text{-InSb}$ HEAT SENSITIVITY COEFFICIENT

An investigation is made of $p\text{-InSb}$ with charge carrier concentration $5.6 \cdot 10^{17} \div 6 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ within the temperature region from 250—400 K. At $p \geq 6 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ heat sensitivity temperature coefficient is observed to change its sign with tensile strain.

Г. И. КОЛЬЦОВ, Е. А. ЛАДЫГИН, С. Ю. ЮРЧУК, Ф. А. ЗАИТОВ,
И. Д. АНИСИМОВА, А. З. АБАСОВА, В. П. КАЛЯЕВА

**СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУР С *p-n*-
ПЕРЕХОДОМ, ПОЛУЧЕННЫХ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИЕЙ
Be⁺ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ
GaP и GaAs_{1-x}P_x (x = 0,4)**

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

В статье приведены теоретический расчет и исследование спектральных характеристик диодных структур, изготовленных методом ионной имплантации Be⁺ в *n-n*-структура GaP и GaAs_{1-x}P_x (x = 0,4) с концентрацией электронов в *n*-слое 2 ÷ 4 · 10¹⁶ см⁻³ с энергиями 50 ÷ 150 кэВ и дозами 2 · 10¹⁴ ÷ 10¹⁵ см⁻².

Предварительный расчет, проведенный на ЭВМ ЕС-1030 был основан на рассмотрении взаимодействия потока излучения с *p-n*-переходом, расположенным перпендикулярно ему. Оценку спектральной чувствительности диодных структур проводили, исходя из пространственного распределения носителей заряда, генерированных фотонами, и токов, вызванных этой генерацией [1].

При выборе конструкции *p-n*-структуры было необходимо провести предварительную оценку эффективности вклада каждой из ее областей в формирование выходного сигнала и его спектральную зависимость.

Значительные величины коэффициента поглощения в видимой области спектра для полупроводниковых материалов GaP и GaAs_{1-x}P_x (10⁵ ÷ 10⁶ см⁻¹) дают основание полагать, что генерация основной части носителей заряда происходит в приповерхностной области на расстоянии порядка 10⁻⁶ ÷ 10⁻³ см, поэтому глубину залегания *p-n*-перехода при расчетах принимали в пределах 1 мкм [2]. Оценку квантовой эффективности всей структуры в целом проводили, исходя из расчета эффективностей каждой из трех областей, где может иметь место генерация носителей заряда:

$$\eta = \eta_p + \eta_{опз} + \eta_n,$$

$$\eta = \frac{J_n + J_{опз} + J_p}{qQ},$$

Q — общее количество фотонов, падающих на поверхность полупроводника;

J_n, J_{опз}, J_p — токи, протекающие в *p-n*-переходе за счет генерации носителей заряда в *n*-области, области пространственного заряда и *p*-области.

Выражение для токов, протекающих в каждой из областей, получены из решения уравнения непрерывности для *n*- и *p*-областей и фототока за счет поглощения излучения в области пространственного заряда.

Программа расчета позволяет оценить влияние таких факторов, как глубина залегания *p-n*-перехода, время жизни носителей заряда.

в *n*- и *p*-областях, ширина области пространственного заряда, скорость поверхностной рекомбинации и других, на зависимость квантовой эффективности от длины волны падающего излучения.

Результаты расчета приведены на рис. 1. При этом принимали следующие параметры fotocувствительных структур, изготовленных из фосфида галлия: ширина области пространственного заряда — 0,2 ÷ 2 мкм, время жизни для электронов и дырок, генерированных в различных областях, τ = 10⁻⁶ и τ = 10⁻⁷ с, глубина залегания *p-n*-перехода — X₁ = 0,2 ÷ 0,5 мкм, скорость поверхностной рекомбинации S = 1.10⁵ → 2.10⁷, 7.10⁶ см · с⁻¹. Значение коэффициента поглощения и его зависимость от длины волны выбирали, исходя из экспериментальных результатов [3].

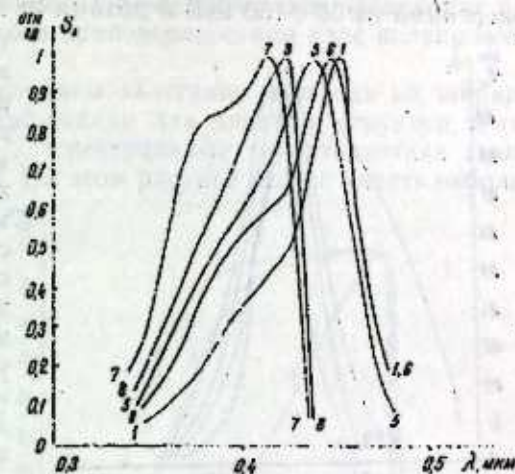


Рис. 1.

Графики, построенные на ЭВМ, приведены к единице. Проведенные сравнения показали, что при широкой области пространственного заряда W_{опз} = 2 мкм красная граница спектральной чувствительности практически не меняется в зависимости от времени жизни и скорости поверхностной рекомбинации и определяется только глубиной залегания перехода. Из зависимости скорости генерации носителей заряда от длины волны излучения следует, что кванты с длиной волны 0,45 мкм поглощаются в фосфиде галлия в основном на глубине до 0,3 мкм, т. е. в области пространственного заряда принятой теоретической модели структуры и незначительно в *n*-области, расположенной за областью пространственного заряда, поэтому только сдвиг глубины перехода от поверхности, например, от X₁ = 0,2 мкм до X₁ = 0,5 мкм, при одинаковом времени жизни определяет некоторый подъем кривых в этой области длины волн (кр. 1 и 6). Уменьшение ширины области пространственного заряда до 0,2 мкм приводит к сдвигу всей спектральной характеристики в сторону коротких длин волн из-за плохого собирания носителей заряда из базовой *n*-области (кр. 7 и 5).

Для структур с широкой областью пространственного заряда влияние скорости поверхностной рекомбинации сказывается на коротковолновом крае спектральной характеристики (кр. 5 и 6). Изменение времени жизни носителей заряда в *p*⁺-области (у кр. 5 τ_n = 10⁻⁷ с, у кр. 6 τ_n = 10⁻⁸ с) приводит к дополнительному сдвигу в сторону коротких волн. Глубина залегания в этом случае играет менее заметную роль.

В случае W_{опз} = 0,2 мкм (кр. 7 и 8) изменение глубины залегания перехода с 0,5 до 0,2 мкм приводит к увеличению ширины спектра на полувысоте с 59,0 до 60,0 нм, соответственно, практически без изменения длинноволнового края. Построенные на основании теоретических расчетов спектры могут быть использованы при рассмотрении экспериментальных зависимостей, спектральной чувствительности конкретных fotocувствительных структур.

На рис. 2 представлены спектральные характеристики диодных структур, изготовленных методом ионной имплантации Be^+ в эпитаксиальные слои GaP n-типа с концентрацией электронов $2 \div 4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ энергиями от $50 \div 150 \text{ кэВ}$ и дозами от $2 \cdot 10^{14} \div 10^{15} \text{ см}^{-2}$. Измерение фотоэлектрических характеристик проводили в фотовольтаическом режиме. Источником излучения служила вольфрамовая лампа марки СИУ10-300. Спектральные характеристики измеряли с помощью монохроматора МДР-2 со стандартной системой регистрации сигнала и автоматической записью спектра. После измерения все спектры обрабатывали с учетом спектральной зависимости излучения вольфрамовой лампы. Для удобства сравнения спектральных характеристик максимумы спектральной чувствительности приводились к единице.

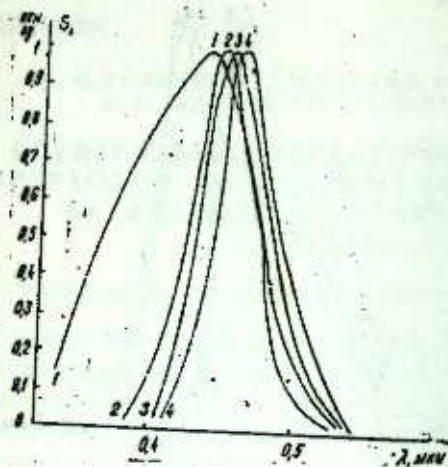


Рис. 2

Поскольку p-n-переходы изготавливали при различных значениях энергии и дозы ионов, главное отличие их заключается в глубине залегания p-n-перехода.

Как видно из рис. 2, при увеличении глубины залегания имеют место два эффекта: сдвиг максимума спектральной чувствительности в сторону длинных волн и некоторое расширение спектра. Действительно, для структур, легированных Be^+ с энергией 150 кэВ, $\lambda_{\text{max}} = 560 \text{ нм}$, ширина на полувысоте 56 нм; с энергией 80 кэВ $\lambda_{\text{max}} = 450 \text{ нм}$, ширина на полувысоте 44 нм; с энергией 50 кэВ $\lambda_{\text{max}} = 440 \text{ нм}$, ширина на полувысоте 41 нм. Абсолютное значение величины выходного сигнала при этом оставалось примерно одинаковым. Такое поведение кривых спектрального распределения объясняется в основном двумя факторами: временем жизни носителей заряда в p-области и скоростью поверхностной рекомбинации. При примерно равном времени жизни τ для всех образцов углубление перехода (увеличение энергии имплантации) приводит к уменьшению влияния коротковолновых квантов, генерирующих носители заряда вблизи поверхности, и увеличению вероятности собирания пар, генерированных в более глубоких областях изготовленной структуры. На рис. 2 также представлен рассчитанный спектр для структуры со следующими расчетными величинами: $W_{\text{обл}} = 2 \text{ мкм}$, $x_j = 0,2 \text{ мкм}$, $S = 7 \cdot 10^{16} \text{ см}^2/\text{с}$, $\tau_p = \tau_n = 10^{-7} \text{ с}$.

Как видно, красные границы теоретического и экспериментального спектров совпадают. Однако, коротковолновые части отличаются довольно значительно. Теоретическая кривая более заметно сдвинута в коротковолновую область и имеет ширину на полувысоте, равную 104 нм. Такое существенное расхождение при прочих равных условиях можно объяснить тем, что глубина залегания перехода в экспериментальном образце несколько больше ($X_j > 0,2 \text{ мкм}$) и из-за этого появляется небольшой сдвиг максимума в длинноволновую область, и тем, что скорость поверхностной рекомбинации в реальных структурах выше, теоретически принятой. По-видимому, по этой причине уменьшение глубины

залегания перехода в экспериментальных образцах не приводит к расширению спектральных характеристик, а наблюдается, наоборот, их сужение, вклад длинноволновых квантов уменьшается без заметного увеличения вклада коротковолновых. По-видимому, это происходит из-за большого количества дефектов в приповерхностном слое полупроводника.

Большой эффект влияния глубины залегания перехода на ширину спектральной характеристики наблюдали для диодных структур, изготовленных на основе $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$. Спектральные характеристики таких структур представлены на рис. 3. На этом рисунке можно видеть неболь-

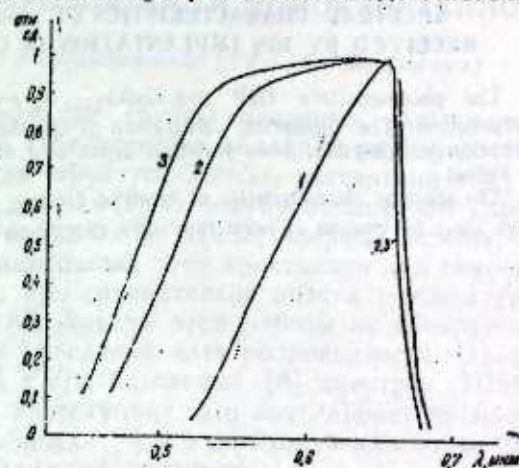


Рис. 3

шарый сдвиг в длинноволновую область при увеличении глубины залегания p-n-перехода (увеличение энергии ионов Be^+), однако этот сдвиг заметен только для образцов, легированных с энергией 150 кэВ ионами Be^+ . Это свидетельствует о том, что влияние вклада в собирание носителей заряда, генерированных в базе структуры, менее существенно из-за более высокого времени жизни неосновных носителей заряда в n-области τ_n и, возможно, более широкой области пространственного заряда. Меньшая скорость поверхностной рекомбинации по сравнению со структурами из фосфида галлия и, возможно, большее время жизни в p-области обеспечивают более заметный рост вклада носителей заряда, генерированных вблизи поверхности коротковолновыми квантами излучения. В этом можно убедиться, сравнивая между собой спектральные характеристики структур, легированных с энергией 150 (ширина на полувысоте 80 нм), 80 (ширина на полувысоте 125 нм) и 50 кэВ (ширина на полувысоте 160 нм).

Таким образом, выбирая энергию и дозу легирующего иона Be^+ , т. е. управляя глубиной залегания перехода, можно управлять характеристиками фоточувствительных структур из $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$.

Литература

1. Су С. Физика полупроводниковых приборов.—М.: Мир, 1984, ч. 2, с. 486.
2. Dhanasekaram P. C., Vaya P. R., Gopalan B. S. U. Spectral sensitivity calculation on n+-p and n+-p-p+ silicon solar cells.—Phys. stat. sol. (a), 1984, v. 83, № 2, 693.
3. Alice M. Chiang. P+-N gallium phosphide photodiodes. US Patent, 4, 364, 077. MKU HO1L27/14, HKU 357/30.

Московский институт стали и сплавов

Поступило 20. III 1987

К. И. Калтсов, Е. А. Ладыкин, С. J. Журчук, Ф. А. Зантов, И. Д. Анисимова, А. З. Абасова, В. П. Калжаева

GaP на $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ ($x=0,4$) JАРЫМКЕЧИРИЧИ БИРЛЭШМЭЛЭРИНЭ ИОНЛАРЫН ИМПЛАНТАСИЯСЫ ИЛЭ АЛЫНАН p-n КЕЧИДЛИ СТРУКТУРЛАРЫН СПЕКТРАЛ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРЫ

SaP на $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ бирлэшмэлэри асасында Be^+ ионларынын имплантасиясы илэ шыга хэссас p-n структурлары назырланмышды, n вэ p-нин областында p-n кечид-

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

С. Г. АБДУЛЛАЕВА, В. А. АЛИЕВ, С. Н. АЛИЕВ

АНИЗОТРОПИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛОВ

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

TlInSe является представителем группы цепочных сильноанизотропных полупроводников типа TlSe, которые обладают рядом интересных физических свойств. Зонная структура TlInSe₂ рассчитана в [1] на основе кристаллоструктурных данных [2]. О полупроводниковом характере электропроводности (σ) кристаллов TlInSe₂ впервые сообщалось в [3]. В [4, 5] исследовалась анизотропия этих кристаллов при температурах 300—900 К. Характер σ при сравнительно низких температурах (120—300 К) исследовался в [6]. Авторы этой работы не обнаружили анизотропию в температурном поведении электропроводности. Однако исследования электронных [7] и колебательных [8] спектров TlInSe₂ показали высокую степень их анизотропии, что наталкивает на мысль об ошибочности данных, полученных в [6], и о необходимости более тщательного изучения $\sigma(T)$ при низких температурах.

В предлагаемой статье изложены результаты изучения температурного поведения $\sigma(T)$ вдоль осей a и c (σ_a и σ_c соответственно) кристаллов TlInSe₂ в интервале 80—300 К.

Монокристаллические булы TlInSe₂ выращивались методом Бриджмена-Стокбаргера. По нашим данным, параметры, решетки TlInSe₂ составляют: $a = 8,052 \pm 0,013 \text{ \AA}$; $c = 6,860 \pm 0,050 \text{ \AA}$, пространственная группа симметрии $I 4/m\bar{3}$, что хорошо согласуется с результатами [2]. Омическими контактами к изготовленным образцам служил вплавленный индий. Измерения проводились в направлении охлаждения кристалла, что исключало влияние термического опустошения уровней прилипания.

На рисунке представлены температурные зависимости удельных электропроводностей σ_a и σ_c в TlInSe₂. $\sigma_a(T)$ в интервале 80—140 К почти не зависит от температуры. При $T \geq 200 \text{ К}$ наблюдается активация проводимости с энергией $\sim 1,32 \text{ эВ}$, что хорошо согласуется со значением $\sim 1,35 \text{ эВ}$, приведенным в [5]. Наклон $\sigma_c T$ в той же области температур отличается от такового для $\sigma_a T$, а энергия активации составляет 0,66 эВ. Зависимость $\sigma_c T$ имеет особенности в низкотемпературной области. При 110 К наблюдается размытый максимум с величиной $\sim 13\%$ от значения $\sigma_c T$ при 80 К. Наблюдается также скачок $\sigma_c(T)$ при $T = 180 \text{ К}$, величина которого составляет $\sim 10\%$.

Из зависимостей $\sigma_a(T)$ и $\sigma_c(T)$ мы рассчитали степень анизотропии ($x = \frac{\sigma_c}{\sigma_a}$). На вставке к рисунку показана зависимость $x(T)$ в высокотемпературной области. С понижением температурных $x(T)$ экспонен-

ларинин дэринлији, жүкдөшүлүчүлүгүнүн жашама мүддөтү өз сөтүн рекомбинация сур' атлэри, фэзэ жүкү облэсты еннини мүхтэлиф гүмүтлэриндэ ишыга хэссаслыгыни спектрал характеристикаларыныи нэзэри хэсэблэмэлэри анырлымышдыр.

Изырланымш структурларыи өлчүлүш спектрал характеристикаларыи кэстэрминши- дир ки, лекирөедичи Be⁺ ионун дозэ өз энержисини сечэрэк GaAs_{1-x}P_x асасында ишыга хэссэс структурларыи спектрал характеристикаларыи идарэ етмэк олэр.

Бу аламэт GaP структурларыи үчүн истифадэ олунмуш имплэнтасия режиминдэ мүшэиндэ едилмишдыр.

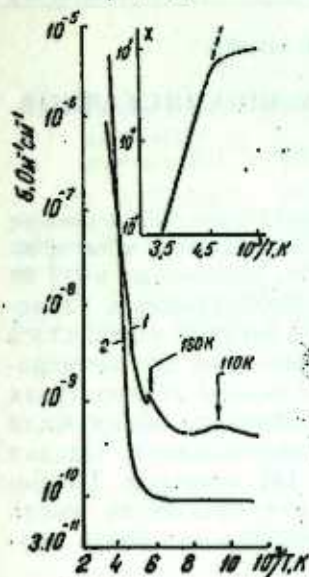
G. I. Koltsov, E. A. Ladygin, S. Yu. Yurchuck, F. A. Zaitov,
I. D. Anisimova, A. Z. Abasova, V. P. Kalyaeva

SPECTRAL CHARACTERISTICS OF $p-n$ JUNCTION STRUCTURES
RECEIVED BY ION IMPLANTATION IN GaP AND GaAs_{1-x}P_x ($x=0.4$)

The photosensitive GaP and GaAs_{1-x}P_x $p-n$ structures were made by Be⁺ ion implantation. The theoretical calculation of spectral characteristics was conducted, when bulk charge, life-time, $p-n$ junction depth and surface recombination speed significances varied.

The spectral characteristics of received GaAs_{1-x}P_x structures show that we can drive them by change of beryllium ion's energy and doze.

циально растет. В низкотемпературной области вследствие аномалий $\sigma_c(T)$ зависимость $\chi(T)$ отличается от экспоненциальной. Опыт исследования слоистых кристаллов $A^{III}B^{VI}$ [9—11] показал, что степень их анизотропии сильно зависит от индивидуальных особенностей образцов. Однако, судя по обширному списку литературы по данному вопросу,



Температурная зависимость электропроводности кристаллов $TiInSe_2$ вдоль (1) и поперек (2) слоев (на вставке показана температурная зависимость степени анизотропии)

приведенному в [12], во всех случаях наблюдается почти экспоненциальное увеличение χ с понижением температуры. Температурное поведение $\chi(T)$ существенно зависит от механизма рассеяния носителей тока. Подвижность носителей тока в слоисто-цепочечных полупроводниках — величина сильно анизотропная. Данные о механизме рассеяния носителей тока в $TiInSe_2$ в исследуемой области температур в литературе отсутствуют, что затрудняет теоретический анализ полученных результатов.

Процесс проводимости вдоль слоев монополярного полупроводника носит почти двумерный характер; электропроводность в этом случае выражается формулой:

$$\sigma_c \approx en(T)u_c(T), \quad (1)$$

где e и n — заряд и концентрация носителей тока μ_c — их подвижность вдоль слоев. Интересно отметить, что, несмотря на существенную слабость межслоевого взаимодействия по сравнению с внутрислоевым, экспериментально наблюдается проводимость поперек слоев $TiInSe_2$ уже при $T \leq 140$ К. Этот факт находит свое объяснение в рамках представлений о локализованных состояниях в ван-дер-ваальсовой щели слоистых кристаллов, возникающих вследствие наличия дефектов упаковки [12]. Они ослабляют межслоевое взаимодействие и обуславливают существенное рассеяние в направлении поперек слоев. Поэтому реальные кристаллы слоисто-цепочечных полупроводников можно представлять как структуры с одномерной неупорядоченностью в этом направлении и приме-

нять феноменологическое описание проводимости, изложенное в [13]. Согласно формуле Кубо-Гринвуда [12], проводимость поперек слоев

$$\sigma_a = e \int_0^{\infty} Q(\varepsilon) f(\varepsilon) [1 - f(\varepsilon)] \mu_a(\varepsilon) d\varepsilon, \quad (2)$$

где $Q(\varepsilon)$ — плотность локализованных состояний, $f(\varepsilon)$ — функция распределения Ферми, $\mu_a(\varepsilon)$ — подвижность носителей тока в направлении поперек слоев.

В области активации $\sigma_a(T)$ вклад локализованных состояний в проводимость незначителен ($f(\varepsilon) \ll 1$), и в первом приближении [10]

$$\sigma_a \approx en \mu_a \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right). \quad (3)$$

Наконец, выражение для анизотропии примет вид:

$$\chi = \frac{\sigma_y}{\sigma_a} = \frac{\mu_c}{\mu_a} \exp\left(\frac{\Delta E}{kT}\right). \quad (4)$$

Согласно (4) с понижением температуры $\chi(T)$ должна экспоненциально расти, что и наблюдается в эксперименте для кристаллов $TiInSe_2$; при этом величина ΔE составляет 0,49 эВ.

Следует отметить, что аномалии, аналогичные обнаруженным нами в $TiInSe_2$ в зависимости $\sigma_c(T)$ при 110 и 180 К, наблюдались в $AgTe_2$ [14], In_2Se_3 [15], HgJ_2 [16] и объяснялись наличием фазовых переходов. Сведения о фазовых переходах в кристаллах $TiInSe_2$ в литературе отсутствуют, однако в [17] была теоретически предсказана возможность фазовых переходов второго рода в кристаллах типа $TiSe$. Подтверждение этого прогноза требует дальнейших всесторонних исследований.

Литература

1. Гашидзе Ф. М., Оруджев Г. С. — Докл. АН АзССР, 1980, 36, с. 18.
2. Muller D., Eulenberger G., Hahn H. — Zs. anorg. allg. Chem., 1973, 398, S. 207—220.
3. Guseinov G. D., Ramazanade A. M., Kerimova E. M., Ismailov M. Z. — Phys. Stat. Sol., 1967, 22, p. k117—k122.
4. Guseinov G. D., Mooser E., Kerimova E. M., Gamidov R. S., Alekseev I. V., Ismailov M. Z. — Phys. Stat. Sol., 1969, 34, p. 33—44.
5. Bakhyshov A. E., Agaeva M. F., Darvish A. M. — Phys. Stat. Sol. (b), 1979, 91, № 1, p. k31—k34.
6. Алексеев И. В., Алиева М. Х., Казиев Ф. Н. — Изв. АН АзССР. Сер. физ.-техн. и мат. наук, 1974, № 4, с. 9—12.
7. Оруджев Г. С. Расчет электронного спектра полупроводниковых соединений типа $TiSe$: Дис... канд. физ.-мат. наук. — Баку, 1981.
8. Gasanly N. M., Goncharov A. F., Dzhabadov B. M., Melnik N. N., Tagirov V. I., Vinogradov E. A. — Phys. Stat. Sol. (b), 1980, 97, p. 367—377.
9. Atakishiev J. P., Akhundov G. A. — Phys. Stat. Sol., 1969, 32, p. 33.
10. Gowers J. P., Lee P. A. — Solid State Commun., 1970, 8, p. 1447.
11. Schmidt Ph., Mooser E. — Helv. Phys. Acta, 1972, 45, p. 870.
12. Fivaz R. C., Schmidt Ph. E. — Transport properties of layered semiconductors. — Lausanne, Switzerland, 1977, p. 343—384.
13. Момм Н., Дэвис Э. Электронные процессы в некристаллических веществах. — М.: Мир, 1982, т. 1, с. 20.
14. Appel J. — Zs. Naturforsch. (a), 1955, 10, S. 530.
15. Miyazawa H., Sugaike S. — J. Phys. Soc. Japan, 1957, 12, p. 312.
16. Vubs R. H. — Phys. Rev., 1957, 106, p. 703.
17. Гусейнов Дж. А., Низаметдинова М. А. — Кристаллизация, 1979, 24, № 6, с. 1266—1267.

**TlInSe₂ КРИСТАЛЛАРЫНДА ЭЛЕКТРИК КЕЧИРИЧИЛИЈИНИН
АНИЗОТРОПЛУГУ**

Мәгаләдә ләйлә-зәңчирәвәри јарымкечиричи кристал олап TlInSe₂-дә електрик кечиричилијинин анизотроплуғуна һәср олуңмушдур. $\sigma_c(T)$ асылылығы 110 вә 180 К температурларда хусусијјәтләрә маликдир. Температур азалдыгча TlInSe₂ кристалында електрик кечиричилијинин анизотроплуг ($\chi = \frac{\sigma_c}{\sigma_a}$) дәрәсәси артыр.

S. G. Abdullayeva, V. A. Aliyev, S. N. Aliyev

**ABOUT ANISOTROPY OF THE ELECTROCONDUCTIVITY IN
SINGLE CRYSTALS TlInSe₂**

The article deals with the results of the studying anisotropy of electroconductivity in TlInSe₂ single layer-chain crystals. The features are observed in the dependence $\sigma_c(T)$ at 110 and 180 K. The anisotropy of the electroconductivity ($\chi = \frac{\sigma_c}{\sigma_a}$) increases by; the decreasing of the temperature.

А. Ш. АБДИНОВ, Ю. Г. НУРУЛЛАЕВ, Г. С. СЕИДЛИ, Н. Г. САДЫГОВ

**ФОТОПРОВОДИМОСТЬ ОБЛУЧЕННЫХ γ -КВАНТАМИ
МОНОКРИСТАЛЛОВ Cd_xHg_{1-x}Te ПРИ 0,20 < x < 0,95**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. Ю. Салаевым)

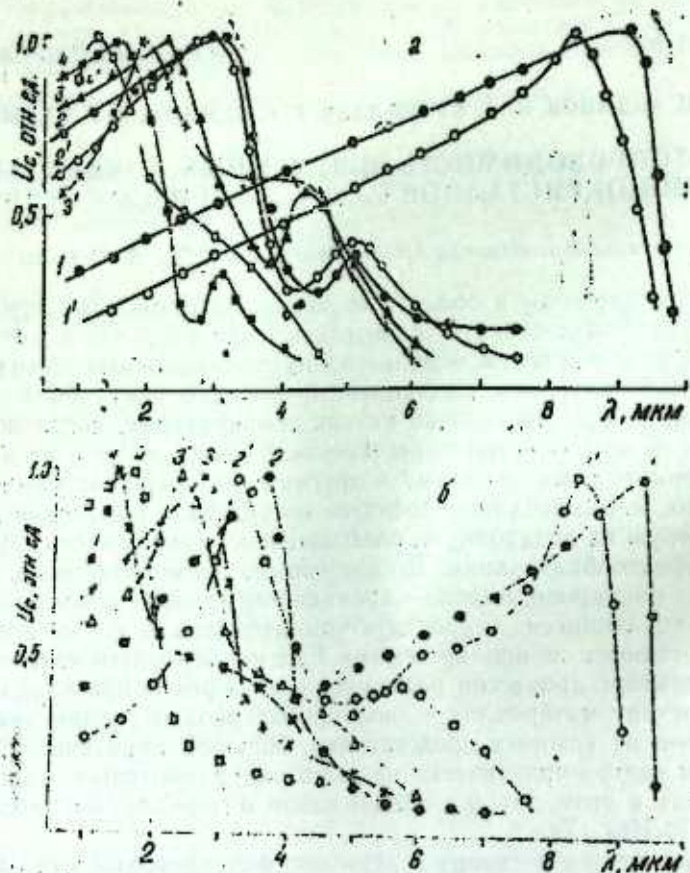
В последние годы в области изучения дефектов структуры в полупроводниках был достигнут значительный прогресс, что в значительной мере явилось следствием использования радиационных методов исследования. Действительно, радиационные дефекты могут быть созданы в твердых телах при достаточно низких температурах, когда по крайней мере один из компонентов пары Френкеля неподвижен и не взаимодействует с примесными атомами и другими несовершенствами решетки. Кроме того, метод создания дефектов посредством облучения допускает весьма точную их дозировку и, следовательно, возможность изучения кинетики дефектообразования. До настоящего времени, однако, даже для атомарных полупроводников — кремния, германия — некоторые важные вопросы, касающиеся микроструктуры дефектов и их энергетического спектра, остаются не вполне ясными. Еще менее полным являются сведения о характере процессов радиационного дефектообразования в сложных по составу материалах — полупроводниковых соединениях и сплавах, многие из которых представляют большой практический интерес. Примером такого практически важного, но сравнительно мало исследованного как в этом, так и в общем плане материала, является твердый раствор Cd_xHg_{1-x}Te.

Данная статья посвящена изучению фотопроводимости облученных γ -квантами монокристаллов *n*- и *p*-типа Cd_xHg_{1-x}Te при $x = 0,20 \div 0,95$. Измерения производились при различных температурах в диапазоне 77 ÷ 300 К в исходных (необлученных) и облученных γ -квантами с дозой вплоть до $4 \cdot 10^8$ Р образцах. Методика измерений и измерительная установка были идентичны описанной в [1].

Снимались кривые спектрального распределения (зависимость фотосигнала i_c от длины волны света λ) и кинетики фотопроводимости при различных температурах, а также температурной зависимости времени жизни неравновесных носителей заряда (τ) в необлученных и облученных γ -квантами кристаллах.

Установлено, что в *n*-Cd_xHg_{1-x}Te до облучения γ -квантами (рисунки а; кр. 1—4) структура кривых спектрального распределения фотопроводимости (зависимость i_c от λ) помимо других факторов существенно зависит также от x . В частности, при $x < 0,30$ они состоят лишь из одного яркого максимума, соответствующего межзонному переходу, а с дальнейшим ростом x в их длинноволновой части появляется дополнительный, относительно слабый пик, обусловленный примесным фотовозбуждением. С ростом x сначала этот максимум смещается в коротковолновую сторону и при $x \approx 0,50$ охватывает диапазон длины волны

$\lambda \approx 3 \div 5$ мкм с максимумом при $\lambda_m \approx 4,0$ мкм, а далее (с ростом x до $x \approx 0,95$) диапазон и максимум этого дополнительного пика смещается в сторону коротких длин волн, а амплитуда (интенсивность) его увеличивается. С ростом x также меняется величина и спектр фотопроводимости.



Спектральное распределение фотопроводимости в монокристаллах $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ n - (а) и p - (б) типа проводимости до (кр. 1—4) и после (кр. 1'—4') γ -облучения:
 x : 1—0,25; 2—0,40; 3—0,65; 4—0,95; $T = 80$ К

сти, обусловленной межзонным переходом, — величина фотосигнала увеличивается, ширина спектра сужается, а границы и максимум его смещается в сторону относительно коротковолновой области. Эти результаты хорошо объясняются зависимостью ширины запрещенной зоны и положения акцепторной примесной полосы в изучаемых кристаллах от значения x [2, 3].

После γ -облучения в кристаллах n - $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ (рисунок а; кр. 4') в рассмотренном нами диапазоне λ и T фоточувствительность уменьшается. При этом максимум и коротковолновая граница зависимости $u_c(\lambda)$ смещаются в сторону более коротких длин волн, а ширина пика, обусловленного примесями, увеличивается в обоих направлениях диапазона длины волн. С ростом x изменения $u_c(\lambda)$, связанной с γ -облучением, становится более заметными.

В кристаллах p - $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ до γ -облучения (рисунок б; кр. 1—4) при $0,25 < x < 0,80$ кривые зависимости u_c от λ состоят лишь из одного максимума, соответствующего межзонному переходу. С дальнейшим ростом x до $x = 0,95$ в длинноволновой части спектра появляется слабо выраженное плато, обусловленное примесной фотопроводимостью. Кроме этого, с ростом x границы и максимум зависимости $u_c(\lambda)$ смещаются в сторону коротких волн, а амплитуда u_c при прочих одинаковых условиях увеличивается. Эти результаты хорошо объясняются на основе роста ширины запрещенной зоны (e_g) и темнового удельного сопротивления (ρ_g) изучаемых образцов с x .

После облучения γ -квантами (рисунок б; кр. 1'—4') фоточувствительность в кристаллах p - $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ в отличие от n -типа кристаллов увеличивается. Кроме этого, существенно меняется также структура кривых $u_c(\lambda)$. В частности, на них появляется отчетливый дополнительный, обусловленный примесной фотопроводимостью пик. С ростом x амплитуда этого пика увеличивается, ширина уменьшается, а максимум его смещается в сторону коротких длин волн.

Исследовано влияние облучения γ -квантами на τ . Установлено, что во всех изучаемых образцах до γ -облучения зависимость от T имеет немонотонный характер и с ростом x при прочих одинаковых условиях τ увеличивается. После γ -облучения величина τ значительно уменьшается, а ход и наклоны кривых $\tau(T)$ почти не меняются.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. Как уже известно [1, 4—7], при облучении γ -квантами в объеме образцов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ вводятся радиационные дефекты как акцепторного, так и донорного типов (вследствие роста концентрации вакансий и межузловатого атома ртути соответственно), т. е. в результате γ -облучения возникают дефекты по Френкелю. Однако при этом скорость их миграции к области несовершенств кристалла различна. Скорость миграции дефектов донорного типа больше, чем акцепторного. Вследствие этого после γ -облучения наблюдается значительный рост концентрации акцепторов в объеме кристаллов и увеличение концентрации доноров на различного рода несовершенствах.

Следует отметить, что γ -облучение влияет на фотоэлектрические, в том числе и электрические, характеристики и параметры изучаемых кристаллов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ в основном при относительно низких T . Это, по-видимому, связано с тем, что области пространственного заряда вокруг неоднородных участков при низких T препятствуют проникновению в них носителей и, естественно, уменьшают экспериментально определенные значения подвижности μ . С ростом T концентрация свободных носителей заряда n по образцу выравнивается, и в результате этого исчезают неоднородности и связанные с ними аномалии.

В рамках предложенной модели можно предполагать, что до облучения из-за пространственной неоднородности изучаемых кристаллов в них может иметь место аналогично описанная в [4] фотопроводимость, облегченная туннелированием. Поэтому максимум и красная граница кривых $u_c(\lambda)$ в этих образцах находятся в более длинноволновой области, чем соответствующие случаю, когда фотопроводимость происходит за счет возбуждения носителей заряда через энергетическую щель, равную E_g . Такая пространственная неоднородность обеспечивает и большее значение τ . Наблюдаемый в эксперименте ход зависимости τ от T позволяет говорить, что в изучаемых образцах до облучения в области

относительно низких T (где с ростом температуры τ увеличивается) в основном действует механизм рекомбинации Шокли-Рида. Определенная по наклону соответствующей (низкотемпературной) ветви кривых зависимости $\ln\tau$ от $\frac{10^3}{T}$ глубина залегания центров рекомбинации меняется в

пределах $\varepsilon_r = \varepsilon_v + 88 \div 47$ мэВ и $\varepsilon_r = \varepsilon_c - (94 \div 38)$ мэВ для различных образцов p - и n -типа проводимости соответственно, в зависимости от значения x и с ростом x она увеличивается. В области более высоких T (где с ростом температуры τ уменьшается) в образцах с $x \leq 0,30$ доминирует Оже-излучательная рекомбинация, которая с дальнейшим ростом переходит в чистую излучательную рекомбинацию. По этой (высокотемпературной) ветви кривых зависимости $\ln\tau$ от $\frac{10^3}{T}$ оценена E_g в исследуемых

кристаллах, которая составляла $E_g = 0,09 \div 1,38$ эВ для различных образцов в зависимости от значения x и удовлетворительно совпала со значениями, найденными из других измерений. Независимость хода кривых зависимости τ от T и значения E_g , а также структуры кривых спектрального распределения фотопроводимости в изучаемых образцах от воздействия γ -облучения позволяет сказать, что этот вид проникающего излучения не меняет механизм рекомбинации и не создает новые уровни рекомбинационных центров. Оно просто увеличивает концентрацию существующих до облучения типов центров рекомбинации. Что касается уменьшения τ после γ -облучения, то, по всей вероятности, оно обусловлено как ростом количества (концентрации) центров рекомбинации, так и упорядочением кристаллов (исчезновением потенциального рельефа). Обнаруженное при этом смещение максимума и краев спектрального распределения фотопроводимости в сторону коротких λ тоже может объясняться пространственным упорядочением кристаллов $Cd_xHg_{1-x}Te$, вследствие чего перестанет облегчаться туннелированием фотопроводимость. Поэтому под действием света происходят лишь определенные переходы — межзонные и (или) примесный уровень — разрешенная зона. Вследствие этого максимум кривых зависимости $is(\lambda)$ смещается в сторону относительно коротких длин волн. Хотя подобное смещение максимума (λ_m) может произойти и за счет изменения (роста) n , однако при рассмотренных нами условиях роль последнего незначительна.

Увеличение яркости примесного компонента фотопроводимости в изучаемых образцах после γ -облучения, вероятно, связано с ростом концентрации примесных центров за счет радиационных дефектов, имеющих одинаковую природу с исходными дефектами (связанными с вакансией и межузловым атомом ртути).

Что касается роста и уменьшения фотопроводимости в p - и n -типа кристаллах, соответственно, после γ -облучения, то, по-видимому, они обусловлены изменением степени компенсации уменьшения μ и τ , а также соответствующим изменением.

Литература

1. Абдинов А. Ш., Мамедов Ф. И., Сеидли Г. С. — В сб.: Физика плазмы и конденсированных сред. Баку: Изд-во АГУ, 1985, с. 34.
2. Пашковский М. В., Соколов Е. Б., Берченко Н. И., Соколов А. М. — Зарубежная электронная техника, 1974, № 12, с. 3.
3. Пашковский М. В., Гречух Э. Г. — Зарубежная электронная техника, 1973, № 24,

- с. 3.
4. Абдинов А. Ш., Кязым-заде А. Г., Агаев Р. Р., Сеидли Г. С. — ФТП, 1984, т. 18, вып. 6, с. 1076.
5. Дехтар И. Я., Дянин В. В., Любченко А. В., Сахарова С. Г. — УФЖ, 1986, 31, № 3, с. 409.
6. Абдинов А. Ш., Мамедов Ф. И., Салаев Эль Ю., Сеидли Г. С. — Изв. АН АзССР. Сер. ФТМН, 1984, т. 5, вып. 3, с. 63.
7. Абдинов А. Ш., Мамедов Ф. И., Салаев Эль Ю., Сеидли Г. С., Эфендиев К. И. — Изв. АН СССР. Сер. «Неорганич. матер.», 1985, т. 21, вып. 10, с. 1677.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 7.XII 1987

Э. Ш. Абдинов, J. Г. Нуруллаев, Г. С. Сеидли, Н. Г. Садыгов

λ -КВАНТЛАРЛА ШУАЛАНДЫРЫЛМЫШ ($x = 0,20 \div 0,95$) МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН ФОТОКЕЧИРИЧИЛИЖИ

Мәғаләдә гамма-квантларын $x = 0,20 \div 0,95$ гүмәтләриндә $Cd_xHg_{1-x}Te$ монокристалларынын фотокечиричилижине тәсир тәдқиғ едилмиш вә мүәйянләшдирилмишдир. Бу заман һәмийн кристалларда һәм фотоһәссаслығын гүмәт вә спектрал пәйланмасы, һәм дә таразлығда олмајан јүкдашыјычыларын јашама мүддәти дәјишир.

Кәстәрилмишдир ки, гамма-квантларла шуалаима $Cd_xHg_{1-x}Te$ кристалларында јени тип рекомбинасия сәвијәләри јаратмыр, јалныз мөвчуд олан мәркәзләрин концентрасиясыны артырыр. Мүшәһидә олуан дәјишмәләрин чивә чатышмазлығы вә дүјүләрарасы чивә атомлары илә бағлы олан радиация мәркәзләринин јаранмасы һесабына олдугу исәһ едилмишдир.

A. Sh. Abdinov, Yu. G. Nurullayev, G. S. Seidly, N. G. Sadigov

THE PHOTOCONDUCTIVITY OF γ -IRRADIATED $Cd_xHg_{1-x}Te$ SINGLE CRYSTALS AT $0.20 \leq x \leq 0.95$

The effect of γ -irradiation on $Cd_xHg_{1-x}Te$ single crystals at $x = 0.20 \div 0.95$ is investigated. After irradiation the value and a spectral distribution of the photosensitivity as well as the value of a lifetime of nonequilibrium charge carriers in crystals studied are found to be changed. The new types of recombination levels are shown not to occur in this case, but the concentration of the existing centres increases. The depth of recombination levels and the energy gap in crystals studied are determined. The change of photoelectrical parameters and the characteristics of γ -irradiated $Cd_xHg_{1-x}Te$ single crystals was found to be due to potential relief ordering and the radiation defect occurrence attributed to the Hg vacancy and the interstitial Hg atom.

УДК 621.315.6.317.537.539

ФИЗИКА ДИЭЛЕКТРИКОВ

Акад. АН АзССР Ч. М. ДЖУВАРЛЫ, П. В. ЛЕОНОВ, А. З. АЛИЕВ

ИМПУЛЬСНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСШИРЕНИЯ КАНАЛА ПРОБОЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК ПРИ ОБРАБОТКЕ ИХ РАЗРЯДОМ В SF₆⁽¹⁾

Изменения импульсной электрической прочности полимерных пленок при воздействии частичных разрядов в воздухе связаны с формированием объемного заряда в поверхностном слое полимера, контактирующем с газовым разрядом [1]. Выяснение закономерностей как формирования объемного заряда, так и его влияния на электрофизические характеристики материалов, используемых в электроизоляционной технике, имеет важное значение для суждения о процессе старения полимерной изоляции. К настоящему времени известны некоторые факты, позволяющие считать процесс формирования объемного заряда простым проникновением электронов из области газового разряда в глубь полимера с потерей энергии и захватом на ловушечные состояния.

В качестве образцов использовались полимерные пленки промышленного изготовления: полиимид — ПИ, полистирол — ПС, полиэтилен-терефталат — ПЭТФ, со средней толщиной соответственно 42, 20 и 35 мкм, при этом толщина каждого образца перед испытанием на импульсную пробой контролировалась, и это значение использовалось затем при определении электрической прочности. Методика экспериментов повторяла методику работы [2]. Применяемая методика определения импульсной электрической прочности основана на особенностях вольт-секундной характеристики [3]. Как известно, эта характеристика — зависимость пробивного напряжения от времени приложения напряжения — имеет участок резкого спада в области времен 0,25 ÷ 5 мкс, затем область слабого изменения пробивного напряжения в интервале 5 ÷ 1000 мкс, а затем дальнейшее снижение к пробивному напряжению при значительных длительностях его приложения. В соответствии с общепринятой методикой за значение пробивного напряжения принималось значение амплитуды импульсной волны. Импульсное напряжение вырабатывалось 4-каскадным генератором импульсного напряжения (ГИН) в виде стандартной волны 1,5/40 мкс.

В результате проведенных экспериментов установлено, что обработка полимерных пленок отрицательными ионами в SF₆ приводит к снижению их импульсной электрической прочности. На рис. 1—3 показаны зависимости импульсной электрической прочности соответственно ПИ, ПС и ПЭТФ. Для всех исследованных материалов кинетика спада характеризуется непостоянной скоростью. С целью сравнения полученных результатов с известными ранее результатами обработки полимерных пленок разрядами в воздухе проводилась соответствующая математическая обработ-

ка. Кинетическая зависимость $E_{пр}(t)$ может быть аппроксимирована в следующем виде:

$$E_{пр}(t) = E_0 - E_y (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (1)$$

Здесь E_0 соответствует значению электрической прочности материала, неподвергающегося обработке, E_y — установившееся значение этой величины при больших временах воздействия, τ — постоянная времени

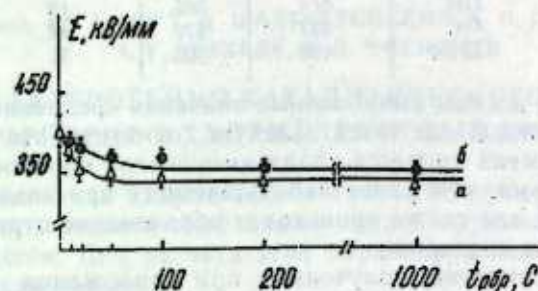


Рис. 1

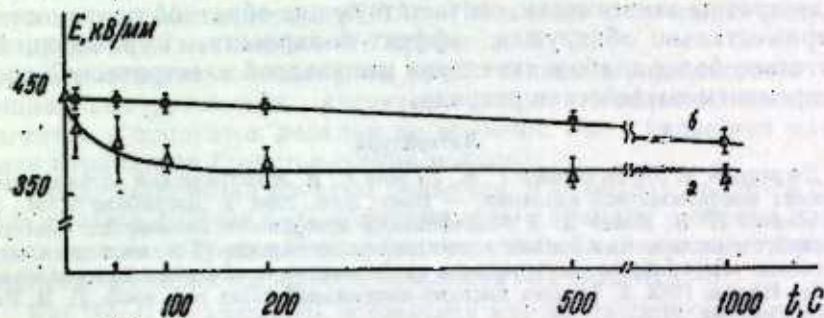


Рис. 2

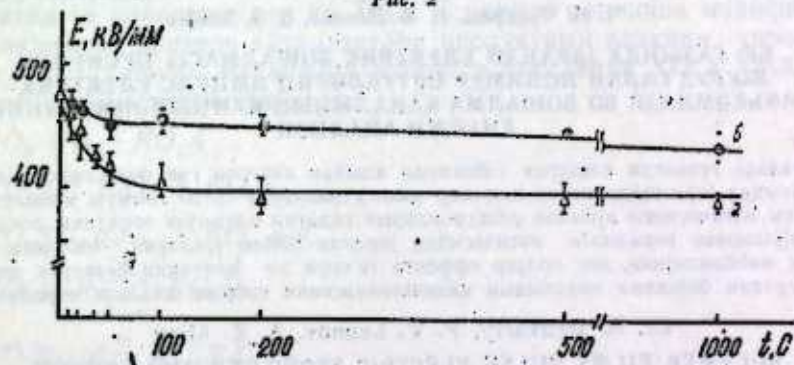


Рис. 3

спада. Эти три параметра подвергались подгонке методом наименьших квадратов. Процедура заключалась в получении из (1) линейных уравнений относительно приращений искомых параметров, получении затем системы нормальных уравнений, ее решения и нахождении приращений, используемых для дальнейшего шага как поправки к соответствующему приближению.

При разумном выборе нулевого приближения процесс вычисления быстро сходится, для получения точности в пределах 5—10% достаточно 2—3 итераций. Полученные таким методом параметры приведены в таблице. Эти данные использованы при построении кривых, приведенных

Материал	E_{01} , кВ/мм	E_{02} , кВ/мм	τ , с
ПИ	414	365	19
ПС	437	378	44
ПЭТФ	480	395	32

на рис. 1—3, где и даны вычисленные значения среднеквадратичных отклонений для каждой из точек. Следует отметить, что наблюдаемые характерные времена процесса спада импульсной прочности оказываются более короткими, чем ранее наблюдавшиеся при воздействии разрядов в воздухе [1], где также происходит образование отрицательных молекулярных ионов кислорода.

Кроме зависимостей, полученных при приложении отрицательной полярности импульса к шару и расположении полимерной пленки стороной, контрактирующей с газовым разрядом, также к шару (а), на рис. 1—3 построены зависимости, соответствующие обратной полярности (б). Экспериментально обнаружен эффект полярности, выражающийся в значительно более слабом изменении импульсной электрической прочности с временем воздействия разряда.

Литература

1. Джуварлы Ч. М., Вечайзер Г. В., Леонов П. В. Электрический разряд в газовых включениях высоковольтной изоляции. — Баку: Элм, 1984. 2. Джуварлы Ч. М., Горин Ю. В., Леонов П. В., Алиев А. З. Модификация поверхности полимерных материалов обработкой отрицательными ионами в электрическом разряде (Тез. докл. респ. межвед. семина. совещ. «Переработка, деструкция и стабилизация полимерных материалов», ч. 2. Душанбе: Ифрон, 1983. 3. Техника высоких напряжений (Под ред. проф. Д. В. Разевига. — М.: Энергия, 1976).

ИФАН АзССР

Поступило 2.III. 1987

Ч. М. Чуварлы, П. В. Леонов, А. З. Алиев

SF₆ ГАЗЫНДА ЈАРАНАН ЕЛЕКТРИК БОШАЛМАСЫ ТӘСИРИНӘ МӘРҮЗ ГАЛАН ПОЛИМЕР ӨРҮКЛӘРИН ИМПУЛС ЕЛЕКТРИК МӨҢКӘМЛИЈИ ВӘ БОШАЛМА КАНАЛЫНЫН КЕНИШЛӘНМӘСИННИН ЕНЕРЖИ АНАЛИЗИ

Мәгаләдә гүвәтләнәләрди электрик сәһәсиндә алынған көзәрән газ бошалмасында катод жаһынлығында јерләшдирилмиш полимер диэлектрикләрдә сәтһә гонмуш ионларын парчаланмасы нәтижәсиндә аҗрылан электронларын гадаған олуинмуш зонадакы локал енержи сәвнјјәларинә верилмәси нәтижәсиндә јаранан һәмчи јүкләрин, онларын импульс электрик мөһкәмлијинә, әкс полјар эффектә тәсири вә һәмчинини электрик дешилмәсиндә јаранан бошалма каналынын кенишләнмәсинин енержи анализи верилмишдир.

Ch. M. Dzuvarly, P. V. Leonov, A. Z. Aliev

POLYMER FILMS PULSE ELECTRIC STRENGTH AND ENERGY DIELECTRONICS OF BREAKDOWN CHANNEL EXPANSION BY THEIR TREATING IN SF₆ GAS DISCHARGE

The article concerns the intrinsic breakdown of polymer films with bulk charge. The plot of electric strength as a function of treating time is investigated. Two sorts of energy losses calculation are carried out, one of them by energy dielectronics approach, the other—by electrical data. The relation between them is established. Formation of bulk charge in polymers is connected with the electronegative ions detachment on polymer surface.

Акад. АН АзССР Т. Н. ШАХТАХТИНСКИЙ, А. Н. ГУЛИЕВА
А. Г. АГАЗАДЕ, А. Д. ЭФЕНДИЕВ

МОДЕЛЬ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ХЛОРПРЕНА В ХЛОРМАЛЕНИНОВЫЙ АНГИДРИД

Для оптимизации химико-технологического процесса и создания его промышленного аналога необходимо знание параметров кинетической модели процесса. Для расчета этих параметров нами была составлена математическая модель.

Ранее [1] уже были проанализированы экспериментальные данные, полученные в ходе исследования процесса окисления хлорпрена (ХП) в хлормалениновый ангидрид (ХМА). На основе полученных результатов был предложен механизм этого процесса.

Математическую модель мы представляем в виде системы дифференциальных уравнений, характеризующих изменения концентраций реагентов и продуктов реакции по времени. Была проведена идентификация параметров представляемой модели.

Предварительные расчеты показали, что модель является сложной и для расчета требует большого машинного времени и объема памяти. С целью снижения трудоемкости расчета нами была принята упрощенная кинетическая модель процесса окисления ХП в ХМА.

Как было установлено, основными маршрутами протекания реакций в изучаемом процессе являются деструктивное окисление ХП до CO₂ и селективное окисление его до ХМА. С учетом принципа модифицирования активных центров катализатора продуктами реакции упрощенную схему постадийного механизма процесса окисления ХП в ХМА можно представить в следующем виде:

- $KO_y + A \xrightarrow{k_1} KO_yA$
- $KO_yA + a_2O_2 \xrightarrow{k_2} KO_yS$
- $KO_yS + a_3O_2 \xrightarrow{k_3} KO_y + C$
- $KO_y + R \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} KO_yR$
- $KO_yR + A \xrightarrow{k_4} KO_yRA$
- $KO_yRA + a_6O_2 \xrightarrow{k_5} KO_yR + D + 2R$
- $KO_y + D \xrightarrow{k_6} KO_yD$
- $KO_yD + A \xrightarrow{k_7} KO_yDA$
- $KO_yDA + a_8O_2 \xrightarrow{k_8} 2D + KO_yR + R$
- $KO_yDA + a_{10}O_2 \xrightarrow{k_{10}} 4C + P,$

где A —хлорпрен, R —вода, D —хлормаленновый ангидрид, O_2 —кислород, C —углекислый газ, S —сумма побочных продуктов деструктивного окисления, KO_y —окисленный центр.

На основе ЗДМ для представленной схемы постадийного механизма можно записать следующие уравнения скоростей стадий:

$$W_1 = \kappa_1 c_{KO} P_A; \quad W_2 = \kappa_2 c_{KOA} P_{O_2}; \quad W_3 = \kappa_3 c_{KOS} P_{O_2};$$

$$W_4 = \kappa_4 c_{KO} P_R - \kappa_{-4} c_{KOR}; \quad W_5 = \kappa_5 c_{KOR} P_A; \quad W_6 = \kappa_6 c_{KORA} R_{O_2};$$

$$W_7 = \kappa_7 c_{KO} P_D; \quad W_8 = \kappa_8 c_{KOD} P_A; \quad W_9 = \kappa_9 c_{KODA} P_{O_2}; \quad W_{10} = \kappa_{10} c_{KOD} R_{O_2};$$

где c_{KO} —концентрация свободных активных центров на поверхности катализатора;

c_{KOA} —концентрация активных центров с адсорбированным ХП;

c_{KOR} —концентрация активных центров с адсорбированной водой;

c_{KOS} —концентрация активных центров с адсорбированными побочными продуктами;

c_{KOD} —концентрация активных центров с адсорбированным целевым продуктом;

c_{KORA} —концентрация модифицированных водой центров с адсорбированным ХП;

c_{KODA} —концентрация модифицированных целевым продуктом центров с адсорбированным ХП;

P_A, P_{O_2}, P_R, P_D —концентрации соответственно ХП, кислорода, воды, ХМК,

Дифференциальные уравнения изменения концентраций по времени с учетом условия квазистационарности будут иметь вид:

$$\frac{dA}{dt} = -(W_1 + W_5 + W_8) = -(\kappa_1 c_{KO} + \kappa_5 c_{KOR} + \kappa_8 c_{KOD}) \cdot P_A; \quad (1)$$

$$\frac{dD}{dt} = W_6 - W_7 + W_9 = \kappa_6 c_{KORA} P_{O_2} - \kappa_7 c_{KO} P_D + 2\kappa_9 c_{KODA} P_{O_2}; \quad (2)$$

$$\frac{dR}{dt} = W_6 - W_4 + W_{-4} + W_9 = 2\kappa_6 c_{KORA} P_{O_2} - \kappa_4 c_{KO} P_R + \kappa_{-4} c_{KOR} + \kappa_9 c_{KODA} P_{O_2}; \quad (3)$$

$$\frac{dc}{dt} = W_3 + W_{10} = \kappa_3 c_{KOS} P_{O_2} + \kappa_{10} c_{KOD} P_{O_2}; \quad (4)$$

$$\frac{dB}{dt} = -(W_2 + W_3 + W_6 + W_9 + W_{10}) = -(\kappa_2 c_{KOR} + \kappa_3 c_{KOS} + \kappa_6 c_{KORA} + \kappa_9 c_{KODA} + \kappa_{10} c_{KOD}) P_{O_2}; \quad (5)$$

$$\frac{dc_{KOA}}{dt} = W_1 - W_2 = \kappa_1 c_{KO} P_A - \kappa_2 c_{KOA} P_{O_2} = 0; \quad (6)$$

$$\frac{dc_{KOS}}{dt} = W_2 - W_3 = \kappa_2 c_{KOA} P_{O_2} - \kappa_3 c_{KOS} P_{O_2} = 0; \quad (7)$$

$$\frac{dc_{KOR}}{dt} = W_4 - W_{-4} - W_5 + W_6 + W_9 = \kappa_4 c_{KO} P_R - \kappa_{-4} c_{KOR} -$$

$$- \kappa_5 c_{KOR} P_A + \kappa_6 c_{KORA} P_{O_2} + \kappa_9 c_{KODA} P_{O_2} = 0; \quad (8)$$

$$\frac{dc_{KORA}}{dt} = W_5 - W_6 = \kappa_5 c_{KOR} P_A - \kappa_6 c_{KORA} P_{O_2} = 0; \quad (9)$$

$$\frac{dc_{KOD}}{dt} = W_7 - W_8 - W_{10} = \kappa_7 c_{KO} P_D - \kappa_8 c_{KOD} P_A - \kappa_{10} c_{KOD} P_{O_2} = 0, \quad (10)$$

$$\frac{dc_{KODA}}{dt} = W_8 - W_9 = \kappa_8 c_{KOD} P_A - \kappa_9 c_{KODA} P_{O_2} = 0; \quad (11)$$

$$c_{KO} + c_{KOA} + c_{KOS} + c_{KOR} + c_{KORA} + c_{KOD} + c_{KODA} = 1. \quad (12)$$

Найдем значения текущих концентраций промежуточных состояний. Из уравнения (6) и (7) получаем соответственно:

$$c_{KOA} = \frac{\kappa_1 P_A}{\kappa_2 P_{O_2}} \cdot c_{KO}, \quad (13)$$

$$c_{KOS} = \frac{\kappa_1 \kappa_2 P_A}{\kappa_3 \kappa_3 P_{O_2}} \cdot c_{KO}. \quad (14)$$

Решая совместно уравнения (10) и (11), получим выражения для c_{KOD} и c_{KODA} :

$$c_{KOD} = \frac{\kappa_7 P_D}{\kappa_8 P_A + \kappa_{10} P_{O_2}} \cdot c_{KO}, \quad (15)$$

$$c_{KODA} = \frac{\kappa_7 \kappa_8 P_A P_D}{\kappa_9 P_{O_2} (\kappa_3 P_A + \kappa_{10} P_{O_2})} \cdot c_{KO}. \quad (16)$$

Подставив выражение (16) в (8) и (9), получим:

$$c_{KOR} = \frac{\kappa_4 P_R (\kappa_8 P_A + \kappa_{10} P_{O_2}) + \kappa_7 \kappa_8 P_A P_D}{\kappa_{-4} (\kappa_8 P_A + \kappa_{10} P_{O_2})} \cdot c_{KO}, \quad (17)$$

$$c_{KORA} = \frac{\kappa_4 P_R (\kappa_3 P_A + \kappa_{10} P_{O_2}) + \kappa_7 \kappa_8 P_A P_D \kappa_3 P_A}{\kappa_{-4} \kappa_6 P_{O_2} (\kappa_3 P_A + \kappa_{10} P_{O_2})} \cdot c_{KO}. \quad (18)$$

Из (12) с учетом (13)–(18) получим выражение для

$$c_{KO} = \{1 + P_{O_2}^{-1} \kappa_1 P_A (\kappa_2^{-1} + \kappa_3^{-1}) + \kappa_7 P_D (\kappa_8 P_A + \kappa_{10} P_{O_2})^{-1} \times \\ \times (1 + \kappa_8 P_A \kappa_9^{-1} P_{O_2}^{-1}) + \kappa_4^{-1} [\kappa_4 P_R + \kappa_7 \kappa_8 P_A P_D (\kappa_8 P_A + \kappa_{10} P_{O_2})^{-1} \times \\ \times (1 + \kappa_6^{-1} P_{O_2}^{-1}) + \kappa_5 P_A \kappa_6^{-1} P_{O_2}^{-1}] \}^{-1}. \quad (19)$$

Совокупность уравнений (1)–(19) представляет собой математическое описание кинетической модели исследуемого процесса, на основе которой проводилась идентификация параметров по программе «Поиск» [2, 3].

Первоначально методом случайного поиска для каждой из трех температур (703 К, 723 К, 743 К) были найдены такие значения параметров системы дифференциальных уравнений (1)–(19), при которых порядки экспериментальных и расчетных данных совпадали.

Для каждого из значений параметров расчетные значения концентраций находились из той же системы методом численного интегрирования Кутты-Мерсона.

Найденные значения параметров были использованы в качестве начальных при минимизации функции:

$$F(k_1, \dots, k_{11}) = \sum_{i=1}^{11} (c_{1p}(k_1, \dots, k_{11}) - c_{1s})^2,$$

где $c_{1p}(k_1, \dots, k_{11})$, $i=1-11$ — решение системы (1)÷(19) при каждом фиксированном значении параметров (k_1, \dots, k_{11}) , c_{1s} , $i=1-11$ — экспериментальные значения концентраций.

Минимизация проводилась с помощью метода Пауэлла.

Затем, подставив значения констант в уравнение Аррениуса, были найдены значения предэкспоненциального множителя и энергии активации. Результаты расчетов сведены в таблицу.

Кинетические параметры механизма окисления хлорпрена в хлормалеиновый ангидрид

№ п/п	г·моль/г·кат·с			ln k ₀	E,
	703 К	723 К	743 К		
k ₁	0,4152	0,3126	0,2099	-4,8239	46,27
k ₂	3,2654	5,2738	7,6299	2,9415	81,33
k ₃	3,4365	7,9126	12,4155	3,2079	99,00
k ₄	4,7201	3,5000	2,2801	-4,5938	51,42
k ₅₋₄	0,50·10 ⁻¹⁰	0,36·10 ⁻¹⁰	0,22·10 ⁻¹⁰	-4,4987	58,38
k ₅	71,1598	62,5724	53,0035	-3,0595	19,86
k ₆	1,0120	1,3817	2,0690	2,7972	88,83
k ₇	0,0305	0,0247	0,0191	-5,2842	29,91
k ₈	10,2590	8,4220	6,5850	-4,5310	29,04
k ₉	0,3432	0,5792	0,8291	2,6319	78,90
k ₁₀	0,0021	0,0033	0,0046	2,5130	73,54

Расчитанные концентрации, полученные в результате минимизации, достаточно хорошо соответствуют характеру экспериментальной кривой (погрешность 10—15%) и свидетельствуют о правильности выдвинутого предположения о модификации активных центров продуктами реакции.

Таким образом, полученные значения параметров кинетической модели позволяют провести оптимизацию как для реакторного узла, так и для всего процесса в целом.

Литература

1. Гулиева А. Н., Агазаде А. Г., Алиева С. А., Эфендиев А. Д., Шахтактинский Т. Н. Кинетика процесса гетерогенно-каталитического окисления хлорпрена в хлормалеиновый ангидрид (Тез. докл. 4-й Всесоюз. конф. по кинетике каталитических реакций («Кинетика-4»). — Ярославль, 1987, с. 196. 2. Шахтактинский Т. Н., Бахманов М. Ф., Келбалиев Г. Н. Методы оптимизации процессов химической технологии с программами для ЭВМ. — Баку: Элм, 1985, с. 74. 3. Хаммельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. — М.: Мир, 1975.

Т. Н. Шахтактинский, А. Н. Гулиева, А. Г. Агазаде, А. Д. Эфендиев

ХЛОРПРЕННИ ХЛОРМАЛЕИНИ АНГИДРИДИНЭ ОКСИДЛЭШМЭСИ ФЕТЕРОКЕН-КАТАЛИТИК ПРОСЕСИНИИ МОДЕЛИ

Моголэде хлорпрени хлормалеини ангидридинэ оксидлэшмэси фетерокен-каталитик просесини тэклиф етдижимиз чеврилмэ механизми верилир.

Гэмни механизми схемни актив модификасияланмыш мэркэзлэр үзаринде тэсвир едилир.

Тэклиф етдижимиз механизм эсасында просесни ријази модели гурулмуш во реаксияни параметрлэри һесаблианмышдыр.

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

THE MODEL OF HETEROGENIC CATALYTIC OXIDATION OF CHLOROPRENE INTO CHLOROMALEINIC ANHYDRIDE

The kinetic model composed on the basis of mechanism of catalytic oxidation of chloroprene into chloromaleinic anhydride is given. This model is solved with satisfactory errors and the main parameters are determined.

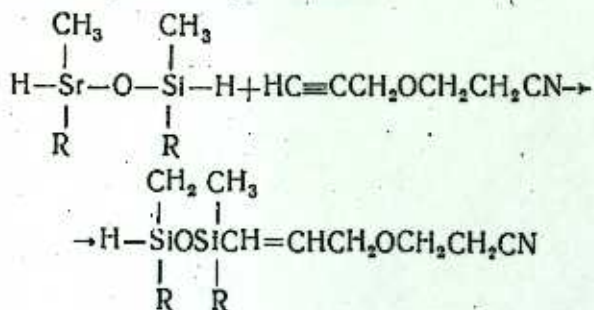
The constants determined from this model may be used in optimization of the reactor and the whole process of the studied oxidation.

К. М. РУСТАМОВ, Р. А. ДЖАЛИЛОВ, Р. А. СУЛТАНОВ, Г. А. САРЫЕВ

НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИЕ НИТРИЛЫ С РЕАКЦИОННО-СПОСОБНОЙ СВЯЗЬЮ Si—H

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

Несмотря на существенные успехи в области синтеза и изучения свойств кремнийсодержащих нитрилов [1], непредельные нитрилы, содержащие связь Si—H, изучены недостаточно. Продолжая исследования в указанной области [2, 3], в настоящей статье мы изучили реакцию гидросилилирования β-цианоэтилового эфира пропаргилового спирта в присутствии платинохлористоводородной кислоты:



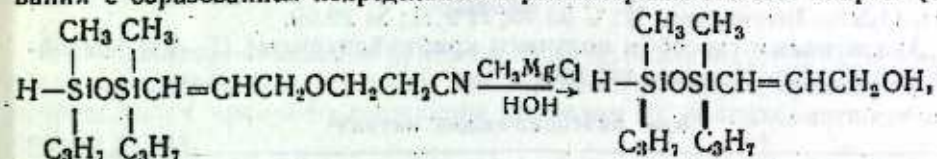
R=C₂H₅ (I), C₃H₇ (II), изо-C₃H₇ (III), C₄H₉ (IV), изо-C₄H₉ (V), C₅H₁₁ (VI), изо-C₅H₁₁ (VII), C₆H₅ (VIII).

Приведенная структура кремнийнитрилов (I—VIII), индивидуальность которых установлена методом ТСХ, подтверждается наличием в их ИК-спектрах частоты при 2105 см⁻¹, характерной для валентных колебаний связи Si—H, а также полосы поглощения 1610 см⁻¹, присущей колебаниям связи C=C в группировке Si—C=C. Хотя с валентными колебаниями дизамещенного этилена X—C=C—У связана полоса поглощения в области 1680—1660 см⁻¹ [4], однако смещение этой полосы в сторону низких частот 1610 см⁻¹ в данном случае может быть объяснено оттягиванием π-электронов связи C=C на вакантные орбитали атома Si в группировке Si—C=C [5]. Наличие N≡C—группы подтверждается полосой при 2250 см⁻¹ [4].

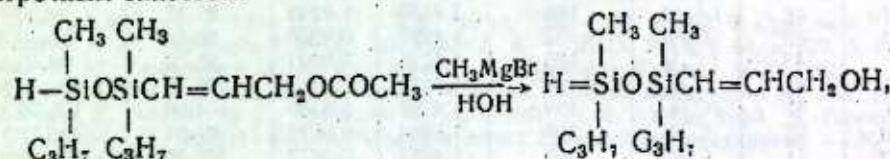
Во всех случаях при реакции тетраалкилгидриддисилоксанов с указанным цианосодержащим олефином образуются и продукты по обеим связям Si—H, выделение которых не проводилось вследствие высокой температуры их кипения. Однако при использовании в качестве гидросилилирующего агента H(CH₃)C₂H₅SiSiC₂H₅(CH₃)H нам удалось выделить и охарактеризовать соответствующий динитрил [NCCH₂CH₂OCH₂CH=CHSi(CH₃)C₂H₅]₂O (IX) с выходом до 11%. Максимальный выход (70%) указанного дифункционального соединения

достигается при соотношении реагирующих компонентов силан: олефин — 1:2.

Известно, что реакция цианоалкильных производных кремния типа >Si(CH₂)_nC≡N (n=2 или 3) с реактивом Гриньяра приводит к соответствующим кетонам [1]. Однако при взаимодействии кремний—нитрила (II) с метилмагнийхлоридом прошла иная реакция—реакция децианоэтилирования с образованием непредельного кремнийорганического спирта (X):

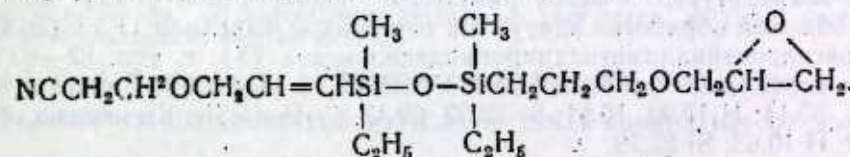


в спектре которого содержится широкая полоса 3340 см⁻¹ ассоциированного гидроксила, а полосы в области 1820—1600 см⁻¹, которые могли бы появляться в случае образования кетона [4] в спектре соединения (X), отсутствовали. Структура кремнийорганического спирта установлена встречным синтезом:



Свойства и ИК-спектры кремнийорганических спиртов, полученных при взаимодействии кремнийнитрила (II) с метилмагнийхлоридом и встречным синтезом, оказались идентичными. Следовательно, тетраалкилдихидриддисилоксаны присоединяются к β-цианоэтилового эфиру пропаргилового спирта по связи C=C с образованием непредельных кремнийсодержащих нитрилов, причем тетраалкилдисилоксановая группа становится к периферийному атому углерода указанной связи.

В полученных нитрилах связь Si—H оказалась весьма реакционно-способной и легко вступала в различные химические превращения, в частности, при взаимодействии кремнийнитрила (I) с аллилглицидиловым эфиром получен соответствующий эпоксинитрил (XII):



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК-спектры поглощения снимали в тонком слое на приборе UR-20 в области 700—3660 см⁻¹ с призмой NaCl и LiF. Чистота синтезированных соединений контролировалась с помощью тонкослойной хроматографии (ТСХ), адсорбент — Al₂O₃ II степени активности в системе бензол-гептан-метанол (1:2,5:1,5), пластинки 13×18 см, проявитель — пары воды.

Исходный β-цианоэтиловый эфир пропаргилового спирта, полученный по методике [6], имел т. кип. 112°C (24 мм рт. ст.), n_D²⁰ 1.4440, d₄²⁰ 0.9983.

v (β-ЦИАНОЭТИЛОКСИ)ПРОПЕНИЛДИМЕТИЛДИЭТИЛДИ-СИЛОКСАН (I). Смесь, состоящую из 16,3 г β-цианоэтилового эфира пропаргилового спирта и 24,3 г диметилдиэтилдигидриддисилоксана, кипятили 16 ч в среде бензола в присутствии 0,1 мл катализатора Спайера. После отгонки растворителя и не вошедших в реакцию компонентов вакуумной перегонкой выделено соединение (I), выход 18,7 г (46%), т. кип. 117°С (0,5 мм рт. ст.), n_D^{20} , M_R 77,63, выч. 77,90. Найдено, 1,4502, d_4^{20} 0,9401, %: С 53,21, 53,42; Н 9,11, 9,29; Si 20,56, 20,88. $C_{12}H_{25}O_2NS_2$. Вычислено, %: С 53,08; Н 9,21; Si 20,69.

Аналогичным способом получены кремнийнитрилы (II—VIII), свойства которых приведены в таблице.

Кремнийсодержащие нитрилы^a

№ соединения	Выход, %	R	Т, кип., °С (0,5 мм рт. ст.)	n_D^{20}	d_4^{20}	MR	
						найденно	вычислено
II	36	C_2H_5	124	1,4529	0,9319	86,89	86,50
III	42	$i-C_3H_7$	125	1,4535	1,9285	87,37	86,50
IV	40	C_4H_9	133	1,4523	0,9236	95,74	96,50
V	43	$i-C_4H_9$	135	1,4515	0,9221	95,79	96,50
VI	41	C_5H_{11}	160	1,4512	1,9113	105,15	105,96
VII	47	$i-C_5H_{11}$	159	1,4501	0,9109	104,96	105,76
VIII	56	C_6H_{13}	196	1,5364	0,0632	107,91	108,52
IX ^b	11	C_7H_{15}	199	1,4651	0,9877	106,52	106,60

Примечание:

^a Найденный элементный состав соответствует вычисленному.

^b Продукт димеризации.

ВСТРЕЧНЫЙ СИНТЕЗ γ-ГИДРОКСИПРОПЕНИЛДИМЕТИЛДИМЕТИЛДИПРОПИЛДИСИЛОКСАНА (II) с МЕТИЛМАГНИЙХЛОРИДОМ. К 29,9 г свежеперегнанного кремнийнитрида (II) в 100 мл эфира при интенсивном перемешивании и охлаждении (лед+соль) медленно приливали эфирный раствор метилмагнийхлорида, полученного из 3,1 г магния и хлористого метила. Смесь перемешивали еще 8 ч при комнатной температуре, а затем разлагали подкисленной (HCl) водой. После обычной обработки вакуумной перегонкой выделили 11,3 г (46%) γ-гидроксипропенилдиметилдипропилдисилоксана (X), т. кип. 82—83°С (0,5 мм рт. ст.), n_D^{20} 1,4571 d_4^{20} 0,9293, M_R 72,28, выч. 72,51. Найдено, %: С 53,26, 53,14; Н 10,93, 10,51; Si 22,63, 22,42, $C_{11}H_{26}O_2Si_2$. Вычислено, %: С 53,60; Н 10,63; Si 22,79.

ВСТРЕЧНЫЙ СИНТЕЗ γ-ГИДРОКСИПРОПЕНИЛДИМЕТИЛДИПРОПИЛДИСИЛОКСАНА (X) К ЭФИРНОМУ РАСТВОРУ 14,5 г кремнеацетата (XI) при перемешивании и охлаждении приливали метилмагнийхлорид, полученный из 0,9 г магния и бромистого метила. Смесь перемешивали еще 3 ч, а затем обработали, подкисленной водой. Отделили водный слой от органического, и последний сушили под безводным сульфатом магния. После отгонки растворителя вакуумной перегонкой выделили 9,4 г (73%) кремнеспирта (X), т. кип. 81—84°С (0,5 мм рт. ст.), n_D^{20} 1,4575, d_4^{20} 0,9309.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ γ(β-ЦИАНОЭТИЛОКСИ)ПРОПЕНИЛДИМЕТИЛДИПРОПИЛДИСИЛОКСАНА (II) с АЛЛИЛГЛИЦИДИЛО-

ВЫМ ЭФИРОМ. Смесь 27,1 г кремнийнитрида (II), 11,4 г аллилглицидилового эфира и 70 мл бензола, содержащего 0,05 мл катализатора Спайера, кипятили в течение 18 ч. После отгонки растворителя вакуумной перегонкой выделили 29,3 г (76,8%) эпоксиинитрида (XII) с т. кип. 180°С (0,5 мм рт. ст.), n_D^{20} 1,4633, d_4^{20} 0,9985, M_R 106,45, выч. 106,83. Найдено, %: С 56,26; Н 9,01, 9,29; Si 14,31, 14,72, $C_{18}H_{35}O_4NSi_2$. Вычислено, %: С 56,06; Н 9,15; Si 14,57.

Выводы

1. Исследована реакция присоединения тетраалкилдигидриддисилоксанов к β-цианоэтилового эфиру пропаргилового спирта, приводящая к непредельным кремнийсодержащим нитридам с реакционноспособной связью Si—H.

2. Показано, что при взаимодействии непредельных кремнийорганических нитрилов с метилмагнийхлоридом протекает реакция дещаноэтирования, приводящая к соответствующим непредельным спиртам.

Литература

1. Вдовин В. М., Петров Д. А. — Усп. химии, 1962, т. 31, с. 802.
2. Султанов Р. А., Раджабов М. И., Тарвердиев Ш. А., Байрамов Г. К. — ЖОХ, 1974, т. 44, с. 227.
3. Раджабов М. И., Тарвердиев Ш. А., Султанов Р. А., Худайров Н. А. — ЖОХ, 1975, т. 45, с. 422.
4. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. — М.: ИЛ, 1974.
5. Бажант В., Хваловски В., Ратоуски Н. Силконы. — М.: ГХИ, 1960.
6. Терентьев А. П., Коста Н. Реакции и методы исследования органических соединений. — М.-Л.: ГХИ, 1952, т. 2.

Сумгаитский ВТУЗ (филиал АЗИНЕФТЕХИМа им. М. Азизбекова)

Поступило 7.III. 1987

К. М. Рустамов, Р. А. Чалилов, Р. А. Султанов, Г. А. Сарыев

РЕАКЦИЈАЈАКИРМЭ ГАБИЛИЈЭТЛИ Si—H РАБИТЭСИ ОЛАН ДОЈМАМЫШ СИЛОКСАН ТЭРКИБЛИ НИТРИЛЛЭР

Мэгалэдэ тетраалкилдигидриддисилоксанларын пропаркил спиртинин β-цианэтилового эфири бирлэшмэси реаксиясы тэдиги едилмишидир. Мүөжөн едилмишидир ки, реаксия фээл Si—H рабитэли силсиум тэркибли дојмамыш нитриллэрин алынмасы истигамэтиллэ кедир.

Көстөрилмишидир ки, дојмамыш силсиум үзүн нитриллэрин метилманганхлоридлэ гаршылыгы тэсири дещанэтиллэмэ реаксиясы үзрэ кедир вэ үјгүн дојмамыш спиртлэрин алынмасына көтириб чыхарыр.

K. M. Rustamov, R. A. Dzhalilov, R. A. Sultanov, G. A. Saryev

UNLIMITED SILICON-NITRITES WITH REACTIONAL CONNECTION OF Si—H

The reaction of addition of tetraalkyldihydridedysiloxane to β-cyanoethyl ether of propargil alcohol is tested, leading to the unlimited silicon-nitrites with a reactional connection Si—H.

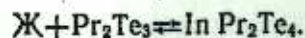
It is indicated that in the interaction of unlimited silico-organic nitrites with methyl-magnesium chloride the reaction of dicyanoethyling is going, leading to the corresponding unlimited alcohol.

А. Б. АГАЕВ, чл.-корр. АН АзССР П. Г. РУСТАМОВ,
Х. М. МУСАЕВА, Л. М. МАМЕДОВА

**ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ
InTe—Pr₂Te₃**

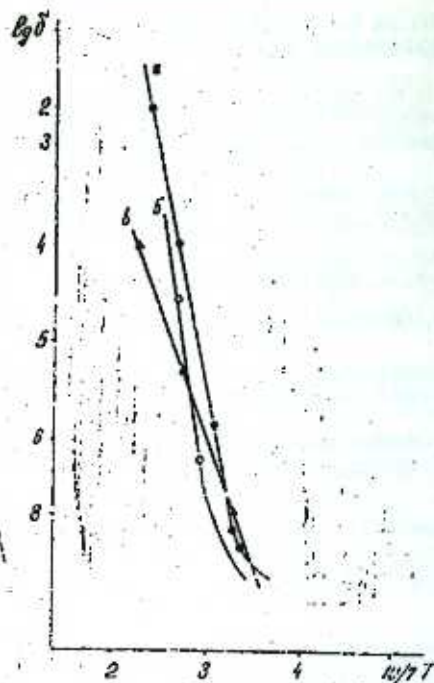
Монохалькогениды элементов подгруппы галлия, в частности монотеллурид индия, являются фоточувствительными материалами [1]. Полупроводниковые материалы р-типа [2]. Изучение электрических свойств образовавшихся соединений и твердых растворов системы InTe—Pr₂Te₃ имеет большое значение.

Синтез сплавов системы проводили ампульным методом из стехиометрических количеств составных элементов. Для установления фазового состава синтезированных образцов использовали комплекс методов физико-химического анализа. На основании результатов анализов впервые построена диаграмма состояния системы InTe—Pr₂Te₃ [3]. В системе образуется одно тройное соединение InPr₂Te₄ по перитектической реакции:



На основе InTe обнаружена растворимость до 1,5 мол. %.

Температурная зависимость электропроводности сплавов системы



Зависимость электропроводности $lg \sigma$ от температуры T :

а — 60 мол. % InTe — 40 мол. % Pr₂Te₃;
б — 50 мол. % InTe — 50 мол. % Pr₂Te₃;
в — 20 мол. % InTe — 80 мол. % Pr₂Te₃

InTe—Pr₂Te₃ исследована двухзонным компенсационным методом в интервале от 300 до 500 К в вакууме 10⁻² мм рт. ст. С целью исключения контактного барьера образцы шлифовались, и на них наносились графитовые электроды. Особый интерес представляла электропроводность образцов составом 99,5 мол. % InTe—0,5 мол. % Pr₂Te₃ и перитектическое соединение InPr₂Te₄. Результаты измерений представлены на рисунке. Как видно из рисунка, температурная зависимость электропроводности характерна для полупроводниковых веществ. Из области собственной проводимости вычислено значение термической ширины запрещенной зоны (ΔE). Для образца с 99,5 мол. % InTe—0,5 мол. % Pr₂Te₃ величина ширины запрещенной зоны составляет $\Delta E = 0,64$ эВ. Из [4] известно, что ширина запрещенной зоны монотеллурида индия $\Delta E = 0,4$ эВ. Незначительное содержание сесквителлурида празеодима (0,5 мол. % Pr₂Te₃) резко влияет на величину ширины запрещенной зоны монотеллурида индия. ΔE увеличивается от 0,4 до 0,64 эВ, значит растет и рабочая температура InTe.

Ширина запрещенной зоны образца, соответствующей перитектическому соединению InPr₂Te₄, составляет $\Delta E = 2,09$ эВ, что свидетельствует о высокой рабочей температуре и полупроводимости этого соединения.

Литература

1. Абрикосов Н. Х. и др. Полупроводниковые соединения, их получение и свойства. — М.: Наука, 1967.
2. Яренбаши Е. И., Елисеев А. А. Халькогениды редкоземельных элементов. — М.: Наука, 1975.
3. Рустамов П. Г., Агаев А. Б., Мусаева М. Х. Система InTe—Pr₂Te₃. — Докл. АН АзССР, 1986, № 10, с. 222.
4. Толугис В. Б., Декенис А. П., Пауките Ю. А. — Лит. физ. сб., 1967, № 4, с. 819.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 20. X 1987

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

InTe—Pr₂Te₃ ХƏЛИТƏԼƏՐИНИН ЧƏРƏԼƏН КЕЧИՐИЧИԼИЈИ

Мəгалədə InTe—Pr₂Te₃ системindəki birləşmələrin və bərk məhlulların elektrik keçiriciliyinin t -dən asılıлығы əjrənilmişdir. Məlum olmuşdur ki, 300—500 K intervalında elektrik keçiriciliyinin t -dən asılıлығы müsbət işarəlidir. Elektrik keçiriciliyinin t -dən asılıлығы əjrələrindəki nümunələrin gədağan olunmuş zolağının sını hesablanmışdır. Bu da nümunələrin jərymkeçirici olduğunu göstərir.

A. B. Agaev, P. G. Rustamov, Kh. M. Musaeva, L. M. Mamedova

ELECTRIC CONDUCTIVITY IN ALLOYS OF THE InTe—Pr₂Te₃ SYSTEM

Dependence of electric conductivity upon temperature of the solid solutions and compounds of the system InTe—Pr₂Te₃ is studied. It is known that at the temperature range from 300 to 500K dependence of conductivity upon temperature is positive. The width of the prohibitive zone is calculated from the curves of dependence of electric conductivity upon temperature. And this shows that the test samples are semiconductors.

З. Ч. САЛАЕВА, Р. М. АЛИГУЛИЕВ, Г. С. ОВАНЕСОВА, Р. М. АЛИЕВ,
А. А. САРЫДЖАНОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОРДЕНИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ
МЕТОДОМ ДТА**

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

Различные катионные формы морденита, отличающиеся высокой термической стабильностью и каталитической активностью, были нами рекомендованы для процесса трансалкилирования-гидрокрекинга ароматических концентратов C₇—C₁₀ пироконденсата с целью получения ксилолов и других ароматических углеводородов [1]. Катализаторы были получены на основе водородной формы синтетического морденита (NaM, SiO₂/Al₂O₃=10) путем декатионирования и деалюминирования по известной методике [2]. Катионы металлов (Me) вводились в H-морденит путем обработки его растворами соответствующих солей методом ионообменной пропитки.

Как известно, каталитическая активность цеолитных катализаторов обусловлена адсорбционными и кислотными центрами, формирование которых зависит от структуры, силикатного модуля цеолита, природы обменных катионов, длительности эксплуатации, коксоотложения на активной поверхности и других факторов [3]. Природа активных центров недостаточно установлена, поэтому работы в этой области представляют практический интерес. Целью данного исследования является изучение изменений, происходящих в морденитных катализаторах на различных этапах синтеза и эксплуатации с учетом указанных факторов методом дифференциально-термогравиметрического (ДТГ) анализа. Использование этого метода позволяет установить связь между термическими эффектами, степенью и характером коксоотложения, образованием гидроксильного покрова, дегидроксилированием и активностью катализаторов. Так, потеря веса при прокаливании дает представление о количестве гидроксильных групп на поверхности катализатора, а также их стабильности в широком интервале температур. Судя по экзотермическим пикам на термограммах отработанных образцов катализаторов в интервале температур 300÷600°C, можно охарактеризовать продукты коксоотложения, а также подобрать оптимальные условия для регенерации.

Катализаторы испытывались на установке проточного типа под давлением водорода 3,0 МПа при температуре 450°C, объемной скорости 1 ч⁻¹ и мольном отношении H₂: сырье=10:1.

ДТА и ТГ анализ осуществляется на дериватографе «МOM» в следующих условиях: вес образца — 0,2 г, чувствительность ТГ-шкалы—200, чувствительность гальванометров ДТА и ДТГ — 1/5 и 1/15 соответственно, температурный интервал исследования 20÷1000°C, в качестве эталона применяли γ-Al₂O₃, испытания проводили в атмосфере воздуха.

Результаты ДТА и ТГ анализов представлены в таблице и на рис. 1—4.

Как видно из ДТА-кривых цеолитных катализаторов, эндотермические пики до 300°C соответствуют удалению физически адсорбированной воды.

Характеристика стабильности гидроксильных групп морденитсодержащих катализаторов по данным ДТА

Катализатор и содержание катионов активных металлов, м.а.с. %	Потеря массы, % по этапам				Количество кокса, м.а.с. %
	дегидратация 20—300°C	образование гидроксильного покрова 300—450°C	дегидроксилирование		
			450—520°C	500—900°C	
H-морденит (HM)	12,0/9,3 *	1,0/1,0	0,5/0,8	2,5/2,8	3,5
→ регенерир.	10,8	0,5	0,2	1,7	
2,5 Ni-HM	11,5/10,5	1,0/1,2	0,5/0,4	2,0/2,5	3,0
5 Ni-HM	12,0/8,5	1,2/0,7	0,8/0,9	2,0/2,5	1,5
5 Ni-HM**-17	10,5/7,0	1,1/1,5	0,6/1,0	2,0/3,0	2,0
5 Ni-HM**-25	9,5/6,5	1,5/1,7	0,3/0,8	1,0/1,5	4,0
7,5 Ni-HM	14,0/10,9	1,9/1,0	0,7/0,5	2,5/2,0	0,5
2,5 Mo-HM	13,5/10,5	2,0/1,0	0,1/0,7	4,0/4,3	2,5
5 Mo-HM	14,5/10,0	1,2/1,0	0,7/0,8	4,0/2,5	3,0
7,5 Mo-HM	14,5/10,0	1,5/1,0	0,9/0,8	3,0/3,5	2,5
0,5 Cu-HM	11,7/11,9	0,9/1,3	0,3/1,0	2,0/2,2	3,0
1,5 Cu-HM	12,4/10,0	0,7/1,1	0,5/0,7	1,5/1,5	2,2
5 Cu-HM	11,6/10,9	1,0/1,2	0,1/0,7	1,2/2,0	2,5
5 Ni-HM отработ. (100 ч)	8,0	0,6	0,8	2,0	3,0
→ регенерир.	9,0	0,9	0,7	2,0	
2,5 Ni-2,5 Mo-1,2PЗЭ(HM)	11,5/9,5	1,5/1,4	0,8/0,9	2,5/2,5	2,0
→ отработ. (200 ч)	8,0	1,3	1,0	2,5	10,0
→ регенерир.	9,0	1,0	0,8	1,5	
1,2PЗЭ—5 Mo-HM	11,0/8,5	1,0/1,0	0,4/0,5	1,7/2,0	
→ отработ. (100 ч)	8,5	1,0	0,5	2,0	5,0
→ регенерир.	10,5	1,0	0,4	2,0	

* В числителе для исходного, в знаменателе для отработанного в течение 2,5 ч образца.

Мольное отношение морденита SiO₂/Al₂O₃ в этих катализаторах 17 и 25, соответственно, остальные образцы приготовлены на основе HM с модулем 10.

Так как процесс трансалкилирования-гидрокрекинга ароматических концентратов проводился при 450°C, то ответственным в превращениях углеводородов является то количество OH-групп, которое остается на поверхности катализаторов после 450°C. Данные по потере веса в интервале 450—520 и 500—900°C за счет дегидроксилирования сведены в таблице.

На рис. 1 представлена дериватограмма исходного H-морденитного катализатора. Как видно из ДТА-кривой, наличие трех эндотермических эффектов указывает, по-видимому, на существование трех типов активных центров по отношению к воде, отличающихся друг от друга по энергетическому состоянию.

При сопоставлении исходного и отработанного H-морденита отмечается смещение эндоэффекта со 140 до 100°C и его сужение, указывающее на уменьшение содержания физически адсорбированной воды в

отработанном Н-мордените. После регенерации Н-форма морденита восстанавливает первоначальную влагоемкость, а его цеолитная решетка становится менее устойчивой.

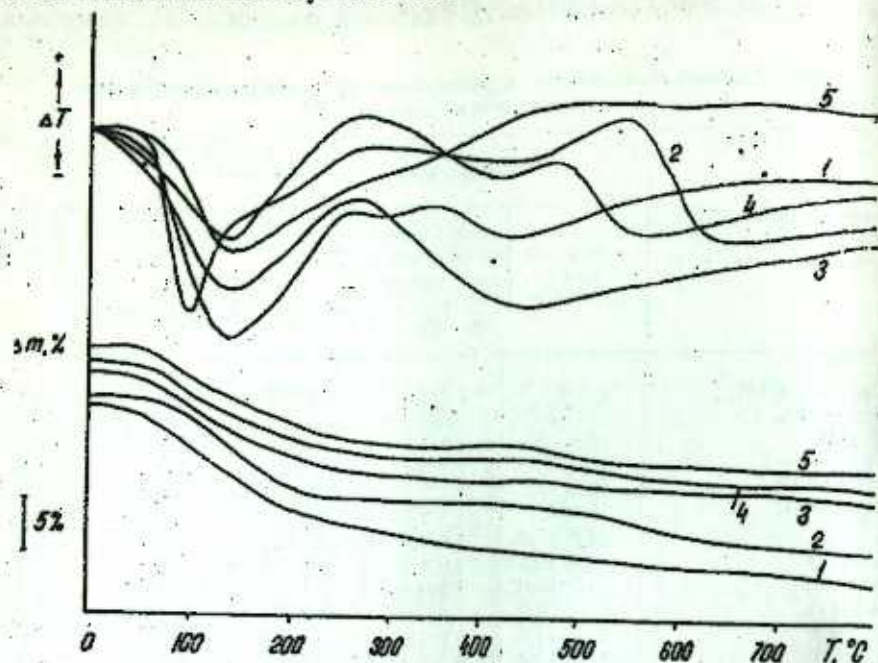


Рис. 1. Дериватограммы Н-морденита и Си-содержащих (Си — 1,5 масс. %) морденитных катализаторов:
Н-морденит: 1 — исходный; 2 — отработанный в течение 2,5 ч; Си-Н-морденит: 3 — исходный; 4 — отработанный в течение 2,5 ч; 5 — регенерированный

При введении катионов металлов одной природы в Н-форму морденита на ДТА-кривой появляются два эндотермических эффекта, а при возрастании концентрации катионов интенсивность второго возрастает (рис. 2—4).

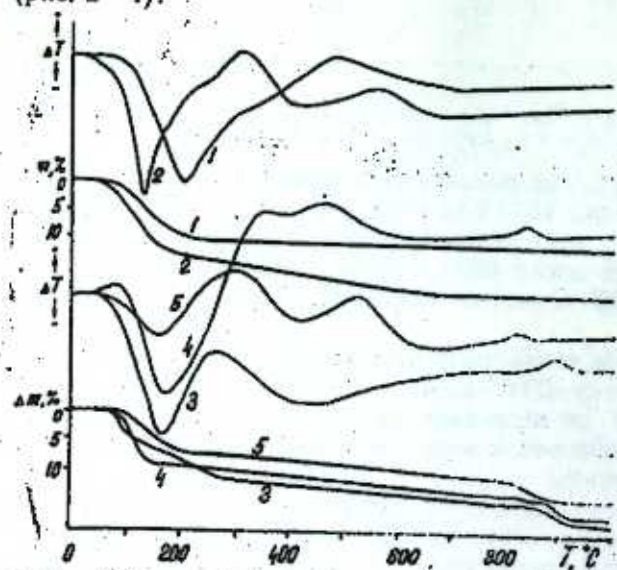


Рис. 2. Дериватограммы Мо-содержащих морденитных катализаторов:
1, 2 — 2,5 Мо-Н-морденит — исходный и отработанный, соответственно; 3, 4 — 5 Мо-Н-морденит — исходный и регенерированный после отработки в течение 2,5 ч, соответственно; 5 — 7,5 Мо-Н-морденит, отработанный в течение 2,5 ч

Форма ДТА-кривых и максимумы эндоэффекта указывает на то, что во время работы формируется новый тип активного центра по отношению к молекулам воды. Дериватографические исследования деалюминированных образцов морденитных катализаторов (рис. 3) показали,

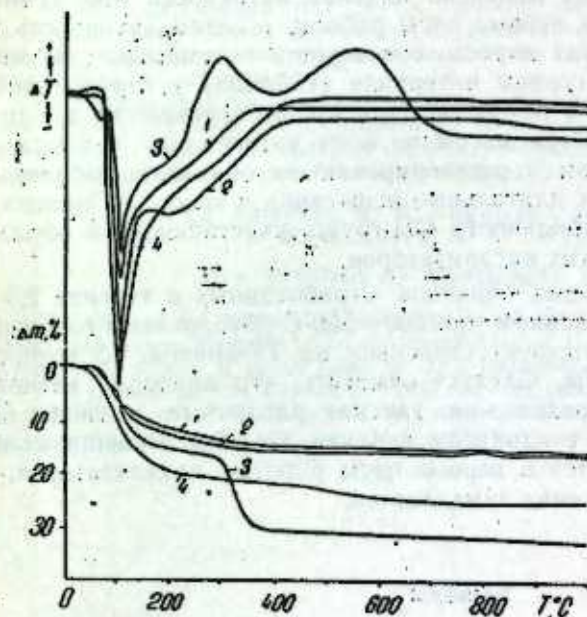


Рис. 3. Дериватограммы Ni-содержащих (Ni — 5 масс. %) морденитных катализаторов с различным силикатным модулем (M):
1 — исходный (M=25); 2, 3 — исходный и отработанный в течение 2,5 ч (M=17); 4 — исходный (M=10)

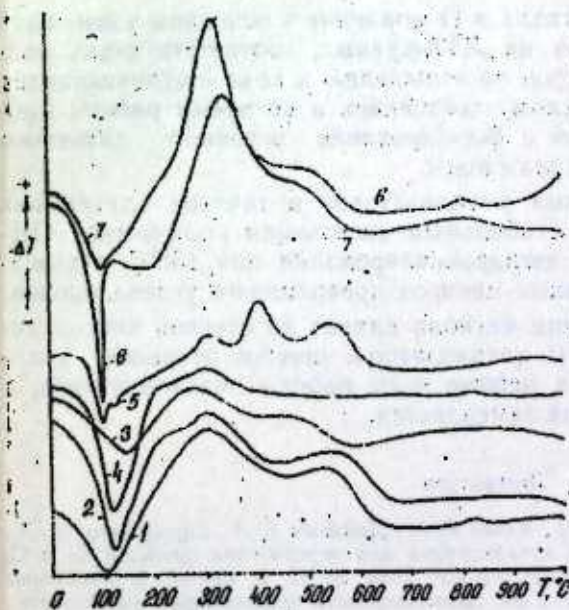


Рис. 4. Дериватограммы катализаторов, отработанных в процессе трансалкилирования — гидрокрекинга в течение 2,5 ч, и % коксоотложения (Δm):
1 — Н-морденит, Δm = 4,0%; 2 — 2,5 Мо-Н-морденит, Δm = 3,0%; 3 — 1,5 Си-Н-морденит, Δm = 2,2%; 4, 5 — 5 Ni-Н-морденит, отработанный в течение 2,5 и 100 ч, соответственно, Δm = 1,5 и 2,0%; 6, 7 — РЗЭ-Мо-Н-морденит, отработанный в течение 2,5 и 100 ч, соответственно, Δm = 3,0 и 5,0%

что наибольший эндоэффект, указывающий на удаление адсорбированной влаги, соответствует катализатору с силикатным модулем 10. При возрастании силикатного модуля в мордените уменьшается адсорбционная способность к молекулам воды.

Следует отметить, что при увеличении степени деалюминирования

происходит упрочнение цеолитного каркаса [4]. То же наблюдается при введении катионов металла (особенно Cu), так как вплоть до 1000°C на ДТА-кривой отсутствует экзоэффект разрушения цеолитной решетки как на исходных, так и отработанных образцах. По результатам экспериментальных данных отмечено падение активности Me—H-морденитных катализаторов в первые часы работы, а затем активность стабилизируется. Этот факт хорошо согласуется с заметным изменением в широком температурном интервале (таблица) у отработанных образцов катализаторов. С помощью термогравиметрического анализа установлено равенство потерь массы по всем интервалам температур на исходном, отработанном и регенерированном образцах выбранных катализаторов, прошедших длительные испытания в условиях процесса, что свидетельствует о стабильности OH-групп, участвующих в образовании активных центров этих катализаторов.

Экзопики на ДТА-кривых образцов, отработанных в течение 2,5 и 100 ч с максимумами в основном при 300—550°C обусловлены горением кокса, чему также соответствует ступенька на ТГ-кривой, по которой рассчитана потеря веса Δm . Следует отметить, что природа катиона влияет на степень коксоотложения, так как различные катионы по-разному взаимодействуют с каркасом цеолита. Причем основное количество кокса откладывается в первые часы работы катализаторов, а затем скорость коксоотложения замедляется.

Выводы

1. Введение катионов металла в H-морденит в основном уменьшает число эндотермических пиков на ДТА-кривых, соответствующих различным типам активных центров по отношению к воде и отличающихся друг от друга по энергетическому состоянию, а во время работы происходит смещение эндопииков и формирование основного активного центра по отношению к молекулам воды.

2. Активность морденитных катализаторов в течение длительных экспериментов обусловлена стабильным состоянием количества OH-групп, сохранившихся после дегидроксилирования при 450°C и участвующих в образовании активных центров превращения углеводородов.

3. Природа и концентрации катиона влияет на степень коксоотложения и длительность работы катализатора, причем основное количество кокса откладывается в первые часы работы катализаторов, а затем скорость коксоотложения замедляется.

Литература

1. Камбаров Ю. Г., Салаева З. Ч., Алиев Р. М., Дадашев Б. А., Сарыджанов А. А., Папаян Т. Г. Морденитсодержащие катализаторы для переработки фракций C_7 и C_8 пироконденсата в ксилолы. — Докл. АН АзССР, 1985, № 12, с. 43—47. 3. Василенко Л. В., Нефедов Б. К., Липкинд Б. А. и др. Закономерности декатионирования синтетического морденита. — Химия и технология топлив и масел, 1982, № 6, с. 10. 3. Жапаров М. И., Росоловская Е. И., Топчиева К. В. Каталитическая активность катионных форм цеолитов. — Кинетика и катализ, 1971, т. XII, вып. 3. 4. Рабо Дж. Химия цеолитов и катализ на цеолитах. — М.: Мир, 1980, т. 1, с. 132.

З. Ч. Салаева, Р. М. Алигулиев, Г. С. Ованесова,
Р. М. Алиев, А. А. Сарыжанов

МОРДЕНИТ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫН ДТА МЕТОДУ ИЛЭ ТЭДГИГИ

Магаләдә пироконденсатын C_7 — C_{10} ароматик концентратларынын трансалкилләшмә—гидрокрекинг процесин шәраитиндә морденит катализаторлары активлигине метал катионларынын тәбияти вә гатылылыгынын тәсирин дифференциал-термик анализ (ДТА) усулу илэ тәдгиг едилмишир.

Көстәриламишир ки, морденит катализаторларынын узунмүддәтли тәчрүбәләрдә активлигинин сахлаймасы OH группунун 450°C-дә дегидроксилләшмәдән сонра белә сабит миғдарда галмасы вә оныларын карбогидрогенләрин чеврилмәси үчүн фәал мәркәзләрин јаранмасында иштирак етмәсилә әлағәдардыр.

Z. Ch. Salayeva, R. M. Aliguliyev, G. S. Ovanesova,
R. M. Aliyev, A. A. Saryjanov

DTA STUDIES OF MORDENITE CATALYSTS

The effect of the nature and concentration of metal cations of the activity of mordenite catalysts in transalkylation/hydrocracking of C_7 — C_{10} aromatic concentrates from pyrolyzate to xylenes is investigated by DTA (differential thermal analysis).

It is shown that the activity of mordenite catalysts during prolonged experiments depends of the stable condition of OH groups remaining after dehydroxylation at 450°C and participating in the formation of hydrocarbon conversion active sites.

А. И. МАХМУДОВ, И. М. ИБРАГИМОВ, С. И. БАГИРОВА, Т. А. АДИЛОВ,
Т. Т. ИСМАИЛ-ЗАДЕ, И. М. МАЛУМЯН

СЕЛЕНИДЫ И ТЕЛЛУРИДЫ МЕДНО-ПИРРОТИНОВЫХ РУД ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

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

В пределах азербайджанской части южного склона Большого Кавказа расположен ряд медно-пирротиновых, медно-колчеданных, колчеданно-полиметаллических и других рудных месторождений, входящих в Белокано-Закатальский рудный район.

В геологическом строении и в общей структуре Белокано-Закатальского рудного района важную роль играют изверженные породы и дайковые поля.

В рудах месторождений азербайджанской части Большого Кавказа путем новейших физико-химических и минерально-геохимических исследований были обнаружены минералы селенидов и теллуридов, изученных впервые нами на электронных микроанализаторах MS-46 «Камека» и ЖХА-50 «Джеол». Кроме того, измерены спектры отражения, микротвердость, удельный вес, ИКС, рентгенограммы исследуемых минералов.

В данной статье в основном характеризуются распределение и формы нахождения селена и теллура и их природных соединений в медно-пирротиновых, медно-колчеданных, колчеданно-полиметаллических и других рудах месторождений азербайджанской части южного склона Большого Кавказа.

Теллуриды

Гессит в медно-пирротиновых и медно-колчеданных рудах месторождений (Жихихского, Чедерского и др.) Белокано-Закатальского рудного района обнаружен нами впервые [2].

Гессит в ассоциации с петцитом, жозентом, теллуровисмутитом и другими приурочен к пирротину, галениту, халькопириту, иногда кобальтпириту.

Под микроскопом наблюдаются мелкие вкрапленники гессита размером 0,1—0,2 мм и аллотриоморфнозернистые агрегаты размером 0,3—0,8 мм.

В отраженном свете цвет гессита от светло-серого до серовато-белого с синеватым оттенком. Отражательная способность ниже, чем у пирита, электрума, висмутина, тетрадимита, матильдита и теллуровисмутита. Наблюдается анизотропный мелкозернистый агрегат пластинчатых двойников.

Твердость гессита при нагрузке $P=10$ гс находится в пределах $H=36-42$ кгс/мм², $H_{ср}=38$ кгс/мм² (Жихихское месторождение).

Травится HNO_3 (растворяется). При растворении в H_2SO_4 раствор окрашивается в малиновый цвет. Микрохимической реакцией устанавливается теллур [1, 2].

Жозент на Жихихском, Сагаторском, Чедерском и других месторождениях является редким минералом и встречается в виде мелких выделений размером 0,01—0,1 мм. По данным микрозондового анализа химический состав жозента следующий (вес. %): висмут 77,0, свинец 3,0, теллур 14,0, сера 6,0; сумма 100,00.

Петцит в медно-пирротиновых рудах Жихихского месторождения находится в тесном срастании с гесситом, жозентом, теннантитом, кобальтином, кобальтпиритом и арсенопиритом.

В полированных шлифах в отраженном свете светло-серый со слабым красноватым оттенком. Анизотропен.

Под микроскопом наблюдаются мелкие вкрапленники размером 0,02—0,15 мм и аллотриоморфнозернистые агрегаты размером $0,02 \times 0,4$ мм. В петците теллур составляет 33%.

Теллуровисмутит входит в состав медно-пирротиновых, свинцово-цинковых и пирит-халькопиритовых руд, где встречается в ассоциации с самородным висмутом, висмутином, тетрадимитом, теллурином, гесситом, электрумом пирротином, кобальтсодержащим пирротинном, кварцем и кальцитом.

Ксеноморфные выделения теллуровисмута располагаются вдоль зерен пирротина, галенита, кобальтина и кальцита, образуя неравномернозернистые агрегаты (величина отдельных зерен от 0,1 до 0,001 мм и менее). Включения теллуровисмутита в халькопирите имеют неправильные червеобразные формы. В кварц-карбонатной жиле теллуровисмутит встречается в виде мельчайших выделений размером 0,002—0,03 мм.

В отраженном свете теллуровисмутит белый с розоватым оттенком. Отражательная способность для желтого света: $R_m=62\%$ при $\lambda=580$ нм; обладает слабой анизотропией. По отношению к аллоклазиту и кобальтину рельеф ниже, а к тетрадимиту — более высокий.

Спектры отражения теллуровисмутита из месторождений Белокано-Закатальского рудного района приводятся в табл. 1. Минерал анизотропный, со слабым цветным эффектом — голубоватым, желтоватым, иногда коричневатым. Погасание ориентировано по спайности. Двуотражение слабое. Рельеф минерала выше тетрадимита.

Микротвердость теллуровисмутита при нагрузке $P=20$ гс находится в пределах $H=44-92$ кгс/мм², $H_{ср}=60 \pm 1,44$ кгс/мм². Установлена анизотропия твердости, коэффициент анизотропии $KH_1=1,44$.

Травится HNO_3 и $FeCl_3$, места травления проявляются различными цветными эффектами, но структуру травления теллуровисмутита удается выявить путем действия 20—30%-ным раствором KOH, HCl, KCN и другие реагенты не действуют. Микрохимические реакции положительные: на висмут с тиомочевинной — желтое окрашивание, с цинхонином — оранжевое, а на теллур с хлористым цезием и йодистым калием — черное пятно.

Химический состав теллуровисмутита приводится в табл. 2.

Тетрадимит — наиболее распространенный минерал теллуридов — встречается в парагенезисе с гесситом, теллуровисмутитом, висмутином, селеновисмутином, селенистым галенитом, самородным висмутом, теллурином, электрумом, аллоклазитом, кобальтином, арсенопиритом, пиритом, пирротинном и халькопиритом.

Под микроскопом наблюдаются таблитчатые, пластинчатые и зернистые формы выделений тетрадимита размером 0,3—0,5, а иногда до 1—2 мм.

Таблица 1

Результаты измерения спектров отражения (R_m , %) гессита, теллурувисмутита и тетрадимита.

Длина волн, λ , нм	Гехит (обр. Э-76)	Теллурувисмутит (обр. Э-76)	Тетрадимит (обр. Э-80)
440	41,0	62,0	55,7
460	42,5	63,8	57,2
480	42,5	63,5	58,7
500	42,5	64,0	59,9
520	43,0	63,8	61,0
540	43,5	64,4	61,8
560	43,5	64,9	62,3
580	43,5	64,7	62,6
600	43,5	64,6	62,5
620	43,5	65,0	62,1
640	44,0	65,6	61,6
660	44,5	66,0	61,2
680	44,5	66,4	60,8
700	44,5	66,0	60,4
720	45,0	65,8	59,9
740	45,0	65,9	59,6

Примечание. Обр. № 76 из Чедерского и обр. № 80 из Жихихского месторождений.

В отраженном свете цвет тетрадимита меняется от серого до белого. Отражательная способность тетрадимита умеренно высокая, выше, чем у висмутита, халькопирита, но ниже, чем у теллурувисмутита. Результаты измерения спектров отражения тетрадимита приведены в табл. 1. Двухотражение слабое. Эффект анизотропии в воздухе отчетливый, в иммерсии сильный. Все теллуриды висмута по диагностическим признакам очень сходны между собой. В совместных сростках с теллурувисмутитом тетрадимит темнее, слабо-зеленоватый. Отличия хорошо видны в иммерсии. Кривая дисперсии R_m теллурувисмутита на всем протяжении спектра расположена выше и имеет максимальный подъем в красной области. Таким образом, лучше всего тетрадимит и теллурувисмутит различаются в красном монохроматическом свете.

Твердость тетрадимита при нагрузке $P=20$ гс находится в пределах $H=27-70$ кгс/мм², $H_{cp}=38 \pm 1,68$ кгс/мм² [3, 4, 5].

Травится от воздействия HNO_3 , приобретая темно-коричневый цвет.

Химический состав приведен в табл. 2.

В кобальтоносных медно-пирротинных рудах рассматриваемых месторождений встречается селенистый галенит и селеновисмутин в парагенетической ассоциации с электрумом, кобальтсодержащим пирротинном, аллоклазитом, никелистым аллоклазитом, кобальтином, никелистым и сурьмянистым кобальтином, высококобальтистым глаукодотом, арсенопирритом, кобальтсодержащим арсенопирритом, кобальтпирритом, пирротинном, халькопирритом, железистым сфалеритом и рядом нерудных и гипергенных минералов.

Полисульфидная (продуктивная) стадия минерализации Жихих-

ского, Сагаторского, Кацадагского, Катехского, Чедерского, Филизчайского и других месторождений характеризуется формированием собственно сульфидных руд с кварцем и кальцитом. В течении этой стадии минерализации выделяются кварц, кальцит и хлорит разных генераций,

Таблица 2

Химический состав теллурувисмутита и тетрадимита из месторождений южного склона Большого Кавказа.

Минерал	№ обр.	№ анал.	Содержание, вес. %			Сумма	Кэфф. в формуле			
			Вl	Te	S		Вl	Te	S	
Теллуру- висмутит	Э-74	1	52,0	48,0	—	100,0	2,00	3,00	—	
		2	53,0	47,0	—	100,0	2,00	3,00	—	
	Э-75	3	52,8	47,2	—	100,0	2,00	3,00	—	
		Э-76	4	53,3	46,7	—	100,0	2,00	3,00	—
			5	53,4	46,6	—	100,0	2,00	3,00	—
			6	53,1	46,9	—	100,0	2,00	3,00	—
Тетради- мит	Э-78	7	59,0	36,2	4,8	100,0	2,00	2,00	1,00	
		8	59,4	36,0	4,6	100,0	2,00	2,00	1,00	
		9	59,5	36,0	4,5	100,0	2,00	2,00	1,00	
	Э-80	10	59,7	36,0	4,3	100,0	2,00	2,00	1,00	
		Э-80	11	59,6	36,0	4,4	100,0	2,00	2,00	1,00
			12	59,7	35,9	4,4	100,0	2,00	2,00	1,00
			13	59,5	36,0	4,5	100,0	2,00	2,00	1,00
			14	59,7	36,0	4,3	100,0	2,00	2,00	1,00
			15	59,5	36,0	4,5	100,0	2,00	2,00	1,00

Примечание. Обр. № 74, 78, 80 из Жихихского, обр. № 75 из Чедерского, обр. № 76 из Сагаторского месторождений.

а также из рудных минералов — пирротин, пирит, кобальтсодержащий пирит, кобальтпирит, халькопирит, сфалерит и др.; из теллуридов — гессит, жозент, петцит, теллурувисмутит, тетрадимит и др.; из селенидов — селенистый галенит, селеновисмутин и др.

Парагенетические ассоциации и стадии формирования медно-пирротинных и медно-цинковых руд с мелкими включениями теллуридов и селенидов месторождений и руднопроявлений южного склона Большого Кавказа аналогичны [1—5].

Литература

1. Махмудов А. И. Минералогия кобальтовых руд. — М.: Недра, 1982.
2. Махмудов А. И. Кобальтпирит в рудах месторождений Большого Кавказа. — В кн.: Вопросы минералогии и геохимии Азербайджана. Баку: Изд. АГУ, 1982.
3. Махмудов А. И., Багирова С. Н. Селено-висмутоносная колчеданно-полиметаллическая и медно-пирротинная формация (южный склон Большого Кавказа). — В кн.: Магматические и рудные формации Азербайджана. Баку: АГУ, 1986.
4. Махмудов А. И., Багирова С. Н. Кобальтоносность рудных месторождений азербайджанской части Большого Кавказа. — В кн.: Магматические и рудные формации Азербайджана. Баку: АГУ, 1986.
5. Махмудов А. И., Багирова С. Н., Нилзова С. Н. Новые материалы висмута и селена в рудах месторождений южного склона Большого Кавказа. — Докл. АН АзССР, 1986, № 3. АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 30. XII 1986

А. И. Махмудов, И. М. Ибрахимов, С. Н. Багырова, Т. А. Адилев,
Т. Т. Исмайлзаде, И. М. Малумян

БӨҮК ГАФГАЗЫН ЧӨНУБ ЖАМАЧЫНЫН МИС-ПИРРОТИН ФИЛИЗЛЭРИНИН СЕЛЕНИДЛЭРИ ВЭ ТЕЛЛУРИДЛЭРИ

Тэдгигатларымыз нәтижәсиндә мөҗһән едилмишдир ки, БөҮк Гафгазын чәнуб жамачынын мис-пирротин филизлэринин селенидлэри әсәсән селенли висмутуи вә селенли галенит минералларындан, теллуридлэри пәс аичаг жосент, петсит, теллурид вә теллуриовисмутитдән ибарәтдир. Мис-пирротин филизлэриндә ашкар олунан бу минералларын; микроскоп алтында әкс олунмуш ишыгда рәнки, ишыгын әксетмә габиллјәти, PMT—3 чһазында микросертликлэри, хусуси чәкиллэри, хусусән микрозонд франсыз фирмасы MS-46 «Камека»нын көмәжилә кимјәни тәркиблэри өјрәнилмиш вә кристаллохимјәни формуллари мөҗһән чәдвәлдә верилиб. Магаләдә гејд олунанлардан башга ашкар олунан минералларын паракенетик әссоснасијалары, текстур вә структур хусусијәтлэри шәрһ едилиб.

A. I. Mahmudov, I. M. Ibrahimov, S. N. Bagirova, T. A. Adilov,
T. T. Ismail-zade, I. M. Malumyan

SELENIDES AND TELLURIDES OF COPPER-PYRROTINE ORES IN THE SOUTHERN SLOPE OF THE CAUCASUS MAJOR

Selenides of copper-pyrrotine ores of the southern slope of the Caucasus Major mainly consist of minerals of selenic bismuth and selenic galenite and tellurides consist of hesltd, joseite, petcite, telluride and telluro-bisnathite. We have come to such a result on the basis of our investigations. The colour of these minerals which are found in copper-pyrrotine ores under the reflected light of microscope, light-reflecting ability, microhardness in the device PMT-3, specific gravity are studied with the application of microsound offered by French firm MS-46 "Kameca". Their chemical compositions and crystallochemical formulas are given in the special table. Besides these peculiarities paragenetic associations of the discovered minerals, their texture and structural properties are shown in the article.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 4

1988

УДК 631.82

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Н. А. АГЛЕВ

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОСНОВНЫХ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОДАХ МАЛОГО КAVKAZA АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

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

Как известно, из продуктов разрушения изверженных кристаллических, метаморфических и осадочных пород образуются почвообразующие породы. Они оказывают большое влияние на химический состав почвы, образующейся на них. Количеством микроэлементов в почвообразующей породе определяется и их содержание в почве, а разнообразие почвообразующих пород, содержание микроэлементов в которых неодинаково, приводит к широкому варьированию этих элементов в почвах.

В зависимости от разнообразия почвообразующих пород содержание микроэлементов в их составе также неодинаково. Например, характером магмы (кислой или основной) обуславливается микроэлементный состав в изверженных магматических породах. Здесь наибольшим содержанием хрома, марганца, кобальта, цинка, никеля, меди и титана по сравнению с барием, рубидием, иттрием, редкими землями, цирконием, радием, литием и ураном выделяются основные и ультраосновные породы.

Такие изверженные породы, как гранит, гранодиорит, сиенит, наоборот, содержат рубидия, иттрия, редких земель, молибдена, бария, марганца, урана, циркония и радия гораздо больше, чем цинка, никеля, хрома, меди, кобальта и титана.

Состоящие на 95—99% из кремнезема песчаные породы наиболее бедны калием, кальцием, магнием, медью, кобальтом, молибденом, бором и др. А суглинистые и глинистые породы значительно богаты химическими элементами. Поэтому формирующиеся на таких породах почвы также являются более богатыми по содержанию химических элементов.

Горные породы, подвергаясь разрушению, образуют рыхлые продукты — остаточные и аккумулятивные коры выветривания. Минералогический и химический составы этих пород зависят от характера коренных пород и условий выветривания.

Данные таблицы показывают, что концентрация микроэлементов в почвообразующих породах Малого Кавказа варьирует в широких пределах: содержание марганца в почвообразующих породах колеблется от 77 до 423 мг/кг.

Как видно из таблицы, оно далеко от уровня Кларка. Отдельные типы пород существенно различаются между собой по концентрации марганца, и их можно расположить по степени убывания концентраций в следующий ряд: щебень порфирита > андезитобазальтовая порода > кварцевый порфирит > кварцевый плагнопорфирит и мендельштейновый порфирит > кварцевый диорит, порфириты и туфы, делювиальные карбонатные суглинки, аллювий Хачинчая > плотный глинистый песча-

Содержание микроэлементов в почвообразующих породах Малого Кавказа, мг/кг

Порода, район, № разреза	Глубина образца, м	pH _{водн}	СаСО ₃ , %	Бор	Марганец	Медь	Молибден	Цинк	Кобальт	Йод	Селен
1	2										
Кора выветривания порфирита, Келдабек, 161	40—61	6,6	Нет	13,6	423	10,7	1,4	25,3	1,5	1,5	0,22
Щебнисто-хрящеватый элювий, Зангелан, 137	30—60	7,0	>	5,6	154	3,6	0,3	11,5	1,5	0,6	0,18
Кварцевый плагиопорфирит, Мардакерт, 119	75—105	6,7	2,9	8,6	308	7,9	0,8	8,3	1,5	0,3	0,30
Кварцевый диорит, Ханлар, 1	55—85	7,0	Нет	11,4	269	13,6	0,5	28,5	1,0	1,7	0,12
Плотный глинистый песчаник, Зангелан, 138	25—45	7,0	>	15,2	231	9,3	0,8	30,4	1,5	0,9	0,21
Бескарбонатные суглинки, Степанакерт, 77	110—120	7,1	>	18,4	192	3,6	1,1	10,1	1,5	0,6	0,11
Делювий карбонатных сланцев, Дашкесан, 264e	60—80	7,5	4,3	19,0	192	15,0	1,6	11,5	2,0	0,7	0,15
Порфирит с затронутым почвообразованием, Келдабек, 177	35—50	7,1	Нет	10,8	192	2,1	0,5	9,7	1,0	0,4	0,06
Каменсто-рухликовая масса (глинистая), Келдабек, 178	60—90	7,1	>	13,9	154	4,3	0,5	17,0	1,0	0,5	0,06
Порфириты, Мардакерт, 128	30—45	7,6	>	6,3	308	12,1	0,8	26,2	2,0	1,6	0,20
Порфириты и туфы, Лачин, 98	50—75	7,5	7,1	15,5	269	16,4	0,5	21,2	2,5	1,6	1,00
Делювиально-карбонатный суглинок, Тауз, 8	100—130	7,8	11,5	18,4	269	19,3	1,4	8,3	3,5	0,4	0,80

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кварцевый плагиопорфирит, Мардакерт, 120	100—140	7,6	9,6	17,7	231	17,1	1,1	27,1	3,5	0,2	0,90
Порфириты, известняки и лессовидные суглинки, Зангелан, 204	100—140	6,9	Нет	21,5	346	20,0	1,9	14,3	3,0	1,2	0,10
Кварцевый порфирит, Келдабек, 154	60—80	6,9	>	20,9	385	20,0	2,2	41,4	3,5	1,5	0,10
Андезитобазовая порода (плотная), Кельбаджары, 371	90—120	7,8	6,4	15,8	154	9,3	0,5	11,0	1,0	0,5	0,08
Кварцевый порфирит, Зангелан, 141	150—180	8,2	14,6	2,5	77	12,1	0,5	17,0	1,0	0,5	0,08
Делювий глинистый, Агдам, 291	55—90	8,2	5,4	8,2	269	11,4	0,8	6,4	1,0	1,0	0,14
Аллювиальные отложения Хачичная, Агдам, 37	40—60	8,1	0,2	16,5	154	13,6	0,3	6,4	0,5	0,7	0,08
Серпентинит, Кельбаджары, 379	155—180	8,3	13,5	5,7	154	5,7	0,3	10,6	1,0	0,6	0,11
Делювиально-карбонатные, гипсоносные суглинки, Мир-Башир, 2	60—100	8,2	2,8	2,5	192	4,3	0,3	5,1	0,5	0,5	0,02
Валуно-галечниковые отложения, делювий-пролювий (щебнистые), Тауз, 10											

ник, кварцевый плагнопорфир, порфириты, известняки и лессовидные суглинки > некарбонатные суглинки, делювию карбонатных сланцев, выветривающийся порфирит, валунно-галечниковые, щебнисто-мелкозернистые делювию-пролювию > щебнисто-хрящеватый элювий, глинисто-рухляковая каменистая масса, кварцевый порфирит, серпентиниты, делювиально-карбонатные гипсоносные суглинки > глинистые делювию.

Концентрации других микроэлементов в различных почвообразующих породах также подвержены значительным колебаниям, мг/кг:

Б о р — 2,5—21,5; наибольшей концентрацией выделяются кварцевый порфирит (21,5), андезитобазальтовая порода (20,9) и делювию карбонатных сланцев (19,0), наименьшей — глинистые делювию, валунно-галечниковые, щебнисто-мелкозернистые делювию-пролювию (по 2,5), делювиально-карбонатные гипсоносные суглинки (5,7) и щебнисто-хрящеватый элювий (5,6);

М е д ь — 2,1—20,0; больше всего содержит кварцевый порфирит и андезитобазальтовая порода (по 20,0), меньше — выветривающийся порфирит (2,1) и щебнисто-хрящеватый элювий (3,6);

М о л и б д е н — 0,3—2,2; наиболее богата андезитобазальтовая порода (2,2), наименее — серпентиниты, делювиально-карбонатные гипсоносные суглинки и др. (0,3);

Ц и н к — 5,1—41,4; наибольшим содержанием выделяется андезитобазальтовая порода (41,4) и плотный глинистый песчаник (30,4); наименьшим — валунногалечниковые, щебнисто-мелкозернистые делювию-пролювию (5,1), аллювию Хачичая (6,4) и серпентиниты (6,4);

К о б а л ь т — 0,5—3,5; наибольшей концентрацией выделяются порфириты, известняки и лессовидные породы (3,5), делювиально-карбонатные суглинки (3,5), андезитобазальтовая порода (3,5) и кварцевый порфирит (3,0), наименьшим содержанием — серпентиниты и валунно-галечниковые, щебнисто-мелкозернистые делювию-пролювию (по 0,5);

Й о д — 0,2—1,7; 0,2 мг/кг содержат кварцевый плагнопорфир и порфириты, известняки и лессовидные породы, а 1,7 мг/кг — кварцевый диорит;

С е л е н — 0,02—1,10, где 0,02 мг/кг содержат валунно-галечниковые, щебнисто-мелкозернистые делювию-пролювию и 1,10 мг/кг — кварцевый плагнопорфир.

В заключение можно сделать следующие выводы. В горных и почвообразующих породах территории Малого Кавказа содержание микроэлементов неодинаковое. Существует преемственность между составами горных пород и материалов, образовавшихся в результате их выветривания.

В почвообразующих породах, так же как и в горных, концентрация микроэлементов значительно варьирует.

Институт почвоведения
и агрохимии АН АзССР

Поступило 21. IV 1981

Н. А. Агаев

АЗЭРБАЙЖАН ССР КИЧИК ГАФГАЗЫН ЭСАС ТОРПАГЭМЭЛЭКЭТИРМЭ СҮХУРЛАРЫНДА МИКРОЭЛЕМЕНТЛЭРИН МИГДАРЫ

Кичик Гафгаз эразисини даг ва торпагэмэлэкэтирмэ сүхурларында микроэлементлэрин мигдары мухтэлиф мигдарда олур. Бу да һәмни сүхурларын чох мухтэлиф ким-јөви тәркиба мәнсуб олмасы илә элагалендириллр.

Тэдгигат апардыгымыз Кичик Гафгазын торпагэмэлэкэтирмэ сүхурларында да микроэлементлэр мухтэлиф мигдарда тәрэддүд едир. Белә ки, манганын мигдары һәмни сүхурларын һәр кг-да 77-дән 423 арасында борун 2,5—21,5; мисни 2,1—20,0; молибдени 0,3—2,2; синки 5,1—41,4; кобалтын 0,5—3,5; јодун 0,2—1,7 вә селени 0,02—1,10 мг арасында тәрэддүд едир. Микроэлементлэрлә инсбәтән эәнки олан минераллардан кварс порфиритини, андезит-базалты, зәиф тә'мин олунмушлардан исә серпентинити, кили деләвиаллары вә с. кәстәрмәк олар.

N. A. Agaev

THE CONTENT OF MICROELEMENTS IN BASE SOIL-FORMING ROCKS OF THE MINOR CAUCASUS OF THE AZERBAIJAN SSR

In mountain and soil-forming rock territory of the Minor Caucasus the contents of microelements are considerably unequal. The straight connection exists between the composition of the mountain rock and materials. In soil-forming rocks, also in the mountain rocks, the concentration of microelements varies considerably. The content of manganese in soil-forming rocks varies within (in mg/kg) 77—423; boron 2.5—21.5; copper 2.1—20.0; molybdenum 0.3—2.2; zinc 5.1—41.4; cobalt 0.5—3.5; iodine—0.2—1.7 and selenium 0.02—1.10.

The microelements are kept the most—in quartz porphyrite, andezitic-basaltic rock etc.; the least—in serpentine, clayey deluvial, etc.

О. Г. МИРЗОЕВ, Р. А. ФАТАЛИЕВ

НОВЫЙ ВИД *BETULA* ДЛЯ ФЛОРЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

Березы — характерные представители преимущественно высокогорной дендрофлоры, приуроченной к верхней границе леса, — имеют большое научно-практическое значение и издавна привлекали внимание исследователей. После критических обзоров Я. С. Медведева и Д. И. Сосновского, опубликованных соответственно в 1910 и 1933 гг., ревизия систематического состава кавказских берез И. В. Васильева [1] остается до настоящего времени единственной сводкой по своей полноте. По данным этой обработки на Кавказе род *Betula* представлен 7 видами из 2 секций:

Секция *Costatae* Regel:

1. *B. medwedewii* Regel;
2. *B. raddeana* Trautv.

Секция *Albae* Regel:

3. *B. litwinowii* Doluch.;
4. *B. alba* L. (*B. pubescens* Ehrh.);
5. *B. tortuosa* Ledeb.;
6. *B. pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.);
7. *B. microlepis* Jg. Vassil.

Ценность исследования И. В. Васильева заключается в том, что он критически изучил обширную литературу и материалы Гербария Ботанического института АН СССР (LE) по всей Евразии, что дало возможность уточнить видовой состав, выяснить приоритетные названия берез Кавказа и впервые установить их ботанико-географические связи.

В результате выявления И. В. Васильевым диагностических признаков *B. pendula* был сделан вывод, что этот вид на Кавказе встречается довольно редко, а основную массу березовых насаждений там образует вид с иным комплексом признаков. Этот вид, описанный И. В. Васильевым [2] под названием *B. microlepis* (береза мелкочешуйная), распространен очень широко — СССР: европейская часть (примерно до 60° с. ш.), Крым, Кавказ; вне СССР — Турция (вилайет Карс), Средняя и Южная Европа и Южная Скандинавия [2, рис. 2].

В связи с изложенным стал вопрос о пересмотре всех материалов по виду *B. pendula*, который имеет наибольшее распространение в Азербайджане — Большой Кавказ и северная часть Малого Кавказа. Береза повислая встречается преимущественно в верхнем горном поясе, где образует небольшие рощицы — субальпийские березняки. Иногда спускается по долинам рек в нижний горный пояс [4, 5].

Начиная с 1973 г. лаборатория лесоведения Института ботаники ведет планомерное исследование березовых насаждений (лесов, рощ и редколесий) республики. Изучены фитоценотические особенности уни-

кального и вместе с тем крупного высокогорного березового леса на г. Бабадаг в Кубинском р-не [6]. Ботаники Нахичеванского научного центра выявили березу на территории автономной республики — Ордубадский район, выше с. Нюргют, урочище Тиллек, лес на высоте 2400—2600 м над ур. м. [3]. К сожалению, материал из этого местонахождения не представлен в Гербарии Института ботаники АН Азербайджанской ССР (ВАК).

Следует отметить, что при фитоценотическом изучении березовых насаждений большое внимание уделяется точному определению фактического материала. Анализ морфологических признаков (особенно генеративных органов) берез, собранных в последние годы на Малом и Большом Кавказе, показал, что некоторые из них укладываются в рамки видов, известных ранее в Азербайджане. К их числу относятся образцы берез, собранные авторами 6.IX 1985 г. в Исмаиллинском р-не, в долине р. Геокчай. Здесь, вверх по течению реки, на высоте 1900 м известна роща *B. pendula* [5, рис. 68, 69]. Мы обнаружили отдельные деревья березы в нижнем горном поясе на высоте 810 м над ур. м. в составе смешанного леса, где они представлены прямостоящими экземплярами высотой более 15 м, до 25 см в диаметре. В результате изучения женских сережек и зрелых плодов было установлено, что они не характерны для березы повислой. Позднее О. Г. Мирзоев показал наш материал специалисту по роду *Betula* И. В. Васильеву (ВСЕГЕИ, Ленинград), который определил его как *Betula microlepis* Jg. Vassil.

Betula microlepis Jg. Vassil.

Бот. материалы Гербария Бот. ин-та АН СССР,
1961; т. XXI, с. 97, рис. 3.

Тип: Кавказ, Балкария, правый берег р. Тютюнсу, близ устья, 1500 м, 17.VII 1927, пл., Е. и Н. Буш (LE).

Дерево высотой до 25 м. Ветви большей частью повислые. Кора белая, гладкая, у старых деревьев при основании ствола черносерая, глуклобокороздчатая. Листья плодущих побегов оттянуто заостренные, с клиновидным или широко клиновидным основанием, неравномерно пильчато-зубчатые, 5—8 см дл., 3—4 см шир., гладкие, с верхней стороны зеленые, с нижней — сизовато-зеленые, с многочисленными точечными железками. Ширина листа равна 1/3—1/2 его длины. Мужские сережки по 1—3 на концах ветвей, сидячие, до 7 см дл. Щитки мужских цветков темно-бурые, по краю реснитчатые. Плодущие сережки цилиндрические, на тонкой ножке, вначале стоячие, а позже повислые. Цветение — III—V. Плодоношение — VII—VIII.

Родство. Выделен из *B. pendula*, резко отличается от нее меньшими размерами и иной формой плодущих сережек, прицветных чешуй и крылаток. Сравнительная характеристика обоих видов по И. В. Васильеву [1, 2] приводится в таблице.

B. microlepis близка к *B. tauschii* (Regel) Koidz. (СССР: о. Сахалин, Приморье и Забайкалье; Япония: о-ва Хоккайдо, Хонсю; северо-восточный Китай), но отличается формой листьев (у *B. tauschii* листья шире и у основания часто почти усеченные) и меньшим количеством жилок.

Распространение в Азербайджане. Указывается для Шемахинского р-на [2]. Второе местонахождение — Исмаиллинский р-н, северные окрестности с. Чайковушан, правобережье р. Геокчай. В первом ярусе леса, расположенного у подошвы г. Быгырдаг, вместе с березой

мелкочешуйной растут тисс ягодный, клен красивый, ясень высокий, рябина глоговина, граб восточный, крушина ольховидная, ива белая. В кустарниковом ярусе преобладают облепиха крушиновая, бирючина обыкновенная, жимолость кавказская, калина обыкновенная, сассапариль.

Серия Verrucosae Sukacz. Вид <i>Betula pendula</i> Roth	Серия Microlepis Ig. Vassil. Вид <i>Betula microlepis</i> Ig. Vassil.
1. Листья с 5—7 парами жилок.	1. Листья с 5—6 парами жилок.
2. Плодущие сережки 3—3,5 см дл., 6—8 мм толщ.	2. Плодущие сережки 2—3 см дл., 8—10 мм толщ.
3. Прицветные чешуйки 5—6 мм дл., 5—6 мм шир., с длинным основанием.	3. Прицветные чешуйки 3—5 мм дл., 3—4 мм шир., с коротким клиновидным основанием.
4. Крылатка 4—5 мм шир.	4. Крылатка 3—4 мм шир.
5. Крылышки плода возвышаются над орешком и образуют узкую вырезку с параллельными краями.	5. Крылышки плода возвышаются над орешком и образуют широкую вырезку с непараллельными краями.

риль высокий (определение Р. А. Фаталиева). Интересно отметить, что в кустарниковом ярусе облепиха составляет первый ряд, примыкающий непосредственно к долине реки. Травянистый покров редкий и состоит из различных элементов, характерных для долинных галечников и речных наносов. Среди галечника встречаются отдельные сеянцы березы мелкочешуйной высотой до 25 см, не достигающие зрелого возраста из-за воздействия антропогенных факторов.

Приведенный в настоящей статье флористический материал из Имамаллинского р-на передан в Гербарий (ВАК). Авторы выражают глубокую благодарность И. В. Васильеву за определение образцов березы.

Литература

1. Васильев И. В. — Бот. ж. АН СССР, 1951, № 6, с. 607—621.
2. Васильев И. В. К систематике и географии берез. — В сб.: Ботанические материалы Гербария. Бот. ж. АН СССР, т. XXI. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 93—103.
3. Ибрагимов А. Природа Азербайджана, 1977, вып. 9, с. 31 (на азерб. яз.).
4. Прилипко Л. И. Сем. Брезовые (кроме рода Граб). — В кн.: Флора Азербайджана, т. III. Баку: Изд-во АН АзССР, 1952, с. 81—100.
5. Прилипко Л. И. Лесная растительность Азербайджана. Баку: Изд-во АН АзССР, 1954, с. 221.
6. Сафаров И. С., Мирзоев О. Г. — Бот. ж. АзССР, 1975 № 10, с. 1490—1496.

Институт ботаники АН АзССР

Поступило 3.III 1978

О. Г. Мирзоев, Р. А. Фаталиев

АЗЕРБАЙДЖАН ФЛОРАСЫ УЧУН ЈЕНІ ВЕТУЛА НӨВУ

Məqalədə *Betula microlepis* növünün morfoloji təsviri və fitosenoloji xarakteristikası verilir. Bu bitkinin nümunələrinin müəlliflər İsmayılлы районун Чяйговушан кондинин јакынылыгында, Көјчяј вадисиндә, Быгырдагын јамачларында јә ләшән мәншәдә топламышлар.

O. G. Mirzoev, R. A. Fataliev

A NEW BETULA SPECIES FOR AZERBAIJAN FLORA

Morphological description and phytocoenotic characterization of *Betula microlepis* are given.

Ю. И. СУВОРОВ, О. С. ТАИРОВА, З. М. МУСАЕВ, М. А. КАПЛАН

НИЗКОНАТРИЕВАЯ ДИЕТА И ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ ОБМЕН У БОЛЬНЫХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Д. Джавад-заде)

Осуществление программ по лечению и профилактике артериальных гипертоний с применением методов немедикаментозной терапии широких контингентов населения ставит перед научными учреждениями и практическим здравоохранением ряд новых задач как исследовательского, так и методического плана.

Среди факторов, predisposing к развитию артериальной гипертонии, избыточному потреблению поваренной соли придается особое значение. Тем более что применение поваренной соли в кулинарных целях, а также большое распределение в питании населения продуктов, содержащих большое количество хлористого натрия, оказывают влияние на потребление с пищей.

В современной литературе достаточно освещен вопрос о взаимосвязи избыточного потребления поваренной соли с распространением и характером течения гипертонической болезни (ГБ) [2, 3, 6, 7]. Как известно, солевой фактор может оказывать активное влияние на состояние и функционирование различных нейрогуморальных (гормональных) прессорных и депрессорных систем [2, 8, 10, 12], нарушая регуляцию системы кровообращения и водно-электролитного гомеостаза. Тем не менее не выяснены вопросы, относящиеся к характеристике особенностей функционального состояния водно-электролитного обмена в организме больных ГБ при ограничении поваренной соли в пище.

Целью данной статьи явилось изучение состояния водных пространств организма и обмена натрия у больных ГБ, изменения распределения натрия в организме при использовании диет с пониженным содержанием поваренной соли и при лечении диуретиками.

Материалы и методы

Были обследованы 21 мужчина в возрасте от 25 до 48 лет, имеющий ГБ II-A и II-B ст. неосложненного течения, без признаков сердечной и почечной недостаточности. Медикаментозная терапия у них отменялась за 14 дней, а при приеме диуретиков — за 30 дней до поступления в стационар. Контрольную группу составляли 12 практически здоровых мужчин в возрасте от 21 до 45 лет.

В контрольном периоде все обследованные находились на привычном для них солевом и водном режиме (с правом досаливать пищу по вкусу). Перед исследованием измеряли суточное АД, определяли содержание в крови мочевой кислоты, сахара, креатинина. О количестве потребляемых с пищей натрия и калия судили по величине суточного натрийуреза, определяемого ежедневно в течение всего пребывания в

стационаре. Исследование параметров водно-электролитного обмена проводили утром натощак в контрольном периоде на 1—3 день пребывания в стационаре и через 3—4 недели монотерапии диуретиком (гипотиазид в суточной дозе 25—50 мг) или низкосолевой диетой (содержащей от 5 до 7 г поваренной соли в рационе), назначаемой путем рандомизации. До монотерапии 15 больным был проведен фуросемидный тест по схеме, предложенной А. А. Некрасовой с соавторами [1].

Проводилось изучение водных объемов организма: общая вода тела (ОВТ) — методом разведения радионуклида окиси трития; объем внеклеточной жидкости (ОВЖ) — с помощью бромистого натрия, введенного перорально с последующим рентгенофлуоресцентным анализом образцов мочи и крови; объем циркулирующей плазмы (ОЦП) — методом разведения индикатора T-1824. Объем интерстициальной жидкости (ОИЖ) рассчитывали по разнице ОБЖ и ОЦП, объем внутриклеточной жидкости (ОВКЖ) — по разнице ОВТ и ОВЖ.

Изучение обмена натрия проводили методом радиометрии всего тела и органов, вводя ^{22}Na радионуклид Na-22. Данные соотносили с результатами исследований на 4-детекторном гамма-спектрометре в низкофоновой защитной камере. Зная содержание Na-22 в организме в крови и во внесосудистом пространстве в единицу времени, моделируя поведение его двухкамерной моделью, получали параметры обмена натрия — распределение его между кровью и внесосудистым пространством, периоды биологического полувыведения радионуклида и скорости организма рассчитывали также по удельной активности Na-22 в суточной моче.

Результаты исследования и обсуждение

Наши материалы показали, что однократные исследования суточного натрийуреза (случайное определение) могут дать искаженное представление о привычке потребления поваренной соли с пищей (рис. 1). Как оказалось, диапазон колебаний суточного натрийуреза при исследовании этого показателя в течение длительного наблюдения значительно. Поэтому для более точного определения привычки потребления поваренной соли исследовались показатели суточного натрийуреза в течение 5—6 дней до лечебного воздействия и рассчитывался показатель среднего натрийуреза. Эта величина колебалась в группе больных ГБ от 111 до 287 ммоль/24 ч и в среднем составляла 183 ± 27 ммоль/24 ч (в контрольной группе средний натрийурез составлял 157 ± 32 ммоль/24 ч с колебаниями от 110 до 210 ммоль/24 ч).

Результаты исследования состояния водных пространств организма у здоровых лиц и больных ГБ представлены в табл. 1. Достоверных различий в средних показателях ОВТ, ОИЖ и ОЦП в группах больных ГБ и в контрольной группе не было. При лечении больных ГБ диуретиками при достаточном гипотензивном эффекте (снижение среднего АД со 126 до 109,5 мм рт. ст.) отмечалась тенденция к снижению ОВЖ в основном за счет интерстициального компонента. Следует отметить, что из 11 больных этой группы у двух с хорошим гипотензивным эффектом отмечалась нормализация увеличенного объема циркулирующей крови. Оказалось, что у этих больных отмечается и высокий средний натрийурез.

При ограничении поваренной соли в пище достоверных изменений состояния водных секторов не получено. Средние показатели ОВЖ, ОИЖ и ОЦП практически не отличались от исходных величин. Одна-

при анализе индивидуальных показателей обращает на себя внимание разный характер ответа величин ОВЖ при примененных двух видах лечения (рис. 2). Если при лечении диуретиками намечалась явная тенденция к уменьшению ОВЖ, то при низкосолевой диете этот показатель имел разную направленность как к уменьшению, так и к увеличению.

Изменялось и содержание натрия во внеклеточной жидкости — при обоих видах монотерапии оно достоверно снижалось, но в большей степени при лечении диуретиками (табл. 1). Если учесть, что общая внеклеточная жидкость при диуретической терапии уменьшалась, а при низкосолевой диете мало отличалась от исходных величин, можно полагать, что уменьшение внеклеточного натрия происходит за счет разных механизмов. Так, при лечении диуретиками, как мы полагаем, снижение и ОВЖ, и внеклеточного натрия происходит за счет влияния препаратов на внеклеточный сектор при свободном поступлении натрия и стабильно высоком натрийурезе, то свидетельствует об ускорении поступления, кругооборота и выведения натрия без существенного его перераспределения из вне- во внутрисосудистое пространство. При ограничении поступления натрия с пищей небольшое уменьшение внеклеточного натрия без снижения внеклеточной жидкости (даже некоторая тенденция к ее увеличению) при резком снижении натрийуреза может говорить о существенном перераспределении натрия из вне- во внутрисосудистое пространство.

При проведении фуросемидного теста изучались изменения скоростей выведения Na-22 из организма, крови и экстраваскулярного пространства с помощью радиометрии всего тела (табл. 2). В зависимости от характера изменений скорости выведения Na-22 в течение фуросемидного теста у больных ГБ можно выделить два варианта динамики этого показателя (рис. 3). У больных первой подгруппы наблюдалось усиленное выведение Na-22 из крови в первый — второй день теста с последующей задержкой его выведения на третий день теста — первый день после теста. Прием фуросемида у больных второй подгруппы вызывал либо минимальные изменения выведения Na-22 из крови, либо небольшое ускорение выведения Na-22 в первый день теста без последующей задержки его выведения. В обеих подгруппах наблюдался несколько повышенный натрийурез и адекватная диуретическая реакция. При анализе данных оказалось, что к первой подгруппе относятся пациенты с хорошим и средним гипотензивным эффектом (снижение среднего АД более чем на 10 мм рт. ст.), а ко второй подгруппе — больные с отсутствием гипотензивного ответа на прием фуросемида. По всей видимости, у второй категории больных значительно увеличивается солевой аппетит, и потери натрия сразу же возмещаются, что приводит к отсутствию существенного сброса Na-22. Следовательно, не всегда такой критерий эффективности фуросемидного теста, как увеличение диуреза (на 150—200% от исходного), сочетается с влиянием на натриевый обмен, что частично объясняет отсутствие гипотензивного эффекта на прием фуросемида во второй подгруппе больных.

Ежедневную радиометрию всего тела с радионуклидом Na-22 проводили до и на протяжении обоих видов монотерапии — лечения с помощью низкосолевой диеты и диуретической терапии. Данные изменения скоростей выведения Na-22 из организма, крови и экстраваскулярного пространства и периодов биологического полувыведения под влиянием низкосолевой диеты и диуретической терапии представлены в табл. 3. Результаты радиометрии показали, что у больных ГБ изменяется харак-

Таблица 1

Изменение показателей водно-натриевого обмена и среднего АД под влиянием низконатриевой диеты и терапии диуретиками

Группа обследованных	Вес тела, кг	АД (р.т. мм рт. т.	Натрийурез средний, ммоль/24 ч	ГТК, %	ОВЖ, л/м ²	ОЦП, л/м ²	ОИЖ, л/м ²	Веклосточный натрий, ммоль	
Больные ГБ на низкоосолевой диете	до	81,5±7,3 (69,2—101,3)	111,7±2,8 (107—125)	174,3±8,9 (170—212)	50±1,81 (49—62)	11,95±0,52 (9,9—14)	1,52±0,09 (1,3—2)	10,43±1,2 (9—12,8)	1816±37,1 (1059—2143,2)
	после P	80,7±6,4 (69,5—99,1)	107,8±2,9 (100—122)	98,3±9,1 (76—145) <0,001	54±0,96 (49—62)	12,24±1,7 (10,3—15)	1,51±0,09 (1,3—2,1)	10,73±1,3 (9,3—13)	1758,8±18,9 (1464,7—1918) <0,02
Больные ГБ на терапии диуретиками	до	87,6±8,1 (68—105,1)	126,3±3,1 (108—130)	192,8±11,6 (125—287)	49±1,5 (40—58)	11,7±0,68 (9,7—14)	1,77±0,12 (1,2—2,3)	9,3±1,0 (9—11)	1661,4±29,8 (1173,4—2157,4)
	после P	85,7±6,3 (68,2—99,8)	109,5±3,1 (99,1—124)	192,3±15,1 (111—289)	51±1 (43—60)	9,75±0,93 (9—11,2) <0,05	1,63±0,11 (1,17—2,2)	8,11±0,9 (7,9—10) <0,05	1363,6±12,7 (1169—1635,9) <0,02
Здоровые лица		85,1±1,2 (72—99)	95±0,9 (91—98)	157±32 (110—210)	48±0,8 (43—53)	11,84±0,63 (10—13,2)	1,5±0,21 (1,18—1,9)	10,33±0,42 (10—11,9)	1723±29 (1497—1946)

Таблица 2

Изменение скоростей выведения Na-22 из организма, крови и экстрацеллюлярного пространства под влиянием фуросемидного теста по данным радиометрии всего тела

Группа обследованных	Вес тела, кг	Диурез, мл	Натрийурез, ммоль/24 ч	Кр. %/24 ч	Орг. %/24 ч	Э. %/24 ч	Э./Кр.	
Больные ГБ	до	83,5±3,86 (73,3—109)	1230±145 (1010—1510)	187,1±16,5 (127—271)	2,296±0,8	4,18±0,38	1,89±0,43	0,82±0,1
	после среднего АД более 10 мм рт. т. n=10	82,1±2,31 (71—107)	1620±81 (1505—1810)	196±12,6 (135—296)	2,18±0,53 >0,1	2,81±0,51 <0,05	0,63±0,25 <0,05	0,29±0,1 <0,05
Больные ГБ с от ут. твием гипотензивного ответа n=5	до	82,5±3,15 (71,2—107)	1290±96 (1060—1570)	183,3±17,2 (126—281)	2,88±0,7	3,35±0,87	1,07±0,21	0,42±0,1
	после гипотензивного ответа n=5	80,1±4,1 (70—105)	1715±69 (1610—1880)	195±15,1 (130—289)	2,26±0,31 >0,5	3,29±0,87 >0,5	1,03±0,15 >0,5	0,45±0,18 >0,5

Таблица 3

Изменение скоростей выведения Na-22 из организма, крови и экстраваскулярного пространства под влиянием низкоосолевой диеты и диуретической терапии у больных ГБ по данным радиометрии всего тела

Группа об. обследованных	Орг. %/24 ч	Кр. %/24 ч	Э. %/24 ч	Э./Кр	T 1/2—24ч (кр.)	T 1/2—24ч (орг.)	
Больные ГБ	до лечения	2,84±0,33	3,96±0,51	1,12±0,11	0,395	13,3±0,46	11,3±0,82
	после гипонатриевой диеты P	1,75±0,17 <0,05	2,12±0,31 <0,05	0,37±0,09 <0,05	0,210 <0,05	11,3±0,46 <0,05	23,9±0,55 <0,01
Больные ГБ	до лечения	2,25±0,41	4,54±0,28	2,29±0,17	1,01±0,21	11,6±0,43	11,7±0,6
	после терапии диуретиком P	1,25±0,31 <0,05	2,88±0,4 <0,05	1,63±0,18 <0,05	1,30±0,26 >0,1	14,8±0,22 <0,01	16,8±0,65 <0,01

тер распределения натрия между плазмой и внесосудистым пространством. Если в контроле этот показатель практически равен единице, то при ГБ отмечается увеличение количества натрия во внесосудистом пространстве, причем характер ответа на различные лечебные мероприя-

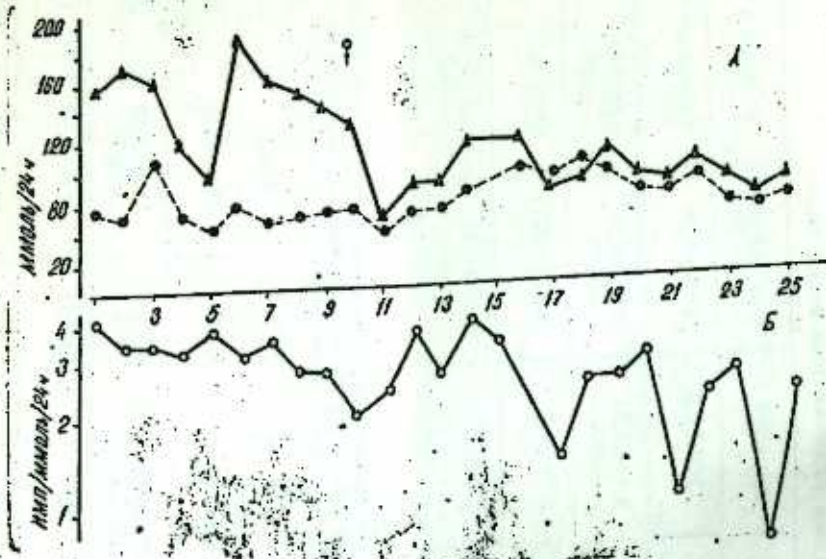


Рис. 1. Натрий- и калиурез (А) и кинетика выведения натрия из организма (Б) под влиянием низконатриевой диеты у больного Б-ва, 36 лет, с ГБ II-A ст.: треугольники с непрерывными соединениями — суточный натрийурез; точки с пунктирными соединениями — суточный калиурез; точки с непрерывными соединениями — удельная радиоактивность мочи в мм/ммоль/24 ч

тия различен: при ограничении натрия с пищей происходит резкое снижение скорости кругооборота натрия во внесосудистом пространстве при незначительном ее снижении во внутрисосудистом, в то время как при лечении диуретиками увеличивается скорость кругооборота натрия как во вне-, так и во внутрисосудистом пространстве (рис. 4). Изменяется характер распределения натрия между плазмой и экстраваскулярным пространством (рис. 5). На фоне низкосолевого диеты (при общем сни-

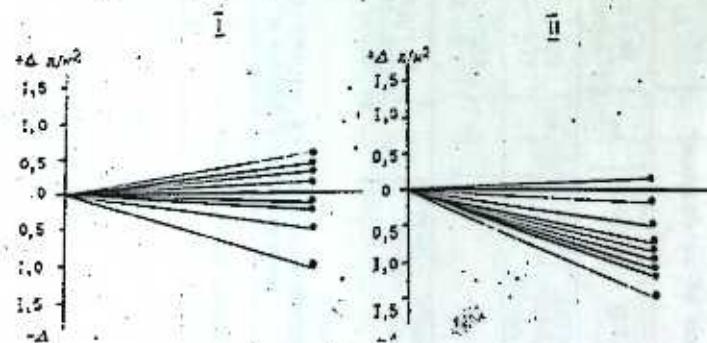


Рис. 2. Изменение объема внеклеточной жидкости у больных ГБ под влиянием низконатриевой диеты (I) и лечения диуретиками (II)

жении количества натрия в организме) происходит резкое перераспределение этого катиона из вне- во внутрисосудистое пространство. Подобная ситуация наблюдается и при проведении фуросемидного теста в первой подгруппе больных, у которых, вероятно, на

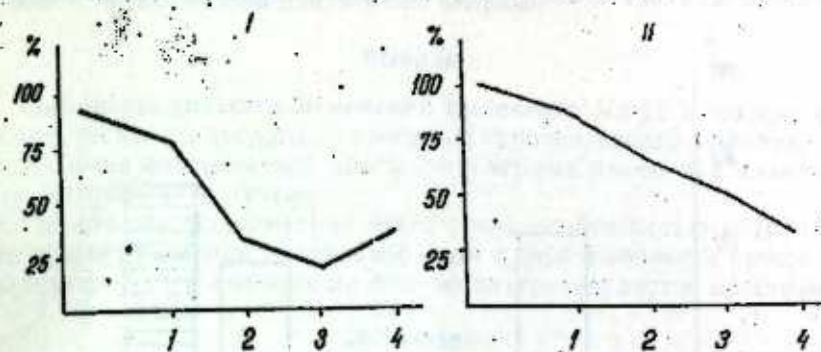


Рис. 3. Изменение скорости выведения Na-22 из крови по данным общей радиометрии тела у больных ГБ во время проведения фуросемидного теста: I — у больных с хорошим гипотензивным эффектом (n = 10); II — у больных с отсутствием гипотензивного ответа (n = 5); по оси абсцисс — дни фуросемидного теста; по оси ординат — величина активности Na = 22 (в % к введенному)

фоне усиленного выведения натрия из организма не происходит возмещения его потерь, несмотря на свободный солевой режим. При лечении диуретиками (при общем недостоверном снижении натрия в организме) происходит уменьшение содержания натрия в сосудистом русле, в то время как в экстраваскулярном пространстве концентрация этого катиона выше. Создавшуюся ситуацию можно представить как попытку организма удержать внутрисосудистый гомеостаз путем мобилизации натрия как носителя воды. Особенно рельефно эта ситуация проявляется при ограничении поступления поваренной соли в организм.

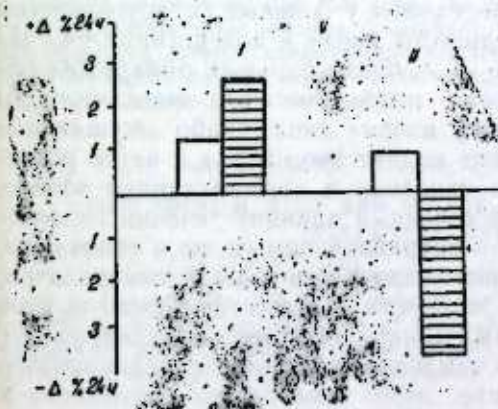


Рис. 4. Изменение скорости кругооборота натрия во вне- и внутрисосудистом пространствах под влиянием терапии диуретиками (I) и низконатриевой диеты (II): без штриховки — внутрисосудистое пространство; штриховка — внутрисосудистое пространство

Следует подчеркнуть, что ограничение хлористого натрия в пище является мощным лечебным воздействием, часто безразличным для больных и тяжело ими переносимым. В качестве иллюстрации можно привести клинический пример больного Б-ва, 36 лет, с ГБ II-A ст., у ко-

торого на фоне гипонатриевой диеты со снижением среднего натрийурета до 78 ммоль/24 ч возникли ощущения недомогания, слабости, сердцебиения. Артериальное давление, которое снизилось в начале воздействия до нормальных величин (исходное АД — 160/100 мм рт. ст.), вновь повысилось до 170/100 мм рт. ст., ЧСС увеличилось до 100 в мин (исход-

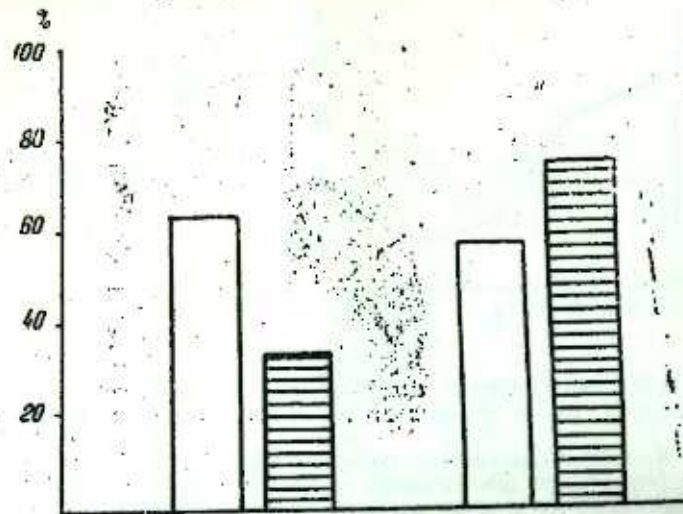


Рис. 5. Влияние гипонатриевой диеты (I) и терапии диуретиками (II) на перераспределение натрия у больных ГБ: без штриховки — внутрисосудистое пространство; штриховка — внутрисосудистое пространство

ное — 78 в мин.). По данным удельной активности Na-22 в моче, отражающей скорость выведения натрия из организма, отмечались перемежающаяся задержка и выведение натрия, варьировавшие в широком диапазоне (рис. 4). При добавлении к лечению бета-блокирующих средств указанные явления прошли.

На основании результатов исследований последних лет наряду с хорошо известным феноменом — переходом у больных гипертонической болезнью части жидкости из сосудистого русла в интерстиций за счет усиления капиллярной фильтрации — у части больных обнаружен обратный процесс: увеличение объема плазмы за счет межклеточного сектора. Оказалось, что в эту группу входят лица, слабо ощущающие вкус соли, потребляющие избыточное количество натрия и четко реагирующие снижением артериального давления и нормализацией объема плазмы на диуретики [5, 9, 11]. Выявленный вариант течения гипертонической болезни является объемом-и натрийзависимым, но в основе его, вероятно, лежат не почечные механизмы задержки воды и электролитов, а своеобразное перераспределение жидкости. В качестве одного из возможных объяснений можно предложить наблюдавшееся в эксперименте после длительной солевой нагрузки изменение гликозаминогликанового состава интерстиция и как следствие этого повышенное связывание в нем электролитов, приводящее к резкому уменьшению емкости межклеточного пространства для вновь поступающих порций воды и соли [4].

Таким образом, представленные материалы свидетельствуют о значительных изменениях в обмене воды и натрия под влиянием гипонатриевой диеты, причем уже при достаточно умеренном ограничении

последнего. Нам представляется перспективным продолжение работы в области углубленного изучения водно-солевого обмена у больных ГБ, находящихся на разных солевых режимах, для выработки показаний к назначению низосолевой диеты этим больным.

Выводы

1. Выделены два типа изменений выделения Na-22 в течение фуросемидного теста, связанного со степенью гипотензивного эффекта.
2. На фоне низосолевой диеты достоверных изменений в состоянии водных секторов не получено.
3. По данным радиометрии всего тела особенностью метаболизма натрия при ограничении поваренной соли с пищей является резкое перераспределение этого катиона из вне- во внутрисосудистое пространство.

Литература

1. Некрасов А. А., Чернова Н. И., Кузьмина А. Е., Сидельникова Т. Я. — Кардиология, 1983, № 12, с. 18—23.
2. Павлов А. А., Филатова Н. П., Кошелева В. С. и др. — Кардиология, 1982, № 3, с. 33—38.
3. Фатула М. И. — Гигиена и санитария, 1977, № 2, с. 7—11.
4. Штернталь И. Ш. Действие альдостерона и ангиотензина на обмен натрия в организме: Дис... канд. мед. наук. — Новосибирск, 1969.
5. Шхвацабая И. К., Крамер А. А., Палева Ф. М., Суворов Ю. И. — Кардиология, 1976, № 7, с. 48—56.
6. Finn R. — J. Roy. Soc. Med., 1983, v. 76, p. 853—858.
7. Fries F. D. — Circulation, 1976, v. 53, p. 589—595.
8. Haywood R. J., Brennan T. J., Hinojosa C. — Fed. Proc., 1985, v. 44, 8, p. 2393—2399.
9. Menolowitz M. — Hypertension, 1979, v. 1, p. 435—441.
10. Nakada T., Jamori Y., Barter F. C. — Jap. Circulat. J., 1979, v. 43, p. 385—393.
11. Rapp J. P. — Hypertension, 1982, v. 4, p. 753—757.
12. Richard A. M., Nicholls M. G., Espiner E. A. et al. — Lancet, 1984, v. 2, p. 757—761.

Всесоюзный кардиологический научный центр АМН СССР

Поступило 25. VI 198

И. И. Суворов, О. С. Таирова, З. М. Мусаев, М. А. Каплан ГИПЕРТОНИЈАЈА ТУТУЛМУШ ХЭСТЭЛЭРДЭ АЗ НАТРИУМЛУ ДИЕТА ВЭ СУ-ЭЛЕКТРОЛИТ МУБАДИЛЭСИ

Гипертонијаја тутулмуш хэстэлэрдэ аз натриумлу диетадан вэ диуретик дэрманларла муалчэдэн эвэл вэ сонра су-электролит мубадилэсинин мұхтэлэф кэстэрчилэри өйрөнилмишдир. Мүэјјон едилмишдир ки, гипертонијаја тутулмуш хэстэлэрдэ су-электролит мубадилэ кэстэрчилэринин характер вэ истигамэтинин диференсвал муалчэ апарларкэн нэзэрэ алмаг лазымдир.

Yu. I. Suvorov, O. S. Tairova, Z. M. Musaev, M. A. Kaplan LOW SODIUM DIET AND WATER-ELECTROLYTE BALANCE IN ESSENTIAL HYPERTENSION

The state of water-electrolyte balance different indices was investigated in hypertensive patients before and after treatment with low sodium diet and diuretics. It is revealed that character and direction of water-electrolyte balance parameters changes in hypertensive patients testily to the availability of peculiarities, necessary to be taken into account during the differential treatment.

МУСƏВИ ЛƏТАФƏТ

ИНКИЛИС ШƏРГШҮНАСЫ ЕДУАРД БРАУН ШАҺ ИСМАЈЫЛ ХƏТАИНИН ҺƏЈАТ ВƏ ФƏАЛИЈЈƏТИЛƏ БАГЛЫ ОЛАН БИР НЕЧƏ МƏКТУБУН МҮНДƏРИЧƏСИ ҺАГГЫНДА

(*АзәрбајҶан ССР ЕА академики М. Ч. Чəфəров тəғдим етмишидир*).

XVI əsrдə јашамыш түрк алимнн Фиридун бəјин һəмин əсрин сонларында топлადығы вə 1274 (1858)-чи илдə Истанбулда ики чилддə чап едилмиш «Мүншəатүс-сəлатин» («Һөкмдарларын мəктублары») адлы əсəриндə Султан Јагубун һакимијјəти иллəриндэн башлајараг сəфəви сүлалəсилə бағлы олан һадисəлəрдэн данышылыр. Бурада Хəтан, Султан Сəлим вə ондан сонракы иллəрдə Сəфəви вə Османлы дөвлəтлəри арасындакы сијаси, иғтисади, мэдəни əлағалəрин өјрəнилмəсинə кəмək едэн бир чох мəктублар вардыр. АзəрбајҶанын Шаһ Исмајыл Хəтанинн һакимијјəти иллəриндəки əдəби вə мэдəни һəјатыны дəриндэн өјрəнмək үчүн бу мəктублар эн илкин гајнаг сајылырлар. Бу мəктубларын əслинн Фиридун бəј Османлы дөвлəт архивиндэн алараг китабына салмышдыр.

Биз бу мəгалəдə һəмин мəктубларын мүндəричəсилə бағлы олараг инкилис шəргшүнасы Едуард Браунун дəрдчилдди «Иран əдəбијјаты тарихи» адлы əсəринн IV чилдиндə вердији мəлүматы гыса шəкилдə кəздэн кечирəрək охучуја чатдырмаг истəјирик. Сəфəвилəрин фəалијјəтинн илк дөврүнү дəриндэн өјрəнмək, Шаһ Исмајыл Хəтанинн сијаси бир хадим кимн мөвгəјинн ајдынлашдырмаг үчүн бу мəлүматын хүсуси əһəмијјəти вардыр.

Е. Браун əсəриннн «Фиридун бəјин түрк дөвлəт сənəдлəри коллексијасы» адлы бөлмəсиндə бу мəктублардан 12-ни нəзəрдэн кечирмиш, онларын гыса мүндəричəсинн вермəјə чалышмышдыр [1, 66—69]:

1-чи мəктубда Ағгојунлу Султан Јагуб Шаһ Исмајылын атасы Шејх Һəјдəрин 1488-чи илдəки вурушмада өлдүрүлдүүндэн данышыр.

2-чи мəктубда Султан Бајəзид бу гələбəјə кərə Султан Јагубу алгышлајыр.

3-чү мəктуб Шаһ Исмајылын адындан II Султан Бајəзидə јазылмышдыр. Бурада Султан Бајəзиддэн хаһиш олунур ки, Əрдəбилдəки Шејх Сəфи мəғбərəсинн зијарəт етмəјə кəлэнлəрин гаршысыны алсын. Е. Браун бу мəктубу һər ики өлкəнин суфилəри арасында кедиш-кəлишинн кенишлијинн кəстəрən сənəд сајыр.

4-чү мəктуб II Султан Бајəзидин Шаһ Исмајыл Хəтанинн бу мəктубуна јаздығы чавабдыр. Бурада билдирилир ки, Əрдəбилə кəлэнлэр зијарəт үчүн дејил, һəрби хидмəтдэн гачмаг-үчүн бу говғаја јол верирлэр.

5-чи мəктуб Шаһ Исмајылын Султан Бајəзидə јаздығы мəктубдур. О, Османлы торпағына ајаг басдығыны түрк императоруна хəбər верир. Бундан мəгсəд һər ики дөвлəтин дүшмэнлəринн јериндə отуртмагдыр. О јазыр ки, «мən Султана һөрмəтсизлик етмəјəчəјəm. Ордуларыма əмр етмишəm ки, Сизин торпагда икən əһалинн мал вə чанына тохунмасынлар».

6-чы мəктуб Султан Бајəзидин бу мəктуба јаздығы чавабдыр. О, Хəтанинн бу тəдбирлəринн алгышлајыр вə билдирир ки, «əскəрлəримннə тапшырмышыг ки, бу ишдə снəзə јардым етсинлэр».

7-чи мəктуб Шаһ Исмајыла гаршы фəал мұбаризə апаран Ағгојунлу Əлвəнд Мирзəнин Султан Бајəзидə јаздығы мəктубдур. О, бу мəктубу Човуш Маһмуд Аға васитəсилə Османлы султанына кəндəрилдијинн билдирир. Бурада Əлвəнд Мирзə Султана чатдырыр ки, онун чағырышы илə бағлы олараг Ағгојунлу еллəринн биркə дүшмənə гаршы сəфəрбəрлијə алачагдыр. Гоһум вə јахыилары əмəkдашылыг етмəзлəрсə, өзү Султанын мадди вə мənəви гајғыларына архаланараг дүшмənн јериндə отурдачагдыр.

8-чи мəктубда Султан Бајəзид Османлы һөкмдары Əлвəнд Мирзəјə «Гызылбашларын гијамчы ордусуна» гаршы вурушмаларда јардым едəчəјинн билдирир.

9-чу мəктуб 908 (1502)-чи илдə јазылмышдыр. Бу мəктуб Султан Бајəзид тəрəфиндэн Һачы Рүстəм бəј Күрдə кəндəрилмишидир. Султан ондан истəјирик ки, Гызылбашын давранышына кəз гојсун, онларын Бајандур вə Ағгојунлу еллəрилə мұһарибəлəриннн нə илə нəтичələnəчəјинн билдирсин.

10-чу мəктуб Һачы Рүстəмин бу мəктуба јаздығы чавабдыр. О, Гызылбашы «мəзһəби чырмаглајан» адландырыр. Əлвəнд вə Мурад Ағгојунлунун мəғлубијјəтиндэн сонра Гызылбашларын Мисирлə Османлы түрклəринə гаршы мұғавилə бағламаг истəдијинн билдирир. Онларын инди Мəрəш вə Дијарбəкр јолу илə прəлилəдиклəринн јазыр.

11-чи мəктуб Султан Бајəзидин Мисир Султанына 910 (1504)-чу илдə јаздығы мəктубдур. Бу мəктубда ады чəкилмəдэн «шəргдə зүһур едэн, оранын һакимлəринн һакимијјəтдэн салан, əһалисиннə галиб кəлмиш» бирисиндэн сөз кедир. Е. Браун кərə бу мəктубда Шаһ Исмајылдан, олсун ки, Шаһгулудан данышылыр.

12-чи мəктубда Османлы Султаны «азғын Гызылбаш фиргəсининн» Шəрг өлкəлəриндə прəлилəмəсиндэн данышылыр. Буну о јерлэр үчүн бир угурсузлуғ кимн гијмəтлəндирир.

Мəктубларын шəрһиндэн сонра Е. Браунун əсəриндə «Иранла Түркијə арасындакы зиддијјəтин артмасы», «Кичик Асијада шиəлик һərəкаты», «Шиəлəрин Түркијə империјасында гəтл едилмəси», «Султан Сəлимнн фарсча мəктублары», «Чалдыран мұһарибəси», «Чалдыран мұһарибəсиндəки гələбəсиндэн сонра Султан Сəлимнн тəдбирлəри», «Султан Сəлимə һəср едилмиш фарсча ше'р», «Султан Сəлимнн өлүмү 926 (1520) вə оғлу Сүлєјман ханын һөкмдар олмасы», «Шаһ Исмајылын өлүмү 930 (1524)», «Лəјагəт вə кərəми», «Ову севмəси», «Шаһ Исмајылын беш бөјүк мұһарибəси», «Шаһ Исмајылла мұсир олан кəркəмли шəхсијјəтлэр» бөлмəлəри кəлир [1, 69—83].

«Иранла Түркијə арасындакы зиддијјəтин артмасы» бөлмəсиндə Султан Əбүл Гази Һүсєји, Чами, Чəлалəддин Дəввани, Фəридəддин Əһмəd Тəфтəзаниннн адларына јазылмыш мəктублардан данышдыгдан сонра, алим Иранла Түркијə арасындакы мұһарибəлəри ики өлкəни күчдэн салан дағыдычы мұһарибəлэр кимн гијмəтлəндирир. Анадолудакы шиə иғтишашларынын Шаһ Исмајылын вə Һəсən хəлифəнинн оғлу Шаһгулунун əлилə тəрəдијинн билдирир [1, 70].

«Кичик Асијада шиə һərəкаты» бөлмəсиндə Е. Браун II Бајəзидин характериндэн, Һəсən Чəлəби вə онун оғлу Шаһгулунун əлилə Анадолуда тəрəдилмиш гарышыглыглардан данышыр [1, 71]. «Əһсənүт-тəварих»дə һадисəнинн бу дејилəнлэрə ујғун кəлдијинн билдирир. Һадисə-

Ч. ЧЭЛИЛОВ

**МИФОЛОЖИ МОТИВЛЭРИН РОЛУ
«КОРОГЛУ» ЕПОСУНУН ПОЕТИК СТРУКТУРУНДА**

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

(Алы киши боју үзрә)

Узун мүддәтдир ки, елм аләминдә АзэрбайҶан халгынын монументал абидәси «Короглу» епосу һаггында дүрлү-дүрлү арашдырмалар апарылыр. Бу арашдырмаларда епосун јаранмасынын мәшәји мәсәләси һаггында мүхтәлиф фикирләр сөјләнилмишдир. Арашдырычылардан бир чоху онун мәшәјини тарихи олајларла бағламышлар. Бу фикрин тәрәфдарлары Ходзько, И. П. Петрушевски, Б. А. Каррыјев, М. Һ. Тәһмасиб вә башгалары епосун тарихи һадисәләрлә сәсләшдијини јазмышлар [1, 7—9]. Бир гисим арашдырычылар, хүсусән М. Сејидов, М. Һатәми епосун јаранмасында мифик тәфәккүрүн ролуну гејд етмишләр [7, 9].

Әлбәттә, епосун јаранмасына даир сөјләнилмиш мүлаһизәләр бу вә ја дикәр дәрәчәдә доғрудур. Белә ки, «Короглу» епосу мифик тәфәккүрлә поетик тәфәккүрүн биркә мејдана чыхардыгы мә'нәви абидәдир. Епосун јараныб формалашмасында бу тәфәккүрләр нөвбәләшмишләр. Белә ки, епосун илкин структуру мифоложи мотивә сөјкәнмиш, сонра тәдричән јарадычылыг просесиндә реалист поетик тәфәккүр фантастик мифоложи тәфәккүрү үстәләмишдир. Бу чүр јарадычылыг просеси архаик епослар үчүн тәбии вә ганунаујғун иди. Бу ганунаујғунлуғу епосшүнаслар вә мифологлар дәнә-дәнә сөјләмишләр. Көркәмли епосшүнас Мелетински јазыр ки, «Всякие подлинные исторические события затем укладываются прокруство лоте готовой мифологической структуры» [6].

Левн Стросс «Мифләр нечә өлүр» мәгаләсиндә белә бир фикир ирәли сүрүр ки, мифләр һеч вахт өлмүр. Һәр бир халг өз мифоложи дүнја-көрүшүнү мүхтәлиф үсулларла јашадыр. Бу үсуллардан бири дә мифләрин тарихи керчәклијә шамил едиләрәк романлашдырылмасындан ибарәтдир [4].

Мифоложи мотивләрин епосларын јаранмасында ролуну ачыглајан Ф. Х. Кессиди һаглы олараг белә бир фикир ирәли сүрүр ки, «Персомыслиение, расплывчатых и неясных образов мифологии вели в своем развитии к возникновению эпоса...» [2].

Мәсәләјә бу елми фикирләр мәнтигиндән јанашдыгда архаик епосларынмызын, о чүмләдән дә «Короглу»нун бәдни структурунун: сүжет, мөзмун, образлар системинин формалашмасында мифик тәфәккүрүмүзүн аз-чох дәрәчәдә ролу инкаролуниздыр.

Әлбәттә, «Короглу» епосунун бүтөвлүкдә бәдни структурунда мифик тәфәккүрүн функцијасыны ајдылашдырмаг инсбәтән кениш арашдырма тәләб етдијиндән, бурда јалныз «Алы киши» боју үзәриндә дајаныб, орадакы мифоложи мотивләр вә онларын епиканын бәдни структурундакы функцијаларын ајдылашдырмаға тәшәббүс көстәрәчәјик. Бу бојун мифик тәфәккүрлә әлагәсини арашдыранлардан М. Сејидов «Али киши вә Короглу образларынын прототипләрн һаггында» адлы

мәгаләсиндә Алы киши вә Короглу образларынын кенетик чәһәтдән архаик мифик образларла бағлылығыны ајдылашдырмыш вә белә бир мүлаһизә ирәли сүрүшдүр ки, һәр ики образын формалашмасында анимистик вә космогоник мифик тәфәккүрүн мүһүм ролу олмушдур. М. Һатәминин дә фикринә көрә Короглу образы өзүндә анимистик вә космогоник бахышларын изләрини јашатмышдыр [8, 10]. Һәр ики арашдырычынын кәлдији нәтичә дүзкүндүр.

Бәс еникада бир образын бу чүр: — һәм реал шәхсијјәт, һәм бир нечә мифик образ кими сәчијјәләнимәсинин сәбәби нәдир?

Мә'лум олдуғу кими, «Короглу» гәһрәманлыг дастаныдыр. Гәһрәманлыг дастанларында исә әсас идеја, мөзмун гәһрәманлыгын, икиддили, горхмазлығын, јенилмәзлијин, һәрби рәшадәтин тәблиғинә јөнәлдилир. Гәһрәманлыг епосунда бүтүн бу мәзијјәтләр баһадыр образлары васитәсилә реализә олунур. Еника һәмни баһадырларын гаршысында елә мәсәләләр гојур ки, онларын јеринә јетирилмәси фөвгәл'адә, гејри-ади гүввә, ағыл, бачарыг вә с. мәзијјәтләр тәләб едир. Еникада гәһрәманын гаршысына гојулмуш гејри-ади вәзифәләри бүтөвлүкдә реал шәхсијјәт јеринә јетирә билмәз. Мәһз белә һалда еника мифоложи тәфәккүрүн мәнтигинә сөјкәнмәли олур. Мелетински мифоложи тәфәккүрүн еникадакы функцијасыны ачыглајаркән белә бир дүзкүн елми мүддә ирәли сүрүр ки, «Мифология постоянно передает менее понятное неумопостижимое через умо постижимое и особенно более трудноразрешимо через менее разрешимое» [6].

Мәһз «Короглу» епосунда да бу вә ја дикәр ағласығмаз һадисәләрин ағласыған кими гәбул олунмасы үчүн мифоложи тәфәккүрүн мәнтигинә сөјкәнилмишдир. Бу мифоложи мәнтиг даһа чох «Алы киши» бојунда өзүнү бүрүзә верир.

Мә'лум олдуғу кими, бојда епик башлангычда диггәт гәһрәманын атынын дүнјаја кәлмәси вә онун баһадыра тәгдим олунмасына јөнәлдилмишдир. Һадисәләрин епик тәгдими исә мифоложи сәпкидә апарылмышдыр. Гыратын доғулмасы гејри-реал фактларла перилмишдир. Дәрја атынын илхыја дахил олуб мајданла чүтләшмәсиндән гәһрәманын аты доғулур. Бу чүр епик тәгдим тәкчә «Короглу» епосу үчүн дејил, бүтүн түрк халгларынын епос јарадычылығы үчүн характерикдир. Мәсәләнин бу чүр мифоложи мәнтиг әсасында апарылмасы конкрет бир мәгсәдә хидмәт едир. «Конь в эпосе покровитель и руководитель хозяина, превосходящий его в даре предвидения, быстрой реакции в сложных ситуациях, обладающей твердой волей, подчиняющий всадника в минуты, когда тот проявляет слабость» [5].

«Короглу» дастанында да бу епик ән'әнәјә садиг галмаг үчүн гәһрәманын атына гејри-ади хүсусијјәтләр ашыланмалы иди. Буну исә мифоложи мәнтигин көмәјилә һәлл етмәк мүмкүн иди. Мәһз бу мәнтигә көрәдир ки, Гырат дәрја атынын илхыдакы мајданла чүтләшмәсиндән доғулур. Мифоложи инамда су вә торпаг култунун мифоложи функцијасы јарадычы вә медиатор олдуғундан, онларын сакрал функцијасыны нәзәрә алараг, еника Гыраты кенетик чәһәтдән мифик варлыгла бағламагы мәгсәдәүјғун һесаб етмишдир.

Түрк халгларынын архаик епикасындакы ганунаујғунлуға әсәсән мифик һамиләрин көндәрмиш олдуғу ат мүтләг гәһрәмана чатмалы иди. Бунун үчүн кәнч гәһрәман физики сынагдан чыхмалы, чисмани әзаба дүчар олмалы иди. «Дәдә Горгуд» епосундакы Бејрәк, Уруз, Гантуралы кими. Лакин еника бу миссијаны гәһрәманын өзүнү дејил, атасынын

үзәринә гојмушдур. Ат баһасына Алы кишини көзләрини чыхарылмасы мотиви мәнз бу идеја илә бағлыдыр.

Сүжетин сонракы давамы үчүн јенә дә мифоложи мотивдән истифада едиләр. Мифик һамиләрин көндәрдији ата мифик хусусијјәтләр ашыламанмалыдыр. Бу шөртә епика мүтләг эмәл етмәлидир. Белә ки, сонракы һадисәләрдә Короғлуны Гырат чидди тәһләкәләрдән хилас етмәк үчүн мифик сәләһијјәтә малик олмалыдыр. Јери кәләндә биркүнлүк мәсафәни бир саата гәт етмәлидир, «гуш кими учмалыдыр», «узагдан кәлән бәланы тез дәрк етмәлидир», адам кими «дил билмәлидир». Бу кейфијјәтләрә јијәләнмәк үчүн Гырат гырх күн гаранлыгга галмалыдыр. Гаранлыгга галма мотиви исә хтоник тәсәввүрүн мәнтиги илә бағлыдыр. Гаранлыг мәнтигә кәрә гаранлыг јералты дүнјаны символизә едир. Јералты дүнја исә сакрал мәһијјәтлидир. Јералты дүнјада булуна вә јер үстүнә гајыдан һәр бир чаңлы сакрал хусусијјәтә маликдир. Гырат гаранлыг аләмдә галдығындан ганад кәтирмиш олур. Лакин табунун позуламасы вахтындан әввәл, гырх күн тамам олмамыш ишыг үзү көрдүјүндән Гыратын ганадлары сөнүр. Бу да мифоложи мәнтигин ганунаујғунлуғындан ирәли кәлмишдир. Бинар аңлајышда рәгәмләрин мүгәддәслији мүәјјән мәсәдә хидмәт едир. Бизчә, гырх рәгәмнин мүгәддәслијини етиолокијасы натурал аңлајышдан доғмушдур. Белә ки, бир сыра мәдди шәјләрин чиддән бишмишә чеврилмәсинин мүддәти 40 күнә баша чатдығындан бу рәгәм мүгәддәсләшдирилмишдир. Епосун өзүндә дә 40 күн мәһз сосијумун формалашмасы—ганадын гырх күнә тамамланмасы кими гәбул едилмишдир.

Короғлунын гејри-ади фәалијјәтини әсәсләндирмәк, ағлабатан кими гәбул етдирмәк мәсәдилә епика даһа бир мәсәләни мифоложи мәнтиг ахарында һәлл етмишдир. Гәһрәманын өзүнә сакрал сәчијјәләр ашыламышдыр. Она сәһрли су васитәсилә гејри-ади күч, гүввәт, габиліјјәт ашыламышдыр. Бу мәсәлә илә әлагәдар епосда Алы кишини дилдән дејилір ки, «оғул, бурадакы дағларын бириндә бир чүт булаг вар, адына Гошабулаг дејәрләр. Једди илдән једди илә чүмә ахшамы мәшриг тәрәфиндән бир улдуз, мәғриб тәрәфдән дә бир улдуз доғар. Бу улдузлар кәлиб кәјүн ортасында тоғгушарлар. Олар тоғгушанда Гошабулага нур төкүләр, көпүкләниб дашар. Һәр ким Гошабулагын о көпүјүндән ичсә, елә гүввәтли бир икид олар ки, дүнјада осли бәрабәри тапылмаз. Һәр ким Гошабулагын сујундан ичсә, ашыг олар, өзүнүн дә сәси елә күчлү олар ки, нәрсиндән мешәдә асланлар үркәр, гушлар ганад салар, атлар, гатырлар дырнаг салар. Чох икидләр, шаһзадәләр бу су үчүн кәлибләр, анчаг һеч биринин бахты јар олмајыб [3].

Мифоложи тәфәккүрдә сујун сакрал сәчијјә дашымасы (гејд едилдији кими, сујун һәјатын мејдана кәлмәсинин илк гудсал үнсүрү кими гәбул олунмасы илә әлагәдар онун кулшлашдырылмасы) мотивинин функцијасы гәһрәманын кәләчәк фәалијјәтиндәки ағласығмаз шүчәәтләринә мифоложи мәнтиг јолу илә һағ газандырмагдыр. Короғлу һеч кәсә гисмәт олмајан сәһрли сују ичдијинә кәрә һеч кәсин јеринә јетирә билмәјәчәји шүчәәтләр һәјата кечирир. Елика гәһрәмана арханк мифик тәфәккүрүн јадда галмыш бүтүн чәһәтләрини ашылајыр. Кенетик чәһәтдән мифик һамиләрлә бағлајыр, ону Рөвшән адландырыр—бунула вахты илә һами кими гәбул едилән күнәш култуун мифик сәчијјәсини гәһрәмана мүнчәр едир, «Короғлу» (Орта Асија вариантында) дејәрәк она јералты таңры Ерлијин характеринин азмаң вә гәзәбли, ачығлы, һејбәтли чәһәтләрини ашылајыр. Ону гам, шамаң кими чалыб-охујан,

сәһрләмәк габиліјјәтинә малик бир образ кими гәбул едир. Бүтүн бунлары гәһрәманын өзүнүн дедијиндән дә сәзмәк мүмкүндүр. Гәһрәман өзүнү тәғдим едәркән дејир:

Мејдана кирәндә мејдан тәнијан,
Һағын веркисинә мән дә гаңыјан,
Бир икидәм, икидләрин хаңыјан,
Бу әтрафда бүтүн һәр јан мәнимди.

Адымы сорушсан, бил, Рөвшән олду,
Атадан, бабадан чинисм кор оғлу,
Мәним бу јерләрдә бир дәли-долу,
Күңдоғандан күңбатана мәнимдир.

Бу ики бәндлик шәрдә гәһрәман һәм баһадыр, һәм гам, шамаң, һәм јер үзүнүн саһиб күнәш, һәм јералты дүнјанын јијәси ерлик—кор оғлу: гәзәбли, азмаң, амансыз вә с. кими сәчијјәләнмишдир. Епосун сонракы бојларында гәһрәманын бу хусусијјәтләрини бу вә ја дикәр ситуасијяларда ашкарландығыны ајдын көрмәк мүмкүндүр. Гәһрәман һәмишә дүшмән тәрәфиндән һејбәтли, гәзәбли, өлүмкәтирән бир варлыг кими гәбул олунур. Бу, хтоник тәфәккүрүн реаллашдырылмыш чәһәтидир. Гәһрәман чох вахт дара дүшәндә гам, шамаң кими сазын, сөз сәһринин сакрал имканларында истифада едир. Онун шөһрәти, сәси-сәдасы Күнәш ишығы кими јер үзүнү бүрүјүр.

«Короғлу» епосунун «Алы киши» боју үзәриндә апардығымыз елми арашдырма бир даһа ајдын көстәрир ки, бу монументал әдәби абидәнин јаранмасы вә формалашмасында поетик тәфәккүрлә мифик тәфәккүр мүштәрәк рол ојнамышдыр.

Азәрбајҗан халғынын арханк дүнјакөрүшүнү сәчијјәләндирән мифоложи мотивләр онун епос јарадычылығында мүнһүм компонент кими алинараг әсәрин поетик структурунун сүжет, идеја, мәзмун, һабелә образлар системинин јараныб формалашмасына јөнәлдилмишдир.

Әдәбијјат

1. Каррәев Б. А. Эпические сказания о Кер-оглы у тюркоязычных народов. — М., 1968.
2. Кессиди Ф. Х. От мифа к логосу. — М., 1972, с. 49.
3. Короғлу. — Бақы, 1975.
4. Леон-Стросс К. Как умирают мифы. — В кн.: Зарубежные исследования по семiotике фольклора. — М., 1985, с. 77—89.
5. Липец Р. С. Образы Батыра и его коня в тюрко-монгольском эпосе. — М., 1984, с. 125.
6. Мелетинский Е. М. Поэтика мифа. — М., 1976, с. 179.
7. Петрушевский И. П. Очерки из истории феодальных отношений в Азербайджане и Армении в XVI—начале XIX века. — Л., 1959.
8. Сејидов М. Алы киши в Короғлу образларынын прототипләри һағғында, Азәрбајҗан, 1978, № 3, с. 184—207; һатәм М. Короғлу сурәтинин мәһијјәти мәсәләсинә даир, Азәрбајҗан ССР ЕА «Хәбәрләри» (әдәбијјат, дил вә ичсәһәт сер.), — Бақы, 1983, № 2, с. 14—21.
9. Тәһмасиб М. һ. Азәрбајҗан халғ дастанлары, — Бақы, 1972.

Нахчыван Елм Мәркәзи

Алыммышдыр 28 XI 1986

Д. И. Джалилов

РОЛЬ МИФОЛОГИЧЕСКИХ МОТИВОВ В ПОЭТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ЭПОСА «КЕРОГЛУ»

В статье проанализированы мифологические мотивы в поэтической структуре героического эпоса «Кероглу». Сделан концептуальный вывод о том, что в формировании эпоса наряду с поэтическим мышлением решающую роль сыграли мифологический образ мышления.

D. I. Djalilov

THE ROLE OF MYTHOLOGY MOTIVES IN THE EPOS OF „KOROGLU“

In this article the function of the mythology motives in the artistic structure of the epos of «Koroglu» is defined. It is proved that the mythology thought and the artistic thought played a great role in the formation of the epos of «Koroglu».

Ф. М. МУРАДОВА, Ч. Н. РУСТЭМОВ

ГОБУСТАНДАН ТАПЫЛМЫШ ТУНЧ БАЛТА

(Азэрбайжан ССР ЕА академики Ә. С. Сумбатзаде тэгдим етмишдир).

Гобустанда археоложи газынтылар заманы элдэ едилмиш мадди-мэдэнијјот нүмунэлэри арасында тунч силаһлар да мүэјјән јер тутур [1].

1982-чи илдэ Гобустанда Бөјүкдашдағынын шэрг тэрэфиндән бетон дајаг басдырмаг мәгсәдилә газылмыш хәндәкдән бир әдәд тунч балта тапылмышдыр. Дејиләнә көрә, балтанын јанында гара рәнкдә, кичик-һәчмли метал чам да олмушдур. Сонунчу әзик олдуғундан тулланмышдыр. Бу әшјалары тапан Белоусов онлары узун мүддәт өзүндә сахламыш, балтанын үстүнүн пасыны тәмизләмиш, сонра онун гызылдан олдуғуну күман едәрәк тижәсинин арха учуну азча мишарламышдыр.

1984-чү илдә колонијанын инзибати ишчиләринин көмәјилә балта бизә чатмышдыр. Тапылма шәраитинин тәсвиринә әсасән әшјаларын тәсадүфән дағылмыш хәндәксиз торпаг гәбирдән олдуғуна шүбһә етмирик. Гобустанда тунч дөврүнә анд бу тип гәбирләр газылыб тәдгиг едилмишдир [2].

Тәгдим едилән мәгаләдән мәгсәд Гобустандан тапылмыш бу балтаны тәк Гобустан јох, һәм дә Азэрбайжанын тунч дөврү силаһлары коллексијасына гижмәтли әләвә кими археоложи әдәбијјата дахил етмәкдир.

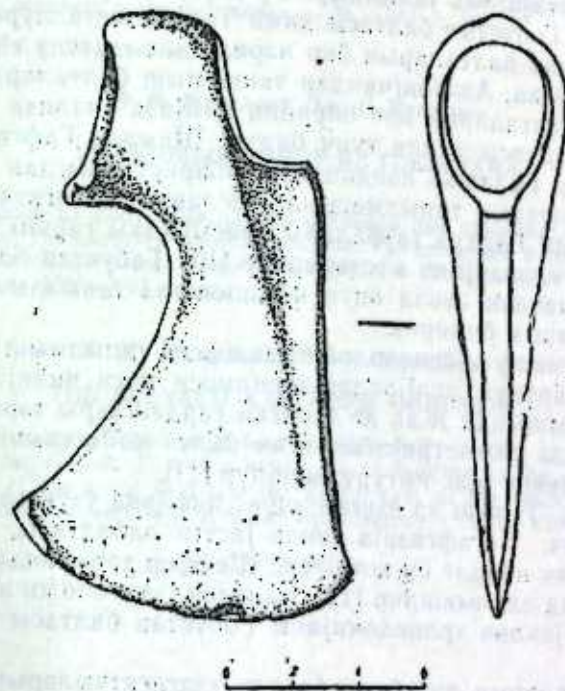
Балта узунсовдур. Дәстәк кечирмәк үчүн овалвары дешијә маликдир. Тижәсинин ағзы гөвсвары вә габаг учу чыхынтылыдыр. Көвдәси алты тиллидир. Онун чижинидә дәстәк јеринин алт һиссәсиндән башланыб тижәнин арха учу илә бирләшән дүзбучағлы чыхынты, габаг һиссәдә јенә дә дәстәјин алт һиссәсиндән башланыб учла бирләшән азча ирәли чыхынтылы гөвсвары батыг вардыр. Балтанын узунлуғу 18, тижәсинин ени 10, дәстәк үчүн овалвары дешијин диаметри исә 4х3 см-дир.

О, төкмә үсулу илә икнүзлү гәлибдә һазырланмышдыр. Дәстәк јеринин әтрафы кәлә-көтүр, һамарланмамышдыр. Бу, балта гәлибдән чыхандан сонра үзәриндә һеч бир әләвә әмәлијјат апарылмадығыны көстәрир. Бу балта Азэрбайжан, еләчә дә Загафгазијада аз мәлум олан балта нүмунәлериндән биридир. Гобустан балтасынын кимјәви тәркиби ашағыда вердијимиз чәдвәлдәки кимидир [3].

Cu	As	Fe	Co	Au	Sb	Pb	Sn	Ni	Bi	Ag	Zn
хас	1,44	0,38	0,008	0,004	0,1	0,1	2,7	0,29	0,03	0,048	0

Гобустан балтасына охшар балталар Азэрбайжанда һәләлик јалныз Талыш зонасындан мәлумдур [4]. Харичи көркәмчә Талыш балталарындан бәзи нүсхәләрә чох охшәјән Гобустан балтасыны Талыш балталарынын бир варианты һесаб едирик. Јухарыда вердијимиз чәдвәлдән кө-

рүидујү кими. Талыш вә Гобустан балталары һазырландығы металын тәркибинә көрә дә јахындыр. Гобустан балтасы да Талыш балталары кими әсасән мислә, галај вә аз мигдарда башга элементләрин гарышығындан ибарәтдир. Буналарын тәркиб чәдвәлиндә нәзәрә чарпан фәрг исә јалныз гарышығларын фәизчә аз вә ја чохлуғундан ибарәтдир.



Талыш металлуркија очағына мәнсуб балталарла Гобустан балтасы арасында нәзәрә чарпан хырда фәргләрә исә чох күман ки, аз да олса дөвр фәрги, онларын мүхтәлиф е'малатханада, мүхтәлиф усталар тәрэфиндән, мүхтәлиф гәлибләрдә истеһсалыи нәтичәси вә с. кими баһмаг олар.

Гејд олуанлара әсасланыб Гобустан балтасыны да Талыш металлуркија очағынын мәнсулу һесаб едирик. Тәдгигатчы Ф. Р. Маһмудов Гафгаз вә Ән Асијанын башга јерләриндән тапылмыш симметријасыз балталарла морфоложи мугајисәјә әсасән Талыш балталарыны хүсуси типә ајырыр, онларын өз локал хүсусијјәтләриндә бир нөв Гафгаз вә Ән Асија балталарына мөхсус бир сыра элементләри бирләшдирдијини көстәрир вә бунун дә сәбәбини Талыш сакниләрилә шимал вә чәнуб әјәләтләри тајфалары арасында мөвчуд олан итгисади вә мэдәни әлағәләрин нәтичәсиндә көрүр. Бүтүн бунлары Талышын чоғрафи мөвгеји— онун гәдим Шәрг өлкәләрилә Гафгаз арасындакы гаршылығлы мэдәни әлағәләри тәнзим едән бир нөгтәдә јерләшмәсилә изаһ едир [5]. Ејни фикри сөн илләрдә Талыш, Нахчыван мэдәнијјәтинә анд бир сыра әшјаларын тапылдығы Гобустан барәдә дә демәк мүмкүндүр, чүнки Гобустан да чәнубла шималы бирләшдирән, Хәзәр саһили бојунча узанан, тарихән Шәргин габагчыл очағлары илә шимал рајонларыны бирләшдирән гәдим јол үзәриндә јерләшиб, Шәргин мэдәни, итгисади наилијјәтләринин Гафгаза вә әксинә јәјән көрпү вәзифәси дашымышдыр. Го-

бустан балтасынын башга вариантлары Күрчүстанда Гырма-гала [6], Ермәнистанда Шәмшәддин [7] вә Ленинкан [8], Чәнуби Азәрбајчанда Көјтәпәдән [9] тапылмышдыр.

Гобустан балтасы чийи һиссәсиндәки чыхынтын формасы, кәсәр һиссәсини бир учунун габага тәрәф һисбәтән чыхынтылы, Шәмшәддин дән олан II балтаја чох јахындыр. Бу дејиләнләрә әсасән Шәмшәддин балтасынын да Гобустан балтасы кими Талыш металлуркија очағынын мәһсулу олан тунч балталарын бир варианты олдуғуну еһтимал едирик. Чох тәәссүф ки, Азәрбајчандан тапылмыш балталардан башга, адлары чәкилән балталарын һеч бирини кимјәви анализи јохдур.

Гобустан балтасы типли тунч балта Шимали Гафгазда Чечен-Ингуш вилајәтинин Галашки кәндиндәки гәбиристанлыгдан да тапылмышдыр. Бу чүр балтанын тапылмасына әсасланан тәдгигатчылар Загафгазија илә Шимали Гафгаз тајфалары арасындакы гаршылыгыла әлағәләри даһа да күчләндијини көстәриләр [10]. Гобустан балтасынын дөврүндән данышмаздан әввәл онун комплексиз тапылдығыны бир даһа јада салмағы лазым билirik.

Талыш вә гоншу әразиләрдән комплексиз тапылмыш симметријасыз балталарын дөврүнүн мүүјәйләшдирилмәси үчүн индија кими 1901-чи илдә Иран Талышында Жак де Морган гардашлары тәрәфиндән тәдгигат едилмиш, ичиндә симметријасыз тунч балта тапылмыш јеканә гәбир комплексини дөврү әсас көтүрүлмүшдүр [11].

Тунч балта, Талыш вә Муған үчүн сәчијјәви узун тижәли вә саплағлы тунч гылыч, Загафгазија типли јастыг әлбалтасы, бору дәстәкли низә учларындан ибарәт бу комплекс Шеффер тәрәфиндән ер. әв. XVI—XIV әсрләрә анд едилмишдир [12]. һәләлик, археоложи әдәбијјатда гүввәдә олан бу јеканә хронологияны Гобустан балтасы үчүн дә гәбул едирик.

Тунч балталарын вәзифәси барәдә тәдгигатчыларын фикри мұхтәлифдир:

Талыш балталарынын вәзифәсиндән данышан Жак де Морган онлары әмәк әләти групуна дахил едир [13] вә онлардан ағач гырмаг ишиндә истифадә едилдијини көстәрир [14].

Ф. Р. Маһмудов Графф (узунлуғу 23,3 см) вә Аға евләри коллексијасында олан һисбәтән ири нүсхәләрини һәм силаһ вә һәм дә әмәк әләти, јердә галан балталары харичи көркәминә көрә әсасән дөјүш силаһы һесаб едир [15]. С. Н. Кореневски бу чүр балталары дөјүш балтасы һесаб едир [16].

Гобустан балтасыны формасына көрә дөјүш балтасы һесаб едирик. Тәгдим олуан мөғалә нәшр едилмәклә бу тип балталарын јайылма нөгтәләрини әкс етдирән хәритәјә јени бир нөгтә кими Гобустан да әләвә едилмиш олар.

Әдәбијјат

1. Мурадова Ф. М. Гобустан тунч дөврүндә.—Баки, 1979, с. 72—79; 2. Жено орада, с. 1, 25—29; 3. Балтанын спектрал анализи, Азәрбајчан ССР ЕА Тарих Институтунун археоложи-технологии лабораториясында проф. И. Р. Сәлимхановун рәһбәрлијилә апарылмышдыр. 4. Ф. Р. Маһмудов. О бронзовых топорах Талыша.—АММ, —Баку, 1973, т. VII, с. 64—72; Гулијев Н. М. Ләнкәран вә Јардимли районларындан тәсадүфи тапылмыш бәзи археоложи материаллара данр АММ, VII ч., с. 258—259, II табло, 4; 5. Маһмудов Ф. Р. Көстәрилән, әсәри, с. 71; 6. Куфтин Б. А. Археологические раскопки в Триалети.—Тбилиси, 1941, т. 1, с. 17—18, рис. 20; 7. Мартиросян А. А. Армения в эпоху бронзы и раннего железа.—Ереван, 1964, с. 61—66, р. 20; 8. Жено орада, с. 62—27-чи шәкил; 9. Deshayes Jean. Les outils de bronze de L'indus au Danube (IVe au Ier millenaire).—Paris, 1960, tome I, p. 443, tab. LI, 8, LVI. 10. Марковин В. Н. Культура племен

Северного Кавказа в эпоху бронзы.—МИА, 1960, № 93, с. 82, рис. 38. 11. Morgan H. de. Recherches an Talyche Persan. M.D.P. (memoires de la Delegation en perse). VIII. —Paris, 1905. 258, 343. 12. Schaeffer Cl. F. A. Stratigraphie comparee et chronologie de L'Asie occidentale.—London, 1948, p. 207, pic. 201. 13. Morgan J. de. Mission scientifique en Perse, tome IV.—Paris, 1896, p. 77; Гулијев Н. М. Көстәрилән әсәри, с. 259. 14. Morgan J. de. La prehistoire orientale, tome III.—Paris, 1927, p. 206. 15. Маһмудов Ф. Р. Көстәрилән әсәри, с. 69—70. 15. Кореневский С. Н. Втульчатые топоры — оружие ближнего боя эпохи средней бронзы Северного Кавказа. Кавказ и Средняя Азия в древности и средневековье. — М., 1981, с. 37—38.

Азәрбајчан ССР ЕА Тарих Институту

Алынмышдыр 23. V 1986

Ф. М. Мурадова, Дж. Н. Рустамов

БРОНЗОВЫЙ ТОПОР ИЗ ГОБУСТАНА

Бронзовый топор из Гобустана найден случайно при строительных работах у подножья г. Бейукдаш. Он является боевым топором. По приметам и составу металла близок к талышским топорам асимметрических форм. По аналогичному материалу датируется приблизительно XIV—XVI вв. д. н.

F. M. Muradova, Dj. N. Rustamov

THE BRONZED AXE FROM GOBUSTAN

The bronzed axe from Gobustan is found accidentally during the building work at the foot of a hill Beyukdash. It was a battle axe. According to the sign and the chemical composition of the metal it is like the Talish axes of the asymmetrical forms. By analogy with the same materials it is dated approximately XVI—XIX cc. B. C.

Н. М. ГУЛИЈЕВА

МҮАСИР КӘНД АНЛӘСИННИН СТРУКТУРУНА ДАИР*

(Этно-статистик материаллар эсасында)

(АзербайҶан ССР ЕА академики Ә. С. Сумбатзаде тәғдим етмишидир)

Анлә хусуси ичтиман мүнәсибәт олуб, илк инсанларын јарандығы вахтдан е'тибарән тарихи инкишафын кедишинә гошулмуш, чәмијјәтлә үзви сурәтдә тәкмилләшмишидир. Мүасир анлә дөврүн спесифик хусусијәтләрини әкс етдирир. Сов.ИКП XXVII гурулҶајынын материалларында көстәриллр ки, социалист анләси кишиләрлә гадынларын там һугуг бәрабәрлији, онларын анлә үчүн бәрабәр мә'сулијјәти үзәриндә гурулур... Мөһкәм анлә чәмијјәтин ән мүнүм дајагларындан биридир [1].

Анлә үзвүләринин сајы, әмәк габилијјәтләрин миғдары, јаш вә тәһсил сәвијјәси анләләрини гурулушуна билаваситә тә'сир көстәрир. Республикамызын гәрб зонасында јерләшән бир гисм рајонларын әһалисинин симасында буилары ајдын характеризә етмәк олар. Мүхтәлиф пешә саһибли адамлар совет анләсиндә јеткииләшир, формалашыр, коммунизмин мадди-техники базасынын јарадылмасында фәал иштирак едилр. Сај е'тибары илә гадынлар кишиләрдән чохдур. Белә ки, Газахда кишиләр 48,62%, гадынлар 51,38%, Гасым Исмајыловда кишиләр 49,52 %, гадынлар 50,48 %, Товузда кишиләр 48,52 %, гадынлар 51,48 %, Шамхорда кишиләр 49,03 %, гадынлар 50,97 %-дир [2].

Кәнд әһалисинин 59 јашадәк олан һиссәси мәктәблиләр вә мадди не'мәтләр боллуғунун јарадычыларыдырлар. 59 јашдан јухары олан 8,03 % исә тәгаүдчүләрдир. Онларын 3,65 %-и гисмән мүәјјән ишләрлә мәшғул олур, 4,38 % исә 70 вә јухары јашлылардыр.

1979-чу илдә Газах рајонунда 22111, Товуз рајонунда 18321, Шамхор рајонунда 20746, Гасым Исмајылов рајонунда 10776 анлә олмушдур. Анләдә үзвләрин орта сајы Газахда 4,7; Товузда 5,7; Шамхорда 5,3; Гасым Исмајыловда 5,4-дур [3]. Јенә һәмин ил Гасым Исмајылов рајонунда 2 нәфәрли 12,5 %, 3 нәфәрли 11,32 %, 4 нәфәрли 13,69 %, 5 нәфәрли 14,88 %, 6 нәфәрли 16,39 %, 7 нәфәрли 13,34 %, 8 нәфәрли 8,96 %, 9 нәфәрли 4,81 %, 10 вә даһа чох үзвү олан анләләр исә 4,11 %-дир.

Гәрб рајонларынын бир груп кәндләриндә тәсәррүфат китаблары үзрә 1973-чу илә анд 3311 анләнин, 1983-чу илдә јашамыш 5205 анләнин нәсил вә сај тәркибинини өјрәнилмәси көстәрир ки, анләләр I, II, III, IV нәсилли вә мүрәккәб сај тәркиблидилр [4].

1973-чу илдә бүтүн анләләрин 6,31 %-и бир нәсилли, 61,95 %-и ики нәсилли, 31,68 %-и үч нәсилли, 0,06 %-и исә дөрд нәсилли олмушдур.

* Мәгалә АзербайҶан ССР-ин Газах, Товуз, Шамхор, Гасым Исмајылов рајонларынын материаллары эсасында јазылмышдыр.

Биринчи нәслә јалпыз әр вә арвад, иккинчи нәслә валидеји вә ушағлар, үчүнчү нәслә валидеји вә ушағлары олан евли оғуллар, һабелә тәк јашајан тәгаүддә олан јашлы гадын вә кишиләр (өвладлары шәһәрләрдә, дикәр республикаларда јашајан вә с.), дөрдүнчү нәслә исә нәвә вә нәтичәләри дә дахил олмагла бирликдә јашајан анләләр (валидеји, өвлад вә өвладын евли ушағлары) дахилдир. 1983-чу илдә исә 4,40 % бир нәсилли 68,80% ики нәсилли, 26,80%, үч нәсилли вә 0,29% дөрд нәсилли анләләр олмушдур. Анләләр нәсил тәркибинә көрә садә вә мүрәккәб гурулуша маликдилр. Садә анләләрдә тәркибиндә бир никаһ мүғавиләси олан кичик фәрди; натамам садә анләләрә никаһа дахил олмајан ана вә ушағлар, дул бошанмыш; мүрәккәб анлә формаларына ики вә даһа артыг никаһ гејдијјаты олан (там анлә), дул әр вә ја арвадларын никаһы (натамам анлә) вә бир нечә никаһ гејдијјаты олан чох нәсилли анләләр андир.

Мисалларла мүрәккәб анләләр һаггындакы фикримизи јәгинләшдирә биләрик. Газах рајону Чајлы кәнд сакини һәсән Әлијевини башчылыг етдији анлә һәм мүрәккәб гурулушлудур, һәм дә 4-чү нәсли әһатә едилр. Онун анасы Бәрхан, һәјат јолдашы Шәргијјә, ушағлары: Тамилла, Нәсиб, Офелија, Бәсти, Сәбинә, кәлини Гәкирә, нәвәси Арзу, гардашы арвады Күләвәр, гардашы ушағлары: Нуријјә, Нүшабә, Азәр, Әждәр бирликдә јашајырлар. Тәдгиг олунаи рајонларда белә гурулушлу анләләр аздыр. Әсасән 2 вә 3 нәсилли анләләр үстүнлүк тәшкил едилр вә евли, јахуд гардаш, бачысы илә бирликдә јашајан анләләрә чох тәсадүф олунур.

Никаһ вә тој мәрәсиминдән сонра кәлинин оғлан евинә көтирилмәси, онун әр евиндә јашамасы ади һалдыр. Оғланын гыз евинә көчүб, орада јашамасы илә истисналыг тәшкил едилр вә гызын тәк өвлад олмасы, јахуд оғул өвлады олмајан һалларда баш верир.

Этнографик тәдгигатлардан ајдын олур ки, анләнин орта һәчми билаваситә ушағларын сајындан асылыдыр. 3 вә 4 ушағлы анләләр нисбәтән чохдур, 8—10 нәфәр ушағы оланлар исә аздыр вә адәтән колхозчу, фәһлә анләләридилр. Конкрет һәјат шәраитиндән асылы олараг ушағларын сајы валидејиләрин арзу, тәләб вә имканларына табедир. Социал-игтисади шәрант, мәдәнијјәт, тәһсил вә дикәр амиләр ичтиман шүүра, сонра исә доғум просесинә, һабелә анләнин нәсил, сај тәркибинә хусуси тә'сир көстәрир. Анләдә мадди игтисади, јә'ни гадыла кишинин нәсил артырмасы вә анлә үзвләринин истисналатын, мадди-мәдәни сәрвәтләрин, истеһлакын тәләбләриндән доған тәбии-биоложи мүнәсибәтләр, һабелә онларын бир-биринә вә чәмијјәт гаршысында борчуну тә'јин едән мә'нәви мүнәсибәтләр мөвчуддур. Анләдаһили мүнәсибәтләрдә «анлә башчысы» анлајышы хусуси јер тутур. Анлә башчыларынын 80,81 % киши, 19,19 % исә гадынлардыр. Гадынларын анлә башчысы олмасы онларын әри вәфат етдикдә, әриндән бошаныб мүстәғил јашадығы һалларда олур. Күрәкән, кәлини вә гызын анлә башчысы олмасы һалларына чох аз тәсадүф олунур. Анләдаһили мәсәләләрини һәллиндә гадынлар анлә башчысы олан кишиләрлә ејни һугуглудур вә ушағларын рә'ји дә нәзәрә алыныр. Әмәк бөлкүсү исә анләнин игтисади вә мә'нәви һәјатынын тәркиб һиссәсидир. Бу бөлкүјә анлә үзвләринин нәсил вә сај тәркиби тә'сир көстәрир. Öвладларын евләндирилмәси, мүстәғил тәсәррүфат олмасы, анләдә әмлак мүнәсибәтләринин тәнзимни ата-нын өһдәсинә дүшүр.

Анлә үзвүләри арасында әмәлә кәлән шәхси вә әмлак мүнәсибәт-

лэри совет анлэсинин функциаларынын јеринэ јетирилмэсинэ көмэк едир.

Демэли, анлэнин характеристик хусусијјэти айла дахилиндэ мүнәсибәтлэрин демократикләшмэсиндэ, тәсәррүфат, нәсил артырмаг, ушаглары тарбијә етмәк вә с. вәзифәлэри өзүндә әкс етдирир. Һәмнин функциаларынын мазмуну чәмијјәтдәки социал-игтисади вә мәдәни дәјишикликләрлэ үзви сурәтдә инкишаф едир.

Әдәбијјат

1. Материалы XXVII съезда Коммунистической партии Советского Союза. — Политиздат, М., 1986, стр. 51. 2. Итоги Всесоюзной переписи населения 1979 года по Азербайджанской ССР. II том. — Баку, 1981, стр. 210. 3. Демографические особенности развития семьи в Азербайджанской ССР (современное состояние и перспективы). — Баку, 1985, стр. 146. 4. Фактлар Гасым Исмајлов районунун Сәфикурд, Гаргучаг, Шафибәјли, Началлы, Баллыгаја, Балакурд; Газах районунун Чајлы, Коммуна; Товуз районунун Әлибәјли, Мулкулү, Началлы; Шамхор районунун Јени Һәјат, Нәриманлы вә с. кәндлэрин кәнд советлэри архивлэриндән кәтүрүлмүшдүр.

Азәрб. ССР БА Тарих Институтунун
Археолокија вә Етнографија Сектору

Алынмышдыр 10. X. 1986.

Н. М. Кулиева

К СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЬСКОЙ СЕМЬИ (ПО ДАННЫМ ЭТНОСТАТИСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ)

Семья, в частности ее структура, отражает социальные особенности общества. У современного сельского населения западных районов Азербайджана по составу преобладают семьи, состоящие из одного, двух, трех и четырех поколений. На изменения структуры семьи влияют как рост численности детей, так и демографические, социальные, этнические факторы. В исследуемой зоне средняя численность членов семьи составляет 5—6 человек, из них 3—4 детей. Численный и поколенческий состав членов семьи зависит от социальных и экономических условий, образовательного уровня и других показателей.

N. M. Kulieva

ON THE STRUCTURE OF VILLAGE FAMILIES (ACCORDING TO THE ETHNO-STATISTIC MATERIALS)

A family reflects the social peculiarities of the society. Western regions of Azerbaijan have different structure in existing one, two, three and four tribal families. The increase of children, demographic situation, social and ethnic conducts influence on the structure of families. The middle score is 5—6 people (including children) in the families of the researched regions.

The quantitative and tribal structure of the family depends on the economic, cultural-educational and some other factors.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазинјат

Ф. А. Әлијев, Н. А. Исмајлова. Әкс әлағәли периодик системлэрин чыхыш дәјишәилэринә нәзәрән оптималлашдырылмасы 3
Е. А. Гасымов. Замана нәзәрән әкс истигамәтдә бахылан мұхтәлиф тәртибли параболлик системлэри бир-биринә бағлајан гарышыг мәсәлә 8

Јарымкечиричиләр физикасы

Н. М. Мейдијев, З. З. Һүсејнов. CdIn₂Se₄ монокристалларынын удма кәнары 13
М. И. Әлијев, З. Ә. Чәфәров, А. Ә. Хәлилова, М. Ә. Чәфәрова. Р—ЈпSb-дә тензонаһәссаслыг әмсалынын температурдан асыллыгы 17
К. И. Колтсов, Е. А. Ладыкин, С. Ј. Јурчук, Ф. А. Заитов, И. Д. Анисимова, А. З. Абасова, В. П. Калајева. СаР вә СаAs_{1-x}P_x(x=0,4) јарымкечиричи бир-ләшмәлэринә нонларын имплантасијасы илә алынган р—п кечидли структурларын спектрал характеристикалары 20
С. Н. Абдуллајева, В. Ә. Әлијев, С. Н. Әлијев. TlJnSe₂ кристалларында електрик кечиричилијинин анизотроплугу 25
Э. Ш. Абдинов, Ј. Г. Нуруллајев, Ы. С. Сејидли, Н. Г. Садыгов, Ү. квантларла шүаландырылмыш (x=0,20÷0,95) монокристалларынын фотокечиричилијини 29

Диелектрикләр физикасы

Ч. М. Чуварлы, П. В. Леонов, Ы. З. Әлијев. SF₆ газында јаранан електрик бошлмасы тәсиринә мәрүз галаи полимер өртүклэрини имнулс електрик мөһкәмлијини вә бошалма каналынын кенишләнмәсинин енерји анализи 34

Үзви кимја

Т. Н. Шахтагински, А. Н. Гулијева, А. Ы. Агазадә, А. Д. Әфәндијев. Хлорпренин хлормалени анидридинә оксидләшмәси фетерокен-каталитик процесинин модели 37
К. М. Рүстәмов, Р. А. Чәлилов, Р. А. Султанов, Г. А. Сарыјев. Реаксија-кирмә габилитјәтли Si—Н рабитәси олан дојмамыш силосан тәркибли нитрилләр 42

Гејри-үзви кимја

А. Б. Арајев, П. Г. Рүстәмов, Х. М. Мусајева, Ј. М. Мәммадова. ЈпТе—Pr₂Te₃ хәлитәлэринин чәрәјан кечиричилијини 46

Физики кимја

З. Ч. Салајева, Р. М. Әлигулијев, Г. С. Ованесова, Р. М. Әлијева, А. А. Сарычанов. Морденит катализаторларын ДТА методу илә тәдгиги 48

Минералокија

А. И. Маһмудов, И. М. Ибраһимов, С. Н. Багырова, Т. А. Адилев, Т. Т. Исмајлызадә, И. М. Малумјан. Бөјүк Гафгазын чөлүб јамачынын мис-пирротин филизлэринин селенидлэри вә теллуридлэри 52

Торпагынаслыг

Н. А. Арајев. Азәрбајчан ССР Кичик Гафгазын осас торпагәмәләкәтирмә сүхурларында микроэлементлэрини мисдары 59

Биткиларин систематикасы

О. Ы. Мирзәев, Р. А. Фәталиев. Азәрбајчан флорасы үчүн јени ВЕТИЛА неву 64

Тибб

Ј. И. Суворов, О. С. Таһирова, З. М. Мусаев, М. А. Каплан. Гипертонијаја тутулуш хәстәләрдә аз натриумлу диета ва су-электролит мубадиләси 67

Әдәбијатшүнәслик

Мусәви Ләтафәт. Икилик нәргшүнәси Едуард Браун Шаһ Исмајил Хәтәнин һәјәт ва фәалијәтилә бағлы олан бир нечә мәктубун мундәрчәси һағғында 76

Фолклор

Ч. Чәлилов. «Короглу» епосунун постик структурунда мифоложи мотивләрин ролу 80

Археолокија

Ф. М. Мурадова, Ч. Н. Рустәмов. Гобустандан тапылмыш тунч балта 84

Етнографија

Н. М. Гулијева. Мүәсир кәнд аиләсини структурунда даир 91

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Ф. А. Алиев, Н. А. Исмаилов. Оптимизация периодических систем с обратной связью по выходной переменной 3
Э. А. Гасымов. Смешанная задача на сопряжение параболических систем разных порядков при обратном течении времени 7

Физика полупроводников

Н. М. Мехтиева, Э. З. Гусейнов. Край поглощения $CdIn_2Se_4$ 13
М. И. Алиев, Э. Д. Джафаров, А. А. Халилова, М. А. Джафарова. Температурная зависимость коэффициента температурной чувствительности $p-InSb$ 17
Г. И. Кольцов, Т. А. Ладыгин, С. Ю. Юрчук, Ф. А. Заитов, И. Д. Алишимова, А. З. Аббасова, В. П. Каллева. Спектральные характеристики структур с $p-n$ -переходом, полученных ионной имплантацией BeB^+ полупроводниковые соединения GaP и $GaAs_{1-x}P_x$ ($x = 0,4$) 20
С. Г. Абдуллаева, В. А. Алиев, С. Н. Алиев. Анизотропия электропроводности монокристаллов 25
А. Ш. Абдинов, Ю. Г. Нуруллаев, Г. С. Сеидли, Н. Г. Садыгов. Фотопроводимость облученных γ -квантами монокристаллов $Cd_xHg_{1-x}Te$ при $0,20 < x < 0,95$ 29

Физика диэлектриков

Ч. М. Джуварлы, П. В. Леонов, А. З. Алиев. Импульсная электрическая прочность и энергетический анализ расширения канала пробоя полимерных пленок при обработке их разрядом в $SF_6^{(1)}$ 34

Органическая химия

Т. Н. Шахтактинский, А. Н. Гулиева, А. Г. Агазаде, А. Д. Эфендиев. Модель гетерогенно-каталитического окисления хлорпрена в хлормалениновый ангидрид 37
К. М. Рустәмов, Р. А. Джалилов, Р. А. Султанов, Г. А. Сарыев. Непредельные кремнийсодержащие нитрилы с реакционно-способной связью $Si-H$ 42

Неорганическая химия

А. В. Агаев, П. Г. Рустәмов, Х. М. Мусаева, Л. М. Мамедова. Электропроводность сплавов системы $InTe-Pr_2Te_3$ 46

Физическая химия

Э. Ч. Салаева, Р. М. Алигулиев, Г. С. Ованесова, Р. М. Алиев, А. А. Сарыджанов. Исследование морденитных катализаторов методом ДТА 48

Минералогия

А. И. Махмудов, И. М. Ибрагимов, С. Н. Багирова, Т. А. Адилова, Т. Т. Исмаилязаде, И. М. Малумян. Селениды и теллуриды медно-пирротиновых руд южного склона Большого Кавказа 54

Почвоведение

Н. А. Агаев. Содержание микроэлементов в основных почвообразующих породах Малого Кавказа Азербайджанской ССР 59

Систематика растений

О. Г. Мирзоев, Р. А. Фаталиев. Новый вид *Betula* для флоры Азербайджана 64

Медицина

Ю. И. Суворов, О. С. Таирова, З. М. Мусаев, М. А. Каплан. Низконатриевая диета и водно-электролитный обмен у больных гипертонической болезнью 67

Литературоведение

Л. В. Мусеви. Английский востоковед Эдуард Браун о содержании некоторых корреспонденций шаха Исмаила Хатаи 76

Фольклор

Д. И. Джалилов. Роль мифологических мотивов в поэтической структуре эпоса «Кероглу» 80

Археология

Ф. М. Мурадова, Дж. И. Рустамов. Бронзовый топор из Гобустана 84

Этнография

Н. М. Кулиева. К структуре современной сельской семьи (по данным этно-статистических материалов) 88

Сдано в набор 29. 04. 88. Подписано к печати 28. 07. 88. ФГ 00643. Формат бумаги 70x100^{1/16}. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. лист 7,47. Усл. кр.-отт. 7,47. Уч.-изд. лист 6,9. Тираж 560. Заказ 494. 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 доказательства 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*. Занумерованные 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, *H* 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), \odot , \oplus , \otimes , \square , \square , \diamond , ∇ , \wedge

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

\hbar \times \in ϕ ϕ , ϕ , \varnothing

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