

Азәрбајчан ССР
Елмләр Академијасы
Академия наук
Азербайджанской ССР

ISSN 0002-3073

МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

ЧИЛД

XLVI

ТОМ

10-11

1990

УШБ

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

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

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

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

1. Статьи, направляемые в редакцию, должны иметь представление члена АН СССР или академика АН Азерб. ССР, если оно требуется (см. выше).

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

2. Статья публикуется по мере поступления. Единственным поводом для внеочередной публикации является исключительная важность сообщения и соображения приоритета. Для этого необходимо специальное решение редколлегии.

3. Как правило, редакция направляет представленные статьи на рецензию.

4. «Доклады» помещают не более трех статей одного автора в год. Это правило не распространяется на членов АН СССР, академиков Академии наук Азерб. ССР.

5. Авторы должны определять раздел, в который следует поместить статью, а также дать индекс статьи по Универсальной десятичной классификации (УДК). К статье прилагается отпечатанный на машинке реферат в двух экземплярах, предназначенный для передачи в один из реферативных журналов ВИНТИ.

6. В конце статьи нужно указать полное название учреждения, в котором выполнено исследование, фамилии всех авторов а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный и домашний) каждого соавтора.

Кроме того, авторский коллектив должен указать лицо, с которым редакция будет вести переговоры и переписку.

7. Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста, рукопись вновь рассматривается редколлекцией. Доработанный текст автор должен вернуть вместе с первоначальным экземпляром статьи, а также ответом на все замечания. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

8. В «Докладах» публикуются статьи, занимающие не более 1/4 авторского листа (6 страниц машинописи). В этот объем входят текст, таблицы, библиография (не больше 15 источников) и рисунки, число которых не должно превышать четырех, включая и обозначения «а», «б» и т. д. в том числе вклейки на мелованной бумаге. Вклейки даются только для микрофотографий большого увеличения. Штриховые рисунки (карты, схемы и т. п.) на вклейках не печатаются, а даются на кальке. Текст и графический материал представляются в двух экземплярах. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и графиках недопустимо. Рисунки должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей фотографии представляются на глянцевой бумаге. Подписи к рисункам должны быть напечатаны в 2-х экземплярах через два интервала на отдельной странице. На обороте рисунков мягким карандашом указываются фамилии авторов, название статьи и номер рисунка.

(Продолжение на третьей странице обложки)

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XLVI ЧИЛД

№ 10—11

«ЕЛМ» НƏШРИЈАТЫ — ИЗДАТЕЛЬСТВО «Э

БАКЫ — 1990 — БАКУ



УДК 621.391.24

МАТЕМАТИКА

К. Х. ИСМАИЛОВ, М. И. МАМЕДОВ

НОВЫЙ МЕТОД ФАКТОРИЗАЦИИ МАТРИЦ ФУНКЦИЙ УОЛША

(Представлено академиком АН Азербайджана Ф. Г. Максудовым)

Анализ методов представления и факторизации матриц функций Уолша показывает [1], что на сегодня нет универсального и практически удобного метода факторизации, пригодного для всех систем упорядочения $N = 2^n$ функций Уолша. Видимо, это связано не только с тем, что при формировании матрицы функций Уолша порядка $N = 2^n$ из матриц-сомножителей авторы используют кронекеровское произведение матриц, но и с тем, что разрабатываемые методы не согласуются с принципами синтеза комбинационных функций, каковыми являются функции Уолша.

В статье предлагается новый метод факторизации матриц функций Уолша порядка $N = 2^n$ — на основе принципов факторизации булевых функций.

Следуя [2], рассмотрим для комбинационной функции f_k при условии $f_k \neq \emptyset$, где $i = 1, 2, \dots, j$ — представление в виде дизъюнктивной декомпозиции:

$$f_k = [f_1]_{2^{n-1}-1} \cup [f_2]_{2^{n-1}-1} \cup \dots \cup [f_j]_{2^{n-1}-1}, \quad (1)$$

где $[f_i]_{2^{n-1}-1}$ — подфункция, в которой комбинационная функция f_k , представленная в булевой форме, определяется своей единичной «1»-точкой, т. е. точкой, в которой подфункция $[f_i]_{2^{n-1}-1}$ принимает значение 1.

Для определения подфункций $[f_i]_{2^{n-1}-1}$, следуя одной из методик факторизации булевых функций — «вынесению вниз» [3] — из совокупности комбинационных функций Уолша, например, матрицы Адамара H_n , выделим общие части, принадлежащие всем функциям. Так, например, на первом шаге общей частью является матрица Адамара H_2 и ее дополнение \bar{H}_2 , так как $H_2 = H_2 \times H_2$. (2) В формуле (2) осуществляется кронекеровское произведение. На втором шаге общей с частью будет элемент $m_0 = +1$ и соответственно его дополнение $\bar{m}_0 = -1$. Следовательно, матрица Адамара H_4 может быть представлена декомпозицией:

$$H_4 = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_0 \cup [f_1]_2 \\ m_0 \cup [f_2]_2 \\ m_0 \cup [f_3]_2 \\ m_0 \cup [f_4]_2 \end{bmatrix}$$

где

$$m_0 = +1$$

$$\bar{m}_0 = -1$$

□

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: Э. Ю. Салвеев (главный редактор), Г. Б. Абдуллаев, М. Т. Абасов, А. М. Асланов, З. М. Бунятов (зам. гл. редактора), Н. А. Гулиев, У. К. Алекперов, А. А. Али-заде, М. А. Ибрагимов, Т. М. Юсубова (ответств. секретарь), Ф. Г. Максудов, А. А. Надиров, Б. А. Набиев, Ю. М. Сендов (зам. гл. редактора), М. А. Усейнов, Т. Н. Шахтахтинский

© Издательство «Эль», 1990 г.

Адрес: г. Баку, ул. Истиглаля, 10. Редакция «Докладов Академии наук Азербайджана»

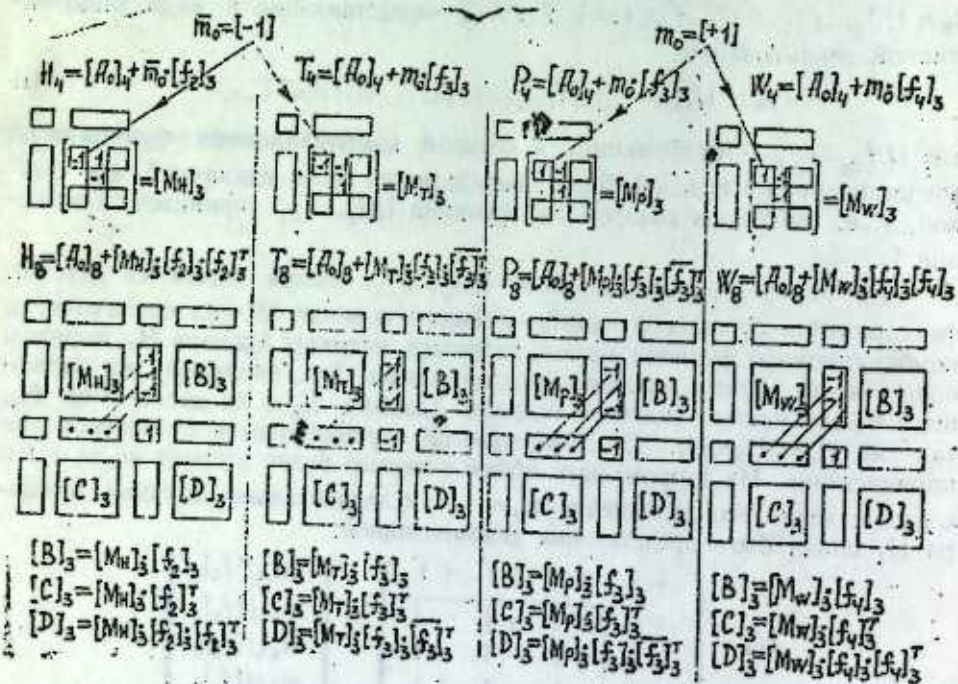
$$\begin{aligned}
 m_1 = [f_1]_3 &= [+1 \ +1 \ +1]; & \bar{m}_1 = [f_1]_3 &= [-1 \ -1 \ -1]; \\
 m_2 = [f_2]_3 &= [-1 \ +1 \ -1]; & \bar{m}_2 = [f_2]_3 &= [+1 \ -1 \ +1]; \\
 m_3 = [f_3]_3 &= [+1 \ -1 \ -1]; & \bar{m}_3 = [f_3]_3 &= [-1 \ +1 \ +1]; \\
 m_4 = [f_4]_3 &= [-1 \ -1 \ +1]; & \bar{m}_4 = [f_4]_3 &= [+1 \ +1 \ -1];
 \end{aligned}$$

есть совокупность искоемых логических подфункций, которые формируются из $m_0 = +1$ и $\bar{m}_0 = -1$ единичных элементов в соответствии с методикой, изложенной в работе [4].

По формуле (1) совокупность функций Уолша, например, матрицу Адамара H_n , можно представить в виде:

$$H_8 = \begin{bmatrix} f_0 \\ f_7 \\ f_3 \\ f_4 \\ f_1 \\ f_6 \\ f_2 \\ f_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_0 \cup [f_1]_3 \cup m_0 \cup m_0 \cdot [f_1]_3 \\ m_0 \cup [f_2]_3 \cup m_0 \cup m_0 \cdot [f_2]_3 \\ m_0 \cup [f_3]_3 \cup m_0 \cup m_0 \cdot [f_3]_3 \\ m_0 \cup [f_4]_3 \cup m_0 \cup m_0 \cdot [f_4]_3 \\ m_0 \cup m_0 \cup m_0 \cup m_0 \cup \bar{m}_0 \cup \bar{m}_0 \cup \bar{m}_0 \cup \bar{m}_0 \\ m_0 \cup m_0 \cdot [f_2]_3 \cup \bar{m}_0 \cup \bar{m}_0 \cdot [f_2]_3 \\ m_0 \cup m_0 \cdot [f_3]_3 \cup \bar{m}_0 \cup \bar{m}_0 \cdot [f_3]_3 \\ m_0 \cup m_0 \cdot [f_4]_3 \cup \bar{m}_0 \cup \bar{m}_0 \cdot [f_4]_3 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Формула (3) показывает, что на интервале длины $2^n - 1$ каждая из функций Уолша, совокупность которых формирует матрицу Адамара H_n , принимает симметрическую структуру относительно 2^{n-1} -ой координаты. Иначе говоря, если заданы значения подфункций $[f_i]_{2^{n-1}-1}$, или их



дополнения $[f_i]_{2^{n-1}-1}$, на левом полуинтервале рассматриваемого ин-

тервала $2-1$, то значения на правом полуинтервале можно вычислить по рекуррентной формуле:

$$(a_{2^{n-1}+2}, a_{2^{n-1}+2}, \dots, a_{2^n-1}) = a_{2^{n-1}} \cdot (a_1, a_2, \dots, a_{2^{n-1}-1}) \quad (4)$$

согласно которой производится покоординатное умножение элемента $a_{2^{n-1}}$ на вектор $(a_1, a_2, \dots, a_{2^{n-1}-1})$.

С увеличением длины интервала $N = 2^n$ ($n = 3, 4, \dots$), рекуррентная формула (4) обобщается для матриц порядка $[2^{n-1}-1]$:

$$\left. \begin{aligned} [B]_{2^{n-1}-1} &= [M]_{2^{n-1}-1} \cdot [f_1]_{2^{n-1}-1} \\ [C]_{2^{n-1}-1} &= [M]_{2^{n-1}-1} \cdot [f_1]_{2^{n-1}-1}^T \\ [D]_{2^{n-1}-1} &= [B]_{2^{n-1}-1} \cdot [f_1]_{2^{n-1}-1} \\ [B]_{2^{n-1}-1} &= [C]_{2^{n-1}-1}^T \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где $[M]_{2^{n-1}-1}$, $[B]_{2^{n-1}-1}$, $[C]_{2^{n-1}-1}$, $[D]_{2^{n-1}-1}$ — блочные матрицы, элементы строк и столбцов которых определяются по рекуррентной формуле (4). Так, например, матрица Адамара H_n на интервале $N = 2^3 = 8$ согласно (5) принимает вид:

$$H_8 = [A_8]_8 + \begin{bmatrix} [M]_3 & [f_1]_3 & [B]_3 \\ [f_1]_3^T & \bar{m}_0 & [f_1]_3^T \\ [C]_3 & [f_1]_3 & [D]_3 \end{bmatrix}$$

где $[A_8]_8$ — симметрическая матрица порядка $N = 2^3$, у которой равны 1 только элементы первой строки и первого столбца (функция $Wal_0 = 1$).

Разработанный метод факторизации пригоден для всех систем упорядочения $N = 2^n$ функций Уолша. Как пример, на рис. 1, приведены факторизованные матрицы функций Уолша, упорядоченные по Адамару H_n , Пэли P_n , Уолшу W_n и по Трахтману T_n .

В заключение отметим существенные отличия нового метода факторизации от общеизвестных:

- разбиение интервала определения функций Уолша отлично от дихотомического принципа и кратно числу $2^{n-1} - 1$;
- для определения всех элементов матрицы порядка $N = 2^n$, достаточно задать $2^{n-1} - 1$ исходных элементов;
- правило формирования элементов строк и столбцов формируемой матрицы порядка $2^n - 1$ отлично от кронекеровского произведения матриц;
- условие $a_{ik} = a_{ki}$ симметричности элементов матриц функций Уолша обобщено на блочные матрицы $[B]_{2^{n-1}-1} = [C]_{2^{n-1}-1}^T$;
- полученные новые формулы придают матрицам функций Уолша блочную структуру и свойство матриц Ханкеля.

Литература

1. Исмаилов К. Х., Мамедов М. И. Методы факторизации матриц функций Уолша порядка $N = 2^n$. Обзор. Деп. статья 22 с. ВНИИТИ.—Естественные и точные науки, № 11, 205, 1988. 2. Фридман А., Менон П. Теория и проектирование переключаемых схем (Пер. с англ.) Под ред. Тафта А. В.—М.: Мир, 1978. 3. Баранов С. И

К. Х. Исмаилов, М. И. Мамедов

**$N = 2^n$ ДӘРӘЧӘЛИ УОЛШ ФУНКЦИЈАЛАРЫ МАТРИСАЛАРЫНЫН
ЈЕНИ УСУЛЛА ТӘРТИБИ**

Комбинациялы функцияларын парчаланмасы асасында $2^n - 1$ тәртیبин интервалында, (Кронекер вурулма үсулундан фәргли), $N = 2^n$ дәрәчәли Уолш функциялары матрисаларынын јени тәртіб олуиға үсулу кәстәриләр.

Алынмыш рекуррент дүстурлара көрә Уолш функциялары матрисаларынын јени хәссәләри:

— $[2^{n-1} - 1]$ блоклу матрисалара парчаланмасы, Ханкел матрисаларынын хүсусијәтләри ашкар олуиғушдур.

K. Kh. Ismailov, M. I. Mamedov

A NEW METHOD OF FACTORIZATION OF WALSH MATRICES

An universal method of factorization (different from Kronecker product) of Walsh function matrices on interval of length $2^n - 1$ is developed on the basis of decomposition principles of combination functions. The recurrent relations obtained show new properties of Walsh matrices, i. e. decomposition of determination interval with blocks of length $2^{n-1} - 1$, block structure, and property of Hankel matrices.

УДК 517.9

МАТЕМАТИКА

Ф. А. АЛИЕВ

**ОБ ОДНОМ АНАЛОГЕ ТОЖДЕСТВА С. И. ПОХОЖАЕВА
ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ**

(Представлено академиком АН Азербайджана Ф. Г. Максудовым)

В работе [1] С. И. Похожаев, изучая вопрос о существовании и отсутствии собственных функций для нелинейного эллиптического уравнения второго порядка с нулевыми граничными условиями Дирихле, с помощью специального множителя получает тождество, которое помогает доказать отсутствие собственных функций исследуемой задачи. Затем этот результат С. И. Похожаевым обобщен для нелинейных эллиптических уравнений высокого порядка (см. [2]).

Оказывается, тождества такого типа весьма полезны и при изучении некоторых вопросов для нелинейных гиперболических уравнений.

Тождества типа тождества С. И. Похожаева для нелинейных гиперболических уравнений второго порядка использовались в работах [3], [4].

В этой статье с использованием нового множителя получено тождество, которое позволяет изучить некоторый класс задач для нелинейных гиперболических уравнений высокого порядка.

Рассмотрим в цилиндре $Q_1 = \Omega \times (0, t)$ следующее уравнение

$$u_{tt} + (-1)^m \Delta^m u + \lambda f(u) = 0, \quad (1)$$

где Ω — ограниченная область из R^n с достаточно гладкой границей Γ , λ — любое положительное число.

Умножим уравнение (1) на

$$\sum_{i=1}^n x_i \frac{\partial (\Delta^{m-1} u)}{\partial x_i} \quad (2)$$

и проинтегрируем по Q_1 , тогда получим

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \int_{Q_1} u_{tt} x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u \, dx \, dt + (-1)^m \sum_{i=1}^n \int_{Q_1} \Delta^m u x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u \, dx \, dt + \\ + \lambda \sum_{i=1}^n \int_{Q_1} f(u) x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u \, dx \, dt \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь и в дальнейшем $\Delta_{i, k}^{p, q} w = \frac{\partial^{p+q} (\Delta^q w)}{\partial x_i^p \partial x_k^q}$.

Интегрируя по частям каждый интеграл, входящий в равенство (3), получаем

$$(-1)^m \int_{Q_1} \Delta^m u \sum_{i=1}^n x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u \, dx \, dt = (-1)^m \frac{2-n}{2} \int_{Q_1} |\nabla^{2m-1} u|^2 \, dx \, dt +$$

$$+ (-1)^{m+1} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \int_0^t \int_{\Gamma} x_i \Delta_{m-1, i, k}^{0,1} u v_i(x) dx dt + \quad (4)$$

$$+ (-1)^m \sum_{i, k=1}^n \int_0^t \int_{\Gamma} x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u \Delta_{m-1, i, k}^{0,1} u v_k(x) dx dt,$$

$v_i(x)$ i -я компонента внешней нормали ν к Γ в точке x .

$$\lambda \int_{Q_t} f(u) \sum_{i=1}^n x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u dx dt = -\lambda \int_{Q_t} \Delta^{m-1} u (u f(u) + (x, \nabla f(u))) dx dt +$$

$$+ \lambda \sum_{i=1}^n \int_0^t \int_{\Gamma} \Delta^{m-1} u f(u) x_i v_i(x) dx dt, \quad (5)$$

где

$$(x, \nabla f) = \sum_{i=1}^n x_i \frac{\partial f}{\partial x_i}.$$

Наконец,

$$\int_{Q_t} u_{tt} \sum_{i=1}^n x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u dx dt = (-1)^m \left(m-1 + \frac{1}{2}\right) \int_{Q_t} |\nabla^{m-1} u|^2 dx dt +$$

$$+ \sum_{i=1}^n \int_{\Omega} x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u|_0^t dx + \int_0^t \int_{\Gamma} \Phi(u) dx dt, \quad (6)$$

где

$$\Phi(u) = (-1)^m (m-1) \sum_{i=1}^n \Delta_{\frac{m-2}{2}, i, k}^{1,0} u_i \Delta_{\frac{m-2}{2}} u_i v_i(x) +$$

$$+ (-1)^{m-1} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \Delta_{\frac{m-1}{2}} u_i x_i v_i(x) - \sum_{i=1}^n x_i u_i \Delta^{m-1} u_i v_i(x) +$$

$$+ (-1)^{m-2} \sum_{i, k=1}^n x_i \Delta_{\frac{m-2}{2}, i, k}^{1,1} u_i \Delta_{\frac{m-2}{2}} u_i v_k(x) +$$

$$+ \sum_{k=1}^n \Delta_{\frac{m-2}{2}, i, k}^{0,1} u_i \Delta_{\frac{m-2}{2}} u_i v_k(x) + \sum_{i=1}^n (G_1^{k,1}(u) + G_2^{k,1}(u))$$

при m четных,

$$\Phi(u) = (-1)^m (m-1) \sum_{i, k=1}^n \Delta_{\frac{m-3}{2}, i, k}^{1,1} u_i \Delta_{\frac{m-3}{2}, i, k}^{1,0} u_i v_k(x) +$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i \Delta_{\frac{m-1}{2}} u_i v_i(x) + (-1)^{m-1} (m-1) \sum_{i=1}^n \Delta_{\frac{m-3}{2}, i, k}^{1,0} u_i \Delta_{\frac{m-1}{2}} u_i v_i(x) -$$

$$- \sum_{i=1}^n x_i u_i \Delta^{m-1} u_i v_i(x) + \sum_{i=1}^n (G_1^{k,1}(u) + G_2^{k,1}(u))$$

при m нечетных.

Здесь $G_1^{k,1}(u)$ и $G_2^{k,1}(u)$ — есть сумма всевозможных произведений вида

$$\pm \Delta_{s, i, k}^{1,0} u_i \Delta^s u_i v_i(x),$$

$$\pm \Delta_{s, i, k}^{s,0} u_i \Delta_{i, i, k}^{1,0} (x_i u_i) v_k(x), \quad s < m-2, \quad s+l = m-2, \quad p+q = 1,$$

соответственно.

Суммируя (4), (5) и (6) с помощью уравнения (1), получаем формулу

$$-\lambda \int_{Q_t} \Delta^{m-1} u (u f(u) + (x, \nabla f(u))) dx dt + (-1)^m \frac{2-n}{2} \int_{Q_t} |\Delta^{2m-1} u|^2 dx dt +$$

$$+ (-1)^{m-1} \left(m-1 + \frac{n}{2}\right) \int_{Q_t} |\nabla^{m-1} u|^2 dx dt =$$

$$= -\lambda \sum_{i=1}^n \int_0^t \int_{\Gamma} \Delta^{m-1} u f(u) x_i v_i(x) dx dt -$$

$$- (-1)^{m+1} \frac{1}{2} \sum_{i, k=1}^n \int_0^t \int_{\Gamma} x_i \Delta_{m-1, i, k}^{0,1} u v_i(x) dx dt -$$

$$- (-1)^m \sum_{i, k=1}^n \int_0^t \int_{\Gamma} x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u \Delta_{m-1, i, k}^{0,1} u v_k(x) dx dt - \quad (7)$$

$$- \sum_{i=1}^n \int_{\Omega} x_i \Delta_{m-1, i, k}^{1,0} u_i|_0^t dx - \int_0^t \int_{\Gamma} \Phi(u) dx dt.$$

Тем самым доказана следующая

Лемма. Пусть $u(x, t)$ в Q_t — решение уравнения (1), принадлежащее классу $L_2(0, t; W_2^{2m}(\Omega))$ и Γ — достаточно гладкая. Если f дифференцируема, то для $u(x, t)$ справедлива формула (7).

При $m=1$ формула типа (7) получена в работе [3] и применена для изучения вопросов разрешимости и поведения решений для некоторых квазилинейных гиперболических уравнений с диссипациями на границе.

Для иллюстрации полезности формулы (7) рассмотрим следующую задачу

$$\begin{cases} u_{tt} + u_{xxxx} = 0, & 0 \leq x \leq 1, & t > 0, & (8) \\ u_x(0, t) = u_x(1, t) = 0, & & t > 0, & (9) \\ u_{xxx}(0, t) = 0, \alpha u_{xxt}(1, t) + u_{xxx}(1, t) = 0, & & t > 0, & 0 < \alpha < 1, & (10) \\ u(x, 0) = u_0(x), u_t(x, 0) = u_1(x), & & 0 \leq x \leq 1, & (11) \end{cases}$$

и попытаемся доказать стремление к нулю решения этой задачи при $t \rightarrow \infty$.

В частности, при $n=1, m=2, \lambda=0$ формула (7) для задачи (8)–(11) (при этом множитель (2) будет xu_{xxx}) примет вид

$$\frac{1}{2} \int_0^1 \int_0^1 u_{xxx}^2 dx dt + \frac{3}{2} \int_0^1 \int_0^1 u_{xt}^2 dx dt = - \int_0^1 x (u_t(x, 0) u_{xxx}(x, 0) -$$

$$- u_t u_{xxx}) dx - \int_0^1 u_t(1, t) u_{xxt}(1, t) dt + \frac{1}{2} \int_0^1 u_{xxx}^2(1, t) dt. \quad (12)$$

Теперь умножим уравнение (8) на $u_t - u_{xxt}$ и, интегрируя по x и по t при условиях (9)–(11), имеем

$$\frac{1}{2} \int_0^1 u_{xt}^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^1 u_{xxx}^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^1 u_t^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^1 u_{xx}^2 dx -$$

$$\begin{aligned}
 & - \int_0^1 u_{xxx}(1, t) u_{xxt}(1, t) dt + \int_0^1 u_{xxx}(1, t) u_t(1, t) dt = \\
 & = \frac{1}{2} \int_0^1 u_1^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^1 u_{0xxx}^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^1 u_{1x}^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^1 u_{0xxx}^2 dx = C. \quad (13)
 \end{aligned}$$

Умножим (12) на α , сложим с (13), тогда получим

$$E(t) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \int_0^1 E(s) ds \leq C_1 \quad (14)$$

где

$$E(t) = \int_0^1 u_{xt}^2 dx + \int_0^1 u_{xxx}^2 dx,$$

$$C_1 = \frac{\alpha+1}{\alpha-1} C.$$

С помощью неравенства (14) легко доказывается следующая

Теорема. Пусть $u_0 \in W_2^3(0, 1)$, $u_1 \in W_2^1(0, 1)$. Тогда для решений задачи (8)–(11) имеет место

$$E(t) \leq C_1 e^{-\frac{\alpha}{1-\alpha} t}, \quad t > 0.$$

Литература

1. Похожаев С. И.—ДАН СССР, 1965, т. 165, № 1, с. 36–39. 2. Похожаев С. И.—Математический сборник, 1970, т. 82 (124), № 2 (6), с. 192–212. 3. Алиев А. Б.—ДАН СССР, 1986, т. 288; № 6, с. 1289–1292. 4. J. L. Lions. Mat. Appl. Contr., v. 6, n° 1, p. 7–16, 1987.

АзПИ им. Ч. Ильдирма

Поступило 29. III, 1989

Ф. А. Алиев

ГЕЈРИ-ХЭТТИ ГИПЕРБОЛИК ТЭНЛИК ҮЧҮН С. И. ПОХОЖАЈЕВ ЕЈНИЛИНИН АНАЛОГУ ҲАГҒЫНДА

Мағалла јуксак тартибли гејри-хэтти гиперболик тенлик үчүн С. И. Похожаев ејнилинин аналогу алынмыш ва онун тәтбиги кәстәрилмишидир.

F. A. Aliev

ON ONE ANALOGY OF S. I. POHOZAEV'S IDENTITY FOR NONLINEAR HYPERBOLIC EQUATIONS

Using a new multiplier is obtained an identity which admits to study some class of problems for nonlinear hyperbolic equations of high order.

УДК 517. 948:513. 88:518

МАТЕМАТИКА

Я. АСРОРОВ, чл.-корр. АН Азербайджана Я. Д. МАМЕДОВ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С ПАРАМЕТРОМ

Рассмотрим следующую краевую задачу с параметром (см., напр., [1])

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x, \lambda), \quad x(0) = x_0, \quad x(T) = x_T. \quad (1)$$

Очевидно, что эта задача эквивалентна системе уравнений

$$\left. \begin{aligned}
 x &= F(x, \lambda) = x_0 + \int_0^1 f(s, x, \lambda) ds, \\
 P(x, \lambda) &= x_T - x_0 - \int_0^1 f(s, x, \lambda) ds = 0.
 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

1. Прежде, чем заниматься решением системы (2), рассмотрим более общую систему операторных уравнений.

Через E_i ($i = 1, 2$) обозначим некоторые банаховы пространства, а через S_i ($i = 1, 2$) — шары в них с центрами, соответственно в точках x_0 , y_0 и с радиусами r_i ($i = 1, 2$).

Рассмотрим систему

$$\left. \begin{aligned}
 x &= F_1(x, y), \\
 y &= F_2(x, y).
 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Для приближенного решения этой системы последовательные приближения строим следующими равенствами

$$\left. \begin{aligned}
 x_{n+1} &= F_1(x_n, y_n), \\
 y_{n+1} &= F_2(x_n, y_n) \quad (n = 1, 2, \dots).
 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Теорема 1. Пусть операторы $F_i(x, y)$ ($i = 1, 2, \dots$) определены в $S_1 \times S_2$, непрерывны по совокупности переменных и удовлетворяют условиям

$$\|F_1(\bar{x}, \bar{y}) - F_1(x, y)\| \leq \alpha_1 \|\bar{x} - x\| + \alpha_2 \|\bar{y} - y\| \quad (5)$$

$$\|F_1(x_0, y_0) - x_0\| \leq u' - \alpha_1 u' - \alpha_2 v_0 \quad (6)$$

$$\|F_2(\bar{x}, \bar{y}) - F_2(x, y)\| \leq \beta \|\bar{x} - x\| \quad (7)$$

$$\|F_2(x_0, y_0) - y_0\| \leq \varphi(v_0) - \beta u' - v_0,$$

$$\|F_2'(x, y)\| \leq \varphi'(v) \quad (x \in S_1, \|y - y_0\| \leq v - v_0).$$

Функция $\varphi(v)$ ($v_0 \leq v \leq v' = v_0 + z_2$) и $\alpha_1, \alpha_2, \beta$ таковы, что система

$$\left. \begin{aligned} u &= \alpha_1 u - \alpha_2 v, \\ v &= -\beta u + \varphi(v) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

имеет решение $(u^*, v^*) \in [u_0, u'] \times [v_0, v']$.

Тогда система (3) имеет решение (x^*, y^*) и это решение является пределом последовательных приближений (x_n, y_n) , определенных равенствами (4). Скорость сходимости определяется неравенствами

$$\left. \begin{aligned} \|x^* - x_n\| &\leq \bar{v}_n - \bar{u}, \\ \|y^* - y_n\| &\leq \underline{v} - \underline{v}_n \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где (\bar{u}, \underline{v}) является решением системы (7), причем $\bar{u} \geq u^*, \underline{v} \leq v^*$; а $(\bar{u}_n, \underline{v}_n)$ определяются равенствами

$$\left. \begin{aligned} \bar{u}_{n+1} &= z, \bar{u}_n - \alpha_2 \underline{v}_n, \bar{u}_0 = u', \\ \underline{v}_{n+1} &= -\beta \bar{u}_n + \varphi(\underline{v}_n), \underline{v}_0 = v_0 \\ (n &= 0, 1, 2, \dots) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Доказательство этой теоремы проводится аналогично доказательству соответствующей теоремы из книги [2].

2. Теперь рассмотрим систему

$$\left. \begin{aligned} x &= F(x, y), \\ P(x, y) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Для приближенного решения этой системы последовательные приближения построим следующим образом (комбинация методов простой итерации и видоизменение метода Ньютона—Канторовича [3])

$$\left. \begin{aligned} x_{n+1} &= F(x_n, y_n), \\ y_{n+1} &= y_n - \Gamma_0 P(x_n, y_n) \\ (n &= 0, 1, 2, \dots) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

где $\Gamma_0 = [P'_y(x_0, y_0)]^{-1}$.

Теорема 2. Пусть непрерывный по совокупности переменных оператор $F(x, y)$ ($(x, y) \in S_1 \times S_2$) удовлетворяет условиям (5), (6).

Пусть непрерывный по совокупности переменных оператор $P(x, y)$ ($(x, y) \in S_1 \times S_2$) удовлетворяет условиям

$$\|\Gamma_0 [P(\bar{x}, y) - P(x, y)]\| \leq \beta \|\bar{x} - x\| \quad (12)$$

$(x, \bar{x} \in S_1, y \in S_2)$,

$$\|\Gamma_0 [P'_y(x, y) - P'_y(x_0, y)]\| \leq \gamma \|x - x_0\| \quad (13)$$

$(x \in S_1, y \in S_2)$,

$$\|\Gamma_0 P(x_0, y_0)\| \leq c_0 \psi(v_0) - \beta u' + \gamma r_1 v_0$$

$(c_0 = -1/\psi'(v_0))$,

$$\|\Gamma_0 P'_y(x_0, y)\| \leq c_0 \psi''(v)$$

$(\|y - y_0\| \leq v - v_0 \leq r_2)$.

Пусть, наконец, система

$$\left. \begin{aligned} u &= \alpha_1 u - \alpha_2 v, \\ \gamma r_1 v - \beta u + c_0 \psi(v) &= 0 \end{aligned} \right\}$$

имеет решение.

Тогда все утверждения теоремы 1 остаются в силе, только в (7) и (9) необходимо положить

$$\varphi(v) = (1 + \gamma r_1) v + c_0 \psi(v).$$

Эта теорема является следствием теоремы 1, если положить

$$F_1(x, y) = F(x, y), \quad F_2(x, y) = y - \Gamma_0 P(x, y).$$

Теорема 3. Пусть непрерывный по совокупности переменных оператор $F(x, y)$ ($(x, y) \in S_1 \times S_2$) удовлетворяет условиям (5), (6) ($u_0 = v_0 = 0$).

Пусть непрерывный по совокупности переменных оператор $P(x, y) \times \times ((x, y) \in S_1 \times S_2)$ удовлетворяет условиям (12), (13) и

$$\|\Gamma_0 P(x_0, y_0)\| < \tau, \quad \|\Gamma_0 P'_y(x_0, y)\| \leq K (y \in S_2).$$

Тогда, если

$$\left. \begin{aligned} A &= \left(1 - \gamma r_1 - \frac{\beta r_2}{1 - \alpha_1}\right)^2 - 2K(\beta r_1 + \tau) \geq 0, \\ \underline{v} &= \frac{1 - \gamma r_1 - \frac{\beta r_2}{1 - \alpha_1} - \sqrt{A}}{K} \leq r_2 \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

то система (10) имеет решение (x^*, y^*) и это решение является пределом последовательных приближений (11). Скорость сходимости определяется следующим образом

$$\left. \begin{aligned} \|x^* - x_n\| &\leq \epsilon_n, \\ \|y^* - y_n\| &\leq \delta_n \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

где

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_n &= \alpha_1 \epsilon_{n-1} + \alpha_2 \delta_{n-1}, \\ \delta_n &= \beta \epsilon_{n-1} + (\gamma r_1 + \nu) \delta_{n-1} \\ \epsilon_0 &= r_1, \quad \delta_0 = r_2. \end{aligned} \right\}$$

Эта теорема является следствием теоремы 2, если положить

$$u_0 = v_0 = 0, \quad \psi(v) = Kv^2 - 2v + 2(\beta r_1 + \tau).$$

3. В заключение вышедоказанную общую теорему применим к решению задачи (1).

Теорема 4. Пусть функция $f(t, x, \lambda)$ ($0 \leq t \leq T, \|x - x_0\| \leq r_1, |\lambda - \lambda_0| \leq r_2, \lambda_0 = x_T - x_0$) непрерывна по совокупности переменных и удовлетворяет условиям

$$|f(t, \bar{x}, \bar{\lambda}) - f(t, x, \lambda)| \leq \lambda_1 |\bar{x} - x| + \alpha_2 |\bar{\lambda} - \lambda|$$

$((\alpha_1 + \alpha_2) T \leq 1)$,

$$M = \max_{(t, x, \lambda)} |f(t, x, \lambda)| \leq (1 - \alpha_1) r_1,$$

$$F = \left| \int_0^T f'_t(s, x_0, \lambda_0) ds \right| > 0,$$

$$\int_0^T |f''_t(s, x_0, \lambda)| ds \leq KF,$$

$$\left| \lambda_0 - \int_0^T f(s, x_0, \lambda_0) ds \right| \leq F \eta,$$

$$\left| f'_\lambda(t, \bar{x}, \lambda) - f'_\lambda(t, x, \lambda) \right| \leq \gamma F |\bar{x} - x|.$$

Тогда, если выполнено условие (11) с той разницей, что α_1, γ заменяются соответственно через $\alpha_1 T, \gamma T$, а $\beta = FT \alpha_1$, то система (1) имеет решение (x^*, λ^*) и это решение является пределом приближений

$$\left. \begin{aligned} x_{n+1} &= x_0 + \int_0^t f(s, x_n, \lambda_n) ds, \\ \lambda_{n+1} &= \lambda_n - \frac{1}{F} (x_T - x_0) + \frac{1}{F} \int_0^T f(s, x_n, \lambda_n) ds \\ (n &= 0, 1, 2, \dots). \end{aligned} \right\}$$

Скорость сходимости определяется с помощью неравенств (15).

В заключение заметим, что можно было бы доказать и однозначную разрешимость рассмотренных систем уравнений, а также сходимости комбинации методов простой итерации и Ньютона—Канторовича.

Литература

1. Сансоне Дж. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Т. 2. М., 1954.
2. Мамедов Я. Д., Аширов С. Методы последовательных приближений для решения операторных уравнений.—Ашхабад, 1980. 3. Канторович Л. В., Акилов Г. П. Функциональный анализ.—М.: Наука, 1977.

Бакинский государственный университет

Поступило 22. XI 1989г.

Я. Асоров, Я. Ч. Мамедов

ПАРАМЕТРИ СƏРХƏД МƏСƏЛƏСИННН БИР ҺƏЛЛ ҮСУЛУ ҺАГДА

Мағаләдә аввалда оператор тәликләр системнә керә ади ардычыл јахылашма ва Нүтон-Канторович үсулларынын комбинациясы васитәсилә гурулмуш јахылашмаларын йығылмасы үчүн кафи шартлар тапылдыгы, сонрадан исе бу үмуми нәтижәләрни параметри сәрхәд мәсәләсинин һәллине тәتبиги кәстәрилләр.

Ya. Asorov, Ya. D. Mamedov

ON METHOD OF VALUE PROBLEM WITH PARAMETER

Necessary conditions is found for operator system equations with help combination of method Newton-Kantorovich and method approach by gradually. Then, obtained results is applied for solution of value problem with parameter.

З. Ф. АГАЕВ, Г. С. СЕИДЛИ, Н. М. ШУКЮРОВ, Е. Б. ХЫДЫРОВА

ЭКСКЛЮЗИЯ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В $Cd_xHg_{1-x}Te$ С $P^+ - P$ КОНТАКТАМИ

(Представлено академиком АИН Азербайджана Э. Ю. Салаевым)

До настоящего времени изучению явления контактной эксклюзии—обеднения свободными носителями заряда объема полупроводникового материала под действием электрического поля посвящено немало работ.

Это связано с тем, что оно представляет интерес как способ управления концентрацией носителей заряда в кристаллах с близкой к собственной проводимостью. Однако до сегодняшнего дня это явление в основном изучалось в широкозонных материалах, таких, как Ge и Si с различными контактами Sn, Pb, Jn и др. [1—3]. Теоретически и экспериментально установлены его основные закономерности при любых уровнях отклонения концентрации носителей заряда от равновесной.

Слабое изучение эффекта, по-видимому, связано с тем, что применение материалов почти собственной проводимости было ограниченным. Существенный же вклад базовой области в общее сопротивление всей структуры может ожидать только в этом случае. А при использовании антизапорных контактов этот вклад должен быть определяющим.

Поэтому, учитывая вышесказанное, для наблюдения явления контактной эксклюзии самым подходящим материалом могут служить монокристаллы указанного твердого раствора $p-Cd_xHg_{1-x}Te$ из-за существования в нем в широком диапазоне температур почти собственной проводимости.

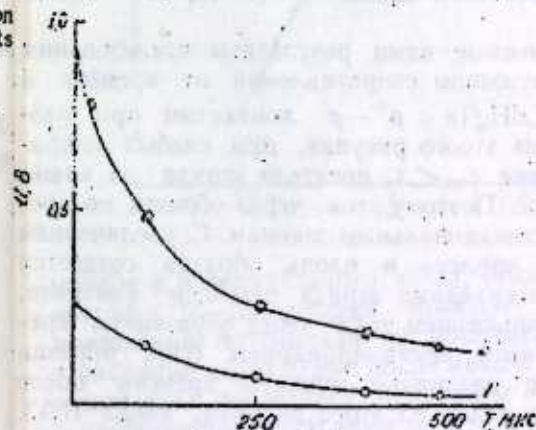


Рис. 1. Временная зависимость тока в образцах $p-Cd_xHg_{1-x}Te$ с $p^+ - p$ контактом при различных напряжениях U, V : 1—5, 2—20.

Данная работа посвящена экспериментальному исследованию эффекта контактной эксклюзии в условиях сильной эксклюзии при протекании

тока через антизапорные контакты. Последние, как известно, могут быть получены либо при помощи нейтрального металла, работа выхода электронов из которого больше той же величины в р-типа полупроводнике, либо при помощи дополнительного легирования основной базы. Эффект уменьшения проводимости полупроводника при этом связан с эксклюзией (вытягиванием) электроннодырочных пар носителей заряда электрическим полем.

Эксперименты проводились с кристаллами $p\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ с составом $0,25 \leq x \leq 0,30$, полученными методом твердотельной рекристаллизации и имели при температуре $T = 80 \text{ K}$ концентрации и подвижность носителей заряда $P_n = (2 \div 7) \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$, $\mu_p = (1 \div 9) \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{С}$ соответственно. Антизапорные контакты к кристаллам получались методом сплавления олова в травленную поверхность. Для предотвращения джоулева нагрева

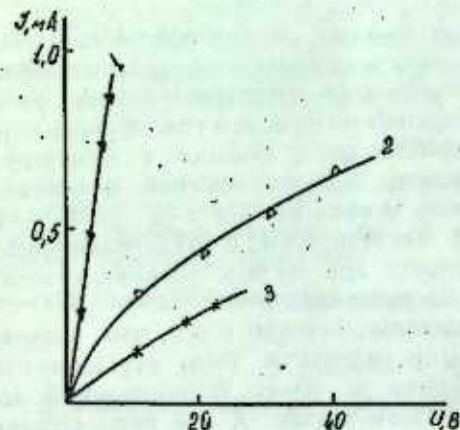


Рис. 2. Нестационарные ВАХ $p\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ при различных моментах после начала импульса напряжения. Задержка, мкс: 1—1, 2—30, 3—90. $T = 80 \text{ K}$.

при высоких электрических полях эксперименты проводились в импульсном режиме. При этом на образец подавались импульсы напряжения, рассматривались релаксация изменения тока и ВАХ через различные моменты времени после выключения импульса напряжения.

Исследуемые образцы имели размеры при диффузионной длине $L_D = (25 \div 70) \text{ мкм}$ и времени жизни носителей заряда $\tau = (1 \div 15) \cdot 10^{-3} \text{ С}$ для различных составов x .

На рис. 1 представлены полученные нами результаты исследования зависимости напряжения на нагрузочном сопротивлении от времени в режиме эксклюзии в образцах $p\text{-CdHgTe}$ с $p^+ - p$ контактом при различных напряжениях. Как видно из этого рисунка, при слабых напряжениях, когда выполняется условие $t_{np} < \tau$, носители заряда за время жизни участвуют в проводимости. Поэтому ток через образец по времени определяется по обычным экспоненциальным законам. С увеличением напряжения уменьшается время пролета и вдоль образца создается условие для обеднения основными носителями заряда около p^+ контакта, что сопровождается линейным уменьшением тока через образец по времени (кривая 2, рис. 1). Для снятия нестационарных ВАХ образцы нами исследована ВАХ снятых в различные моменты времени после начала импульса напряжения. Как видно из этого рисунка, когда ВАХ снята при малых задержках, то имеет место линейная зависимость между током и напряжением, в этом случае электронно-дырочные пары еще не вынесены из образца (кривая 1, рис. 2). С увеличением времени задержки

относительно начала импульса напряжения из образца вынесено уже большее количество электронно-дырочных пар. Поэтому наклон ВАХ уменьшается (кривые 2 и 3, рис. 2). Нужно сказать, что после окончания переходного процесса ВАХ оптическая и проводимость образца определяется дырками, нейтрализующими ионизированные акцепторы.

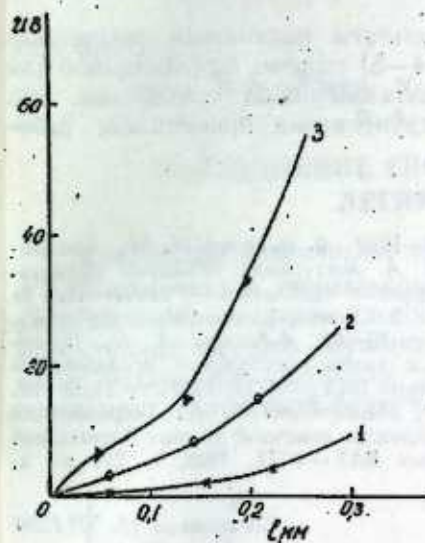


Рис. 3 а. Распределение потенциала вдоль образца $t_{зд} = 10 \text{ мкс}$, В: 1—5, 2—10, 3—20.

Нами также рассмотрено распределение потенциала вдоль образца для определения длины истощенной области при различных условиях. Для этого нами использован зондовый метод. Положение зонда фиксировалось с помощью резистивного датчика перемещений. Напряжения, спи-

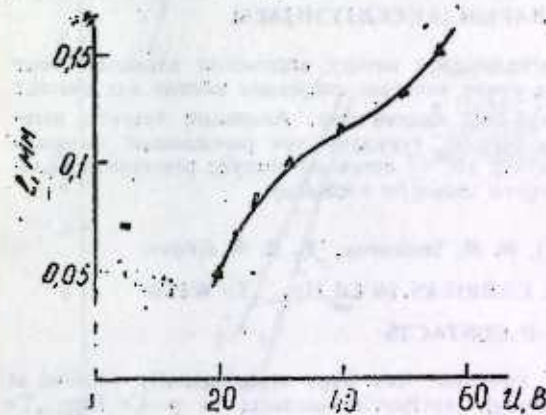


Рис. 3 б. Длина истощенной области в зависимости от амплитуды напряжения $t_{зд} = 10 \text{ мкс}$. $T = 80 \text{ K}$.

маемые с потенциального зонда, подавались на стробоскопический осциллограф С 7—12, который позволяет вести автоматическую запись распределений потенциала по координате. Результаты этого исследования, записанные через 10 мкс после начала импульса напряжения при различных амплитудах последнего, приведены на рис. 3. Как видно из этого рисунка, с увеличением расстояния от p контакта четко различаются две области: область равновесной концентрации, где потенциал фактически меняется

очень медленно, и область истощения с быстрым ростом потенциала. Переход от одной области к другой при различных напряжениях происходит скачкообразно. Используя эту методику, нами построена зависимость длины истощенной области от величины амплитуды импульса напряжения для времени задержки, 10 мкс которой показаны на рис. 3б. Как видно из этого рисунка, с увеличением напряжения длина истощенной области монотонно увеличивается.

Полученные экспериментальные результаты фактически полностью объясняются на основе предложенной в [4—5] теории, разработанной для аналогичных неоднородных структур с антизапорными контактами. Эти исследования также интересны при конструировании приемников, работающих при импульсном режиме.

Литература

1. Gibson A. F.—Physica, 1974, №20, p. 1058—1059.
2. Видулин И. М., Запороженко Ю. А., Видулина Л. Ф., Глауберман М. А. Модуляция объемной проводимости полупроводникового стержня при помощи эффекта эксклюзии.—Радиотехника и электроника, 1974, т. 19, в. 10, с. 2123—2130.
3. Aronov V. A., Mametkylov R., Rubinov V. V.—Phys. St. Sol (a), 1981, 68, №1, p. 61—68.
4. Аюбян А. А., Витусевич С. А., Малютенко В. К. Теоретическое и экспериментальное исследование эксклюзии в образцах конечной длины. Стационарные ВАХ.—ФТП, 1987, т. 21, в. 10, с. 1783—1788.
5. Аюбян А. А., Витусевич С. А., Малютенко В. К. Теоретическое и экспериментальное исследование эксклюзии в образцах конечной длины. Переходный процесс при включении поля и нестационарные ВАХ.—ФТП, 1988, т. 22, в. 3, с. 471—478.

НИИ фотоэлектроники

Поступило 12. II 1990

З. Ф. Агаев, Г. С. Сеидли, Н. М. Шукүров, Ж. Б. Хыдырова P⁺-P КОНТАКТЫ Cd_xHg_{1-x}Te МОНОКРИСТАЛЫНДА ЛЮКДАШЫЛЫЧЪЛАРЫН [ЕКСКЛЮЗИЯСЫ

Магаләдә бәрк чисмларын [рекристаллизация] методу васитәсилә алынмыш ачыг контакты p-Cd_xHg_{1-x}Te кристалында күчлү електрик сәһәсинин тәсири илә контакт эксклюзия процесинин тәчрүби тәдқиғинә һәср едилмигидир. Алынмыш тәчрүби нәтижәләрин аналогич ачыг контакты гејри-бирчине гурулуш үчүн јарадылмыш нәзәријә илә тамамилә изәһи верилдир. Сүбүт олунур ки, бу нәтижәләр импульс режиминдә ишләјән гәбуједичиләрин јарадылмасында мүһүм әһәмийәт кәсб едир.

Z. F. Agaev, G. S. Seidli, N. M. Shukurov, J. B. K'dirova SWEEP-OUT OF CHARGE CARRIERS IN Cd_xHg_{1-x}Te WITH P⁺-P CONTACTS

In this paper the effect of contact sweep-out has been experimentally studied at the high electric field conditions through antibarrier contacts in p-Cd_xHg_{1-x}Te (0,25 < x < 0,30) crystals obtained by solid state recrystallization method. Obtained experimental results are completely explained by the theory which is worked out for analogous nonhomogeneous structures with antibarrier contacts. It is shown that these results are of interest in constructing of the receivers operating in pulse mode.

УДК 621. 315. 592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Акад. М. И. АЛИЕВ, Х. А. ХАЛИЛОВ, Г. Б. ИБРАГИМОВ,
Э. А. АЛЕКПЕРОВА

ПОГЛОЩЕНИЕ СВОБОДНЫМИ НОСИТЕЛЯМИ В ЛЕГИРОВАННОМ GaAs

Легирование различными элементами полупроводниковых соединений A^{III}B^V приводит к аномальному поведению ряда параметров, что связывается с образованием сложных структурных дефектов [1]. Одним из эффективных методов изучения структурных дефектов является исследование механизмов рассеяния свободных носителей на нарушениях идеальности кристаллической решетки.

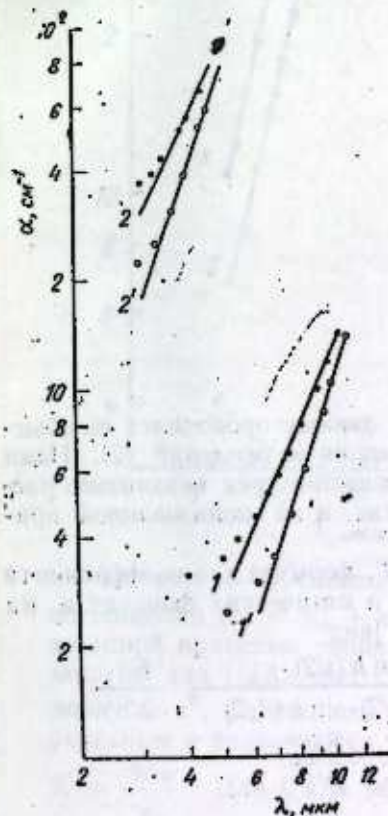


Рис. 1. Поглощение света свободными носителями в GaAs <Te>N; 1— $2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, 2— $5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Сплошные линии теоретические, точки—экспериментальные значения, 1, 2—300; 1¹, 2¹—92 К.

В работе исследуются инфракрасные спектры поглощения арсенида галлия, легированного различными примесями с концентрацией носителей заряда $2 \cdot 10^{17} - 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Образцы были изготовлены из моно-

кристаллов GaAs, легированные (Te, Sn, Zn), полученными методом Чохральского.

На рис. 1—3 представлены спектры поглощения $\alpha(\lambda)$ образцов GaAs, легированных (Te, Sn, Zn). Длинноволновые части кривых линейны и эти части спектров $\alpha = f(\lambda)$ хорошо описываются зависимостью $\alpha \sim \lambda^\gamma$, где γ — является характеристикой механизмов рассеяния носителей заряда в кристалле.

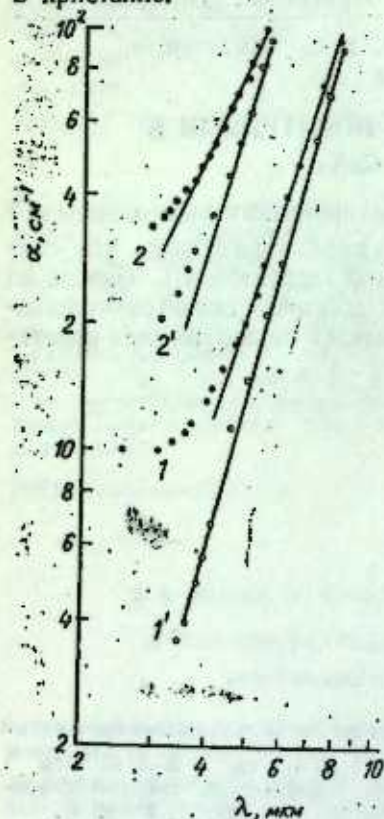


Рис. 2. Поглощение света свободными носителями в GaAs 1— $7,5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, 2— $2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$; сплошные линии — теоретические, точки — экспериментальные значения: 1—300 К, 1'—92 К.

Анализ полученных экспериментальных данных проводился по общеизвестным формулам, полученным методом теории возмущений [2]. Нами были оценены вклады в коэффициенты поглощения трех механизмов рассеяния: на акустическом и оптическом фонах, и на ионизированной примеси.

Когда энергия фотона $h\omega \gg h\omega_2, E_F, kT$, формула для коэффициента поглощения при рассеянии на акустических и оптических фонах и на ионизированной примеси имеет следующий вид

$$\alpha_{\text{опт}} = \frac{16(e^2 e^*) m^*}{9 h^2 c n \omega_e M \tau_e \kappa_0 T} \cdot \frac{\sin h(z/2)}{\sin h(Ze/2) \cdot \sin h(Z/2)} \cdot \frac{F_{3/2}}{Z^{1/2}}$$

$$\alpha_{\text{ак}} = \frac{16 e^2 m^* \kappa_0 T |E_1|^2}{9 \pi^2 h^3 c n \rho s^2} \cdot \frac{F_{3/2}}{Z^{3/2}}$$

$$\alpha_{\text{ион}} = \frac{64 e^2 N_{\text{ион}}}{9 h c n \epsilon^2 (\kappa_0 T)^2} \cdot \frac{F_{3/2}}{Z^{1/2}}$$

где $Z = h\omega/\kappa_0 T$, $Z_e = h\omega_e/\kappa_0 T$, $F_{3/2}$ — интеграл Ферми.

При расчетах использовались следующие численные величины параметров, входящих в расчетные формулы: деформационный потенциал $E_1 = 6,3 \text{ эВ}$ для всех значений N и T , как и в [2], плотность кристалла $\rho = 5,31 \text{ г/см}^3$, продольная скорость звука $S = 5,22 \cdot 10^5$, эффективный заряд иона $e^* = 0,17$, приведенная масса пары ионов $M = 5,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}$, энергия продольного оптического фонона $h\omega = 0,035 \text{ эВ}$, объем элементарной ячейки $v_c = 4,52 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3$, статическая диэлектрическая постоянная $\epsilon = 12,5$.

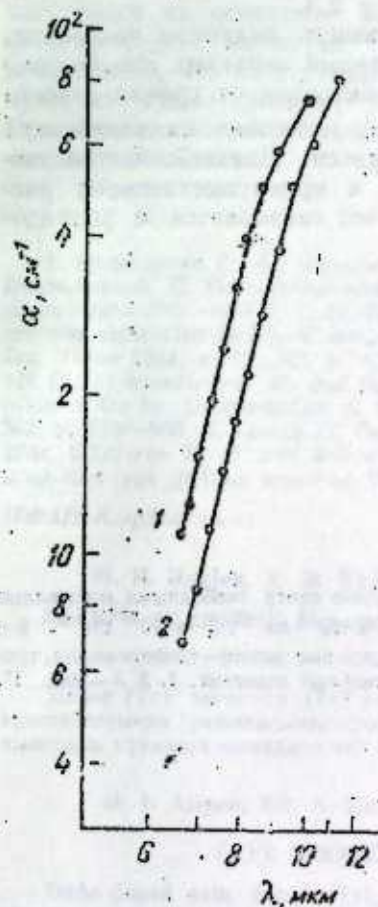


Рис. 3. Поглощение света свободными носителями в GaAs<Zn> ($N_p = 2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$) 1—300 К, 2—92 К.

На рис. 1—3 сплошными линиями показаны рассчитанные кривые поглощения ($\alpha^p = \alpha_{\text{ак}} + \alpha_{\text{опт}} + \alpha_{\text{ион}}$). При расчете вклада рассеяния ионизированной примесью заряд иона был принят равным единице. Как показано [3] для GaAs учет степени компенсации v приводит к увеличению значения α^p . Однако наклон спектральных зависимостей α^p при $v = 0$ и реальным v различаются. Различие тем, сильнее, чем меньше отношение $K = \frac{\alpha_{\text{ион}}}{\alpha}$. Для GaAs значение $K = 0,3—0,4$. При вычислении $\alpha_{\text{ион}}$ для всех температур были выбраны величины $N_{\text{ион}}/N$, равные 3; 7 соответственно GaAs<Te> $N = 2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$; GaAs<Sn> $N = 2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Критерием выбора величины $N_{\text{ион}}/N$ служило наилучшее совпадение рас-

четных и экспериментальных кривых поглощения. Независимость $N_{\text{пол}}/N$ от температуры в данном случае соответствует тому, что $N \neq f(T)$.

Из рис. 1 видно, что для GaAs<Te> в первой группе образцов ($N = 2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$) $\gamma = 2,9$ (92 K) и $\gamma = 2,2$ (300 K), а во второй группе образцов ($N = 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$) $\gamma = 2,6$ (92 K) и $\gamma = 2,3$ (300 K).

Как видно из рис. 2, для GaAs<Sn> в первой группе образцов ($N = 7,5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$) $\gamma = 2,9$ (92 K) и $\gamma = 2,5$ (300 K), а во второй группе ($N = 2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$) соответственно равна 2,9 и 2,3.

Зависимость параметра γ , характеризующего механизм рассеяния, от концентрации электронов носит немонотонный характер. Это связано с тем, что при возрастании концентрации электронов от уровня слабого легирования до $N \sim 10^{18} \text{ см}^{-3}$ доминирующее рассеяние на колебаниях решетки сменяется рассеянием на ионах примеси. Дальнейшее увеличение концентрации носителей вновь приводит к преимущественному рассеянию электронов на колебаниях решетки, что связывается с упорядочением примеси [1].

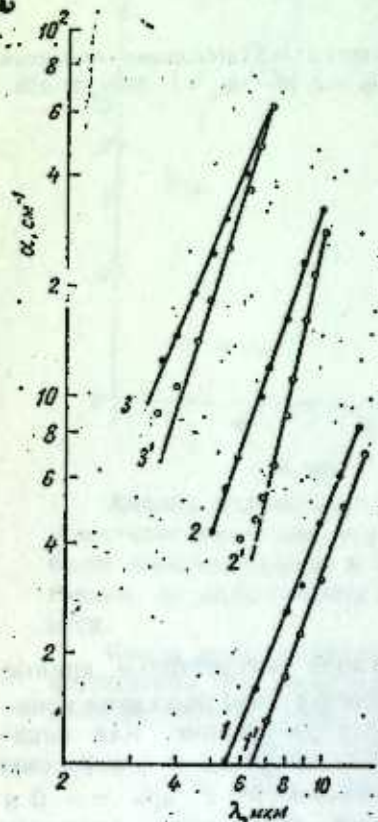


Рис. 4. Поглощение света свободными носителями в p-GaAs N : 1— $2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, 2— $4 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, 3— $2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Сплошные линии—теоретические, точки—экспериментальные значения: 1, 2, 3—300; 1', 2', 3'—92 K.

Из рис. 3 видно, что для GaAs<Zn> экспериментальные значения γ и α превосходят расчетные, указывая на появление дополнительных источников рассеяния типа ионизованных сложных дефектов. Для объяснения роста значений спектрального параметра необходимо предполагать, что в GaAs Zn образуют многозарядовые ассоциации или заряженные

линии, дающие сильную спектральную зависимость $\alpha(\omega) \sim \omega^{-4} 10^{-4}$ (4), чем ионизованные примеси.

На рис. 4 представлены спектры поглощения $\alpha(\lambda)$ нелегированных GaAs. Из рис. 1—4 видно, что в результате введения примесей увеличивается сечение поглощения свободными электронами; в длинноволновой области оно в несколько раз больше, чем в нелегированных образцах с такой же концентрацией носителей заряда.

Наблюдаемое дополнительное поглощение в области от основного края поглощения на свободных носителях, обычно связывают с переходами электронов из основного минимума зоны проводимости при $K = 0$ в дополнительные минимумы той же зоны. Полученные нами результаты показывают, что на поглощение в переходной области влияют также и присутствующие примеси, увеличивающие общий уровень поглощения. При этом поглощение свободными носителями проявляется в более коротковолновой области.

Литература

1. Балагурова Е. А., Греков Ю. Б., Прудникова И. А., Семиколова Н. Д., Шабалин В. П. Поглощение инфракрасного излучения свободными носителями в соединениях типа A^{III}B^V.—ФТП, т. 18, №6, с 101. 2. Haga E. and Kimura H. Free-carrier infrared absorption in III—V semiconductors III. GaAs, InP, GaP and Ga Sb. J. Phys. Soc. Japan 1964, v. 19, №5, p. 658—669. 3. Walikiewicz W., Dogowski L., Jastzebski L., Lichtensterger M. and Gatos H. C. Electron mobility and free carrier absorption in Ga As. Determination of the compensation ratio. J. Appl. Phys. 1979, v. 50 №2, p. 899—908. 4. Гроссе П. Свободные электроны в твердых телах.—М.: Мир, 1982, 270с. 5. Spitsren W. G. and Whelan J. M. Infrared absorption and electron effective mass in n-type gallium arsenide. Phys. Rev. 1959, v. 114, №1 p. 59—63.

ИФАН Азербайджана

Поступило 13. X 1989

М. И. Әлијев, Х. Ә. Хәлилов, Һ. Б. Ибраһимов, Е. А. Әлэкбәрова

ЛЕГИРӘ ОЛУНМУШ GaAs-дә ИШЫҢЫН СӘРБӘСТ ЈУКДАШЫҢЫЧЫЛАРДАН УДУЛМАСЫ

Донор (Te), акцептор (Zn) Һәм амфотер (Sn) ашгарлары илә легирә олуиш GaAs кристалларында јукдашыҗычылари концентрасијасы еҗи олдугда сәрбәст јукдашыҗычылардан удулмаја ашгарлар тәсир едир.

M. I. Aliyev, Kh. A. Khalilov, G. B. Ibragimov, E. A. Alekperova

FREE CARRIER ABSORPTION IN DOPED GaAs

GaAs doped with donor (Te), acceptor (Zn) and amphoteric (Sn) impurities is shown (at similar carrier concentration) to display impurity particularities as regards light absorption in free carriers.

Н. Д. ИСМАЙЛОВ, Э. И. КУРБАНОВА, Э. К. ГУСЕЙНОВ, К. А. АЛИЕВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА МЕТАЛЛ- $Cd_xHg_{1-x}Te$ МЕТОДОМ ФОТОПРОВОДИМОСТИ

Изучение границы раздела металл- $Cd_xHg_{1-x}Te$ имеет важное значение как с практической точки зрения, так и для фундаментальных исследований свойств поверхности полупроводников. Электрофизические свойства структур металл- $Cd_xHg_{1-x}Te$ [1] показывают, что данная граница раздела характеризуется большой плотностью поверхностных состояний, что обуславливает слабое влияние контактного поля различных металлов на параметры выпрямляющих контактов. Однако исследования границы раздела металл- $Cd_xHg_{1-x}Te$ на сколотой поверхности [2] показывают, что критическую роль в формировании границы раздела играет тип металла. Важным параметром, характеризующим свойства поверхности, является скорость поверхностной рекомбинации, которая возрастает с ростом концентрации дефектов на поверхности и в ОПЗ полупроводника [3].

В данной работе изучались параметры границы раздела металл-естественная поверхность $Cd_xHg_{1-x}Te$ методом фотопроводимости. Как известно, наиболее существенное влияние состояния поверхности на фотопроводимость наблюдается при поверхностном поглощении излучения. При больших значениях скорости поверхностной рекомбинации ($S > 10^3$ см/с для $Cd_xHg_{1-x}Te$) имеет место спад fotocувствительности в коротковолновой области спектра, а эффективное время релаксации фотопроводимости $\tau_{эф}$ при поверхностном поглощении определяется известной формулой Шокли:

$$\frac{1}{\tau_{эф}} = \frac{S}{L_g} + \frac{1}{\tau_v} \quad (d \gg L_g), \quad \frac{1}{\tau_{эф}} = \frac{2S}{d} + \frac{1}{\tau_v} \quad (d \ll L_g),$$

где: τ_v , L_g —время жизни и диффузионная длина неосновных носителей заряда, d —толщина образца.

Исследуемые структуры изготавливались из монокристаллов $Cd_xHg_{1-x}Te$ n -типа с $N_D - N_A = 10^{14} - 10^{15} \text{ см}^{-3}$ и p -типа с $N_A - N_D = 3 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ с $x = 0,28 - 0,29$. Толщина образцов выбиралась от 30 до 900 мкм. Измерялись спектры fotocувствительности исследуемых структур в области длин волн 1—6 мкм и кинетика релаксации фотопроводимости при импульсном фотовозбуждении светодионом АЛ—106 Б ($\lambda_m = 0,93$ мкм) при $T = 80 \text{ К}$. Постоянная времени релаксации определялась по спаду сигнала на кривых релаксации фотопроводимости. Измерения проводились до и после нанесения тонкого непроводящего слоя металла ($\delta = 20 - 40 \text{ \AA}$) на поверхность $Cd_xHg_{1-x}Te$, обработанную стандартными методами механической и химической полировки. Нанесение металлов

Ag, Ni, Cu, Au, Cr, Al, In, Pb осуществлялось термическим испарением в вакууме. Для исключения влияния торцевых контактов на кинетические свойства, измерения последних проводились в СВЧ поле смещения.

Значения величин эффективной скорости поверхностной рекомбинации, найденные из спектральной зависимости и кинетики релаксации фотопроводимости образцов методами, описанными в [4], приведены в таблице. Как видно из таблицы, значения полученных параметров существ-

Таблица

Параметр	Свободная поверхность	Металл							
		Cu	Au	Ag	Ni	Cr	Pd	In	Al
Скорость поверхностной рекомбинации, $S \cdot 10^3$, см/с	1	10	10	10	10	2	1,5	1,5	1,5
Эффективное время жизни, τ , мкс	15	0,1	0,1	0,1	0,1	8	10	10	10

венно изменяются при нанесении пленок различных металлов. При этом присутствие на поверхности $Cd_xHg_{1-x}Te$ определенной группы металлов (Cu, Au, Ag, Ni) приводит к значительному уменьшению τ , и увеличению S независимо от типа проводимости полупроводника. Удаление приповерхностного слоя толщиной $\sim 0,1$ мкм методом анодного окисления с последующим травлением окисла приводит к восстановлению исходных значений τ_s и S . Другой ряд металлов Al, In, Pb при нанесении на поверхность $n - Cd_xHg_{1-x}Te$ почти не меняет параметры поверхности. Для случая границ раздела Al, In с $p - Cd_xHgTe$ наблюдается увеличение τ_s и фотопроводимости в коротковолновой области спектра. Это указывает на существенное значение проводимости ОПЗ. В этом случае определение величины S по формуле Шокли становится неправомерным, поскольку увеличение τ_s может быть связано как с увеличением поверхностного изгиба зон, так и с прилипанием неосновных носителей на поверхности. Независимые измерения величины изгиба зон на поверхностно-барьерных структурах Al— $p - Cd_xHg_{1-x}Te$ указывают на истощение или инверсию объема поверхностными носителями заряда. Отметим, что металлы первой группы также образуют с $n - Cd_xHg_{1-x}Te$ слой Шотки, но несмотря на это τ_s уменьшается по сравнению с исходным значением. Это можно объяснить увеличением концентрации дефектов поверхности и тем самым концентрации генерационно-рекомбинационных центров на границе раздела с этими металлами.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что граница раздела ряда металлов (Cu, Au, Ag, Ni) с $Cd_xHg_{1-x}Te$ характеризуется высокой плотностью поверхностных состояний по сравнению со свободной поверхностью, и это оказывает существенное влияние на fotocувствительность и кинетику релаксации фотопроводимости, что позволяет количественно оценить величину скорости поверхностной рекомбинации; для других металлов (Al, In, Pb) плотность поверхностных состояний на границе раздела несущественно отличается от ее значения на свободной поверхности.

Литература

1. Курбанова Э. И., Гусейнов Э. К., Исмаилов Н. Д., Джалилова Х. Д.—ФТП, 1986, т. 20, в. 12, с. 2150—2152. 2. Friedman D. I., Carrey G. P., Lindau L., Spicer W. E. J. Vac. Technology A5(5), 1986, Sep./Oct., p. 3190—3192. 3. Зуев Д. А., Саченко А. В., Толмыго К. Б. Неравновесные приповерхностные процессы в полупроводниках и полупроводниковых приборах.—М.: Сов. радио, 1977, с. 256. 4. Любченко А. В., Сальков Е. А., Сизов Ф. Ф. Физические основы полупроводниковой инфракрасной фотоэлектроники.—М.: 1984, с. 253.

НИИ фотоэлектроники

Поступило 17. X. 1989

Н. Д. Исмаилов, Е. И. Курбанова, Е. К. Гусейнов, К. А. Әлиев

МЕТАЛ— $Cd_xHg_{1-x}Te$ СЭРЬӘДДИНИН ФОТЭЛЕКТРИК ПАРАМЕТРЛӘРИНИН ФОТОКЕЧИРИЧИЛИК МЕТОДУ ИЛӘ ТӘҖИНИ

$T = 80 K$ -да ултраназик метал тәбәгәләрини $Cd_xHg_{1-x}Te$ сәтһини хәссәләрини тәсиринә дәир тәдқиғатлар апарылмышдыр. Фототәссәсләгини спектрал асылыгына вә фотокечиричилиғини релаксациясынын кинетикасына дәир апарылған тәдқиғатлардан сәтһи рекомбинация сүр'әти вә релаксия мүддәти сабити тапылмышдыр. Метал типһини метал— $Cd_xHg_{1-x}Te$ сәрһәддинини сәтһ параметрләринә күчлү тәсирини мүәјјән олунмушдыр.

N. D. Ismailov, E. I. Kurbanova, E. K. Guseinov, K. A. Aliiev

DETERMINATION OF THE PHOTOELECTRIC PARAMETERS OF THE METAL— $Cd_xHg_{1-x}Te$ SEPARATION LINE BY PHOTOCONDUCTIVITY METHOD

Influence of the ultra thin metal layers on the surface properties of $Cd_xHg_{1-x}Te$ at $T=80K$ have been investigated. From the investigations of the spectral dependence of the photoresponse and the kinetics relaxation of the photoconductivity, the volume of the rapidity of surface recombination and the relaxation time constant have been determined. The essential influence of the kind of metal on the surface parameters of the metal— $Cd_xHg_{1-x}Te$ has been established.

УДК 539. 143. 43+541.67

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

С. Г. АБДУЛЛАЕВА, Н. Т. МАМЕДОВ, Н. К. МОРОЗ, С. П. ГАБУДА

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В $TlGaTe_2$

(Представлено академиком АН Азербайджана Г. Б. Абдуллаевым)

В [1] показано, что в низкоразмерных кристаллах $TlMeX_2$ ($TlSe$, $TlGaSe_2$, $TlInTe_2$) межцепочечное взаимодействие формируется перекрыванием электронных волновых функций Tl и Me с участием d -орбиталей. Влияние гомовалентного обмена на уширение линий ЯМР ^{203}Tl и ^{205}Tl этих полупроводников не наблюдалось. Это позволяет оценить верхнюю границу частоты спинового обмена атомов таллия в цепочках значением $7kГц$. Для $TlGaTe_2$, благодаря малой собственной ширине линий, влияние такого обмена фиксируется и удается более точно оценить константу спинового обмена атомов таллия вдоль [001]. Она оказывается равной $4kГц$.

Согласно [2], в $TlGaTe_2$ имеет место последовательность фазовых переходов с образованием несоответствующей фазы.

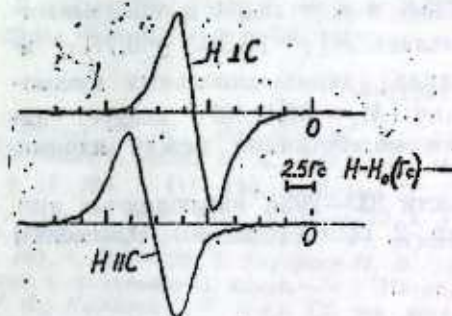


Рис. 1. Спектр ЯМР ^{205}Tl в $TlGaTe_2$ при комнатной температуре.

В настоящей работе представлены результаты температурных ЯМР-исследований ^{203}Tl и ^{205}Tl в области ФП в $TlGaTe_2$. Измерения проводились в интервале частот $19—45 МГц$ при температурах $100—300K$.

Спектры ЯМР обоих изотопов атомов Tl в $TlGaTe_2$ представлены синглетными линиями (рис. 1). В соответствии с точечной группой симметрии (C_4 для Tl^+ [3]), относительные сдвиги частот ЯМР ядер таллия могут быть представлены в виде суммы изотропной и аксиальной составляющих:

$$\sigma(\theta) = \frac{\delta}{H_0} = \sigma_0 + \frac{\sigma_1}{3} (3\cos^2\theta - 1) \quad (1)$$

где θ —угол между H и кристаллографической осью C .

Как видно из рис. 2, экспериментальная зависимость σ от θ хорошо описывается выражением (1) с $\sigma_0 = 1578м.д.$ и $\sigma_1 = 3330м.д.$ Главные компоненты тензора магнитного экранирования ядер $\sigma_{||}(\theta=0^\circ)$ и $\sigma_{\perp}(\theta=90^\circ)$

оказываются равными 1925 м. д. и 1405 м. д. относительно положения линии Т1 в спектре ЯМР $TiNO_3$, соответственно. Ширина линии ^{205}Ti (рис. 1) значительно превосходит оценку ожидаемой вследствие диполь-дипольного взаимодействия ядерных спинов.

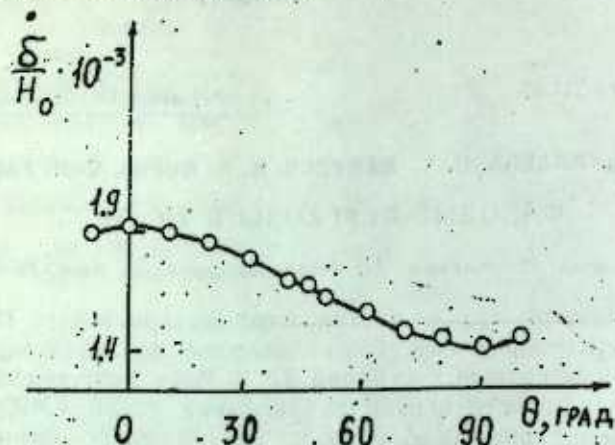


Рис. 2. Угловая зависимость относительного сдвига линии ЯМР ^{205}Ti для кристаллов $TiGaTe_2$.

Значения вторых моментов M_2 спектров ЯМР ^{203}Ti и ^{205}Ti равны $5,6 \pm 0,4 Гс^2$ и $3,6 \pm 0,1 Гс^2$, соответственно. Разница между $M_2(^{203}Ti)$ и $M_2(^{205}Ti)$ указывает на значительный вклад косвенных обменных взаимодействий ядер различных изотопов в ширину спектра [4]. Оценка константы такого взаимодействия при $T = 295 К$ и $\nu_0 = 19,8 МГц$ показывает что $\tau = 7 + i кГц$ и его вклад в M_2 составляет $M_2^1(^{203}Ti) 3,43 \pm 0,77 Гс^2$ и $M_2^1(^{205}Ti) = 1,44 \pm 0,32 Гс^2$. Поскольку вклад диполь-дипольных взаимодействий в M_2 не превышает $0,2 Гс^2$, разницу $(M_2 - M_2^1) 2,16 Гс^2$ следует связывать с косвенными спин-спиновыми взаимодействиями между ядрами Ti и Sa .

На зависимостях $\sigma_{||}$ и σ_{\perp} от T в области 100—295 К наблюдаются три платообразных участка (рис. 3, кр. 1 и кр. 2, соответственно). Изменения

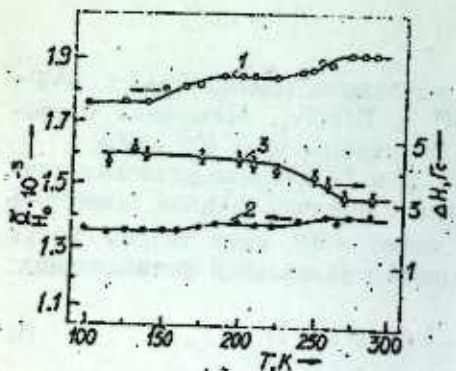


Рис. 3. Температурная зависимость компонент тензора магнитного экранирования $\sigma_{||}$ (кр. 1) и σ_{\perp} (кр. 2), и ширины линий ЯМР (кр. 3) ядер ^{205}Ti для кристаллов $TiGaTe_2$.

констант с понижением температуры [сопровождаются уширением ширины спектра (рис. 3, кр. 3)]. В то же время отношение ширины $H(^{203}Ti)/H(^{205}Ti)$ в пределах ошибки эксперимента не изменяется. Можно предполагать,

что косвенный обмен спинов вдоль [001] не влияет на ширину линий ЯМР с уменьшением T .

Измерения на различных частотах показали, что ширина спектра ЯМР не зависит от величины приложенного магнитного поля. Это исключает возможность уширения спектра ЯМР за счет появления в низкотемпературной фазе $T < 275 К$ структурно-неэквивалентных атомов таллия с различными константами магнитного экранирования ядер. Это утверждение независимо подтверждается и тем фактом, что в исследованном интервале температур отсутствовало сколь-нибудь заметное уширение при приближении θ к 45° . Наличие несоразмерной фазы должно было бы привести к уширению спектра при $\theta \rightarrow 45^\circ$, так как зависимость σ от θ (см. (1)) имеет наибольший наклон при $\theta = 45^\circ$.

Наблюдаемое с уменьшением температуры уширение линий следует связывать с увеличением константы обменных взаимодействий в плоскости (001), т. е. с усилением межслоечного перекрытия электронных волновых функций атомов Ti и Sa . Уменьшение параметра a в $TiCaTe_2$ с понижением T [2] находится в согласии с таким утверждением.

В [5] было показано, что в слоисто-цепочечных $TiMeX_2$ в $TiGaSe_2$, в частности, несоразмерная фаза связана со смещениями атомов Me . Вероятно, эти смещения обусловлены псевдо Ян-Теллеровским эффектом [6]. Возможно, подобный эффект имеет место и в центросимметричных кристаллах $TiGaTe_2$. Связь $Ti-Me$, обнаруженная как в цепочечных [1], так и в слоисто-цепочечных $TiMeX_2$ [7], может играть роль фактора, стабилизирующего искаженную конфигурацию атомов в $TiCaSe_2$, $TiInS_2$ и $TiCaTe_2$. Для решения этого вопроса необходимы дальнейшие исследования. В частности, температурные исследования квадрупольных эффектов на ядрах ^{69}Ga и ^{71}Ga в $TiGaTe_2$.

Литература

1. Мороз Н. К., Мамедов Н. Т., Габуда С. П. — ФТТ, 1989, т. 31, №5, с. 1250—1253.
2. Алиев В. А., Алджанов М. А., Алиев С. Н. Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 45, №9, с. 418—420.
3. Müller D., Eulenberger G., Hahn H. Z. Anorg. allg. Chem., 1973, v. 398, №2, p. 207—220.
4. Van Vleck J. H. Phys. Rev., 1948, v. 74, №9, p. 1168—1183.
5. Мамедов Н. Т., Крупников Е. С., Панич А. М. — ФТТ, 1989, т. 31, №1, с. 290—292.
6. Берсукер И. Б. Эффект Яна-Теллера и вибронные взаимодействия в современной химии. — М.: Наука, 1987, 344 с.
7. Мамедов Н. Т., Мороз Н. К., Козлова С. Г. В кн: Сб. тез. докл. XII Всесоюзной конференции по физике сегнетоэлектриков. — Ростов, 1989, ч. 1, с. 134.

ИФАН Азербайджана

Поступило 21. XI 1989

С. Н. Абдуллаева, Н. Т. Мамедов, Н. К. Мороз, С. П. Габуда

$TiGaTe_2$ -ДЭ ФАЗА КЕЧИДЛЭРИ

Магалада 19—45 Мис тезликляр интервалында ва 100—300 К температур дилачо-нунда кичик олчулу $TiGaTe_2$ жарымкечирчиллеридаки ^{203}Ti ^{205}Ti нүва магнит резонансы (НМР) өлчәлимишидир. Ti нүваларинин магнит экранилашасы тензорунун эсас компонентлери ($\sigma_{||}$, σ_{\perp}) тә'мин олунмушдур. Тәлгигат апарылан температур интервалында $\sigma_{||}(T)$, $\sigma_{\perp}(T)$ компонентларинин ва рентген рефлексларинин температур асылылыгларында коррелјасија ашкара чыхарылмышдыр. Кристаллик гурулушун a —параметринин температур асылылыгы ва σ (T) арасындаки коррелјасија јалпыз 100—210 К температур интервалында мүнәһидә олунмушдур.

Нүваларин чән мүбадилә гаршылыгы тә'сиринин НМР спектрынин формалашасында мүнәһидә о'надыгы көстәрилер. [001] истигамәтиндә гаршылыгы тә'сир сабатынин тәхминин гијәти танылмышдыр. Температур ашагы дүшдүкдә Ti ва Ga атом,

ларынын электрон дадеа функцияларынын бир-бирине мудахилэсинин артыасыны көс-
төрөн дәлил-субут кәтирилэрэк, $TiGaTe_2$ -дә фәза кечидләрлеринин физики тәбнәти араш-
дырылыр.

S. G. Abdullzeva, N. T. Mamedov, N. K. Moroz, S. P. Gabuda

PHASE TRANSITIONS IN $TiGaTe_2$

$TiGaTe_2$ lowdimensional semiconductors were investigated by the NMR of ^{205}Ti and ^{125}Te in the frequency range 19 to 45 MHz as a function of temperature in 100 to 300K limits. The principal components of nuclear magnetic screening tensor σ_{11} and σ_{\perp} were determined. It is found, that the σ_{11} and σ_{\perp} temperature dependences correlate with x-ray reflexes intensity variation in the whole investigated temperature region. The correlation between lattice a-parameter behaviour and $\sigma(T)$ is not observed above the $T > 210 K$.

It is shown, that the indirect nuclear exchange interaction give a great contribution to the NMR spectra line width. The constant of a such interaction along the (001) direction is determined. An increase of interchain overlapping of Ti and Ga electronic wave functions with decrease in temperature is proposed. The arguments to give support of this proposition are presented. The physical nature of phase transitions in $TiGaTe_2$ was discussed.

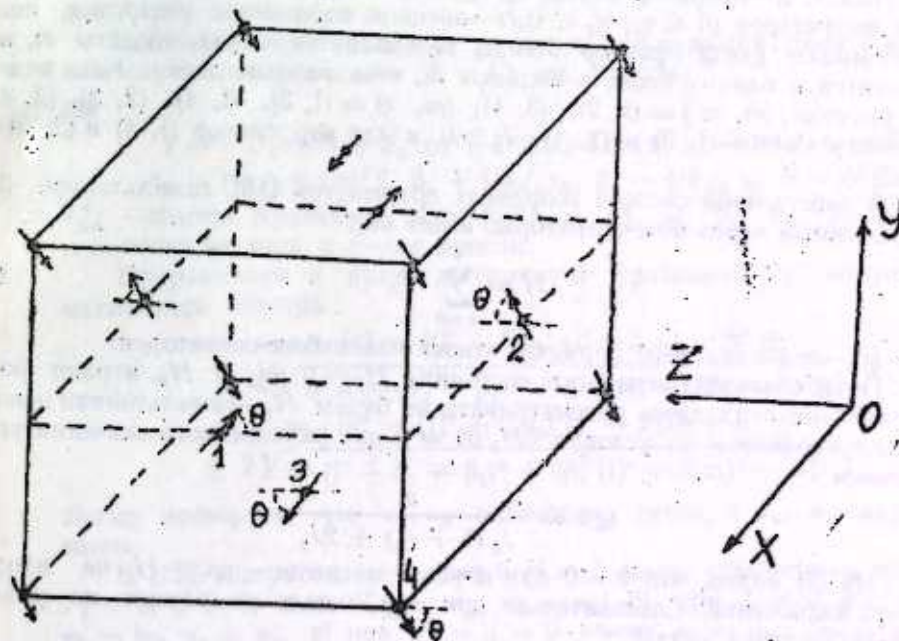
УДК 537. 312. 62: 538. 945

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Чл.-корр. АН Азербайджана Ю. М. СЕИДОВ, Х. М. ПАШАЕВ, Н. Г. ГУСЕЙНОВ,
М. Б. ГУСЕЙНОВ

МАГНОННЫЙ СПЕКТР, [ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И
ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ СВОЙСТВА АНТИФЕРРОМАГНИТНЫХ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ
СО СТРУКТУРОЙ La_2CuO_4

Ряд высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) являются маг-
нитоупорядоченными кристаллами [1-13]. Спиновая система этих сое-
динений может существенно влиять на механизм спаривания [2, 4-8].
Поэтому исследованию магнитных свойств ВТСП уделяется большое
внимание. Объектами наших исследований являются антиферромагнитные
ВТСП со структурой La_2CuO_4 . Кристалл La_2CuO_4 — родоначальник серии
металлооксидных ВТСП — является квазидвумерным четырехподрешеточным
антиферромагнетиком.



Магнитная структура La_2CuO_4

Ранее в [12] рассмотрен спин-волновой спектр и термодинамические
свойства антиферромагнитных ВТСП со структурой La_2CuO_4 в отсутствие
внешнего магнитного поля. Теоретическому исследованию этой задачи
посвящен также ряд других работ [1-3, 9-11]. В [1-3, 9] рассмотрен одно-

родный случай ($\vec{\kappa} = 0$, $\vec{\kappa}$ — волновой вектор). В [10, 11] исследован случай $\vec{\kappa} \neq 0$, но дисперсия магнитного спектра рассмотрена в отсутствие внешнего магнитного поля. В то же время наличие магнитного поля может привести к перенормировке энергетического спектра спиновых волн и изменению характера вырождения частот [10, 12].

В настоящей работе методом двухвременных функций Грина в приближении случайных фаз [14] рассматривается магнитный спектр, термодинамические и высокочастотные свойства антиферромагнитных ВТСП со структурой La_2CuO_4 при $\vec{\kappa} \neq 0$ и $H \neq 0$ (H — внешнее магнитное поле).

Квантовомеханический гамильтониан рассматриваемой системы выбирается в виде (магнитная структура La_2CuO_4 приведена на рисунке)

$$H = J_1 \sum_{m,m'} [\eta_1 (S_{mx} S_{m'x} + S_{my} S_{m'y}) + S_{mz} S_{m'z}] + \\ + J_2 \sum_{m,r} [\eta_2 (S_{mx} S_{rx} + S_{my} S_{ry}) + S_{mz} S_{rz}] - \\ - d \sum_{m,m'} (S_{my} S_{m'z} - S_{mz} S_{m'y}) - H \sum_r S_{ry}, \quad (2)$$

где $J_1 > 0$ и J_2 — параметры обменного взаимодействия внутри слоя и между слоями, соответственно ($J_1 \gg J_2$, вследствие чего La_2CuO_4 имеет, как было отмечено, квазидвумерную магнитную структуру); d — параметр Дзялошинского, обуславливающий отклонение спинов от плоскости слоя на угол θ , S — оператор спина, η_1, η_2 — характеризуют анизотропию обменных параметров ($0 < \eta_1, \eta_2 < 1$), H — внешнее постоянное магнитное поле в единицах $g\mu_B g$ — фактор Ланде, μ_B — магнетон Бора, индексы m, m' относятся к одному слою, а индексы m, r — к разным слоям. Как видно из рисунка, $(m, m') \approx (1, 2), (3, 4); (m, r) \approx (1, 3), (1, 4), (2, 3), (2, 4)$. Для пар спинов $(1, 3)$ и $(2, 4)$ — $J_2 > 0$, а для пар спинов $(1, 4)$ и $(2, 3)$ — $J_2 < 0$.

В собственной системе координат подрешеток [15], гамильтониан (1), выраженный через бозе-операторы, имеет вид

$$H = \sum_{n=0}^4 H_n \quad (2)$$

где H_n — величина n -го порядка относительно бозе-операторов.

По требованию основного состояния $H_1 = 0$. H_2 и H_4 играют роль в кинетике и их здесь рассматривать не будем. H_0 — гамильтониан основного состояния и из условия $\partial H_0 / \partial \theta = 0$ для равновесного значения угла θ имеем

$$\text{tg } \theta = \frac{d}{J_1 (1 + \eta_1) + 2J_2} \quad (3)$$

Из (3) видно, что $\theta = 0$ при $d = 0$: магнитное поле H не входит в это выражение. Следовательно при $H \parallel Y$ поле не влияет на равновесное значение угла θ .

H_2 , определяющий магнитный спектр, в представлении бозе-операторов имеет вид

$$H_2 = J_1/4 \sum_{ij} [-\eta_1 (a_i^+ - a_i) (b_j^+ - b_j) (\eta_1 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta) (a_i^+ + a_i) \times \\ \times (b_j^+ + b_j) - 2 \eta_1 \sin^2 \theta - \cos^2 \theta) (a_i^+ a_i + b_j^+ b_j)] +$$

$$+ J_2/4 \sum_{ii'} [\eta_2 (a_i^+ - a_i) (c_i^+ - c_i) + (\eta_2 \cos^2 \theta + \sin^2 \theta) (a_i^+ + a_i) (c_i^+ + c_i) + \\ + 2 (\eta_2 \sin^2 \theta + \cos^2 \theta) (a_i^+ a_i + c_i^+ c_i)] - \\ - J_2/4 \sum_{ii'} [\eta_2 (a_i^+ - a_i) (q_i^+ - q_i) - (\eta_2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta) (a_i^+ + a_i) (q_i^+ + q_i) + \\ + 2 (\eta_2 \sin^2 \theta - \cos^2 \theta) (a_i^+ a_i + q_i^+ q_i)] - \\ - J_2/4 \sum_{jj'} [\eta_2 (b_j^+ - b_j) (c_i^+ - c_i) - (\eta_2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta) (b_j^+ + b_j) (c_i^+ + c_i) + \\ + 2 \eta_2 \sin^2 \theta - \cos^2 \theta) (b_j^+ b_j + c_i^+ c_i)] + \\ + J_2/4 \sum_{jj'} [\eta_2 (b_j^+ - b_j) (q_i^+ - q_i) + \eta_2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta) (b_j^+ + b_j) (q_i^+ + q_i) + \\ + 2 (\eta_2 \sin^2 \theta + \cos^2 \theta) (b_j^+ b_j + q_i^+ q_i)] + \\ + J_1/4 \sum_{ii'} [-\eta_1 (c_i^+ - c_i) (q_i^+ - q_i) - (\eta_1 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta) (c_i^+ + c_i) (q_i^+ + q_i) - \\ - 2 (\eta_1 \sin^2 \theta - \cos^2 \theta) (c_i^+ c_i + q_i^+ q_i)] + \\ + (H \sin \theta + d \sin \cos \theta) \left[\sum_i a_i^+ a_i + \sum_j b_j^+ b_j + \sum_i c_i^+ c_i + \sum_i q_i^+ q_i \right], \quad (4)$$

где индексы i, j, i' и операторы a_i, b_j, c_i, q_i (и их сопряженные) относятся к подрешеткам 1, 2, 3, 4, соответственно.

В дальнейших расчетах будем учитывать тот факт, что $\theta \rightarrow 0$, так как $d \ll J_1 (1 + \eta_1) + 2J_2$.

Используя (4) и уравнение движения для функций Грина в приближении случайных фаз имеем ($\hbar = 1$) (см. стр. 34)

где

$$\Gamma = 1/2 J_1 \cos^2 \theta + J_2 \cos^2 \theta + d \sin \theta \cos \theta, \alpha_1 = 1/4 J_1 \eta_1 \cos^2 \theta,$$

$$\alpha_2 = 1/4 J_2 \eta_2 \cos^2 \theta, \beta_1 = 1/4 J_1 \eta_1, \beta_2 = 1/4 J_2 \eta_2, h = H \sin \theta,$$

δ_{AA}^+ — символ Кронекера, $A = \{a, b, c, q\}$; $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ — зависят от волнового вектора, а Γ — не зависит.

Приравняв к нулю детерминант уравнений (5), получим ветви магнитного спектра

$$\omega_{1,2}(\kappa) = \{(\Gamma + 2\beta_1) (\Gamma - 2\beta_1) + h^2 \pm \\ \pm 2 \sqrt{h^2 (\Gamma - \alpha_1 + \beta_1)^2 + 4\alpha_2^2 [(\Gamma + 2\beta_1)^2 - h^2]}\}^{1/2} \\ \omega_{3,4}(\kappa) = \{(\Gamma + 2\alpha_1) (\Gamma - 2\beta_1) + h^2 \pm \\ \pm 2 \sqrt{h^2 (\Gamma + \alpha_1 - \beta_1)^2 + 4\beta_2^2 [(\Gamma + 2\alpha_1)^2 - h^2]}\}^{1/2}. \quad (7)$$

Легко проверить, что ω_1, ω_3 — оптические ветви, а ω_2, ω_4 — акустические ветви.

В [12], где рассмотрен случай $H = 0$, было установлено что: а) при $J_2 = 0, d \neq 0$, имеем $\omega_1 = \omega_2, \omega_3 = \omega_4$, б) при $J_2 \neq 0, d = 0$ имеем $\omega_1 = \omega_3, \omega_2 = \omega_4$, в) при $J_2 = d = 0$ имеем $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = \omega_4$. Таким образом, в случаях а) и б) имеет место двухкратное вырождение, а в случае в) — четырехкратное вырождение. Но в случае $H \neq 0$, который мы рассматриваем, только в одном случае, а именно при $J_2 = d = 0$ имеем вырождение: $\omega_1 = \omega_3, \omega_2 = \omega_4$. Это результат совпадает со случаем б) при $H = 0$.

$$\begin{array}{c}
 \times \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 -(\alpha_2 - \beta_2) \\
 -(\alpha_2 + \beta_2) \\
 \alpha_1 + \beta_1 \\
 0 \\
 \alpha_2 + \beta_2 \\
 \alpha_2 - \beta_2 \\
 -(\alpha_1 - \beta_1) \\
 \omega + \Gamma - h
 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 -(\alpha_2 + \beta_2) \\
 -(\alpha_2 - \beta_2) \\
 0 \\
 \alpha_2 + \beta_2 \\
 \alpha_2 - \beta_2 \\
 \omega + \Gamma - h \\
 -(\alpha_1 - \beta_1)
 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 \alpha_1 + \beta_1 \\
 0 \\
 -\alpha_2 - \beta_2 \\
 -(\alpha_2 + \beta_2) \\
 -(\alpha_1 - \beta_1) \\
 \omega + \Gamma + h \\
 \alpha_2 + \beta_2 \\
 \alpha_2 - \beta_2
 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 0 \\
 \alpha_1 + \beta_1 \\
 -(\alpha_2 + \beta_2) \\
 -(\alpha_2 - \beta_2) \\
 \omega + \Gamma + h \\
 -(\alpha_1 - \beta_1) \\
 \alpha_2 - \beta_2 \\
 \alpha_2 + \beta_2
 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 -(\alpha_2 + \beta_2) \\
 -(\alpha_2 - \beta_2) \\
 \alpha_1 - \beta_1 \\
 \omega - \Gamma + h \\
 \alpha_2 - \beta_2 \\
 \alpha_2 + \beta_2 \\
 -(\alpha_1 + \beta_1) \\
 0
 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 -(\alpha_2 - \beta_2) \\
 -(\alpha_2 + \beta_2) \\
 \omega - \Gamma + h \\
 \alpha_1 - \beta_1 \\
 \alpha_1 + \beta_1 \\
 \alpha_2 - \beta_2 \\
 0 \\
 -(\alpha_1 + \beta_1)
 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 -(\alpha_1 - \beta_1) \\
 \omega - \Gamma - h \\
 -(\alpha_2 + \beta_2) \\
 -(\alpha_2 - \beta_2) \\
 -(\alpha_1 + \beta_1) \\
 0 \\
 \alpha_2 - \beta_2 \\
 \alpha_2 + \beta_2
 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 \omega - \Gamma - h \\
 \alpha_1 - \beta_1 \\
 -(\alpha_2 - \beta_2) \\
 -(\alpha_2 + \beta_2) \\
 0 \\
 -(\alpha_1 + \beta_1) \\
 \alpha_2 + \beta_2 \\
 \alpha_2 - \beta_2
 \end{array} \\
 \hline
 \times \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 \delta_{Aa^+} \\
 \delta_{Ab^+} \\
 \delta_{Ac^+} \\
 \delta_{Aq^+} \\
 \delta_{Aa} \\
 \delta_{Ab} \\
 \delta_{Ac} \\
 \delta_{Aq}
 \end{array} \\
 \hline
 \frac{1}{2\pi} \\
 \hline
 \begin{array}{c}
 \ll a/A \gg_{k,\omega} \\
 \ll b/A \gg_{k,\omega} \\
 \ll c/A \gg_{k,\omega} \\
 \ll q/A \gg_{k,\omega} \\
 \ll q^+/A \gg_{k,\omega} \\
 \ll b^+/A \gg_{k,\omega} \\
 \ll c^+/A \gg_{k,\omega} \\
 \ll q^+/A \gg_{k,\omega}
 \end{array}
 \end{array}$$

(5)

Так как $\theta \rightarrow 0$, то для простоты в дальнейших расчетах будем принимать $\alpha_1 = \beta_1$, $\alpha_2 = \beta_2$, следовательно $\omega_1 = \omega_3$, $\omega_2 = \omega_4$.

Для намагниченности подрешетки имеем

$$\langle S^z \rangle = 1/2 - \varphi(0) - \varphi(T) \quad (8)$$

В (8)

$$\varphi_0(0) = \frac{1}{2N} \sum_k \left[-1 + \frac{\Gamma}{\omega_1 + \omega_2} + \frac{\Gamma(\Gamma^2 - 4\alpha_1^2) - 8\alpha_2^2(\Gamma + 2\alpha_1)}{\omega_1 \omega_2 (\omega_1 + \omega_2)} \right]. \quad (9)$$

описывает отклонение намагниченности от насыщения при $T = 0$ за счет нулевых колебаний в системе (квантовое сокращения спина), а

$$\varphi(T) = \frac{1}{2N} \sum_k \frac{1}{\omega_1^2 - \omega_2^2} \left[\frac{\omega_1^3 + \Gamma\omega_1^2 - \mu_1\omega_1 - \mu_2}{\omega_1} f(\omega_1) - \frac{\omega_2^3 + \Gamma\omega_2^2 - \mu_1\omega_2 - \mu_2}{\omega_2} f(\omega_2) \right] \quad (10)$$

отклонение намагниченности за счет тепловых колебаний спина (магнонов) при $T \neq 0$, $f(\omega) = [\exp(\omega/T) - 1]^{-2}$ ($\kappa_B = 1$).

При низких температурах

$$\langle S^z \rangle = 1/2 - \varphi(0) - \frac{\Gamma}{4\pi^2} \left[\frac{R_5^{3/2} - R_4^{3/2}}{(R_1 R_4 R_5)^{3/2}} \right] T^2 \quad (11)$$

если $\sqrt{R_1 R_3} \ll T \ll T_N$. Если $T \ll \sqrt{R_1 R_3}$, то обе ветви дают экспоненциальные малые поправки.

Около T_N ($T < T_N$) при $H = 0$

$$\langle S^z \rangle = \sqrt{\frac{T_N}{F} (1 - T/T_N)}, \quad (12)$$

где $F = \frac{2}{N} \sum_k \frac{|\Gamma + 2\alpha_1|}{6}$,

$$T_N = \left\{ \frac{2}{N} \sum_k |\Gamma + 2\alpha_1| \left[\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} \right] \right\}^{-1}$$

При $J_1 \sim 10^3 K$ имеем $T_N \sim 270 K$

Магнитная теплоемкость определяется в следующем виде [15]:

$$C_M = \left(\frac{NV}{4\pi^2} \right) \frac{1}{T^2} \int_0^\infty \sum_{l=1}^2 \frac{\omega_l^2 l^{\omega_l/T} \kappa^2 d\kappa}{(l^{\omega_l/T} - 1)^2} \quad (13)$$

При низких температурах

$$C_M = \left(\frac{NV}{\pi^2} \right) \frac{1}{R_1^{3/2}} \left(\frac{1}{R_4^{3/2}} + \frac{1}{R_5^{3/2}} \right) T^3 \quad (14)$$

если $\sqrt{R_1 R_3} \ll T \ll T_N$, и

$$C_M = \left(\frac{NV}{4\pi^2} \right) \left(\frac{\pi}{2} \right)^{1/2} \left\{ \frac{(R_1 R_3)^{7/4}}{(R_1 R_4 - R_2 R_3)^{3/2}} l^{-\frac{\sqrt{R_1 - R_3}}{T}} + \dots \right\}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{(R_1 d)^{7/4}}{(R_1 R_3 - R_2 d)^{3/2}} l^{-\frac{\sqrt{R_1 d}}{T}} \Big] T^{-1/2} + 3 \left[\frac{(R_1 R_3)^{5/4}}{(R_1 R_4 - R_2 R_3)^{3/2}} \times \right. \\
& \times l^{-\frac{\sqrt{R_1 R_3}}{T}} + \frac{(R_1 d)^{5/4}}{(R_1 R_3 - R_2 d)^{3/2}} \times l^{-\frac{\sqrt{R_1 d}}{T}} \Big] T^{1/2} + \frac{15}{4} \left[\frac{(R_1 R_3)^{3/4}}{(R_1 R_4 - R_2 R_3)^{3/2}} \times \right. \\
& \times l^{-\frac{\sqrt{R_1 R_3}}{T}} + \frac{(R_1 d)^{3/4}}{(R_1 R_3 - R_2 d)^{3/2}} l^{-\frac{\sqrt{R_1 d}}{T}} \Big] T^{3/2} \Big] \quad (15)
\end{aligned}$$

если $T \ll \sqrt{R_1 R_3}$
 Зависимости (14) и (15) согласуются с экспериментальными данными по исследованию теплоемкости в соединениях La_2CuO_4 и $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ ($0 < x \leq 0,15$) [13]. В (11)–(15) $R_1 = J_1(0) \eta_1 + J_2(0) \eta_2 + d$, $R_2 = 1/12 J_1(0) \eta_1$, $R_3 = 2 J_2(0) \eta_2 + d$, $R_4 = 1/12 [J_1(0) \eta_1 - 2 J_2(0) \eta_2]$, $R_5 = 1/12 [J_1(0) \eta_1 + 2 J_2(0) \eta_2]$.

Поперечная (динамическая) магнитная восприимчивость имеет вид

$$\chi_{\perp}(\kappa, \omega) = -4 \mu_B^2 \frac{\omega^3 + \Gamma \omega^2 - \mu_1 \omega - \mu_2}{(\omega_1^2 - \omega^2)(\omega_2^2 - \omega^2)} \quad (16)$$

где $\mu_1 = \Gamma^2 - 4\alpha_1^2$, $\mu_2 = \Gamma(\Gamma^2 - 4\alpha_1^2) - 8\alpha_2^2(\Gamma + 2\alpha_1)$
 (16) описывает резонансное поведение системы около $\omega = \omega_1$ и $\omega = \omega_2$.

При низких температурах статическая восприимчивость $\chi_{\perp}(0) \sim T$, что согласуется с результатами работы [11].

Заметим, что критическое поле, соответствующее фазовой границе, определяется из условия $\omega_2 = 0$ (при $\kappa = 0$):

$$h_{\kappa_1} = (\Gamma + 2\alpha_1) \quad (17)$$

$$h_{\kappa_2} = \sqrt{(\Gamma - 2\alpha_1)^2 - 16\alpha_2^2} \quad (18)$$

Такие же значения критических полей получаются из условия, что при фазовом переходе $\chi_{\perp}(\omega = 0) \rightarrow \infty$.

Литература:

1. Боровик-Романов А. С., Буздин А. И., Крейнс Н. М., Кротов С. С.—Письма в ЖЭТФ, 1988, т. 47, вып. 11, с. 60.
2. Барьяхтар В. Г., Локтев В. М., Яблонский Д. А.—Препринт ИТФ—88—31Р, ИТФ АН УССР, г. Киев, 1988.
3. Кротов С. С., Фарзетдинова Р. М.—СФХТ, 1989, т. 2, №2, с. 60.
4. Anderson P. W.—Science, 1987, v. 235, №4794, p. 1196.
5. Emery V. J.—Phys. Rev. Lett, 1987, v. 58, №26, p. 2794.
6. Hirsch J. E.—Phys. Rev. Lett, 1987, v. 59, №2, p. 228.
7. Покровский В. Л., Удмин Г. В., Хвещенко Д. В.—Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 46, Приложение, с. 136.
8. Schrieffer J. R., Wen X.—G. Zhang S.—Phys. Rev Lett., 1988, v. 60, №10, p. 944.
9. Барьяхтар В. Г., Локтев В. М., Яблонский Д. А.—СФХТ, 1989, т. 2, №1, с. 16.
10. Барьяхтар В. Г., Львов В. А., Локтев В. М., Яблонский Д. А.—СФХТ, 1989, т. 2, №8, с. 59.
11. Takahashi M.—J. Phys Soc. Japan, 1989, v. 58, №6, p. 1524.
12. Гусейнов Н. Г., Пашаев Х. М., Гусейнов М. Б.—Препринт №337, Ин-т физики АН Азерб. ССР, 11 с. 13. Comments. Cond. Mat. Phys., 1988, v. 14, №2, p. 65.
14. Тябликов С. В. Методы квантовой теории магнетизма—М.: Наука, 1975, 528 с.
15. Туров Е. А. Физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов.—М.: Изд-во АН СССР, 1963, 325 с.

ИФАН Азербайджана

Поступило 13. II 1990

J. M. Seidov, H. M. Pashaev, N. G. Guseinov, M. B. Guseinov
 La_2CuO_4 ГУРУЛУШЛУ ЛУКСЭК ТЕМПЕРАТУРЛУ ИФРАТКЕЧИРИЧИ
 АНТИФЕРРОМАГНИТЛЭРИН МАГНОН СПЕКТРИ, ТЕРМОДИНАМИК
 ВЭ ЛУКСЭКТЕЗЛИКЛИ ХАССЭЛЭРИ

Магаләдә лүксәк температурлу ифраткечиричи антиферромагнитлэрин магнон спектри, термодинамик вэ лүксәктезликли хассэлэри нэзэри өҗранилмишдир. Енержи спектри үчүн ифада алынмиш, магнитлэнмәни, истилик тутумунун вэ магнит лүфузулугунун температур асыллыгы тапылмиш, Неел температуру та'јин алынмишдир.

J. M. Seidov, H. M. Pashaev, N. G. Guseinov, M. B. Guseinov

MAGNON SPECTRUM, THERMODYNAMIC AND HIGH FREQUENCIES
 PROPERTIES OF ANTIFERRIC MAGNETIC HIGH TEMPERATURE
 SUPERCONDUCTORS WITH THE STRUCTURE La_2CuO_4

Using Green function formalism there are considered magnon spectrum, thermodynamic and high frequencies properties of antiferromagnetic high temperature superconductors with the structure La_2CuO_4 . Temperature dependences of magnetization specific heat are derived. Neel temperature is obtained.

З. Ю. МАГЕРРАМОВА, Э. А. МАМЕДОВ, чл.-корр. АН Азербайджана
Р. Г. РИЗАЕВ

ВЛИЯНИЕ ЗАМЕЩЕНИЯ ВОДОРОДА КОЛЬЦА ТОЛУОЛА ХЛОРОМ НА ЕГО РЕАКЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ В ОКИСЛИТЕЛЬНОМ АММОЛИЗЕ

В [1] показано, что скорость окислительного аммонолиза алкилароматических углеводородов на V—Sb—Bi оксидном катализаторе изменяется в последовательности: толуол > этилбензол > ксилолы > изопропилбензол. Рассматривая их как производные толуола, можно считать, что замещение атомов водорода боковой группы и кольца метильными группами снижает в целом реакционную способность толуола. Этот эффект с учетом электронодонорного характера заместителя объяснен уменьшением СН-кислотности в указанном ряду углеводородов в предположении гетеролитического типа их активации с протонизацией α-атома водорода образованием карбаниона. Аналогичное влияние электроноакцепторного заместителя—хлора—изучено в настоящей работе на примерах 2-хлортолуола, 4-хлортолуола и 2,4-дихлортолуола.

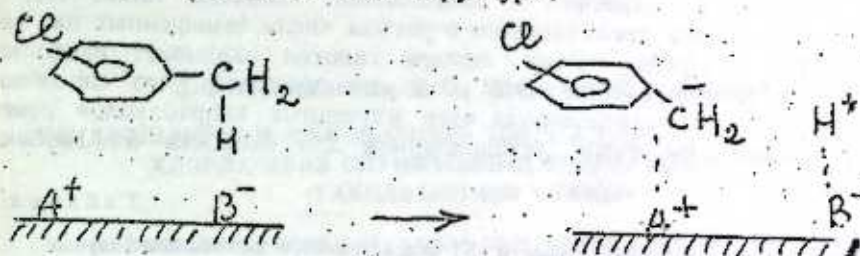
Ранее выполненными измерениями установлено [2—4], что в условиях окислительного аммонолиза при температурах 653—713 К толуол и его хлорпроизводные превращаются с близкими кинетическими закономерностями в соответствующий бензонитрил и углекислый газ, причем их образование протекает параллельно. Это обстоятельство позволило в качестве меры реакционной способности использовать скорость реакции при одинаковом составе реакционной смеси. В таблице приведены значения скоростей образования целевого нитрила и диоксида углерода, отвечающие парциальному давлению углеводорода 1,5 кПа избыточным содержаниям кислорода и аммиака, при которых последние не влияют на скорости указанных реакций.

По реакционной способности в окислительном аммонолизе изученных углеводородов располагаются в ряд:

толуол > 4-хлортолуол > 2,4-дихлортолуол > 2-хлортолуол, т. е. замещение водорода ароматического кольца хлором приводит к уменьшению скорости превращения толуола в бензонитрил. Противоположный результат получен в работе [5], в которой показано, что введение в пара-положение ядра атомов хлора и фтора увеличивает степень превращения толуола в присутствии V—Ti оксидного катализатора. Эти данные авторы указанной работы объясняют существованием меньшей—почти 30 кДж/моль—прочностью метильной С—Н-связи галогензамещенного толуола, разрыв которой происходит по гомолитическому принципу в начальной стадии процесса. Последнее обстоятельство не позволяет объяснить полученный нами ряд реакционной способности хлортолуолов с позиций определяющей роли энергии диссоциации С—Н-связи метильной группы.

Принимая во внимание установленное в [1] соответствие между

СН-кислотностью и скоростью окислительного аммонолиза ряда алкилароматических углеводородов на том же V—Sb—Bi катализаторе, можно предположить, что разрыв метильных С—Н-связей хлортолуолов при адсорбции на поверхности контакта, содержащей апротонные кислотные центры A⁺ (катионы металла) и основные центры B⁻ (нуклеофильные ионы кислорода), осуществляется по гетеролитическому принципу с образованием карбаниона бензильной структуры:



В этом случае, однако, введение в кольцо электроноакцепторного атома хлора должно приводить к увеличению степени поляризации указанных связей и, следовательно, к возрастанию скорости образования бензонитрила. На практике же наблюдается обратное. Это несоответствие можно объяснить дестабилизирующим влиянием хлора на карбанион бензильной структуры, через который предполагается протекание реакции [6].

Из химии органических реакций в растворах известно [7], что при введении в углеводород галоген, кроме стабилизирующего карбанионный центр индуктивного (—I)-эффекта, может проявлять один из двух других эффектов: или дополнительный стабилизирующий благодаря участию в делокализации отрицательного заряда α-орбиталей галогена, или дестабилизирующий (+M)-типа, являющийся следствием перекрывания неподеленных пар электронов карбаниона и атома галогена. Последний эффект проявляется в наибольшей степени, если карбанион является плоским, препятствуя образованию этой конфигурации. Сила его зависит также от положения заместителя к карбанионному центру. Так, из приведенных в [7] данных по кинетической кислотности фтортолуолов следует, что влияние орто- и пара-положения обусловлено его (—I)-эффектом, тогда как в бензильном анионе. Хотя такие данные для хлортолуолов отсутствуют, можно полагать, что дестабилизирующий эффект имеет место при их адсорбции на поверхности V—Sb—Bi катализатора, ведущей к образованию бензильных карбанионов плоской структуры [6]. Наибольшее его проявление в ряду изученных углеводородов следует, по-видимому, ожидать в случае 2-хлортолуола, характеризующегося наиболее благоприятными условиями для перекрывания неподеленных пар электронов карбанионного центра и хлора вследствие близости их расположения, а наименьшее—для 4-хлортолуола. Соответственно этому наибольшее снижение скорости образования бензонитрила наблюдается при замещении водорода толуола хлором в орто-положении, наименьшее—пара-положении (см. таблицу). В отношении глубокого окисления хлортолуолы образуют существенно отличающийся ряд реакционной способности:

2,4-дихлортолуол > 2-хлортолуол > 4-хлортолуол > толуол. Эту последовательность также можно объяснить, используя концепцию СН-кислотности углеводородов. Общепринято мнение [8], что при глубоком

окислении алкилароматические соединения адсорбируются на поверхности катализатора плоскостью бензольного кольца, в результате чего он дестабилизируется и разрушается путем последовательного взаимодействия с соответствующим количеством поверхностных атомов кислорода катализатора. Поэтому со скоростью глубокого окисления следует сопоставлять в первую очередь параметры ароматических C—H—связей как более прочных в сравнении с алкильными. Известно также [7], что кислотность первых увеличивается с ростом числа замещенных на галоген атомов водорода кольца, причем галоген оказывает наибольшее влияние на орто-положение. Это позволяет допустить, что способность к протонизации атомов водорода ядер изученных хлортолуолов изменяется в последовательности, установленной для скорости их глубокого окисления.

Таблица 1

Скорости (r) и избирательности (S) окислительного аммонолиза толуола и его хлорпроизводных

Углеводород	Т, °К	r , ммоль/г·ч		S, %
		нитрил	CO ₂	
Толуол	653	5,50	0,15	97,3
	693	17,9	0,84	95,7
4-хлортолуол	653	3,80	0,18	95,3
	693	8,00	0,78	91,1
2-хлортолуол	653	2,89	0,35	89,2
	693	6,95	1,45	82,7
2,4-дихлортолуол	653	4,05	0,74	84,6
	693	8,00	2,20	78,6

По селективности образования нитрилов хлортолуолы образуют ряд толуол > 4-хлортолуол > 2-хлортолуол > 2,4-дихлортолуол, диаметральный противоположный ряду реакционной способности в глубоком окислении. Это вызвано как дестабилизирующим влиянием хлора на карбанион приводящим к уменьшению скорости мягкого окисления, так и возрастанием кислотности ароматических C—H—связей, увеличивающим скорость глубокого окисления углеводорода. Возможно, что определенную роль здесь играет и стерический фактор, как это считается в [5]. Действительно, более высокую избирательность превращения в нитрил 4-хлортолуола в сравнении с 2-хлортолуолом можно объяснить и тем, что расположенный в пара-положении атом хлора стерически защищает от окисления C—H—связи кольца в 3,5-положениях, тогда как в случае орто-изомера — только в 3-положении. В дополнение к этому в последнем случае возможно экранирование C—H—связей метильной группой, препятствующее ее превращению в нитрильную. Такого рода стерические затруднения особенно реальны для аммонолиза 2,6-дихлортолуола, пользу чего свидетельствует сообщение [9] о крайне низкой селективности по 2,6-дихлорбензонитрилу в этой реакции.

Литература

1. Сулейманов Т. Е., Висловский В. П., Мамедов Э. А., Ризаев Р. Г. — Кинетика и катализ, 1989, т. 30, №2.
2. Ризаев Р. Г., Шейнин В. Е., Гусейнов И. Мегеррамова Э. Ю., Миратаев М. М. — Азерб. хим. журнал, 1985, №4, с. 3.
3. Эфендиев М. Р., Гейдарлы Н. И., Мегеррамова Э. Ю., Ризаев Р. Г., Литва

ков Ю. Н., Эфендиева В. А. — Азерб. хим. журнал, 1980, №4, с. 37.
- 4. Ризаев Р. Г., Алиева Т. Ч., Эфендиев М. Р., Мегеррамова Э. Ю., Агаев Ф. М. — Азерб. хим. журнал, 1985, №1, с. 3.
- 5. Чмирь И. М., Букейханов Н. Р., Суворов Б. Б. — Изв. АН КазССР. Сер. хим. 1983, №1, с. 43.
- 6. Ризаев Р. Г., Мамедов Э. А., Гусейнов А. Б., Агаев Ф. М. — Кинетика и катализ, 1986, т. 27, №3, с. 625.
- 7. Реутов О. А., Балейка И. П., Бутин К. П. СН-кислоты. М.: Наука, 1980, с. 71.
- 8. Голодец Г. И. Гетерогенно-каталитическое окисление органических веществ. — Киев: Наукова думка, 1978, с. 376.
- 9. Суворов Б. В., Букейханов Н. Р., Ли Л. В. В. кн.: Синтез и исследование мономеров и полимеров. — Алма-Ата: Наука, 1983, с. 3.

ИНФХ АН Азербайджана

Поступило 22. V 1989

З. Я. Мәһәррамова, Е. Ә. Мәмәдөв, Р. һ. Ризајев

ОКСИДЛӘШДИРИЧИ АММОНОЛИЗДӘ ТОЛУОЛ ҺӘЛГЭСИНДӘ ҺИДРОКЕНИН ХЛОРЛА ЭВӘЗ ОЛУНМАСЫНЫН РЕАКСИЈАЈА КИРМӘ ГАБИЛИЈӘТИНӘ ТӘСИРИ

Толуол һәлгәсиндә һидрокенин хлорла әвәз едилмәси заманы онун оксидләшдиричи аммонолиз реаксиясынын сүр'әтинин азалмасы хлорун карбоннона дестабиляшдиричи тә'сиринин нәтижәси кими һәммин карбоннон васитәсилә дә реаксиянын кетмәси фәрз олунар. Һәлгә һидрокенләринин хлор атомлары илә әвәзолунма сајынын артмасы илә дә толуюлул дәрин оксидләшмә сүр'әти јуксалир ки, бу да ароматик C—H әләгәләринин туршулуғуниун артмасы илә изәһ едиләр.

Z. Yu. Magerramova, E. A. Mamedov, R. G. Rizayev

EFFECT OF THE RING HYDROGEN SUBSTITUTION FOR CHLORINE ON TOLUENE REACTIVITY IN AMMOXIDATION

The ring hydrogen substitution with chlorine decreases the rate of toluene ammoxidation as a result of the chlorine destabilization effect on a carbanion assumed to be the intermediate in this reaction. The increase in quantity of the hydrogen atoms substituted with chlorine enhances the rate of toluene deep oxidation that is associated to the growth of aromatic C—H bonds acidity.

УДК 622. 235. 254: 553. 982. 2(479. 24)

ГЕОХИМИЯ

Э. А. АГАМИРЗОЕВА, Т. А. ГУСЕЙНОВА

ВОДНОРАСТВОРЕННЫЕ ГАЗЫ СИАЗАНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено академиком АН Азербайджана Ш. Ф. Мехтиевым)

В процессе изучения природных газов палеоген-миоценовых отложений в пределах Сиазанского нефтяного месторождения (площади Чандагар—Зорат, Сиазань—Нардаран, Саадан и Амирханлы) установлено, что компонентный состав воднорастворенных газов этого месторождения, так же, как его попутных газов, обычно представлен преимущественно метаном, который занимает 90—95% общего объема пробы газа. Суммарное содержание гомологов метанов изменяется в пределах 1,81—6,45%. Наибольший объем пробы занимает углекислый газ, содержание которого изменяется от 2,47 до 4,46% (таблица). В отдельных случаях отмечается некоторое увеличение количества углекислого газа до 10—15%, что, вероятно, происходит вследствие влияния условий разработки и эксплуатации. В таких пробах содержание метана снижено до 81—85% (скв. №№ 630, 409).

Сиазанские пластовые воды характеризуются низкими значениями общей газонасыщенности— V_g , изменяющейся, в среднем, от 300 до 400 см³/л. В ряде случаев эта величина не превышает 100—150 см³/л.

Такая слабая газонасыщенность вод, по-видимому, связана со сложной тектоникой района, вплоть до опрокидывания пластов а также разрывами сплошности пластов, приблизившими их к поверхности Земли, что обусловило глубокую дегазацию нефтяных залежей, в том числе и пластовых вод. Кроме того, многолетняя разработка месторождения, конечно, способствовала падению не только пластовых давлений, но и общей газонасыщенности флюидов. Однако среди исследованных проб в единичных случаях наблюдается заметно повышенная газонасыщенность вод до 700—800 см³/л и более.

Закономерные изменения в газонасыщении пластовых вод Сиазанского месторождения хорошо прослеживаются в Саадане, покрытом наибольшим числом исследованных скважино-точек. Здесь хорошо отмечается направление роста значений от 175—265 см³/л на юго-западном участке (скв. №№ 384, 409) до 700—800 см³/л в северо-восточной части площади (скв. №№ 507, 953, 393) и даже до 1010 см³/л в скв. № 699.

Причиной такой закономерности, по-видимому, является наблюдаемая здесь максимальная степень опрокинутости продуктивных пластов в северо-восточном направлении, где они залегают почти горизонтально. И верхнемеловые отложения, оказавшиеся поверх палеоген-миоценового комплекса попод, играют роль некоторой покрывки, способствующей

сохранению как термодинамических условий в нижележащих отложениях, так и газов в них.

Для Сиазанского месторождения характерно сосуществование по соседству различных по количеству и качеству флюидов, в данном случае воднорастворенных газов. Примером могут служить пробы скв. №№ 532, 630 или же скв. №№ 384, 865 и др., в которых газовые составляющие пластовых вод значительно отличаются друг от друга как по количеству их содержания, так и по характеру компонентного состава (см. табл.)

Состав воднорастворенных газов палеоген-миоценовых отложений Сиазанского месторождения

№ № скв.	Площадь	Стратиграфический об. ект.	№ № скв.	V_g см ³ /л	Состав воднорастворенных газов, в % объема		
					CH ₄	Сумма C ₂ —C ₅	CO ₂
1	Амирханлы	кп.+мкр	658	375	93,40	3,95	2,65
2	>	>	532	80	92,35	3,36	4,25
3	>	>	630	360	85,10	4,30	9,60
4	>	н. мкр	582	237	91,47	4,82	3,71
5	>	>	516	125	91,14	5,64	3,22
6	Саадан	кп.+мкр	953	710	95,32	1,81	2,87
7	>	>	865	320	93,25	4,28	2,47
8	>	>	384	175	89,33	3,06	7,61
9	>	>	507	800	94,20	2,60	3,20
10	>	>	409	265	81,50	3,67	14,83
11	>	>	398	700	93,80	2,50	3,70
12	>	>	699	1010	88,43	5,61	5,96
13	>	>	687	665	87,22	6,45	6,33
14	>	кп.+н. мкр	734	300	92,38	3,16	4,46
15	>	н. мкр	227	750	91,25	4,39	4,36
16	Сиазань-Нардаран	кп.+н. мкр	108	945	89,11	5,17	5,72
17	>	кп.+н. мкр	76	135	91,37	4,95	3,68
18	Чандагар-Зорат	кп.+н. мкр	29	123	90,25	4,02	5,73

Контрастность в сосуществовании флюидов различного химического состава является геохимической особенностью Сиазанского нефтяного месторождения, что по-видимому, обусловлено часто сменяющимися природными условиями залегания флюидов, в том числе и воднорастворенных газов, из-за сложной тектоники, лигофациальной изменчивости и различной степени раскрытости залежи.

Литература

1. Агамирзоева Э. А., Чиковани Э. В., Гусейнова Т. А. О газонасыщенности вод палеоген-миоценовых отложений Сиазанской моноклинали. Мат. науч. конф. молодых ученых ИГАНА.—Баку, 1972, с. 7—8.

Институт геологии им. И. М. Губкина
АН Азербайджана

Поступило 16. II 1990

Е. А. Агамирзоева, Т. А. Гусейнова

СИЈЭЗЭН НЕФТ ЈАТАҒЫНЫН СУДА ҺӘЛЛ ОЛУНМУШ ГАЗЛАРЫ

Сијэзэн Јатағыны Палеоген—Миоцен чөкүнтүләринин тәбии газларыннын тәдқиғи хәстәрир ки, суда һәлл олунмуш газ нүмунәләринин үмуми һәчминин адәтән, 90—95%-

ни метан газы, һәмни аз бир һиссәсини исә карбон газы (2,47—4,46%) тәшкил едир. Метанын һомологлары чох азлыг тәшкил етдиҗиндән, олары аҗырмаг мүмкүн деҗил, бу сәбәбдән дә олар метан илә бирликдә тәҗин олунмушдур. Јатағын ишлә-дилмәси шәраитиндә асылы олараг, бә'зән суда һал олунмуш газларда карбон газынын мигдарынын артымы метанын азалмасы (81—85%) илә мүшәһиҗт едилир. Флуидларин кимјәви тәркибларинин белә кәскин дәҗинилмәсини Сијәзән нефт јатағынын мүхтәлиф геоложи-кимјәви хүсусијәтларинә малик олмасы илә алагәлә-дирмәк олар.

E. A. Agamirsoyeva, T. A. Guseinova
WATER DILUTED GASES OF THE SIAZAN
OIL DEPOSIT

In the course of study of the Paleogene-Miocene sediment natural gases of the Siazan deposit it has been found that the water diluted gas component composition was generally represented mostly by methane ranging from 90 to 95 per cent in gas sample total volume. Methane homological components due to their low content were estimated jointly. Carbon dioxide occupies the sample insignificant volume, its content varies from 2,47 to 4,46 per cent. In specific case a certain increase of carbon dioxide amount is observed which probably occurs due to influence of processing and exploitations conditions. In such samples methane content is reduced to 87—85 per cent.

The contrast of fluid coexistence with different chemical compositions is a geochemical characteristic of the Siazan oil deposit which is probably the result of frequently changing nature conditions of fluid occurrence as well as water diluted gases due to complicated tectonics, lithofacies, variation and deposit opening degree.

УДК 624. 131.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Ф. С. АЛИЕВ, Р. Ю. ЯХЬЯЕВ, А. Д. САДЫХОВ

ВЕРТИКАЛЬНОЕ СМЕЩЕНИЕ ЗЕМЛИ, СВЯЗАННОЕ
С ИЗМЕНЕНИЕМ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОД
В МАССИВЕ, И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМ

(Представлено академиком АН Азербайджана Ш. Ф. Мехтисвым)

Деформации пород в массиве: проседание и провалы в г. Баку происходят вследствие процессов сдвижения пород под влиянием деятельности человека с образованием мульды оседания, которые распространяются:

а) на большие площади, исчисляемые десятками квадратных километров, выражая как бы региональный характер б) на ограниченную площадь, приуроченную к территории непосредственно вблизи от сооружения.

В 1 случае—инженерно-геологические процессы и явления, вызванные деятельностью человека, формируются от совокупного влияния отдельных сооружений, возведенных за последние 3 десятилетия, благоустройством ранее не использованных местностей, озеленением и обводнением отдельных территорий, или же за счет осуществления других инженерных мероприятий. Так, под влиянием длительных и интенсивных откачек нефти и газа в восточной части г. Баку происходит наиболее заметное оседание поверхности земли. По данным Г. Р. Бергмана [2], за 16 лет центральная и восточная части Апшеронского полуострова в результате выкачивания нефти опустились на 50 см.

В целом эксплуатация нефтегазовых месторождений приводит к проявлению других инженерно-геологических процессов и явлений. Длительная эксплуатация месторождений с извлечением десятков миллионов кубометров нефти, газа и воды вносит огромные изменения в геолого-гидрогеологическую обстановку этих районов. Происходит уменьшение давления в пластах и изменение напряженного состояния пород в массиве, обводнение нефтегазовых залежей и появление новых водоносных горизонтов. Известны провалы поверхности земли, связанные с подземными пустотами, развитию которых способствовала механическая суффозия в виде выброса песка из недр через скважины вместе с нефтью, газом и водой.

Для определения интенсивности оседания поверхности земли, связанного с особенностями геологического строения, неотектонических движений, гидрогеологических условий, необходимо усилить проведение повторных нивелировок, показавших бы оседание или поднятия во времени. На участках верхних молодых рыхлых насыпных отложений необходимо установить, кроме поверхностных, и глубинные репера на плотные коренные породы. Это позволит сравнить и связать осадку в плотных слоях

с процессом сжатия, протекающим в породах верхней толщи и уточнить размеры мульды проседания с динамикой их развития во времени.

Во II случае—инженерно-геологические процессы и явления, вызванные деятельностью человека, могут протекать и появляться за счет изменения напряженного равновесия массива в процессе возведения и прокладки инженерных сооружений в метро. Конечным результатом большинства инженерно-геологических процессов и явлений, возникающих и развивающихся при проходке подземных выработок, является сдвиг пород в массиве, изучение которого в г. Баку имеет практическое значение с целью своевременного предотвращения всякого рода деформаций различных наземных зданий и сооружений.

При строительстве первых двух очередей метро сдвиг пород в массиве на различных участках были вызваны: прорывом подземных вод и пльвунов, выпуском водонасыщенных и сухих песков в выработки; механической суффозией, пучением глин, вывалами отдельных блоков пород и обрушением свода выработки, наличием строительных зазоров, дегидратационно-гидравлическим сжатием и уплотнением пород и ряда других процессов и явлений.

На развитие сдвига и величину проседания пород влияют геологическое строение района, гидрогеологические условия, состав и инженерно-геологические свойства пород и технологические факторы (сечение и глубина заложения выработок, их конструкция и пр.). В результате сдвига пород на поверхности земли вдоль трассы сформировались мульды проседания шириной от 40—50 до 250 м. Наибольшая глубина мульды проседания образовалась над выработками максимального сечения от 8 до 12 м) в верхнеапшеронских породах, где расположенные в мульде проседания отдельные наземные здания несколько пострадали в результате их деформаций. Проседание дневной поверхности при сооружении наклонного и станционного тоннелей пересадочной станции в отложениях бакинского горизонта также привели к небольшим деформациям старых жилых зданий. Здесь большой размер мульды проседания диаметром 250 м с углами сдвига до 20° Ю. А. Морозовым [1] объясняется меньшими значениями угла внутреннего трения и меньшими силами сцепления глинистых пород бакинского горизонта.

На участке перегонных тоннелей от описанной пересадочной станции разрез бакинского горизонта отличается наличием 3-х напорных водоносных горизонтов и связанных с ними явлений прорыва подземных вод с большим количеством выноса песков в подземные выработки. Частые вывалы были главными причинами для сдвига пород в массиве и образования мульды проседания. Несмотря на небольшую глубину заложения перегонных тоннелей и малую величину проседания, эта мульда имеет значительную ширину; масштабы сдвига пород в массиве были значительны. Здесь кроме величины угла внутреннего трения и сил сцепления глин, явления также зависят от литологии. Толща пород, испытывавшая проседание, содержала кроме глин мощные прослои песка и супеси. Продолжение процесса проседания земной поверхности в малых размерах за 18 лет (срок эксплуатации этой станции) объясняется уплотнением прослоев педоуплотненных разно-зернистых пород при вибрации от движения проходящих поездов и термического осушения пород, сопровождаемого уплотнением и сжатием.

С целью улучшения эксплуатационных условий метро специальным проектом была предусмотрена реконструкция пересадочной станции, были

сооружены по 2 дополнительных станционных тоннеля, наклонный ход и другие подземные выработки поперечного направления, связывающие друг с другом все указанные тоннели. Строительство выработок вблизи действующей станции, а также под зданиями и инженерными конструкциями потребовали проведения специальных мер по их усилению. На местах, где производство работ повлияло на устойчивость сооружений, предусматривались инженерные мероприятия (усиление фундаментов, установка металлических рам под перекрытием пассажирского зала I этажа железнодорожного вокзала и др.).

Всего на участке пересадочной станции длиной 100 м пройдены подземные выработки общей протяженностью 1,1 км. Здесь проходка смежных тоннелей сопровождалась возникновением вокруг тоннелей зоны определенных деформаций без разрыва сплошности (начало процесса сдвига пород), что должно было содействовать развитию деформаций в породах не только по контуру выработок, но и в вышележащих породах. На станции при разгрузке внутренних напряжений пород, обусловленных проходкой выработки сечением 6 м, было отмечено разгрузочное лучение трения (16—18°) и силами сцепления большими значениями угла внутреннего трения и силами сцепления ($C = 0,6—0,8$ кг/см²), причиной которого явилось проявление сил горного давления, получившее свое развитие после деформации пород, проходящей в контурах выработки в период их нахождения не в сжатом состоянии с возводимой обделкой. Все это усугубилось тем, что проходка тоннеля располагалась в ранее пройденной (ныне заброшенной) выработке, вызывая дополнительные деформации как по контуру возводимой, так и ранее пройденной выработки. Проходка таких смежных выработок опасна тем, что оседание поверхности земли обычно происходит неравномерно, охватывая некоторые нарушения поверхностных зданий, сооружений и коммуникаций.

С целью предупреждения и ограничения инженерно-геологических процессов и явлений в условиях г. Баку, способствующих сдвигу пород в массиве, предлагаются следующие рекомендации:

1. Для выявления факторов и условий, вызывающих и способствующих проявлению и развитию неблагоприятных явлений, необходимо пользоваться местной классификацией инженерно-геологических процессов и явлений, связанных со строительством Бакинского метрополитена.

2. Для правильной оценки устойчивости вскрываемых пород кроме инструкций, СНиП-ов и др. нормативов, также следует пользоваться местной классификацией устойчивости пород для г. Баку.

3. С целью предотвращения проявления вывалов, отката и обрушения присводовой части забоя выработки, максимально ограничить применение горного способа проходки, до сих пор практикуемого в г. Баку, и осуществить щитовую проходческую работу в глинах бакинского горизонта с небольшими заходками, не оставившим в креплении и частым обновлением лба забоя выработки.

4. Немедленное заполнение строительных зазоров даст возможность обделке надежно сопротивляться давлению кровли и способствовать уменьшению величины оседания поверхности земли. С целью обеспечения необходимого прогнитоудавления в строительных зазорах, образовавшихся между породой и обделкой, предусмотреть изготовление нагнетаемого негустого цементного раствора с показателями относительно короткого времени охватывания.

5. Для сокращения времени развития возможных деформаций пород по контуру выработки предусмотреть применение торцового устройства, с учетом его усовершенствования в расчете возможного увеличения давления в закачиваемом растворе по заполнению строительного зазора с целью обеспечения в краткий срок передачи горного давления на обделку.

6. Большинство участков IV очереди метро будут сооружены в морских отложениях бакинского горизонта; при проходке перегонных тоннелей в глинах следует сократить срок времени, затрачиваемого с момента разработки забоя до окончания процесса схватывания цементного раствора.

7. При выявлении деформации колец необходимо усилить проведение наблюдений за коверхностными реперами, установленными непосредственно над горной выработкой. Оседание дневной поверхности над пройденной выработкой—это первый сигнал о происходящей деформации пород вокруг тоннельной выработки на данном участке.

8. Изучение характера и интенсивности неотектонических движений в условиях г. Баку играет важную роль, для чего необходимо проведение повторных нивелировок на перспективных участках метро. Работы, проведенные Отделом трассы и геодезии Бакметротропоекта в семидесятых годах, не раз подтверждали о имевшихся вертикальных смещениях поверхности земли на некоторых участках трассы метро.

9. Целесообразно организовать опытные участки по трассе сооружаемых выработок глубокого заложения для проведения наблюдений за развитием деформации различных слоев, принимавших участие в геологическом строении данного района и слагающих участки над горными выработками. Для оценки деформаций пород в каждом слое необходимо кроме поверхностных реперов, установление определенного количества реперов на кровле различных слоев, в зависимости от их простираания и глубины заложения. Подобные скважины с устройством глубинного репера можно выполнить по конструкции Г. Н. Сазонова [3].

Литература

1. Алиев Ф. С., Морозов Ю. А., Яхьяев Р. Ю. Разгрузочно-пластические деформации глины при строительстве метро в г. Баку.—Изв. АН АзССР. Сер. наук о Земле, 1976, №1. 2. Бергман Г. Р., Михалевский А. И. Водный баланс Каспийского моря в связи с Большой Волгой.—Баку: Изд-во АзФАН, 1935. 3. Сазонов Г. Н. Исследования инженерно-геологических процессов, возникающих при проходке горных выработок Московского метрополитена (с целью прогноза этих процессов): Автореф. дис... канд. геол.-мин. наук.—М., 1973.

Институт геологии
АН Азербайджана

Поступило 5. I 1990

Ф. С. Әлијев, Р. Ј. Јәһјәјев, Ә. Д. Садыхов

СҪУХУРЛАРЫН МАССИВДӘ КӘРКИН ҺАЛЫНЫН ДӘЛИШМӘСИЛӘ ӘЛАГӘДАР ЈЕРИН ВЕРТИКАЛ ТӘРПӘНМӘСИ ВӘ ОНУНЛА МУБАРИЗӘ ҺАЛЛАРЫ

Мәғаләдә Јералты сүхурларда деформасиянын јаранмасы, онларын үстәжалмә процессләрдә иштиракы вә нәтичәдә чәкмә мулдасынын јаранмасындан бәһс едилир, ики чүр деформасия тәсвир олуноур.

F. S. Aliev, R. Y. Jahjajev, A. D. Sadicov

THE VERTICAL DISLOCATION OF THE EARTH, CONNECTED WITH CHANGE OF THE STRAINED CONDITION OF THE ROCKS IN THE MASSIVE AND THE MEASURES OF THE STRUGGLE WITH IT

In the article we report about engineering-geological researches of the vertical dislocation of the earth, cause with change of the strained condition of the rocks in the massive. It's characterize two types of deformation.

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

УДК 611. 834: 611. 833. 4—053. 1/8+611—018. 834: 617. 5

А. Б. ИСАЕВ

ВНЕШНЕЕ И ВНУТРИСТВОЛЬНОЕ СТРОЕНИЕ
ГРУДОСПИННОГО НЕДРА

(Представлено академиком АН Азербайджана Г. Г. Гасановым)

Развивающаяся нейро-пластическая операция и микрохирургия ставят перед морфологами актуальные задачи—изучения хирургической анатомии и структурной организации периферических нервов.

Настоящая работа является фрагментом исследования, посвященного изучению коротких нервов плечевого сплетения. Данное сообщение касается изучения внешнего и внутривольного строения грудоспинного нерва.

Ознакомление с литературой показало, что как внешнее, так и внутривольное строение грудоспинного нерва почти не изучено. Исключением является работа Н. Г. Чепелева (1975), который изучил макромикроскопическую анатомию грудоспинного нерва методом распучкования. Разноречивые данные по вопросу источника отхождения имеются в общезвестных руководствах и учебниках по анатомии человека. Так, по Щальтегольцу (1901—1906), грудоспинной нерв отходит от тыльной части плечевого сплетения или от подкрыльцового нерва, по В. П. Воробьеву (1948) и К. А. Балакишину (1982), иногда грудоспинной нерв отходит от подлопаточного нерва, а по Р. Д. Синельникову (1974)—от лучевого нерва.

Ю. А. Климовец (1964) указывает, что грудоспинной нерв отходит от заднего пучка плечевого сплетения. Причем, уровень отхождения этого нерва соответствует верхнему краю второго или третьего ребер.

Что касается внутривольной структуры грудоспинного нерва, то этот вопрос вообще не изучен.

Методом макро-микроскопического препарирования на 116 препаратах от 58 трупов различных возрастов изучено внешнее строение, а по методу Вейгерта—Паля и Крутса на 15 трупах плодов, 5 трупах новорожденных, 10 трупах детей различных возрастов и на 15 трупах взрослых с обеих сторон—внутривольное строение грудоспинного нерва.

Таким образом, для изучения внутривольного строения исследовано 90 нервов. Материал для исследования брался на уровне источника отхождения.

На гистологических срезах нервов производилось измерение диаметра нерва, толщина его эпиневрия, изучалось количество пучков. Затем определялось количество миелиновых волокон, их диаметр и процентное соотношение миелиновых волокон разного диаметра. Подсчет волокон и измерение их диаметра производились на поперечных срезах под микроскопом (ОК. 7х Об. 50) с помощью окуляр-микрометра и

окулярной сетки. Полученные данные подвергались вариационно-статистическому анализу.

Результаты исследования внешнего строения показали, что грудоспинной нерв в большинстве случаев (98 из 116 препаратов) отходит от заднего пучка плечевого сплетения, иногда (на 16 из 116 препаратов) общим стволом подлопаточным нервом, а в редких случаях он отделяется от лучевого нерва (на 2 из 116 препаратов). Уровень отхождения грудоспинного нерва у плодов, новорожденных и детей соответствует верхнему краю третьего ребра или второго межреберного промежутка, а у взрослых—верхнему краю второго ребра.

Ствол грудоспинного нерва располагается между подлопаточной и передней зубчатой мышцей и следует сверху вниз, несколько снаружи—кнаружи.

На уровне 5—7 ребер грудоспинной нерв входит в широчайшую мышцу спины с внутренней поверхности, ближе к медиальному краю. В редких случаях встречаются ветви от грудоспинного нерва к подлопаточной мышце и к большой круглой мышце. Количество первичных ветвей грудоспинного нерва варьирует от 3 до 7. Деление нерва на ветви второго и третьего порядка происходит внутри широчайшей мышцы спины.

Что касается связи между грудоспинным нервом с другими нервами, то отмечено, что встречаются связи между конечными ветвями грудоспинного нерва и длинным грудным нервом.

К возрастным изменениям внешнего строения грудоспинного нерва можно отнести увеличение вторичных ветвей и диаметра этого нерва и его ветвей.

Исследования внутривольного строения показали, что грудоспинной нерв имеет выраженное пучковое строение. Количество пучков, составляющих этот нерв у плодов, новорожденных и детей 1-го года жизни, варьирует в пределах от 1 до 6, а детей второго года жизни, детей старших возрастов и взрослых—от 1 до 10. У плодов, новорожденных и детей второго года жизни грудоспинной нерв в основном состоит из мелких пучков (со средним диаметром до 300 мкм), только в редких случаях наблюдаются средние пучки (со средним диаметром от 301 до 600 мкм). У взрослых иногда встречаются крупные пучки. Количество пучков у разных лиц варьирует от 1 до 10. Разница в количестве пучков справа и слева у разных людей колеблется от 1 до 4. Форма пучков на поперечных срезах бывает разнообразной, преобладающей являются эллипсоидные пучки.

Толщина наружного эпиневрия у плодов 4-х месяцев варьирует в пределах от 6,65 до 33,3 мкм. У плодов 5—6 месяцев—от 6,65 до 53,2 мкм, у плодов 7—8 месяцев—от 20 до 26,6 мкм, у новорожденных—от 13 до 80 мкм, у детей до 1-го года—от 26,6 до 212,8 мкм, у детей 2-го года жизни и старших возрастов—от 79,9 до 399 мкм, а у взрослых—от 66,5 до 588 мкм.

Толщина внутреннего эпиневрия у плодов 4-х месяцев колеблется от 4 до 66,5 мкм у плодов 5—6 месяцев—от 4 до 53,2 мкм, у плодов 7—8 месяцев—от 8 до 66,5 мкм, у новорожденных от 4 до 80 мкм, у детей до 1-го года—от 19,5 до 199,5 мкм, у детей 2-го года и старшего возраста—от 13,3 до 306 мкм, а у взрослых—от 26,6 до 332 мкм.

Толщина периневрия у плодов 4-х месяцев варьирует в пределах от 4 до 13,3 мкм, у плодов 5—6 месяцев—от 4 до 16 мкм, у плодов

7—8 месяцев —от 6,65 до 26,6 мкм, у новорожденных —от 4 до 33 мкм, у детей до 1-го года —от 15,96 до 185 мкм, у детей 2-го года и старших возрастов —от 39,9 до 119,7, у взрослых 26,6 до 119,7 мкм.

В результате исследования миелоархитектоники установлены особенности в количестве и спектре миелиновых волокон в грудоспинальном нерве в различных возрастных группах. Так в грудоспинальном нерве взрослых среднее арифметическое количество миелиновых волокон составляет $4354 \pm 121,8$, из них волокон мелкого диаметра (диаметр 1—4 мкм) варьировало в пределах от 7,89 до 26,18%, количество средних волокон (диаметр 4—8 мкм) —от 30,59 до 48,31%, крупных волокон (диаметр 8—12 мкм) —от 18,34 до 45,76%, а очень крупных волокон (свыше 12 мкм) —от 7,94 до 16,42%.

Анализ миелогенеза нервных проводников в различных возрастных группах показал, что у 4-месячных плодов общее количество миелиновых волокон в грудоспинальном нерве варьирует от 105 до 533, у плодов 5—6 месяцев —458 до 940, у плодов 7—8 месяцев от 975 до 1886, у новорожденных —от 1375 до 2534, у детей до 1-го года —от 1615 до 3450, у детей 2-го года и старших возрастов —от 2370 до 5150.

Изучение процентного соотношения миелиновых волокон разных диаметров показало, что у плодов 4-х месяцев встречается только незначительное количество миелиновых волокон (диаметр 1—4 мкм), у плодов 4—5 месяцев в этом нерве основную массу проводников составляют миелиновые волокна мелкого диаметра (94—100%). В дальнейшем их относительное количество уменьшается. У плодов 7—8 месяцев миелиновые волокна мелкого диаметра составляют 82,18—95,54, у новорожденных —72,2—90,1%, у детей 1-го года 39,13—71,98, у детей 2-го года жизни и старших возрастов —от 9,98 до 53,45%.

Миелиновые волокна среднего диаметра у 5—6 месячных плодов варьировало от 0 до 5%, у плодов 7—8 месяцев —от 3,1 до 13,45%, у новорожденных —от 7,4 до 18,54%, у детей до 1-го года —от 18,62 до 42,1%, у детей 2-го года и старших возрастов —от 27,6 до 45,28%.

Крупные миелиновые волокна в грудоспинальном нерве впервые появляются у плодов 7—8 месяцев. Количество их не превышает 4,27%. Дилее с возрастом относительное количество их постепенно увеличивается до зрелого возраста, когда достигает максимальных показателей —45,76%.

Очень крупные миелиновые волокна в составе грудоспинального нерва впервые встречаются у 6-месячного ребенка, они составляют до 1,28%

Таким образом, с возрастом в грудоспинальном нерве одновременно с увеличением количества миелиновых волокон нарастает их разнообразие.

Полученные данные показывают индивидуальную изменчивость, асимметрию и возрастные изменения как во внешнем строении, так и в миелоархитектонике грудоспинального нерва.

Литература

1. Багрянская М. Ф. Внутривольная структура плечевого сплетения у человека. В кн.: Вопросы морфологии нервной системы. Под редакц. В. Н. Терновского.—М., 1960, с. 136—143.
2. Балакишев К. А.—Нормальная анатомия человека. Часть 3, Баку, 1982.
3. Воробьев В. П.—Атлас анатомии человека. М., 1948, т. V.
4. Григорович К. А.—Хирургия нервов. Л.: Медицина, 1969, с. 447.
5. Григорович К. А.—Хирургическое лечение поврежденных нервов. Л.: Медицина, 1981, с. 302.
6. Каверина В. В.—Кн.: Регенерация нервов при нейропластических операциях. Л.: Медицина,

1975, с. 200.

7. Климовец Ю. А. К анатомии подлопаточных нервов у человека. В кн.: Вопросы морфологии.—Фрунзе, 1964, в. IV, с. 173.
8. Максименков А. М.—Кн.: Внутривольное строение периферических нервов. Под ред. проф. А. А. Максименкова. Л.: Медгиз, 1963.
9. Михайлов С. С.—Анатомия человека, 1981.
10. Петровский Б. П., Крылов В. С.—Микрохирургия. М., 1976.
11. Приказ М. Г.—Анатомия человека. М., 1985.
12. Чепелев Н. Г.—К макро-микроскопической анатомии грудоспинального нерва. Материалы к макро-микроскопической анатомии. Харьков, 1975, т. 10, с. 32—33.

АМИ и.и. Н. Нариманова

Поступило 26. X 1989

А. Б. Исаев

ДӘШ ГӘФӘСИННІ АРХА СИНІРИННІ ХАРИЧИ ВӘ КӨТҮКДАХИЛИ ГУРУЛУШУ

Мағаллада исаев дөш гәфәсиннә архә синириннә харичи вә көтүкдахили гурулушу тәдгиг едилми дир. Синирин харичи гурулушу макро-микроскопик методда мұхтәлиф јаш группарини әһәтә едәл 116 препаратда, көтүкдахили гурулушу иса Вејкерт—Пал вә Крутсај методлары илә 90 препаратда тәдгиг олуишудур. Әдә едилән нәтичәләр синирин һәм харичи гурулушунда, һәм дә миелоархитектоникасында фәрди дәјишкәлијин, асимметријаны вә јаш дәјишкәлијарини олдугуну кәстәбир.

А. В. Исаев

THE EXTERNAL AND INTERNAL TRUNCAL STRUCTURE OF THE THORACODORSALIS NERVE

This report is about investigation of the external and internal truncal structure of the human thoracodorsal nerve. The external structure was studied by the macro microscopic preparation method on 116 preparations in different age groups, and intratruncal structure of the thoracodorsal nerve was studied by Beigert-Pale and Krutsais method on 90 preparations.

The results showed individual changeability, asymmetry and age changes in external structure as well as in myeloarchitectonics of the thoracodorsal nerve.

Б. Ф. КЕРИМОВ, Ф. Б. АСКЕРОВ, С. А. АЛИЕВ

ВЛИЯНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПИЩЕВОГО РЕЖИМА НА АКТИВНОСТЬ γ -ГЛУТАМИЛТРАНСФЕРАЗЫ В РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУРАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ГОЛОДАЮЩИХ КРЫС

(Представлено академиком АН Азербайджана Г. Г. Гасановым)

В деградации восстановленного глутатиона (GSH) в тканях организма важная роль принадлежит мембрансвязанной γ -глутамилтрансферазе КФ 2.3.2.2, ((5-глутамил) пептид: аминокислота 5-глутамилтрансфераза, γ -ГТФ), катализирующей в основном три типа реакций: а) транспептидации, в которых γ -глутаминовая часть CSH передается к различным аминокислотным акцепторам; б) аутопептидации, в которых γ -глутаминовая группа переносится к другой молекуле CSH с образованием γ -глутамил-GSH и в) гидролиз, включающий перенос этого остатка к молекулам воды [1, 2, 7].

Широкая субстратная специфичность γ -ГТФ как по отношению к различным аминокислотам, так и к донорам γ -глутаминовой группы (GSH, CSSG, 5-замещенные CSH, глутамин, а также другие γ -глутаминовые соединения) имеет важное значение в транспортных функциях этого фермента [3, 4]. Имеющиеся единичные литературные данные [5] о распределении и роли γ -ГТФ в разных отделах мозга крыс не позволяют охарактеризовать состояние аминокислот и пептидотранспортных, возможно, также и нейромедиатор-синтезирующих функций ключевого фермента γ -глутаминового цикла. Вместе с тем, известно, что при голодании в нервных тканях происходит метаболически-адаптационный процесс, направленный на поддержание структурно-функциональной организации нейрональных и глиальных клеток [6].

Учитывая роль γ -ГТФ в механизме транспорта аминокислот и некоторых коротких пептидов, представляется целесообразным выявить характерные особенности γ -глутаминового цикла в морфологически и функционально различных структурах мозга крыс в норме, при длительном голодании и насыщении.

Опыты проводились на беспородных белых крысах-самцах массой 180—200 г. Животные подразделялись на 7 групп (по 20 крыс в каждой). I группа—контрольные животные, которые находились на свободном пищевом и питьевом режиме. Животные всех остальных групп голодали в течение 5 суток, имея свободный доступ только лишь к воде. При этом животные II группы, не получая пищи, подвергались исследованию (5 суток голодания), а III, IV, V, VI, VII группы скормливались в течение 1, 2, 3, 7 и 15 суток соответственно. После декапитации контрольных и опытных крыс, из головного мозга извлекали продолговатый и средний мозг, гипоталамус, лимбическую, сенсомоторную и орбитальную

Влияние восстановления пищевого режима на активность γ -глутамилтрансферазы (имоль л-нитроаналина/мин/мг белка) в некоторых образованиях головного мозга голодавших крыс ($M \pm m$, $n=5-6$)

Исследуемые структуры	Контроль	5 суток голодания	Дни восстановления пищевого режима				
			1	2	3	7	15
Продолговатый мозг	13,5 ± 1,23	8,62 ± 1,02**	9,75 ± 0,82*	9,12 ± 0,67*	13,1 ± 0,65	12,8 ± 0,77	14,6 ± 0,93
Средний мозг	15,2 ± 1,64	9,26 ± 0,87**	9,61 ± 0,94*	8,75 ± 0,75*	14,8 ± 0,52	14,3 ± 0,81	17,2 ± 0,84
Гипоталамус	11,3 ± 0,92	3,02 ± 0,48***	5,26 ± 0,51***	6,84 ± 0,43**	10,7 ± 0,72	16,5 ± 0,92**	15,7 ± 0,84**
Лимбическая кора	7,23 ± 0,95	2,90 ± 0,56***	3,54 ± 0,43**	4,15 ± 0,36**	3,26 ± 0,48**	6,73 ± 0,52	8,12 ± 0,65
Сенсомоторная кора	7,65 ± 0,83	2,92 ± 0,31***	3,72 ± 0,34**	4,47 ± 0,30**	3,65 ± 0,41**	5,01 ± 0,67*	8,52 ± 0,72
Орбитальная кора	6,75 ± 0,46	2,02 ± 0,43***	3,45 ± 0,42**	2,95 ± 0,37**	3,78 ± 0,55***	5,82 ± 0,43	8,11 ± 0,58

Примечание: звездочки—достоверность различий по отношению к контролю, * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

области коры. В растворимой фракции, полученной путем метода [5], определяли активность γ -ГТФ по Orłowsky и Meister [7]. Активность фермента выражалась в нмоль *p*-нитроанилина / мин / мг белка. Белок определяли по методу Lowry и сотр. [7]. Результаты исследований оценивали статистически по критерию Стьюдента [9].

Из данных, приведенных в таблице 1, видно, что по величине удельной активности γ -ГТФ, исследуемые структуры располагаются в следующей последовательности: продолговатый и средний мозг, гипоталамус, сенсомоторная, лимбическая и орбитальная области коры. Полученные результаты свидетельствуют о более высокой активности этого фермента в эволюционно древних образованиях мозга.

При длительном голодании (5 суток) наблюдалось многократное снижение активности γ -ГТФ в гипоталамусе (3, 7 раза), в орбитальной (3, 3 раза), сенсомоторной (2, 6 раза) и лимбической (2, 5 раза) области коры, что, видимо, связано, с одной стороны, ограничением поступления с кровью аминокислотных и пептидных акцепторов, а с другой стороны, уменьшением утилизации АТФ на поддержание γ -глутамильного цикла (более энергоемкого метаболического конвейера). Снижение активности γ -ГТФ в продолговатом (на 36,1%, $p < 0,01$) и среднем мозге (на 39%, $p < 0,01$) при голодании крыс до 5 суток менее выражено и обусловлено, по-видимому, существованием эволюционно сформированного механизма поддержания необходимого уровня аминокислотных, пептидных и γ -глутамильных соединений в этих образованиях с помощью γ -глутамильного цикла.

Восстановление пищевого режима у животных после 5-суточного голодания, в начальном периоде не способствовало нормализации активности γ -ГТФ в отделах мозга. Однако, начиная с 3 дня кормления в продолговатом и среднем мозге, гипоталамусе, с 7 дня в лимбической и орбитальной коре и с 15 дня в сенсомоторной коре ее активность нормализовывалась. С 7 дня кормления обнаруживалось повышение активности этого фермента в гипоталамусе (на 46%, $p < 0,001$). Результаты исследования показывают, что активность γ -ГТФ сначала восстанавливается в эволюционно древних, а затем в корковых образованиях. Имеющиеся литературные данные [2, 10] свидетельствуют о том, что в клетках функционируют различные системы для транспорта аминокислот, а в зависимости от типа клеток доля их участия в трансмембранном переносе аминокислот значительно варьируется. По-видимому, в подкорковых структурах степень участия γ -глутамильного цикла в трансмембранном переносе аминокислот и коротких пептидов превалирует по сравнению с корковыми структурами.

Известно, что обработка информации о голоде и насыщении локализована в основном в двух гипоталамических специфических центрах: в вентромедиальном «центре насыщения» и латеральном «центре голода» [11]. Можно предположить что повышение активности γ -ГТФ в гипоталамусе на 7 день кормления у голодавших крыс является метаболически-адаптационным процессом, направленным на поддержание необходимого уровня внутриклеточного аминокислотного субстрата.

Таким образом, результаты исследований показывают, что транспорт аминокислот и пептидов через клеточные мембраны с помощью γ -глутамильного цикла в подкорковых структурах осуществляется более активно, по сравнению с корковыми образованиями. При длительном голодании (5 суток) крыс значительно подавляется транспортная функция γ -ГТФ в

гипоталамусе и корковых структурах. В продолговатом и среднем мозге этот процесс менее выражен. Восстановление пищевого режима у голодавших крыс способствовало нормализации функции γ -глутамильного цикла в раннем периоде только в подкорковых образованиях.

Литература

1. Meister A., Anderson M.—Glutathione, Ann. Rev. Biochem., 1983, p. 52, 711—759.
2. Meister A.—On the enzymology of amino acid transport., Science., 1973, v. 180, p. 33—39.
3. Meister A., Tate S. S.—Glutathione and related γ -glutamyl compounds; biosynthesis and utilization., Ann. Rev. Biochem. 1976, v. 45, 559—604.
4. Griffith O. W., Bridges R. J., Meister A.—Evidence that the γ -glutamyl cycle functions in vivo using intracellular glutathione; effects of amino acids and selective inhibition of enzymes., Proc. Natl. Acad. Sci., USA, 1978, v. 75, 5405—5408.
5. Турция Г. А., Аюпова Г. Е., Сафарова С. С.—Активность γ -глутамилтрансферазы в разных отделах и субклеточных фракциях мозга крыс.—Нейрохимия, 1984, т. 3, №1, с. 47—50.
6. Аскеров Ф. Б., Алекберова С. А., Гарибов А. И., Керимов Б. Ф., Хасанова Э. Г., Алиев С. А.—Реактивность и пластичность системы айронов гипоталамуса при пищевой мотивации.—В кн: Пластичность нервной системы норме и при патологии. Сб. науч. тр., вып. 18. М., 1989, с. 112—113.
7. Orłowsky M., Meister A.—The γ -glutamyl cycle; a possible transport system for amino acids—Proc. Natl. Acad. Sci., USA., 1970, v. 67, p. 1949—1955.
8. Lowry O. H., Rosebrough N. J., Farr K. L., Rndall R. J.—Protein measurement with the Folin phenol reagent., J. Biol. Chem., 1951, v. 93, p. 265—275.
9. Лакин Г. Ф.—Биометрия. М., 1980, 293с.
10. Палладин А. В., Белик Я. В., Поланкова Н. М.—Белки головного мозга и их обмен. Киев, 1972, 312 с.
11. Novin D., Wyrwicka G. A.—Hunger. Basic mechanisms and clinical implications., New-York., Raven Press, 1976.

Институт физиологии
АН Азербайджана

Поступило 25. IX 1989

Б. Ф. Керимов, Ф. Б. Эскеров, С. А. Алиев

АЧ ГАЛМЫШ СИЧОВУЛЛАРЫН БАШ БЕЈНИНИН МҮХТӘЛИФ ТӨРӘМӘЛӘРИНДӘ γ -ГЛУТАМИЛТРАНСФЕРАЗА ФЕРМЕНТИНИН ФӘАЛЛЫҒЫНА ГИДА РЕЖИМИНИН БӘРПАСЫНЫН ТӘСИРИ

Мәғаләдә нормал узун мүддәт ач галмыш (5 күн) вә сонра мүхтәлиф мүддәтләрдә (1, 2, 3, 7 вә 15 күн) једиздирилмиш ач сичовулларын баш бејинини бәзи төрәмәләрини суда һәлл олуан фракциясында γ -глутамилтрансфераза (γ -ГТФ) ферментини фәаллығы тәдқиқ едилмишдир. Мүәјјән едилмишдир ки, 1мг зүлалә дүшән активлијә төрә өјрәнилмиш структурлар ашағыдакы ардычыллыгга јерләшпир: Узунсов бејини (УВ), орта бејини (ОА), гипоталамус (hT), сенсомотор (СМГ), лимбик (ЛГ) вә орбитал (ОГ) абдыг саһаләри. Бу ферментини фәаллығынын бир нечә дәфә азалмасы узун мүддәт ач галмыш һејванларын hT-да (3,7 дәфә), ОГ-да (3,3 дәфә), СМГ-да (2,6 дәфә) вә ЛГ-да (2,5 дәфә) мүшәһидә едилмишдир. Ач галмыш һејванларда гита режимини бәрпасы абдыгалты төрәмәләрдә γ -ГТФ-нын фәаллығынын илк күнләриндә нормаллашмасына сәтириб чыхартды. Ферментини активлијини дәјишилмәсини јүксәк метаболик сүр'әти hT-да мүшәһидә олуишдур.

Фәрз едилпир ки, аминтуршуларынын вә кичик пептидләрини γ -глутамил цикли-аситәсилә һүчәјрә мембранында дашынмасы һәм нормал, һәм дә ач галмыш һејван арын габыгалты төрәмәләриндә даһа фәал баш верпир.

B. F. Karimov, F. A. Askarov, S. A. Aliyev

THE INFLUENCE OF FEEDING RECOVERY ON THE γ -GLUTAMYLTRANSFERASE ACTIVITY IN VARIOUS STRUCTURES OF STARVATED RATS CEREBRUM

γ -glutamyltransferase activity (γ -GTF) in soluble fraction of some structures of cerebrum under normal, prolonged starvation (5 day) and different periods of

feeding recovery (1, 2, 3, 7 and 15 day) was investigated. It was established that γ -GTF activity in various structures of rat cerebrum distributes in next sequence: mesencephalon (MeE), myelencephalon (MyE), hypothalamus (HT), limbic (LC), olfactory (OC) and sensorimotor cortex (SMC). In prolonged starvation (5 days) was observed significant decrease γ -GTF activity in HT (3,7 times), OC (3,3 times), SMC (2,2 times) and LC (2,5 times). Feeding recovery of starved rats contributes to normalize γ -GTF activity in early period in subcortical structures.

It was proposed, that transport of aminoacids and small peptides via cell membrane by the γ -glutamyl cycle in subcortical structures carry out many active functions in starved rats.

Б. А. ВЕЛИЕВ

ЧИСЛОВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КЛЕТЧНОГО ИММУНИТЕТА У БОЛЬНЫХ СО СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИЕЙ

(Представлено [академиком АН Азербайджана Р. А. Рагимовым])

Значению различных нарушений в иммунной системе в патогенетическом механизме множественных заболеваний в последнее время в литературе уделяется особое внимание [8, 9]. Между тем, у больных со свинцовой интоксикацией этот вопрос до сих пор не изучен.

В настоящее время в связи с применением кибернетических методов исследования в медицине стало возможным выявлять новые, ранее скрытые закономерности путем интегрального выражения изменений в различных системах, в частности, в иммунной.

Целью настоящей работы является определение клинического значения клеточного иммунитета и использование полученных результатов для разработки обобщенного иммунологического показателя, характеризующего иммунный ответ при интоксикации свинцом.

Наши прежние исследования [3] свидетельствуют о повышении степени упорядоченности лейкоцитарной системы до лечения, по сравнению с таковой после лечения, особенно у тяжелых больных по сравнению с больными со средней степенью свинцовой интоксикации. Поэтому изучение реакции лейкоцитарной системы в патогенетическом механизме в виде иммунного ответа в зависимости от тяжести заболевания и в различные периоды интоксикации (во время и вне обострения) является актуальным и представляет как теоретический, так и практический интерес.

Для иммунного ответа на антигены широко используют математические модели [7], в частности, методику, описанную нами ранее [2].

Вместе с тем возможно образование антигена в связи с накоплением посторонних веществ в эритроцитах [10] за счет нарушения образования гема и образования в них металпротенда [11].

Кроме того, применяемые до сих пор в иммунологических исследованиях определения клеточного иммунитета показатели: E_0 —РОК, E —РОК, E_c —РОК—лимфоциты и ЕАС—РОК—лимфоциты производились в средах, неадекватных живому организму, в которых наличие лимфоцитов небезразлично для морфо-функционального состояния. Вместе с тем, считается, что лимфоциты, формирующие розетки с эритроцитами барана, Т-клетки, а с ЕАС комплексом—В-клетки взаимосвязаны между собой при возникновении иммунной реакции.

Исходя из вышесказанного, очевидно, что количественный метод исследования клеточного иммунитета является более физиологичным, поскольку он основывается на результатах подсчета клеток периферической крови, сопоставленном иммуно-компетентных клеток с другими клетками, что позволяет избежать учета их содержания в условиях вне организма.

Под нашим наблюдением находились 90 больных со свинцовой интоксикацией, доставленных скорой помощью или направленных цеховыми врачами на стационарное лечение. Стаж работы, возраст больных приведены в наших публикациях [1].

В данном сообщении анализируются показатели коэффициента множественной детерминации (КМД), свидетельствующие о взаимозависимости входного фактора от выходного.

Таблица 1

Показатели коэффициента множественной детерминации между некоторыми параметрами периферической крови у больных со свинцовой интоксикацией

Зависимость входа от выхода	Показатели коэффициента множественной детерминации			
	Тяжелая степень		Средняя тяжесть	
Эритроциты → —нейтрофилы ←	62,4%	90,4%	25,8%	99,8%
Эритроциты ← —лимфоциты →	62,4%	66,7%	25,8%	99,2%
Эритроциты ← —моноциты →	62,4%	74,5%	25,8%	96,8%
Эритроциты ← —эозинофилы →	62,4%	68,1%	25,8%	76,6%
Тромбоциты → —нейтрофилы →	47,2%	90,4%	17,3%	99,8%
Тромбоциты ← —лимфоциты →	47,2%	66,7%	17,3%	99,2%
Тромбоциты ← —моноциты →	47,2%	74,5%	17,3%	96,8%
Тромбоциты ← —эозинофилы →	47,2%	68,1%	17,3%	76,6%

Данные представлены в табл. 1 и 2.

Как видно из табл. 1, КМД как для числа эритроцитов с лимфоцитами, моноцитами, нейтрофилами, эозинофилами, так и для числа тромбоцитов в этих сочетаниях находится на одинаковом уровне. Однако этот показатель для эритроцитов с компонентами белой крови является более высоким (62,4%), чем с тромбоцитами (47,2%). Это, видимо, связано с преимущественной ролью эритроцитов в этих нарушениях по сравнению с тромбоцитами, то есть обусловлено сдвигом содержания эритроцитов, приводящим параллельно к сдвигам в содержании тромбоцитов, так как достоверное увеличение числа эритроцитов после лечения сопровождается и достоверным увеличением числа тромбоцитов у тяжелых больных [5].

К тому же установлено, что снижение числа эритроцитов до лечения, особенно у больных с тяжелой степенью интоксикации, сопровождается соответственно снижением числа тромбоцитов, и обратный сдвиг наблюдается после лечения. Это соответствует, по-видимому, свидетельствует о том, что до лечения резкое снижение числа эритроцитов у

тяжелых больных обуславливает увеличение содержания АДФ, что приводит к повышению агрегационных свойств тромбоцитов, а это в свою очередь служит причиной повышения активности тромбоцитов, с одной стороны, и разрушения их, с другой. После лечения снижение степени эритродиареа приводит соответственно к уменьшению степени активности и разрушения тромбоцитов.

Таблица 2

Показатели коэффициента множественной детерминации по некоторым параметрам периферической крови у больных различной тяжести свинцовой интоксикации

Показатели	Тяжелая степень		Средняя степень			
	Показатели коэффициента множественной детерминации					
До лечения	Нейтрофилы → —лимфоциты ←	90,4%	66,7%	99,8%	99,2%	
	Моноциты → —лимфоциты ←	74,5%	66,7%	96,8%	99,2%	
	Эозинофилы → —лимфоциты ←	68,1%	66,7%	76,6%	99,2%	
	Эозинофилы → —моноциты →	68,1%	74,5%	76,6%	96,8%	
	Моноциты → —нейтрофилы ←	74,5%	90,4%	96,8%	99,8%	
	Эозинофилы → —нейтрофилы ←	68,1%	90,4%	76,6%	99,8%	
	После лечения	Нейтрофилы → —лимфоциты ←	99,8%	99,8%	99,8%	99,8%
		Моноциты → —лимфоциты ←	98,6%	99,8%	98,4%	99,8%
		Эозинофилы → —лимфоциты ←	94,3%	99,8%	95,8%	99,8%
		Эозинофилы → —моноциты →	94,3%	98,6%	95,8%	98,4%
Моноциты → —нейтрофилы ←		98,6%	99,8%	98,4%	99,8%	
Эозинофилы → —нейтрофилы ←		94,3%	99,8%	95,8%	99,8%	

Следовательно после лечения в связи с уменьшением фактора агрегации тромбоцитов—АДФ уменьшаются и агрегационные свойства тромбоцитов. Это подтверждается высоким КМД для числа эритроцитов с компонентами белой крови у больных с тяжелой степенью заболевания по сравнению с больными средней степени тяжести, а также до лечения, по сравнению с периодом после лечения. Этот процесс, по-видимому, связан с компенсаторно-приспособительными механизмами, проявляющимися у тяжелых больных [6], ибо у них увеличивается фагоцитарная активность лейкоцитов для удаления непригодных эритроцитов, засоривших периферическую кровь [3].

Это подтверждается увеличением КМД, свидетельствующим о взаимосвязи между входом и выходом, для нейтрофилов и лимфоцитов, особенно у больных с тяжелой степенью интоксикации до лечения (90,4% против 66,7%), а также после лечения по сравнению с показателями до лечения (99,8% против 90,4%). Это подтверждает положение о преимущественной функциональной деятельности нейтрофилов, являющихся активными участниками фагоцитоза в эти периоды, при кооперации с лимфоцитами (90,4%) против 74,5% и 68,1% при кооперации лимфоцитов соответственно с моноцитами и эозинофилами. Таким образом, у больных с тяжелой степенью заболевания доминирующими являются кооперации между нейтрофилами и лимфоцитами, поскольку КМД в этом случае оказалась высокой (90,4%) по сравнению с остальными составляемыми факторами (74,5%, 68,1%). К тому же при доминирующей функции моноцитов (74,5%), эозинофилов (68,1%) по сравнению с лимфоцитами, так как этот показатель при непереносимости лимфоцитов составляет 66,7%, а при непереносимости нейтрофилов—90,4%.

Кроме того, КМД для компонентов белой крови (табл. 2) по сравнению с показателями их связи с числом эритроцитов и кровяных пластинок (табл. 1) до лечения, оказался высоким (66,7—90,4%), а для лейкоцитов, тромбоцитов, эритроцитов 47,2—62,4%. Это подкрепляет нашу гипотезу [3] о доминирующей роли лейкоцитов в этих нарушениях по сравнению с эритроцитами и тромбоцитами.

У больных со средней степенью интоксикации по сравнению с больными с тяжелой степенью до лечения, КМД для эритроцитов, тромбоцитов с компонентами белой крови резко снижены (для эритроцитов 25,8% против 62,4% и для тромбоцитов 17,3 против 47,2%) (табл. 1), а связь между отдельными формами симых лейкоцитов более выражена (табл. 2). Однако этот показатель более наглядно выражен для лимфоцитов, моноцитов с нейтрофилами и менее показателен для указанных компонентов с эозинофилами. Отсюда следует, что нейтрофилы, лимфоциты, моноциты являются более активными у больных со средней степенью по сравнению с больными тяжелой степенью.

При нарастании тяжести интоксикации у больных с тяжелой степенью заболевания, по сравнению с больными со средней степенью, коэффициент множественной детерминации как для эритроцитов (25,8 против 62,4%), так и для тромбоцитов (17,3 против 47,2%) с макро- и микрофагальными элементами почти в 2,5 раза повышен.

Следовательно, при нарастании тяжести интоксикации в этих нарушениях становятся доминирующими роли эритроцитов и тромбоцитов в сочетании с макро- и микрофагальными элементами. Можно допустить, что активация макро- и микрофагальных элементов у больных со средней степенью интоксикации приводит к изменениям в эритроцитах, достигших максимума у больных с тяжелой степенью заболевания и подлежащих удалению из организма, что является результатом компенсаторно-приспособительных механизмов организма больных.

Таким образом, приведенные данные дают основание констатировать, что КМД является объективным критерием для выявления различных нарушений во взаимозависимости показателей периферической крови больных в различные периоды (обострение и вне его) и тяжести свинцовой интоксикации.

На основании полученных данных можно высказать предположение о возможной полезности слабого стрессового состояния организма у подобных больных для очищения от неполноценный эритроцитов, при

достаточном уровне их содержания в периферической крови, поскольку иммунный конфликт наступает при определенной концентрации антигена и при стрессе увеличивается выброс адреналина, приводящий к кратковременному лейкоцитозу. Сильные стрессы же могут привести к чрезмерному разрушению эритроцитов и, следовательно, освобождению АДФ, обуславливающего агрегацию тромбоцитов с их разрушением и, следовательно, к микроциркуляторным нарушениям сосудов различных органов и систем.

Результаты проведенной работы показывают, что количественный метод оценки клеточного иммунитета является объективным критерием, показывающим разное состояние клеточного иммунитета в различные периоды (до и после лечения) и тяжести интоксикации, когда в организме развивается ряд сложных адаптационно-приспособительных процессов, которые могут быть зарегистрированы по изменениям взаимосвязи между иммуно-компонентными клетками и клетками красной крови, тромбоцитами.

В заключение следует подчеркнуть, что различные степени выраженности КМД характеризуют степень кооперации между макро- и микрофагальными элементами; их корреляция с числом эритроцитов, тромбоцитов, обусловлена, по-видимому, саморегуляцией иммунных реакций организма, поскольку больным не проводилось лечение иммунокорригирующими средствами.

Литература

1. Велиев Б. А. Некоторые показатели периферической крови у больных со свинцовой интоксикацией до и после лечения (сообщение первое).—Азербайджанский мед. журн., 1969, №8, с. 67—72.
2. Велиев Б. А. Обоснование: методика определения, показатели обострения свинцовой интоксикации (мет. реком.).—Баку, 1986, 30 с.
3. Велиев Б. А. Математическая модель аутофагоцитоза и ее значение в определении степени напряжения адаптационно-приспособительных механизмов у больных со свинцовой интоксикацией.—ДАН АзССР, 1988, №2, с. 61—64.
4. Велиев Б. А. К вопросу изучения свинцовой анемии.—Гематол. и трансфузиол. 1989, №7, с. 19—22.
5. Велиев Б. А. Числовые методы исследования сердечно-сосудистой системы у больных со свинцовой интоксикацией (рукопись).
6. Люблина Е. И., Минкина Н. А., Рылова М. Л.—Адаптация к промышленным ядам как фаза интоксикации.—Л., 1971.
7. Марчук Г. И. Математические модели в иммунологии.—М.: Наука, 1985.
8. Насонов Б. Л. Циркулирующие иммунные комплексы при заболеваниях внутренних органов: Автореф. дис... д-ра мед. наук.—М., 1986.
9. Насонова В. А. Синдром Шегрена в клинике внутренних болезней.—Тер. архив, 1988, №4, с. 8—11.
10. Покровский А. А. Мембранотоксин.—Вестник АМН СССР, 1976, №9, с. 79—84.
11. Торчинский Ю. М. Сера в белках.—М., 1977.

АМИ им. П. Нариманова

Поступило 15. X 1989

Б. Ә. Вәлиев

ГҮРҮҒШУН ИНТОКСИКАСИЈАЛЫ ХӘСТӘЛӘРДӘ НҮЧӘЈРӘ ИММУНИТЕТИНИН ЭДӘДИ ҮСУЛЛА ГИЈМӘТЛӘНДИРИЛМӘСИ

Мәғаләдә гурғушун интоксикасиялы хәстәләрдә нүчәјрә иммунитетиниң әдәди үсулла гијмәтләндирилмәсидән бәйс олунур.

90 гурғушун интоксикасиялы хәстәләрин (41-и агыр, 46-ы орта агырлыгда) нүчәјрә иммунитетиниң мұәјјәләндирилмәсидә әдәди мұәјикә үсулундан истифадә олунмушдур. Чохлу детерминатлы әмсалларын истиқәләриниң гијмәтләндирилмәсиниң көмөји илә мұәјјән едилимшидир ки, нүчәјрә иммунитетиниң мұхтәлиф вәзијјәти, интоксикасиялы каскинилә мә, һәмшиниң агырлығ дәрәҗәсидән асылы олан имми вә гејри-имми

hücejrələr arasındakı müxtəlif əlaqə barədə məlumat verən bu üsul obyektiv kri-
teriya ilə məlik olub, orqanizmin immun reaksiyalarının özünü tənzimləməsinin nəticəsidir

B. A. Valiyev

QUANTITATIVE METHOD OF CELL IMMUNITY ESTIMATION IN PATIENTS SUFFERING FROM LEAD INTOXICATION

Applying quantitative method of research to cell immunity estimation and by means
of interpretation of results of great number of determinates in 99 patients suffering
from lead intoxication (serious degree 41, average degree 49 patients), it has been
determined that this method is an objective criterion and testifies different cell immu-
nity condition and various cooperation between immune competent and non-immune cells
depending on exacerbation period and regardless of it and as well as depending on
heaviness of intoxication being the result of self regulation of immune reaction of
organism.

АЗЕРБАЙДЖАН ЕЛМЛЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН МӘРҮЗЭЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА

ТОМ XLVI ЧИЛД

№ 10—11

1990

УДК 902. 6. 2

АРХЕОЛОГИЯ

Ә. И. НОВРУЗОВ

АЗЕРБАЙДЖАНЫН СОН ОРТА ӘСР ФИЛИЗЧЫХАРМА СӘНӘТИ (XIV—XVII ӘСРЛӘР)

(Азербайжан ЕА академики Э. Бунятов тәғдим етмишидир)

Азербайжан эразиси һәлә гәдим дөврләрдән мүхтәлиф хаммал мәнбә-
ләри, фәјдалы газынтыларла эәнкин иди. Тәбии сәрвәтләр—ғијмәтли даш-
лар, эәнкин кил, каолин еһтијатлары, ғара әлван металллар, жарым-
металлар, метал оксидләри, мүхтәлиф минераллар вә дикәр хаммал
мәнбәләри сон орта әсрләрдә сәнәткарлығын инкишафы үчүн тәбии имкан
јатағлары. Фәјдалы газынтылар ичәрисиндә метал вә жарымметал филизи
јатағлары металлуркија вә металишләмә сәнәтинин, һәрби суратларын
вә бүтөвлүкдә өлкә иғтисадийјатынын инкишафы үчүн хүсуси әһәмијәт
кәсб едирди.

Фәјдалы газынтылар вә онлардан истифадә едилмәси һағғында дөврүн
мүхтәлиф јазылы мәнбәләриндә—Нәсрәддин Туси, Мәһәммәд Нахчывани-
нин, Әвлијјә Чәләбинин әсәрләриндә вә б. дәјәрли мә’луматлар верил-
мишидир. Кәнчәдә, Аранда, Кәләнтәрдә дәмйәр филиз јатағлары, Нах-
чыван вә Саваланда јүксәк кејфијәтли мис мә’дәнләри, Мараға вә Зәнчан
арасында ғызыл мә’дәнләри^а барәдә һәмдуллаһ Гәзвини вә Јағут әл
Һәмәвинин мә’луматлары хүсусилә ғијмәтлидир.

XIX әсрин сону, XX әсрин әввәлләриндә апарылмыш мүшаһидә вә
тәдғигатлар нәтичәсиндә бүтөвлүкдә Зағағғазиянын фәјдалы газынты-
лары, хүсусән онун филиз мә’дәнләри барәдә бир сыра мә’луматлар вә
елми тәдғигатлар мејдана чыхмышдыр^б. Русија империјасы Азербайжанын
ғијмәтли хаммал мәнбәләрини вә фәјдалы газынтыларынын талан етмәк
мәғсәди илә мүшаһидәләри вә кеоложи тәдғигатлары кенишләндириди.
Онлары әсасән әлван металллар, ғијмәтли хаммал мәнбәләри марағлан-
дырыды.

Кеологларын апардығлары тәдғигатлар кәстәрип ки, Азербайжанда
метал вә жарымметал филизи јатағларынын јайылма сәрһәдләри кениш-
дир. Бу јатағларын әксәријәти һәлә гәдим дөврләрдән истифадә едил-
мишидир.

Азербайжанда филизчыхарма вә дағ-мә’дән сәнәтинин инкишафы
тарихинә бир сыра тәдғигатчылар диггәг јетирмишләр. М. Гашгајын^в,
М. Әлијевин^г, И. Сәлимхановун^д, А. Иессен—Деген Ковалевскинин^е,
В. Бахшәлијевин вә б. бу саһәдә апардығлары тәдғигатлар мүһүм елми
әһәмијәт кәсб едир.

Сон орта әсрләрдә әввәлләр истисмар едилмиш мә’дәнләрдән филиз
чыхарылмасы давам етдирилир вә јени филиз јатағлары ахтарылырды.
Даһа эәнкин еһтијатлары олан јерүстү мә’дәнләр ахтарыларкән ән’әнәви
үсуллардан истифадә олурурду. Мә’лум олдуғу кими, мис мә’дәнләри

жерүстү эламәтләре көрә асанлыгла мұәјјәнләшдирилсә дә, дәмир филизи мә'дәнләринин мұәјјәнләшдирилмәси чәтинлик төрәдирди. Дәмир филизинин тәркибиндә олан элементләрин харичи эламәтләри жалныз јатагларын сон дәрәчә јер сәтһиндә олмасы нәтичәсиндә өзүнү көстәрә биләрди. Орта әсрләрдә филизин сәтһә чыхмасы вә бә'зән пас эламәтинә көрә дәмир филизи мә'дәнләри мұәјјәнләшдирилди.



1-чи шәкил. Орта әсрләрдә истисмар едилмиш метал вә јарымметал филизи јатагларынин схематик хәритәси.

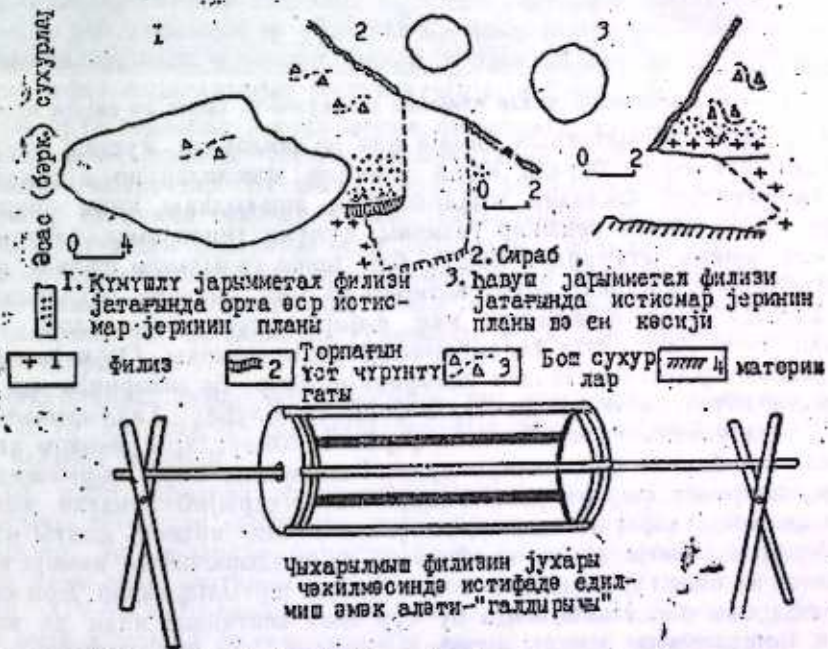
Әсрин 30-чу илләриндә А. Иессен-Деген-Ковалевски Азәрбајчанын бир сыра нефт мә'дәнләриндә—Шамхор, Кәнчә, Тәртәрчәј һөвзәсиндә, Нахчыван вә Зәнкәзурда, Ордубадда гәдим дөврләрдән истифадә олунан мә'дән јерләри ашкар етмишләр. Онларын фикринчә, ашкар едилмиш гәдим мә'дәнләрдә филиз чыхарылмасына һәм јерүстү, һәм дә јералты үсуллардан истифадә олунмушдур¹⁰. Гәдим дөврләрдән истифадә едилмиш мә'дәнләрин бә'зиләриндән әридилмиш һазыр мис күтләси вә чыхарлар һәлә XX әсрин II јарысында ашкар едилмишдир.¹¹

А. Иессен вә Деген-Ковалевскинин Әрдәбилдән 75 км чәнуб-шәргә доғру Мискәр чајынын һәр ики саһилиндә јералты мәдән учғунтуларынын ашкар едилмәси барәдә вердикләри мә'луматлар хүсусилә гижмәтлидир.¹²

1984-чү илдә В. Бахшәлијев Бабәк районунун Вајхыр кәнди јахынлығында, Нахчыванчајын сағ саһилиндә јерләшән филиз мә'дәнләриндә гәдим истисмар јери ашкарә чыхармышдыр. Газынты нәтичәсиндә бурадан даш чәкич вә сахсы парчалары тапылмышдыр. Мүәллиф һәмин материаллар әсасында бу гәдим јатагларын истисмар тарихини е. ә. II минилләјә анд едир.¹³

1986—1988-чи илләрдә Азәрбајчанын бир нечә гәдим филиз јатагларында мұәһәндә алардыгдан сонра гәдим мә'дән изләринә тәсадүф етдик. Тәдғигат үчүн јер Бабәк рајону әразисиндә Нахчыванчајын сол саһилиндә јерләшән Сираб, гәдим Шәрур әразисиндә исә Күмүшлү вә һавуш мис вә јарымметал филизи јатагларында сечилди.

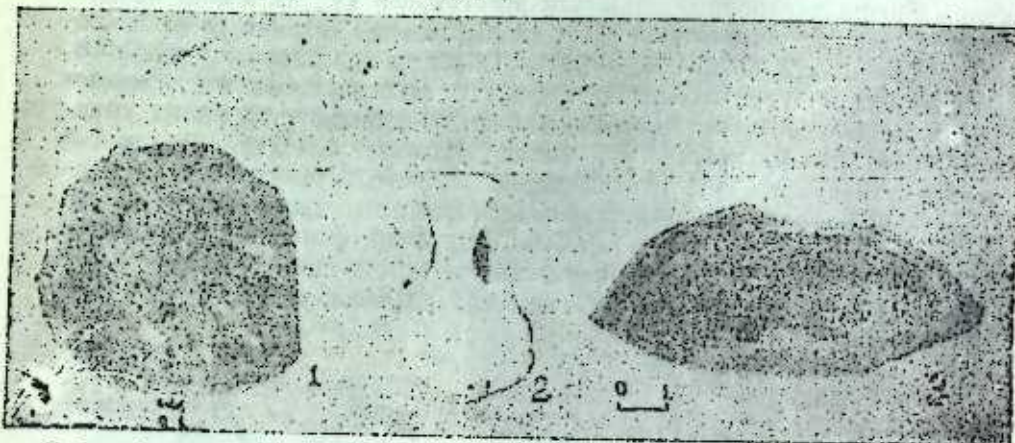
Сираб филиз мә'дәниндә ашкар едилмиш истисмар јери хүсусилә диггәти чәлб едирди. Тәдғигат нәтичәсиндә мұәјјән едилмишдир ки, бу әразидә һәм јерүстү, һәм дә јералты филиз мәдәннинин изләри вардыр. Онлар бир-бириндән 2,5 км аралы јерләшмишдир. Јерүстү филизчыхарма јери чала шәклиндә сахланмышдыр. Еллипсвари формалы чаланын узунлуғу 23 м, ени исә 12 метрдән бир гәдәр артыгдыр. Чаланын диварларыны диггәтлә көздән кечирсәк дә газынтыда истифадә едилмиш әмәк алатинин изинә тәсадүф едә билмәдик. Чалада 3×3 м өлчүдә тәмизләмә ишләри апардыг. 1 метр дәринликдә апардығымыз газынтыдан сонра чаланын шәрг диварларында шағули истигамәтли күлүнк изләри ашкарә чыхды. Газынты 1,3 метр дәринлијә чатдырылдыгда саһанын бә'зи һиссәләриндә филиз галыглары тапылдырды. Онларын бир һиссәсини топлајыб, спектрал анализ үчүн һазырладыг. Јерүстү филизчыхарма мәнтәгәсинин јахынлығында исә јералты үсулдан истифадә едилмәклә дә филиз чыхарылмышдыр. Газма үсулу илә филиз чыхармаг мәгсәди илә әввәлчә шағули истигамәтли гују газылмышдыр. Филизчыхаранлар бәрк сүхурлардан башлајараг маили истигамәтдә газынтыны давам етдирмишләр. Марағлы чәһәт бурасындадыр ки, бош сүхурлар филизин јухарысында јерләшдијиндән мә'дәнчиләр тәһлүкәсизлији тә'мин етмәк мәгсәди илә бу сүхурлары да филизлә бирликдә газыб кәнара чыхармаға мәчбур олмушлар.



2-чи шәкил. 1. Күмүшлү јарымметал филизи јатағында орта әср истисмар јеринин планы; 2.—Сираб; 3.—Һавуш јарымметал филизи јатағында истисмар јеринин планы вә ен көсији

Јери калмишкән гејд едәк ки, Сираб вә Күмүшлү филизчыхарма јериндә нәинки форма охшарлығы, үстәлик өлчү јахынлығы да вардыр. Гујуларын ағыз һиссәси һәр икисиндә даирәви формалыдыр. Диаметрләри 1—1,5 метр, гујунун һүндүрлүјү 2,5—2,8 метрди.

Һавуш филизчыхарма мәнтәгәси Даралакөз сыра дағларынын этәкләриндә јерләшмишди. Бурада табии чоғрафи шәраит еләдир ки, бир-баша үфүги истигамәтдә газма башламышдыр. Јералты филизчыхарма мәнтәгәләринин бириндә тәмизләмә ишләри апардыг. Күмүшлү филизчыхарма Јериндә апардығымыз тәмизләмә ишләри нәтичәсиндә онун үфүги истигамәтли һиссәси бир гәдәр тәмизләнди. Бу һиссәсинин ени бә’зи јерләрдә 4 метрә чатыр. Тәмизләмә нәтичәсиндә бурада ширсиз чыраг һиссәси вә ширли пијдан отурачағынын бир парчасы ашкар едилди. Көрүнүр онлардан јералты газмалары шығландырмаг мәгсәди илә истифадә едилмишди (табло 1, 2, 3).



Табло. Филиз мә’дәнләриндән ашкар едилмиш мис күлчәси, чыраг вә пијдан һиссәси

Етнографик мә’луматларын көмәји илә мә’дәнләрдән кустар үсулла филиз чыхарылмасы вә бурада ишин тәшкили мәсәләләрини ајдылашдырмаг мүмкүндүр. Филизин чыхарылмасы ашағыдакы кими тәшкил едилди. Газма ишини пешәкар газмачы, күлүнк типли әмәк аләтинин көмәји илә јеринә јетирди. Башта бир ишчи газылмыш филизи габлара јығыб гујунун ағзына доғру кәтирир вә ону кәндирә бағлајырды. Кириш һиссәдә гујунун ағзында ики нәфәр хүсуси әмәк аләти илә ишләјирди. Белә әмәк аләти галдырычы адландырылды. Онун һәр ики тәрәфи даирәви формалы ағачдан һазырланмышдыр. Бә’зиләриндә исә бу һиссәләр дөрдбучағлы вә чоғбучағлы формалы олурду. Галдырычынын даирәви, дөрдбучағлы вә чоғбучағлы формалы соңлуглары мөһкәм ағач васитәсилә бир-биринә бирләшдирилди. Галдырычы онун мәркәзиндән кечән ох әтрафында фырланараг, кәндири өзүнә сарыјыб ачагла чыхарылмыш филизи јухары галдырыр вә јенидән бош кисәни ашағы өтүрүрду. Јералты газмаја дүшән газмачылар да галдырычынын көмәји илә ашағы енир вә иши гуртардыгдан сонра јухары дартылырдылар. Јери кәлмишкән гејд едәк ки, Нахчыванда бу чүр әмәк аләтиндән инди дә кәһризаләрин тәмизләнмәси заманы истифадә едилди. Үз-үзә отурмуш ики нәфәр 60—80кг-дәк јүкү чәтинлик чәкмәдән јухары галдырырлар. Онлар иш заманы отурмуш вәзијәтдә һәм әлләринин, һәм дә ајағларынын күчүндән истифадә едилләр.

Нахчыван кәһкилдарынын вердикләри мә’луматлара көрә бу әмәк

аләти ән’әнәви олуб әсрин 30-чу илләриндә Нахчыванда филиз чыхарылмасындан кениш истифадә едилмишди.

Һаггында бәһс етдијимиз мә’дәнләрдә филизин әсас тәркиби сәрбәст мис, куприт, малахит, азурит, халкозин вә с. гарышыглар исә кил, гум вә б ибарәтди. Мә’дәнләрдән филиз чыхарылдыгдан сонра јад гарышыглардан елә бурадача тәмизләнирди. Тәмизләмә заманы ағыр күрз вә диқәр әмәк аләтләринин көмәји илә филиз хырдаланырды. Јалныз бундан сонра филиз металәритмә күрәләринә долдурла биләди.

Филиз мә’дәнләриндә апарылмыш археоложи тәдгигатлар көстәрир ки, чыхарылмыш филиз јад гарышыглардан тәмизләндикдән сонра онун бир һиссәси нәһәк металәритмә мәркәзләринин метала олан тәләбатыны өдәмәк үчүн кәндирилди. Филизин диқәр һиссәси исә мә’дәнләрин јахынлығында олан металәритмә күрәләриндә истәһсал едилди. Тәдгигат апарылмыш филиз мә’дәнләри Нахчыван, Гарабағлар, Чуга шәһәрләри, Әличә гала кими нәһәк металлуркија мәркәзләрини хаммалла тәһһиз едилди.

Сон орта әсрләрдә филизчыхарма, бүтөвлүкдә дағ-мәдән сәнәти илә бирликдә инкишаф едиб мөһкәмләнмишди. Баш вермиш мүһарибәләр үмумијәтлә, сәнәткарлығын инкишафына бир гајда олараг мәһфи тә’сир көстәрсә дә филизчыхарма сәнәтиндә дурғунлуг дөврү башга сәнәткарлығы саһәләриндән фәргли олараг узун сүрмәмиш, бә’зи вахтларда исә әксинә даһа да инкишаф етмишди. Көрүнүр, бу сила’лара олан тәләбатын артмасы илә әлағәдардыр. Бүтөвлүкдә сон орта әср филизчыхарма металәритмә вә металишләмә сәнәти јүксәк кәјфијәтлә сәчијәләнирди. Азәрбајчанын орта әср шәһәрләриндә апарылмыш археоложи газынтылар нәтичәсиндә ашкар едилмиш истәһсал очағлары, металәритмә күрәләри, дәмрчи күрәләри вә е’малатханалары, әринти нәтичәсиндә ајрылмыш чыхарлар, әмәк аләтләри, диқәр аваданлыглар, силаһлар, мәшәт вә тәсәррүфат әшјаларынын јүксәк кәјфијәти буна сүбүтдүр.

Сон орта әсрләрдә Азәрбајчанын филизчыхарма сәнәтиндә башлыча сәчијәви чәһәт јералты үсулла филизчыхарма үсулунун кениш вүс’әт алмасындан ибарәтди. Бу дөврдә јерүстү филизчыхарма мәнтәгәләриндә еһтијатлар кетдикчә түкәнирди. Филизчыхаранлар јералты газма үсулуна кечмәклә дағ-мәдән сәнәтиндә јени бир аддым атдылар. Бу исә табии ки, кеоложи сүхурлар һаггында тәсәвүрләрин формалашмасына көмәк едилди. Газмачылар һәр шејдән әввәл өз тәһлүкәсизликләринин тә’мининә чалышыр вә мә’дәнләрин учмасы үчүн сон дәрәчәдә еһтијатла һәрәкәт едилләр.

Ашкарланан газма өлчүләриндән вә етнографик материаллардан ајдын олур ки, тәдгиг едилмиш јералты филиз мә’дәнләриндә 10—12 ишчи чалыша биләди.

Сон орта әсрләрдә филизчыхармада тәтбиг едилән әмәк аләти—галдырычы дағ-мәдән сәнәтинин инкишафына өз мүсбәт тә’сирини көстәрмишди. Мә’дәнләрдән бириндә апарылмыш газынты заманы ашкар едилән ағач әмәк аләтинин чүрүнтүләри дә көрүнүр, бу тип лүмүнәләрә аидди. XIV—XVII әсрләрдә иши хејли јүнкүлләшидирән галдырычы вә диқәр әмәк аләтләри филизчыхармада кениш тәтбиг едилмишди.

Гејд олундургу кими, тәмизләмә заманы мә’дәнләрдән ашкарланан сахсы чырағлар XIV—XVI әсрләр үчүн сәчијәвиди. Тәдгиг едилмиш мә’дәнләрин сонунчу истисмар тарихини дә һәмин дөврә аид етмәк олар.

1. *Хакдәллах Казвини*. Нузхат ал-кулуб (Материалы по Азербайджану) пер. ак. З. М. Буниятова, Б., 1983, с. 58. 2. *Якут ал-Хамали*. Муджам ал-булдан (Сведения об Азербайджане). Б., 1983, с. 24. 3. Сообщение гор. инж. Г. И. Литевского Кавказскому отделению технического общества. О рудных и минеральных месторождениях Закавказского хребта на золото в 1851 и 1852 г. «Горный журнал», 1853, ч. II, кн. IV; Меллер В. И., Денисов Д. Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края, т. 1, Тифлис, 1917. 4. *Кашкай М. А.* Петрология и металлогения Дашкесана и других железорудных месторождений Азербайджана, М., 1965, с. 323—324. 5. *Кашкай М. А., Алиев М.* Из истории геологических понятий и горнорудного дела в древнем и средневековом Аз-не. Труды института истории и естествознания и техники АН СССР, М., 1957, т. 9. 6. *Селимханов И. Р.* К истории развития металлообработки и горнорудного дела в Азербайджане, Вестник АН СССР, №9. 7. *Иссен А. Деген-Ковалевски*. Из истории древней металлургии Кавказа, Изв. ГАИМК, вып. 120, 1935. 8. *Бахшалиев В. Б.* Металлургия и металлообработка на территории древней Нахичевани (IV—II тыс. до н. э. (Автореф. канд. дис.), Л., 1986. 9. *Кашкай М. А.* Петрология и с. 323—324. 10. *Иссен А. Деген-Ковалевски*. Указ. тр. с. 55, 56. 11. Сообщение гор. инж. Г. И. Литевского с. 85, 86. 12. *Иссен А. Деген-Ковалевски*, с. 66, 67. 13. *Бахшалиев В. Б.* Древние горные выработки в Вайхирском месторождении. Всесоюзная археологическая конференция «Достижения советской археологии в XI пятилетке. Тезисы докладов», Б., 1985, с. 83.

Азәрбајҹан ЕА ТИ Археолоҹија вә
Этноҹрафија Сектору

Алымшдыр 19. 01. 89

А. И. Новрузов

ГОРНОРУДНОЕ ДЕЛО ПОЗДНЕСРЕДНЕВЕКОВОГО АЗЕРБАЙДЖАНА (XIV—XVII вв.)

В статье говорится о полезных ископаемых Азербайджана, используемых с древнего периода. Автором определены новые разработки металлических и полуметаллических месторождений, их формы и планы, размеры, проведена очистка, установлены способы и методы добычи руды. Здесь говорится также о методах добычи тяжелых руд в шахте при помощи специального инструмента, который сыграл важную роль в развитии горнорудного дела.

Характерной чертой позднесредневекового горнорудного дела являлось то, что именно в XIV—XVII вв., в отличие от предыдущих периодов, в горнорудном деле преобладал шахтный способ, так называемый «газма». Кроме того, развитие металлоплавильного дела вблизи месторождений тоже было характерной чертой данного периода.

A. I. Novruzov

MINING IN THE LATE MEDIEVAL AZERBAIJAN (XIV—XVII c.)

The article deals with the minerals of Azerbaijan used from the ancient period. New working of metallic deposits, their forms and plans, dimensions are determined, cleaning is carried out, ways and methods of ore mining are defined by the author. The methods of extraction of heavy ore in mine by the help of an especial instrument is also presented here which played an important role in development of mining.

В. Б. БАХШАЛИЕВ

К ВОПРОСУ ХРОНОЛОГИИ И ГЕНЕЗИСА РАСПИСНОЙ КЕРАМИКИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАКАВКАЗЬЯ

(Представлено академиком АН Азербайджана З. М. Буниятовым.)

Исследования показывают, что расписная керамика является одним из важнейших атрибутов культуры эпохи средней и поздней бронзы Юго-Восточного Закавказья. С вопросом хронологии расписной керамики мы столкнулись во время своих исследований над древней металлургией Нахичевани. Оказалось, что для расписной керамики Закавказья отечественными исследователями предложена более поздняя датировка. Однако некоторые материальные вещи, сочетавшиеся в одном комплексе с расписными сосудами, тяготели к более древнему периоду.

Расписная керамика, обнаруженная в памятниках Закавказья отечественными исследователями, в основном была датирована в пределах II тысячелетия до н. э. [1, 202; 2, 113—124; 8, 47—56]. В последние годы некоторые исследователи в результате своих исследований заметили, что возраст расписной керамики Закавказья заходит в пределы III тысячелетия до н. э. [5, 198—202; 9, 134] Тем не менее вопросы, касающиеся хронологии расписной керамики Закавказья, подлежат уточнению.

Для установления возраста расписной керамики Закавказья важное значение имеют такие многослойные памятники, как Кюльтепе I, Кюльтепе II, Айгеван, Джаровит и др. Как известно, в этих памятниках куро-аракская керамика последовательно заменяется расписной керамикой. Аналогичное явление наблюдается также в памятниках Ближнего и Среднего Востока (Алишар, Тилки-тепе, Туренг-тепе, Гей-тепе и др.). В этих памятниках краснофоновая керамика с черной росписью появляется во второй половине III тысячелетия до н. э. Она известна из верхних пластов Алишар III, датированных 2100—1900 гг. до н. э. [14, 318]. В Туренг-тепе, Богазкее и Тарсе монохромные расписные сосуды обнаружены в слоях, датированных 2300—1900 гг. до н. э. [14, 268, 303, 453]. В поселении Гей-тепе монохромная расписная керамика известна из периода «Д», который датируется 2400—2000 гг. до н. э. [9, 234]. В связи с этим нет основания думать, что в памятниках Закавказья расписная керамика была более поздней. Тем более, что куро-аракскую керамику Закавказья, предшествующую расписной, можно сравнить с указанными памятниками. Исследователи на основе стратиграфических наблюдений утверждают, что монохромная керамика здесь появилась раньше полихромной II, 201—202; 2, 113—124; 6, 5—7]. Орнаментальный мотив монохромной расписной керамики весьма разнообразный. Стратиграфические наблюдения показали, что волнистые линии

являлись самыми ранними типами росписей [10, 69]. Геометрическая орнаментация появилась позднее волнистых, а затем пошел орнамент, ограниченный снизу и сверху горизонтальными линиями. При этом можно сказать, что сосуды, расписанные широкими волнистыми линиями, которые известны из Яйджи, Кюльтепе I, Кюльтепе II [2, 50—51], Узерликтепе [7] и других памятников, относятся к раннему этапу появления расписной керамики [рис. 1, 1—2]. Среди монохромно расписной керамики Закавказья привлекают внимание сосуды типа обнаруженного из азнабюрдских, кировоканских и триалетских курганов (рис. 1, 3). Металлический инвентарь азнабюрдских курганов тяготеет к древним

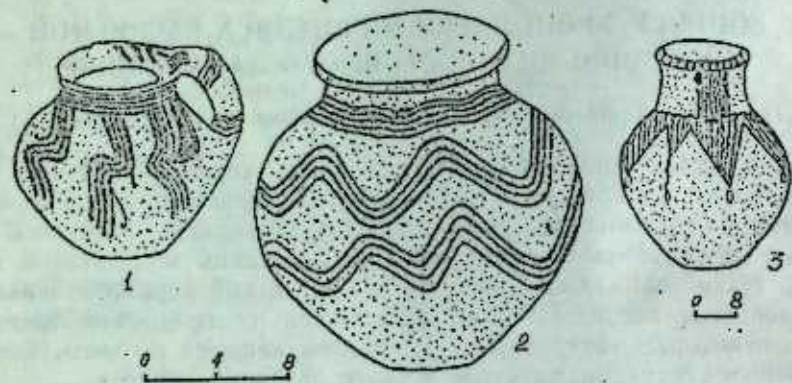


Рис. 1. Монохромная расписная керамика: 1—2—из Кюльтепе II, 3—из Азнабюрда.

памятникам Ближнего Востока. При этом аналогии булавок с пирамидальной головкой известны в Гиссаре [13, табл. XVI, XXIX], Алишаре [14, 195], Трое [11, табл. XIX] и целом ряде других памятников. Следует отметить, что все булавки, обнаруженные из азнабюрдских курганов, изготовлены из медно-мышьякового сплава, хотя в их комплексе имеются также изделия из медно-оловянного сплава.

О древнем возрасте подобной керамики свидетельствуют и металлические изделия, сочетавшиеся в комплексе триалетских курганов, которые сходны с древнейшими расшамрскими экземплярами. Форма некоторых триалетских сосудов, а также их орнаментальный мотив находят свои соответствия в керамике периода «Д» в Гей-Теле, что отмечено еще Т. Б. Брауном [10, 76] и Э. М. Гогодзе [4, 104—105]. Спиральный орнамент триалетской керамике близок также к орнаментации сосудов первого дворца Кносса, датирующихся 2100—1900 гг. до н. э. [14, 66].

Одной из разновидностей расписной керамики является керамика тазакендского типа, которая в настоящее время известна из целого ряда памятников Закавказья (Кюльтепе II, Кызылванк, Шахтаты, Муханнаттапа, Гарни, Эмар и др.). Теперь керамика тазакендского типа хорошо поддается определению. Их излюбленный сетчатый, а также другие виды орнамента хорошо известны из памятников Нахичевани. Можно сказать, что керамика подобного типа соответствует финальному этапу существования монохромной расписной керамики. Это полностью соответствует возрасту тазакендских памятников, определенных А. А. Мартиросяном XX—XIX вв. до н. э. [8, 54—55]. Керамика подобного типа, обнаруженная из Верин-Навера А. Е. Симоняном, датирована

XVIII в. до н. э. [9, 133]. Однако С. А. Есеян для керамики подобного типа предложил более широкие хронологические рамки [5, 200—202].

А. А. Мартиросян, основываясь на сходстве росписи тазакендских и кызылванкских сосудов, считал их синхронными. Как известно, тазакендские сосуды отличаются от кызылванкских техникой нанесения орнамента. Так, в них роспись нанесена на красную лощеную поверхность черной краской. А в кызылванкских сосудах роспись нанесена на белом фоне черной и красной красками. Можно сказать, что полихромная керамика типа Кызылванк I следовала за керамикой тазакендского типа. При этом не исключена возможность сосуществования в определенном промежутке времени этих двух видов керамики, но для таких выводов убедительных данных пока нет.

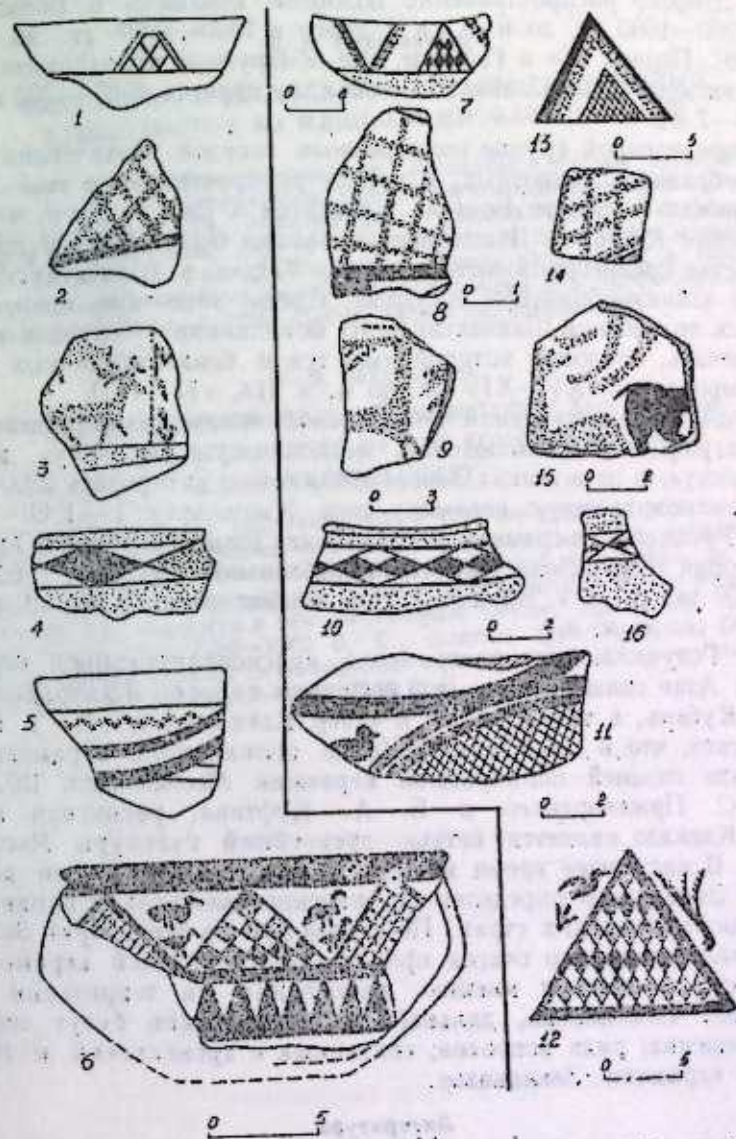


Рис. 2. Полихромная расписная керамика: 1—6—из Гей-теле; 7, 10, 13, 16—из Шахтаты; 8, 9, 11, 12, 14, 15—из Кюльтепе II.

В настоящее время полихромная керамика известна из целого ряда памятников Нахичевани (Кюльтепе I, Кюльтепе II, Шахтаты, Кызылванк, Нахичеванский некрополь и др.). Нахичеванские полихромные сосуды как по форме, так и по мотиву орнамента аналогичны сосудам обнаруженным из памятников Ближнего Востока (рис. 2). Полихромная керамика в ближневосточных странах распространилась еще в III тысячелетии до н. э. По мнению исследователей, подобная керамика в центральном Иране появилась около 2000 г. до н. э. [10, 89]. Полихромная керамика нахичеванского типа (орнаментация черной и красной краской по белому фону) в странах Ближнего Востока известна из Богазкея Караююка, Кюльтепе, Дедика, Г. де Генуиллак белофоновую керамику с черной росписью датирует 1750—1500 гг. до н. э. [12, 64—65].

К. Шеффер распространение подобной керамики в Богазкее относит к 1900—1600 гг. до н. э., а в Тарсе к 1950—1650 гг. до н. э. [14, 236—236]. Период «С» в Гей-тепе, где обнаружена полихромная керамика шахтахтинского и кызылванкского типов, датируется 2000—1700 гг. до н. э. [10, 234—236].

В определенной группе полихромных сосудов Нахичевани преобладают изображения животных. Широкое распространение этой керамики в памятниках Ближнего Востока относится к 1500 г. до н. э. [10, 90]. В поселении Кюльтепе II подобная керамика была обнаружена в верхних пластах среднебронзового слоя [3, 47], а в Шахтатинском погребении — с чайникообразными сосудами. Среди инвентаря одного из разрушенных погребений Шахтатинского могильника находилась цилиндрическая печать, аналогия которой имеется в ближневосточных памятниках, датированных XV—XIV вв. до н. э. [14, 111—111].

Исходя из сопоставлений с ближневосточными памятниками, а также из стратиграфических наблюдений, монохромную расписную керамику, обнаруженную в памятниках Закавказья, можно датировать 2300—1900 гг. до н. э., а полихромную керамику типа Кызылванк I—1900—1700 гг. до н. э. Расписную керамику с преобладающими изображениями животных, которая сопровождается чайникообразными сосудами, следует датировать 1600—1400 гг. до н. э. Керамику типа Кызылванк II можно отнести к 1300—1100 гг. до н. э.

Г. де Генуиллак распространение краснополированной керамики в Передней Азии связывает с перемещением народов Центральной Азии на Ван, Кубань, а также на юг и север Кавказа [12, 61]. Т. Б. Браун предполагает, что в памятниках Ирана полихромная керамика появилась в виде поздней полихромной керамики Месопотамии [10, 89]. По мнению С. Пржеворского и Б. А. Куфтина, расписная керамика Южного Кавказа является ветвью древнейшей культуры Месопотамии [6, 5—7]. В настоящее время можно сказать, что в развитии расписной керамики Закавказья определенное значение имело также влияние культуры средиземноморских стран. По-видимому, на территории Закавказья существовало несколько очагов производства расписной керамики, один из которых, по нашему мнению, расположен на территории древней Нахичевани. Несомненно, дальнейшие исследования будут способствовать разрешению ряда вопросов, связанных с хронологией и генезисом расписной керамики Закавказья.

Литература

1. Абибуллаев О. А. Энеолит и бронза на территории Нахичеванской АССР.—Баку, 1982.
2. Алиев В. Г. Культура расписной керамики эпохи бронзы в Азербайджане.—

Баку, 1977. 3. Алиев В. Г. Древняя Нахичевань.—Баку, 1979. 4. Гогодзе Э. М. Периодизация и генезис курганной культуры Триалети.—Тбилиси, 1972. 5. Есенин С. А. Историко-филологический журнал, 1981, №2. 6. Куфтин Б. А. Археологические раскопки в Триалети.—Тбилиси, 1941. 7. Кушнареса К. Х.—МИА СССР, 1965, №125. 8. Мартиросян А. А. Армения в эпоху бронзы и раннего железа.—Ереван, 1964. 9. Симонян А. Е.—Советская археология, 1984, №3. 10. Brown T. V. Excavation in Azerbaijan.—London, 1951. 11. Bittel K. Prähistorische Forschung in Kleinasien.—Istanbul, 1934. 12. Genouillac H. de Ceramique cappadoeciene.—Paris, 1926, том I. 13. Schmidt E. F. Excavation at Tape Hissar Danghan.—Philadelphia, 1937. 14. Schaf-fer C. F. Stratigraphic comparison chronologic de l'Asie Occidentale. London, 1948.

Нахичеванский научный
центр АН Азербайджана

Поступило 23. I. 1989

В. Б. Бахшалиев

ЧЭНУБ-ШЭРГИ ЗАГАФГАЗИЈА БОЈАЛЫ ГАБЛАРЫНЫҢ ХРОНОЛОКИЈА ВЭ МЭНШЭЛИ МЭСЭЛЭСИНЭ ДАИР

Соп иллэрин тэджигатлары кестирги ки, Загафгазија бојалы габларыны хронолокиасы илэ бағлы мөселлэр мүнәҗи дәрәҗәдә дэригләшдирилмәлидир. Стратиграфик мүнәһидләр вэ Јахын Шэрг абдалари илэ мүнәҗисләр эсасында Загафгазија бојалы габлары үчүн јени хроноложки схем ирәли сүрүлмүндүр. Буна эсасән монохром бојалы габлар е. э. 2300—1900-чү илләрә, Кызылванк I типли керамика—е. э. 1900—1700-чү, чайник типли габларла мүнәҗит олунен бојалы керамика е. э. 1600—1400-чү, Кызылванк II типли керамика е. э. 1300—1100-чү илләрә анд едилмишдир.

V. B. Bakshaliyev

TO THE PROBLEM OF THE CHRONOLOGY AND GENESIS PAINTED CERAMICS OF THE SOUTH-EASTERN TRANSCAUCASIA

The investigations of the last years show that the problems which are connected with the chronology of the painted ceramics Transcaucasia, in the definite degree are subject to the specification. On the basis of stratigraphical observations, as well as the results from the confrontation with the Near-Eastern monuments for the painted ceramics of Transcaucasia was suggested a new chronological scheme. That's why the monochromatic ceramics was dated 2300—1900 B. C., ceramics type Kizilvank 1—1900—1700 B. C., painted ceramics, which is accompanied with the kettle like vessels—1600—1400 B. C., ceramics type Kizilvank 2—1300—1100 B. C.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазинјат

К. Х. Исмајлов, М. Н. Мәммәдов № 2^н дәрәҗәли Уолш функциялары матрицаларының яени үсулла тәртиби 3
 Ф. А. Әлијев. Гейри-хәтти гиперболик тәлиик үчүн С. И. Похожаев ејиллигинин аналогу һаггында 7
 Җ. Асроров, Җ. М. Мәммәдов. Параметрли сәрһәд мәсәләсинин бир һәллү үсулу һагда 11

Җарымкечиричиләр физикасы

З. Ф. Агајев, Һ. С. Сејидли, Һ. М. Шүкүров, Җ. Б. Хыдырова. P+—P контактлы $Cd, Hg_{1-x}Te$ монокристалында јүкдашыјычыларын екскајүзијасы 15
 М. Н. Әлијев, Х. Ә. Хәлилов, Һ. Б. Ибраһимов, Е. А. Әләкбәрова. Легирә олуиуиуи $GaAs$ -дә ишыгыи сәрбәст јүкдашыјычылардан удулмасы 19
 Һ. Д. Исмаилов, Е. Һ. Гурбанова, Е. К. һүсејнов, К. А. Әлијев. Метал $Cd, Hg_{1-x}Te$ сәрһәдлинин фотоелектрик параметрләринин фотокечиричилик методу илә тәјшин 24
 С. Һ. Абдуллајева, Һ. Т. Мәммәдов, Һ. К. Мороз, С. Һ. Габуда. $TiGaTi_2$ -дә фаза кечилләри 27

Магнит һадисәләри физикасы

Җ. М. Сејидов, Һ. М. Пашајев, Һ. Г. һүсејнов, М. Б. һүсејнов. La_2CuO_4 гурулушулу јүксәк теиуературлу ифраткечиричи антиферромагнитләрин магнетик спектри, термодинамик вә јүксәктезликли хассәләри 31

Физики кимја

З. Җ. Мәһәррәнова, Е. Ә. Мәммәдов, Р. Һ. Ризәјев. Оксидләшдиричи аммонийдә толуол һәлгәсиндә гидрокеинин хлорла әвәз олуиуиасынын реаксияја киреи габиллијәтинә тәсиреи 38

Кеокија

Е. А. Агамирзәјева, Т. А. һүсејнова. Сијәзи нефт јатагынын суда һәлл олуиуиуи газлары 42

Мүһәндис кеолокијасы

Ф. С. Әлијев, Р. Җ. Тәһјәјев, Ә. Д. Садыхов. Сүхурларын массивдә керкии һалынын дәјиниуиәлә әләгәлар јерин вертикал тәрпәнмәси вә онунда мүбаризә һәлләри 45

Һисан аиаатомиясы

А. Б. Исәјев. Дәш гафаскини арха синирләринин харичи вә көтүкдахили гурулушу 50

Һисан вә һејван физиолокијасы

Б. Ф. Керимов, Ф. Б. Әскәров, С. А. Әлијев. Ач галмыш сичовулларын баш бејининин мүхтәлиф төрәмәләриндә—глутамилтараиуефераза ферментинин фәаллыгына гыда режмиинин барпасынын тәсиреи 54

Б. Ә. Валијев. Гургуиуиуи пиятоксикасияли хәстәләрдә һүчәјрә ииуунитетинин әдәли үсулла тијмәтләндирилмәси 59

Археолокија

Ә. Һ. Новруов. Азәрбајҗанын сон орта әср филизчыхарма сәнәти (XIV—XVII әсрләр) 65
 В. Б. Бахшиалијев. Чәнуб-шәрги Загафғазия бојали габларынын хронолокија вә мәншәји мәсәләсинә даир 71

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- К. Х. Исмаилов, М. И. Мамедов.* Новый метод факторизации матриц функций Уолша 3
- Ф. А. Алиев.* Об одном аналоге тождества С. И. Похожаева для нелинейных гиперболических уравнений 7
- Я. Асроров, Я. Д. Мамедов.* Об одном методе решения краевой задачи с параметром 11

Физика полупроводников

- З. Ф. Агаев, Г. С. Сеидли, Н. М. Шикюрова, Е. Б. Хыдырова.* Эксклюзия носителей заряда в $Cd_{1-x}Hg_x$ те с $P^+ - P$ контактами 15
- М. И. Алиев, Х. А. Халилов, Г. Б. Ибрагимов, Э. А. Алекперова.* Поглощение свободными носителями в легированном $CaAs$ о 19
- Н. Д. Исмаилов, Э. И. Курбанова, Э. К. Гусейнов, К. А. Алиев.* Определение фотоэлектрических параметров границы раздела металл- $Cd_{1-x}Hg_xTe$ методом фотопроводимости 24
- С. Г. Абдуллаева, Н. Т. Мамедов, Н. К. Мороз, С. П. Габуда.* Фазовые переходы в $TlGaTe_2$ 27

Физика магнитных явлений

- Ю. М. Сеидов, Х. М. Пашаев, Н. Г. Гусейнов, М. Б. Гусейнов.* Магнитный спектр, термодинамические и высокочастотные свойства антиферромагнитных высокотемпературных сверхпроводников со структурой La_2CuO_4 31

Физическая химия

- Э. Ю. Магеррамова, Э. А. Мамедов, Р. Г. Ризаев.* Влияние замещения волюфора кольца таллола хлором на его реакционную способность в окислительном аммонолизе 38

Геохимия

- Э. А. Агамирова, Т. А. Гусейнова.* Воднорастворенные газы Сызанского нефтяного месторождения 42

Инженерная геология

- Ф. С. Алиев, Р. Ю. Яхьяев, А. Д. Садыгов.* Вертикальное смещение земли, связанное с изменением напряженного состояния пород в массиве, и меры борьбы с ним 45

Анатомия человека

- А. Б. Исаев.* Внешнее и внутриспинальное стрессные грудоспинного недра 50

Физиология человека и животных

- Б. Ф. Керимов, Ф. Б. Аскеров, С. А. Алиев.* Влияние восстановления пищевого режима на активность γ глутамилтрансферазы в различных структурах головного мозга у голодающих крыс 54

Медицина

- Б. А. Велиев.* Числовой метод оценки клеточного иммунитета у больных со свинцовой интоксикацией 59

Археология

- А. И. Новрузов.* Горнорудное дело позднесредневекового Азербайджана (XIV-XVII вв.) 65
- В. Б. Бахшалигов.* К вопросу хронологии и генезиса расписной керамики юго-восточного Закавказья 71

9. Текст статьи печатается на белой бумаге через два интервала на одной стороне листа стандартного размера, с полями с левой стороны (не более 28 строк на одной странице по 58—60 знаков в строке). В тексте нельзя делать рукописные вставки и вклейки.

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

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

$$R^n \quad r_n$$

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

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

Следует избегать знаков типа ~ (волна), \odot , \oplus , \otimes ; \square , \square , \diamond , \vee , \wedge

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

$$h \times \epsilon, \phi, \phi, \phi, \varnothing$$

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 элементарном 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, ³). 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 и номер выпуска, страница и год издания.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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

Сдано 6. 07. 92. Подписано к печати 11. 11. 92. Формат бумаги 70×100/16.
Усл. печ. лист 6,5. Усл. кр.-отт. 6,5. Уч.-изд. лист 564. Тираж 640.
Заказ 260. Цена 1 руб. 40 коп.

Издательство «Элм».
370143 Баку-143, проспект М. Азизбекова 31. Академгородок, Главное здание.

Типография «Гызыл Шарг» Государственного комитета
Азербайджанской Республики по печати,
Баку, ул. Ази Асланова 80.

1 1949. 40 1950.
1948. 1949.

Индекс
76355