

Азәрбајчан ССР
Елмләр Академијасы
Академия наук
Азербайджанской ССР

ISSN 0802-3079

МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

ЧИЛД

XLV

ТОМ



1989

УДБ

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 установленные решение Президиума АН Азерб. ССР сроки.

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

1. Статьи, направляемые в редакцию, должны иметь представление члена АН СССР 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 редколлегией. 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 $\frac{1}{4}$ 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)

МƏ'РУЗЭЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XLV ЧИЛД

№ 8

«ЕЛМ» НƏШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»

БАҶЫ — 1989 — БАҶУ

Р. В. ГУСЕЙНОВ

ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОМ ПОВЕДЕНИИ РЕШЕНИЙ
КВАЗИЭЛЛИПТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В НЕОГРАНИЧЕННЫХ
ОБЛАСТЯХ ТИПА СЛОЯ

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

В настоящей статье будем рассматривать уравнение

$$L(u) \equiv \sum_{\substack{(\alpha, \lambda)=1 \\ (\beta, \lambda)=1}} D^{\alpha} a_{\alpha\beta}(x) D^{\beta} u = 0, \quad (1)$$

где $D^{\alpha} = \frac{\partial^{|\alpha|}}{\partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n}}$, $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$, $(\alpha, \lambda) = \sum_1^n \alpha_j \lambda_j$, $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, λ_j^{-1} — целые числа при всех $j \leq n$, $|\alpha| = \alpha_1 + \dots + \alpha_n$, $a_{\alpha\beta} = a_{\beta\alpha}$. Это уравнение рассмотрим в области U_T , имеющий вид: $\sum_1^n x_i^2 > T^2$, $\kappa \geq 1$, $(x_{\kappa+1}, \dots, x_n) \in G$, G — ограниченная область $R^{n-\kappa}$. Положим $\bar{x} = (x_1, \dots, x_{\kappa})$, $x' = (x_{\kappa+1}, \dots, x_n)$, так что $x = (\bar{x}, x')$. Предполагаем, что $a_{\alpha\beta}$ — ограниченные измеримые вещественные функции в U_T , а также выполнено условие:

$$\sum_{\substack{(\alpha, \lambda)=1 \\ (\beta, \lambda)=1}} (-1)^{|\alpha|} a_{\alpha\beta} \xi_{\alpha} \xi_{\beta} \geq C_0 \sum_{(\alpha, \lambda)=1} |\xi_{\alpha}|^2, \quad C = \text{const} > 0 \quad (2)$$

при вещественных ξ_{α} .

Случай $\kappa = 1$ нами рассматривался ранее [1]. В случае $\kappa > 1$, когда область U_T имеет вид „слоя“, мы получим аналогичный результат. Заметим, что он является новым и в случае эллиптических уравнений, т. е. когда $\lambda = \left(\frac{1}{m}, \frac{1}{m}, \dots, \frac{1}{m}\right)$, $m > 0$ — целое. Рассмотрим решение первой краевой задачи для уравнения (1) в U_1 . Для ее постановки и формулировки результатов введем некоторые обозначения и определения, аналогичные [1].

Через J_{T_1, T_2} обозначим выражение:

$$J_{T_1, T_2} = \int_{U_{T_1} \setminus U_{T_2}} \sum_{(\alpha, \lambda)=1} |D^{\alpha} \bar{u}|^2 dx, \quad dx = dx_1 \dots dx_n$$

и положим $J_T(u) = J_{T, \infty}(u)$.

Через $W_1^{\lambda}(U_T)$ обозначим пополнение $C^{\infty}(U_T)$ по метрике:

$$\|u\|_{W_1^{\lambda}(U_T)} = \sum_{(\alpha, \lambda)=1} \int_{U_T} |D^{\alpha} \bar{u}|^2 dx + \int_{U_T \setminus U_{T+1}} u^2 dx$$

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Через $\hat{W}^\lambda(U_T)$ обозначим пополнение $C^\infty(U_T)$ по норме $W^\lambda(U_T)$, через $\hat{W}^\lambda(U_T, \Gamma)$ — пополнение пространства $C^\infty(U_T)$ функций, обращающихся в нуль при $|\bar{x}|$ достаточно больших и в некоторой окрестности множества $G_T = \partial G \times S_T$, где $S_T = \{\bar{x} : T < |\bar{x}| < \infty\}$ по метрике $W^\lambda(U_T)$. Функция $u(x)$ называется обобщенным решением уравнения (1) с нулевыми условиями

Дирихле на G_1 , если $u \in \hat{W}^\lambda(U_1, \Gamma)$ и имеет место тождество:

$$B[u, \psi] = \int_{U_1} \left[\sum_{\substack{(\alpha, \lambda)=1 \\ (\alpha, \nu)=1}} (-1)^{|\alpha|} a_{\alpha\beta} D^\alpha u D^\beta \psi \right] = 0 \quad (3)$$

при любой $\psi \in \hat{W}^\lambda(U_1)$.

Имеет место следующая теорема.

Теорема. Если $u(x)$ обобщенное решение уравнения (1) с нулевыми условиями Дирихле на G_1 , то существует $\eta = \text{const} > 0$, которая от u не зависит, такая, что

$$\|u\|_{W^\lambda(U_T)} \leq C \cdot e^{-\eta T} \|u\|_{W^\lambda(U_1)} \quad (4)$$

$C = \text{const}$, от u не зависит.

Доказательство. Из вариационного принципа 2 следует, что

$$J_1(u) = \min J_1(v), \quad (5)$$

где \min берется по всем v , таким что $J_1(v) < \infty$, $u - v \in \hat{W}^\lambda(U_1)$. Пусть $\sigma_m(\bar{x}) \in C^\infty$ — такова, что $\sigma_m \equiv 1$ при $|\bar{x}| < m + \frac{1}{2}$, $\sigma_m \equiv 0$ при $|\bar{x}| > m + \frac{3}{4}$,

$|D^\alpha \sigma_m| \leq C_\alpha$, $C_\alpha = \text{const}$ от m не зависит. Из вариационного принципа следует, что

$$J_m(\sigma_m u) \geq J_m(u) \quad (6)$$

Легко видеть, что

$$J_m(\sigma_m u) \leq C J_{m,m+1}(u) + C \cdot \sum_{(\alpha, \nu) < 1} \int_{U_{m,m+1}} |D^\alpha u|^2 dx, \quad (7)$$

где $U_{m,m+1} = \{x : x \in U_m, x \notin U_{m+1}\}$.

Из неравенства (7) и из неравенства Фридрихса (3) следует, что

$$J_m(\sigma_m u) \leq C \cdot J_{m,m+1}(u), \quad (8)$$

где $C = \text{const}$, от u , m не зависит. В силу (6) имеем:

$$J_{m,m+1}(u) \geq \frac{1}{C} J_m(u)$$

Так как $J_m(u) = J_{m,m+1}(u) + J_{m+1}(u)$, то

$$J_{m+1}(u) \leq \left(1 - \frac{1}{C}\right) J_m(u). \quad (9)$$

Из (9) методом индукции по m получаем:

$$J_m(u) \leq \left(1 - \frac{1}{C}\right)^m J_1(u). \quad (10)$$

Пусть задано $T > 1$. Тогда $J_T(u) < J_{1T_1}(u)$ и в силу неравенства (10) получаем:

$$J_T(u) < \alpha^{1T_1} J_1(u), \quad \alpha = 1 - \frac{1}{C} \quad (11)$$

Из неравенства (11) следует, что

$$J_T(u) \leq \alpha^T J_1(u) = l^{T \cdot n} J_1(u). \quad (12)$$

Из ограниченности коэффициентов $a_{\alpha\beta}$, неравенств (2) и (12) получаем требуемое неравенство (4). Теорема доказана.

Доказанная теорема является определенным обобщением принципа Фрагмена—Линделефа более общего вида, чем в классическом случае области. Из этой теоремы теорема Фрагмена—Линделефа в стандартной форме следует при $\kappa = 1$. Теорема может быть обобщена на случай неоднородного уравнения и уравнения с младшими членами, аналогично тому, как это делалось нами в случае $\kappa = 1$ (см. [4, 5]).

Литература

1. Гусейнов Р. В. Теорема типа Фрагмена—Линделефа для решений квази-эллиптических уравнений. — Изв. АН АзССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1987, № 5.
2. Соболев С. Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. — Л., 1950.
3. Михлин С. Г. Вариационные методы в математической физике. — М., 1957.
4. Гусейнов Р. В. Теорема типа Фрагмена—Линделефа для решений неоднородных квазиэллиптических уравнений. — Изв. АН АзССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1988, № 1.
5. Гусейнов Р. В. Об асимптотическом поведении решений квазиэллиптических уравнений. Деп. ВИНТИ, № 3. 6. 1988, № 4404, В-88.

Институт математики и механики
АН АзССР

Поступило 28.1.1989

Р. В. Гусейнов

«ТӘБӘГӘ» ТИПЛИ ГЕҖРИ-МӘҤДУД ОБЛАСТЛАРДА КВАЗИ-ЕЛЛИПТИК ТӘНЛИКЛӘРИН АСИМПТОТИК ХҮСУСИЯТЛӘРИ

Мағаләдә «тәбәгә» типли геҗри-мәҥдуд областларда квази-эллиптик тәнликләр тәдқиғ олунур. Исбат едилмишдир ки, бахылан областын сәрһәддинин геҗри-компакт һиссәсиндә бирчине Дирихле шәртләрини өдәјән тәнлијин үмумиләшмиш һәлли, сон-сузлугда $\exp(-\eta t)$ кими азалыр, $\eta > 0$ һәр һансы сабитдир.

R. V. Guseinov

ON ASYMPTOTIC BEHAVIOUR OF QUASI-ELLIPTIC EQUATIONS IN UNBOUNDED DOMAINS OF „LAYER“ TYPE

A quasi-elliptic equation in infinite domains of «layer» type is investigated in the article. It is proved that a generalized solution of this equation satisfying the homogeneous Dirichlet conditions on non-compact part of the boundary of considered domain, decreases to infinity as $\exp(-\eta t)$, where $\eta > 0$ is some constant.

Т. К. МЕЛНОВ

РЕКУРРЕНТНЫЕ УСЛОВИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ ОСОБЫХ УПРАВЛЕНИЙ В СИСТЕМАХ ГУРСА—ДАРБУ

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

Среди множества задач оптимального управления пристальное внимание исследователей привлекают проблемы изучения особых управлений в системах Гурса—Дарбу (см., например, [1—7] и др.).

Настоящая работа посвящена исследованию оптимальности особых управлений и является непосредственным продолжением работы [4]. Здесь, рассматривая общий случай вырождения (произвольный ранг матрицы Лежандра—Клебша на линии), с помощью модифицированного варианта метода преобразования вариации получены необходимые условия оптимальности в рекуррентном виде. Заметим, что некоторые из них являются условиями типа Келли, Коппа—Мойера, Габасова и типа равенства.

1. Пусть в области $D = \{(t, x) : t \in J_1 = [t_0, t_1], x \in J_2 = [x_0, x_1]\}$ переменные $z(t, x) \in E^n$, $w(t, x) \in E^r$ характеризуют состояние и управление для некоторого процесса. Рассмотрим задачу минимизации функционала

$$S(w) = \Phi(z(t_1, x_1)), \quad (1)$$

при следующих ограничениях:

$$z_{tx} = f(z, z_t, z_x, w, t, x), \quad \text{п. в. } (t, x) \in D, \quad (2)$$

$$z|_{J_1} = \varphi_1(t); \quad z|_{J_2} = \varphi_2(x), \quad \varphi_1(t_0) = \varphi_2(x_0), \quad (3)$$

$$w(t, x) \in U \subset E^r, \quad (t, x) \in D, \quad \text{int } U \neq \emptyset. \quad (4)$$

Предположим, что функция $f(p, w, t, x) : E^{3n} \times U \times J_1 \times J_2 \rightarrow E^n$ непрерывна в области определения вместе со вторыми частными производными по $q = (p, w)$, где $p = (z, z_t, z_x)$; Φ имеет непрерывные производные Φ_z, Φ_{zz} на E^n ; φ_1, φ_2 — непрерывно-дифференцируемые на J_1, J_2 n -мерные функции.

Управление $w(t, x)$ с условием (4) назовем допустимым в задаче (1)—(4), если оно кусочно-непрерывно на D . Будем считать, что каждое допустимое управление $w(t, x)$ порождает единственное решение (в смысле [2]) $z(t, x)$ задачи (2), (3), определенное всюду на D . Пара $(w(t, x), z(t, x))$ образует допустимый процесс.

Допустимое управление $w(t, x)$, являющееся решением задачи (1)—(4), назовем оптимальным управлением, а процесс $(w(t, x), z(t, x))$ — оптимальным процессом.

2. Исследование проведем на основе второй вариации минимизируемого функционала (1). Пусть $(w(t, x), z(t, x))$ — фиксированный допустимый процесс. Введем следующие обозначения:

$$\psi(\xi, \eta) = -\lambda'(\xi, \eta; t_1, x_1) \Phi(z(t_1, x_1)), \quad (\xi, \eta) \in D;$$

$$H(\psi, p, w, t, x) = \psi' f(p, w, t, x),$$

где штрих — знак транспонирования, а $\lambda(\xi, \eta; t, x) = (n \times n)$ — матрица Римана уравнения в вариациях, являющаяся решением следующей задачи [3, 5]:

$$\lambda_{tx} = f_z(t, x) \lambda + f_{z_t}(t, x) \lambda_t + f_{z_x}(t, x) \lambda_x, \quad \text{п. в. } (t, x) \in D,$$

$\lambda_t = f_{z_{xt}}(t, \eta) \lambda$, $\lambda_x = f_{z_{tx}}(\xi, x) \lambda$, $\lambda(\xi, \eta; \xi, \eta) = E$ (E — единичная матрица), $(\xi, \eta) \in D$. При записи значений функций H, f или их производных вдоль $\psi(t, x)$, $p(t, x)$, $w(t, x)$ в точках $(t, x) \in D$ условимся опускать все аргументы или указывать для ясности только два последних.

Пусть $w(t, x) \in \text{int } U$, $(t, x) \in D$. Тогда нетрудно установить, что вдоль оптимального управления $w(t, x)$ выполняются условия:

$$\delta' S(w; \delta w) = - \int_{t_0}^{t_1} \int_{x_0}^{x_1} H_w'(t, x) \delta w(t, x) dt dx = 0, \quad (5)$$

$$\delta^2 S(w; \delta w) = \delta z'(t_1, x_1) \Phi_{zz}(z(t_1, x_1)) \delta z(t_1, x_1) - \int_{t_0}^{t_1} \int_{x_0}^{x_1} [\delta p'(t, x) H_{pp}(t, x) \delta p(t, x) + 2\delta p'(t, x) H_{pw}(t, x) \delta w(t, x) + \delta w'(t, x) H_{ww}(t, x) \delta w(t, x)] dt dx, \quad (6)$$

для всех $\delta w(t, x) \in \tilde{C}(D, E^r)$. Здесь $\delta' S(\cdot)$ является первой, а $\delta^2 S(\cdot)$ — второй вариациями функционала $S(w)$; $\tilde{C}(D, E^r)$ — класс кусочно-непрерывных вектор-функций $\delta w(t, x) : D \rightarrow E^r$; $\delta p(t, x) = (\delta z(t, x), \delta z_t(t, x), \delta z_x(t, x))'$, где $\delta z(t, x)$ — вариация состояния, являющаяся решением системы:

$$\delta z_{tx} = f_p(t, x) \delta p + f_w(t, x) \delta w(t, x), \quad \text{п. в. } (t, x) \in D, \quad \delta z|_{J_1} = \delta z|_{J_2} = 0.$$

Известно [8], что из (5), (6) получаются простые условия оптимальности:

$$H_w(t, x) = 0, \quad c' H_{ww}(t, x) c \leq 0, \quad \text{п. в. } (t, x) \in D, \quad \forall c \in E^r. \quad (7)$$

Определение. Допустимое управление $w(t, x)$, удовлетворяющее (7), назовем особым (в классическом смысле) на линии $t = \theta$, $\theta \in J_1$ ($x = \sigma$, $\sigma \in J_2$), если $t = \theta$ ($x = \sigma$) не является линией разрыва $w(t, x)$ и $\text{rang } H_{ww}(\theta, x) = r_1 < r$ п. в. $x \in J_2$ ($\text{rang } H_{ww}(t, \sigma) = r_1 < r$, п. в. $t \in J_1$).

Нашей целью является исследование таких особых управлений. В дополнение к сделанным предположениям примем: 1) $f(q, t, x)$, $f_q(q, t, x)$, $f_{qq}(q, t, x)$ непрерывны вместе со всеми своими частными производными, вплоть до порядка ν ; 2) процесс $(w(t, x), z(t, x))$ таков, что имеет кусочно-непрерывные производные $\partial^\alpha q(\theta, x)$, ∂x^α , $(\theta, x) \in D$, $\alpha = \overline{0, \nu}$; 3) процесс $(w(t, x), z(t, x))$ таков, что имеет кусочно-непрерывные производные $\partial^\alpha q(t, \sigma)$, ∂t^α , $(t, \sigma) \in D$, $\alpha = \overline{0, \nu}$.

Пусть $w = (u, v)'$, $u = (u_1, \dots, u_{r_0})'$, $v = (v_1, \dots, v_{r_1})'$, $r_0 + r_1 = r$ и введем матричные функции, определяемые рекуррентными формулами:

$$g_{i+1}^{(1)}(\theta, x) = f_{z_i} g_i^{(1)} - \frac{\partial}{\partial x} g_i^{(1)} \Big|_{(\theta, x)}, \quad g_{i+1}^{(2)}(t, \sigma) = f_{z_x} g_i^{(2)} - \frac{\partial}{\partial t} g_i^{(2)} \Big|_{(t, \sigma)},$$

$$g_0^{(1)} = g_0^{(2)} = f_u,$$

$$G_{i+1}^{(1)}(\theta, x) = H_{z_i z_i} g_i^{(1)} - f'_{z_i} G_i^{(1)} - \frac{\partial}{\partial x} G_i^{(1)} \Big|_{(\theta, x)}, \quad G_0^{(1)} = H_{z_i u},$$

$$G_{i+1}^{(2)}(t, \sigma) = H_{z_x z_x} g_i^{(2)} - f'_{z_x} G_i^{(2)} - \frac{\partial}{\partial t} G_i^{(2)} \Big|_{(t, \sigma)}, \quad G_0^{(2)} = H_{z_x u}, \quad (8)$$

$$L_{i+1}^{(1)}(\theta, x) = -g_i^{(1)'} H_{z_i z_i} g_i^{(1)} + 2g_{i+1}^{(1)'} G_i^{(1)} + \frac{\partial}{\partial x} (g_i^{(1)'} G_i^{(1)}) \Big|_{(\theta, x)}, \quad L_0^{(1)} = H_{uu},$$

$$L_{i+1}^{(2)}(t, \sigma) = -g_i^{(2)'} H_{z_i z_i} g_i^{(2)} + 2g_{i+1}^{(2)'} G_i^{(2)} + \frac{\partial}{\partial t} (g_i^{(2)} G_i^{(2)}) \Big|_{(t, \sigma)}$$

$$L_0^{(2)} \equiv H_{uu}, \quad i=0, 1, \dots, \nu.$$

Используя работы [4, 10, 11, 12], с помощью формул (8) доказываются следующие утверждения.

Теорема 1. Пусть выполняются условия 1), 2) и вдоль допустимого управления $w(t, x)$ ($w(t, x) \in \text{int } U$, $(t, x) \in D$) имеют место равенства:

$$L_m^{(1)}(t, x) = 0, \quad m = \overline{0, \kappa}, \quad 0 \leq \kappa \leq \nu, \quad \text{п. в. } x \in J_2.$$

Для того, чтобы допустимое управление $w(t, x)$, особое на линии $t=0$ было оптимальным в задаче (1)–(4), необходимо выполнение соотношений

$$a' [g_m^{(1)'} G_m^{(1)} + g_m^{(1)'} \psi^{(1)} g_m^{(1)}] a \Big|_{(0, x)} \leq 0, \quad m = \overline{0, \kappa}; \quad (9)$$

$$g_m^{(1)'} G_m^{(1)} - G_m^{(1)'} g_m^{(1)} \Big|_{(0, x)} = 0, \quad m = \overline{0, \kappa}; \quad (10)$$

$$P_m^{(1)}(t, x) \equiv G_m^{(1)'} f_v - g_m^{(1)'} H_{z_i v} \Big|_{(0, x)} = 0, \quad m = \overline{0, \kappa-1}, \quad \text{при } \kappa \geq 1; \quad (11)$$

$$a' L_{\kappa+1}^{(1)} a + 2a' P_{\kappa}^{(1)} b - b' H_{vv} b \Big|_{(0, x)} \geq 0, \quad \text{при } \kappa < \nu; \quad (12)$$

для всех $a \in E^r_0$ и $b \in E^r_1$, п. в. $x \in J_2$, где $r_0 = r - 1$; $\omega = (u, v)'$; $\psi^{(1)}(t, x)$, $x \in J_2$ —решение матричного уравнения:

$$\Psi_x^{(1)} = -f_{z_i}(t, x) \Psi^{(1)} - \Psi^{(1)} f_{z_i}(t, x) - H_{z_i z_i}(t, x), \quad \Psi^{(1)}(t, x_1) = 0.$$

Теорема 2. Пусть выполняются условия 1), 3) и вдоль допустимого управления $w(t, x)$ ($w(t, x) \in \text{int } U$, $(t, x) \in D$) имеют место равенства:

$$L_m^{(2)}(t, \sigma) = 0, \quad m = \overline{0, \kappa}, \quad 0 \leq \kappa \leq \nu, \quad \text{п. в. } t \in J_1.$$

Для того, чтобы допустимое управление $w(t, x)$, особое на линии $x=\sigma$, было оптимальным в задаче (1)–(4), необходимо выполнение соотношений:

$$a' [g_m^{(2)'} G_m^{(2)} + g_m^{(2)'} \Psi^{(2)} g_m^{(2)}] a \Big|_{(t, \sigma)} < 0, \quad m = \overline{0, \kappa}; \quad (13)$$

$$g_m^{(2)'} G_m^{(2)} - G_m^{(2)'} g_m^{(2)} \Big|_{(t, \sigma)} = 0, \quad m = \overline{0, \kappa}; \quad (14)$$

$$P_m^{(2)}(t, \sigma) \equiv G_m^{(2)'} f_v - g_m^{(2)'} H_{z_i v} \Big|_{(t, \sigma)} = 0, \quad m = \overline{0, \kappa-1}, \quad \text{при } \kappa \geq 1; \quad (15)$$

$$a' L_{\kappa+1}^{(2)} a + 2a' P_{\kappa}^{(2)} b - b' H_{vv} b \Big|_{(t, \sigma)} \geq 0 \quad \text{при } \kappa < \nu, \quad (16)$$

для всех $a \in E^r_0$ и $b \in E^r_1$, п. в. $t \in J_1$, где $r_0 = r - r_1$; $\omega = (u, v)'$; $\Psi^{(2)}(t, \sigma)$, $t \in J_1$ —решение матричного уравнения:

$$\Psi_t^{(2)} = -f_{z_x}(t, \sigma) \Psi^{(2)} - \Psi^{(2)} f_{z_x}(t, \sigma) - H_{z_x z_x}(t, x), \quad \Psi^{(2)}(t_1, \sigma) = 0.$$

Замечания. 1. Условия оптимальности (9)–(16) можно обобщить для случая, когда $\text{rang } L_{m+1}^{(i)} > \text{rang } L_m^{(i)}$, $m=0, 1, \dots, \kappa < \nu$, $i=1, 2$.

2. Для случая $\kappa=0$ близкие результаты получены в работах [2, 3–7].

Литература

1. Габасов Р., Кириллова Ф. М., Мансимов К. Препринт ИМ АН БССР.— Минск, 1982, № 31, 156.
2. Ацелков Л. Т., Васильева О. В.—ЖВМ и МФ, 1975, т. 15, № 5, с. 1157–1167.
3. Меликов Т. К. Исследование особых процессов в некоторых оптимальных системах. Дис. ... канд. физ.-мат. наук.—Баку, 1976.
4. Керимов Л. Н., Меликов Т. К.—Труды Азерб. с.-х. ин-та, серия механизации.—Кировабад, 1979, вып. 29, с. 197–203.
5. Срочко В. А.—Сиб. мат. журн., 1976, т. 17, № 5, с. 1108–1115.
6. Мансимов К. Б.—ДАН СССР, 1986, т. 286, № 4, с. 808–812.
7. Зубарев С. В.—Укр. мат. журн., 1981, т. 31, № 1, с. 3–8.
8. Меликов Т. К.—Материалы Респ. конф. мол. ученых по математике и механике.—Баку, 1976, с. 185–187.
9. Kelley H. J., Corb R. E., Moyer H. G.—Acad Press., New York—London 1967, pp. 63–101.

10. Габасов Р., Кириллова Ф. М. Особые оптимальные управления.—М.: Наука, 1973.
11. Goh C. S.—SIAM J. Control, 1966, v. 4, NO 4, pp. 716–731.
12. Срочко В. А. В кн.: Дифференциальные и интегральные уравнения. Иркутск: Иркутский гос. ун-т, 1973, вып. 2, с. 70–80.

Азербайджанский технологический институт

Поступило 13.I. 1989

Т. Г. Меликов

ГУРСА-ДАРБУ СИСТЕМЛЭРИНДЭ МӘХСУСИ ИДАРӘДИЧИННИ ОПТИМАЛЛЫҒЫ ҮЧҮН РЕКУРРЕНТ ШӘРТЛӘР

Мағаләдә Гурса-Дарбу системләриндән мәхсуси идарәдичинни оптималлығы тәдқиғ едиләр. Лежандр-Клебш матриси чырлашан олуб, ихтијари ранга малик олдугда, оптималлығын рекуррент шәкилдә зәрури шәрти алынмышдыр. Бу зәрури шәртләр чохлуғуна һәмчинин Келли, Коппа-Мојер, Габасов вә бәрәбәрлик типли оптималлығы шәртләри дә даһилдир.

T. K. Melikov

RECURRENT CONDITIONS FOR OPTIMALITY OF CONTROL IN GOURSAT-DARBOUX SYSTEMS SINGULAR

Optimality of singular control in Goursat-Darboux systems is investigated in the article. Considering the general case of degeneration (arbitrary rank of matrix of Legendre-Clebsch on the line), necessary condition of optimality in recurrent form are obtained. Some of them are conditions of Kelly, Koppa-Mayer, Gabasov type and the type of equality.

С. Г. АБДУЛЛАЕВА, Н. Т. МАМЕДОВ, Ф. А. МУСТАФАЕВ

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ TlMeX₂

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

В последние годы за рубежом интенсивно развивается новая область эллипсомерии — эллипсометрическая спектроскопия [1—5]. Применение этого метода, обладающего рядом преимуществ по сравнению с широко известным методом анализа Крамерса — Кронига спектров отражения, позволяет получать высокоточную информацию о тензоре комплексной диэлектрической проницаемости (КДП) исследуемых объектов. Однако несмотря на богатые возможности эллипсометрической спектроскопии [6], этот метод определения КДП в СССР до последнего времени практически не использовался.

В настоящей работе представлены результаты первых таких исследований, проведенных на автоматизированном эллипсомере-спектрометре, описанном в [7]. В качестве объектов исследований были выбраны цепочечные (TlSe, TlInSe₂, TlInTe₂, TlGaTe₂) и слоистые (TlGaS₂, TlInS₂, TlGaSe₂) кристаллы TlMeX₂, для которых справедлива простейшая двухфазная модель отражающей системы [8].

Оптическая ось в цепочечных кристаллах TlMeX₂ (D_{4h}^{18} [9]) расположена в плоскости естественного скола и совпадает с осью симметрии C_4 . Тензор КДП цепочечных кристаллов TlMeX₂ обладает, таким образом симметрией вращения вокруг C_4 и, в соответствии с [10], приводится к диагональному виду. Целесообразно использовать в качестве отражающей поверхности плоскость скола TlMeX₂ и проводить измерения при параллельной и перпендикулярной ориентации плоскости падения (п. п.) относительно оптической оси C . В этом случае матрица отражения диагональна [11] и относительные коэффициенты отражения $\rho_{||}$ и ρ_{\perp} связаны с экспериментально измеряемыми эллипсометрическими углами $\psi_{n,n-1}(\perp)c$ и $\Delta_{n,n-1}(\perp)c$ следующими соотношениями:

$$\rho_{||(\perp)} = R_{pp}^{n,n-1}(\perp)c / R_{ss}^{n,n-1}(\perp)c = \operatorname{tg} \psi_{n,n-1}(\perp)c \exp(i\Delta_{n,n-1}(\perp)c), \quad (1)$$

где

$$R_{pp}^{n,n-1}(\perp)c = \frac{[\epsilon_{\perp(\perp)}^{1/2} \epsilon_{||(\perp)}^{1/2} \cos \Phi - (\epsilon_{\perp(\perp)} - \sin^2 \Phi)^{1/2}] / (\epsilon_{\perp(\perp)}^{1/2} \epsilon_{||(\perp)}^{1/2} \cos \Phi + (\epsilon_{\perp(\perp)} - \sin^2 \Phi)^{1/2})}{\dots} \quad (1a)$$

$$R_{ss}^{n,n-1}(\perp)c = \frac{[\cos \Phi - (\epsilon_{\perp(\perp)} - \sin^2 \Phi)^{1/2}] / [\cos \Phi + (\epsilon_{\perp(\perp)} - \sin^2 \Phi)^{1/2}]}{\dots} \quad (1b)$$

Решая итерационным методом (1) с учетом (1a) и 1 (б) найдем комплексные компоненты $\epsilon_{||}$ и ϵ_{\perp} диэлектрического тензора в ориентациях электрического вектора световой волны $E \parallel C$ и $E \perp C$, соответственно (Φ —угол падения).

На рис. 1 представлены полученные таким способом дисперсионные зависимости действительной ($\epsilon'_{||(\perp)}$) и мнимой ($\epsilon''_{||(\perp)}$) компонент КДП TlSe в интервале энергий фотона 1,240—3,024 эВ. Обработка результатов измерений была проведена на ЭВМ ЕС 10-22. Как видно из рис. 1, значения $\epsilon'_{||(\perp)}$ и $\epsilon''_{||(\perp)}$, полученные при разных углах падения, практически совпадают. Это подтверждает правильность выбранной двухфазной модели отражающей системы. На основе полученных данных о тензоре КДП вычислены показатели преломления и поглощения обыкновенной и необыкновенной волн, а также коэффициент отражения $R_{||(\perp)}(h\nu)$ при нормальном падении в ориентациях $E \parallel C$ и $E \perp C$, который проведен на рис. 2. Там же приведены зависимости $R_{||}(h\nu)$ и $R_{\perp}(h\nu)$, полученные в [12] при комнатной температуре (для данных [12] ось ординат справа). Как видно из рис. 2, разность $R_{||} - R_{\perp}$, полученная спектроэллипсометрическим методом и непосредственно из измерений спектров отражения [12], отличается в пределах 1% (т. е. в пределах точности измерений спектров отражения). В то же время на кривых $R_{||(\perp)}(h\nu)$, полученных эллипсометрическим методом, регистрируются все 10 особенностей (в спектрах отражения [12] только 3), проявляющиеся при измерениях спектров отражения и поглощения лишь при азотных температурах.

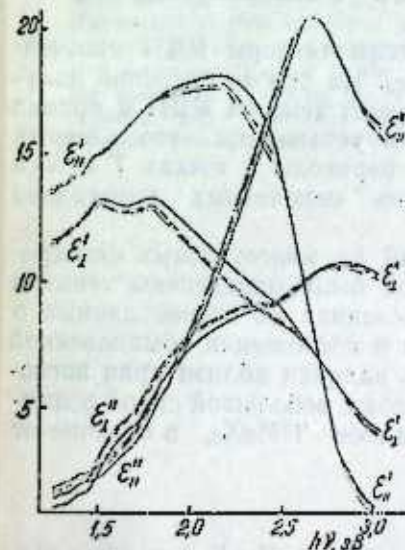


Рис. 1. Действительная ($\epsilon'_{||(\perp)}$) и мнимая ($\epsilon''_{||(\perp)}$) части компонент ($\epsilon_{||}$) и (ϵ_{\perp}) тензора комплексной диэлектрической проницаемости TlSe (—) $\Phi=70^\circ$; — — — $\Phi=60^\circ$; -.-.- $\Phi=45^\circ$

Наконец, сравним спектры $\epsilon(h\nu)$ с аналогичными спектрами, полученными в [13] на основе анализа Крамерса-Кронига спектров отражения TlSe. В спектрах [13] $\epsilon(h\nu)$, а также в вычислительных спектральных зависимостях показателей преломления и поглощения, проявляются только основные структуры (E_7, E_{10}, E_{12} в обозначениях [13]) при $h\nu \geq 3,15$ эВ (т. е. информация о структурах $E_1 - E_6$, расположенных в спектрах отражения при $h\nu < 3,15$ эВ в восстановленном спектре $\epsilon(h\nu)$ фактически оказывается потерянной). Как показано выше, зависимость $\epsilon(h\nu)$, полученная спектроэллипсометрическим методом, во-первых, точно передает все особенности, наблюдаемые в спектрах отражения, а во-вторых, энергии структур в спектрах отражения, рассчитанных на основе эллипсометрических данных, совпадают с соответствующими энергиями в экспериментально измеренных спектрах

отражения. В целом результаты сравнения однозначно свидетельствуют о самосогласованности полученных спектров $\varepsilon_{\parallel}(h\nu)$ и $\varepsilon_{\perp}(h\nu)$ и вычисленных на их основе оптических функций и указывают на не-

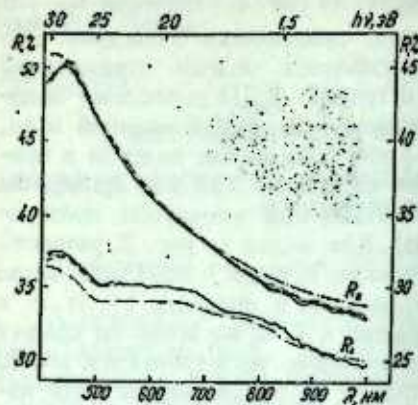


Рис. 2. Спектры отражения TlSe ($\phi=70^\circ$; $\phi=60^\circ$; $\phi=45^\circ$). Для данных [12] (---) ось ординат справа

сомненное преимущество определения тензора КДП методом эллипсометрической спектроскопии по сравнению с анализом Крамерса-Кронига спектров отражения.

Аналогичным способом были определены тензоры КДП цепочечных кристаллов TlInSe_2 , TlInTe_2 и TlGaTe_2 . На основе численно полученной второй производной спектра компонент тензора КДП и правил отбора для оптических переходов удалось установить, что главный вклад в КДП вносят прямые межзонные переходы в точках T и N и на линии симметрии G зоны Бриллюэна цепочечных кристаллов TlMeX_2 и определить их энергии.

Несколько иной, но также основанный на многоугловых спектроскопических измерениях, методикой были определены тензоры КДП слоистых кристаллов TlMeX_2 . Вычисленная на основе данных о КДП дисперсия показателей преломления и поглощения обыкновенной и необыкновенной волн свидетельствует о наличии вблизи края поглощения этих кристаллов экситонных переходов с небольшой силой осциллятора. Оптический знак слоистых кристаллов TlMeX_2 , в отличие от данных [14], оказался положительным.

Литература

1. Aspnes D. E., Studna A. A.—Phys. Rev. B, 1983, v. 27, № 2, p. 985—1009.
2. Vina L., Logothetidis S., Cardona M.—Phys. Rev. B, 1984, v. 30, № 4, p. 1979—1991.
3. Vina L., Hochst H., Cardona M.—Phys. Rev. B, 1985, v. 31, № 2, p. 958—961.
4. Logothetidis S., Vina L., Cardona M.—Phys. Rev. B, 1985, v. 31, № 4, p. 2180—2189.
5. Lautenschlager P., Garriga M., Logothetidis S., Cardona M.—Phys. Rev. B, 1987, v. 35, № 17, p. 9174—9189.
6. Певцов А. Б., Селькин А. В.—ФТТ, 1983, т. 25, № 1, с. 157—162.
7. Соколов В. К. Аппаратурное обеспечение эллипсометрического метода.—М.: Наука, 1987.—97 с.
8. Абдуллаева С. Г., Мамедов Н. Т., Мустафаев Ф. А.—Докл. АН АзССР, 1988, т. 44, № 12, с. 39—42.
9. Ketelaar J. A. A., Hart W. H. I., Moerel M., Polder D.—Z. Kristallogr., 1939, v. 101, p. 396—410.
10. Федоров Ф. И. Оптика анизотропных сред.—М.: АН СССР, 1958.—380 с.
11. Алзаам Р., Башара Н. Эллипсометрия и поляризованный свет.—М.: Мир, 1981.—621 с.
12. Соколов В. В. Зоны и экситоны халькогенидов галлия, индия и таллия.—Киев: Штундта, 1982.—272 с.
13. Янулович Л. Л., Бабонас Г. А., Низаметдинова М. А., Оруджев Г. С., Шлейка А. Ю.—Литовский физич. сб., 1982, т. 22, № 3, с. 63—70.
14. Allakhverdiev K. R., Guliev R. I., Kulevskii L. A., Savelev A. D., Sataev E. Yu., Smirnov V. V.—Phys. Stat. Sol. (a), 1980, v. 60, p. 309—312.

Институт физики АН АзССР

Поступило 17. I 1988

С. Г. Абдуллаева, Н. Т. Мамедов, Ф. А. Мустафаев

КИЧИК ӨЛЧҮЛҮ TlMeX_2 ЖАРЫМКЕЧИРИЧИЛЭРИН ДИЕЛЕКТРИК НУФУЗЛУГУ

Спектроэллипсометрија үсүлү илэ плэ дөфө кичик өлчүлү TlMeX_2 кристаллар төдиг олунмушдур. Фотонларын 1.240—3.024 эв енержи интервалында комплекс диелектрик нуфузлуугуну тензору тә'јин едилмишдир. Кениш истифаде олунан Крамерс-Крониг үсүлүндан фәргли оларак эллипсометрија үсүлү тәтбиг олунмуш пә TlSe кристалы үзәринда апарылмыш өлчүләрә әсәсланыб бу үсүлүн үстүнлүү нүмајин едилмишдир. Кәстәрилмишдир ки, TlMeX_2 зәчирвары кристаллар диелектрик нуфузлугу әсәсән T вә N симметрик нөктәләрдә вә G -Бриллуән зонасынын симметрија хәттиндә бирбаша золағарасы кечидләрлә бағлидир. Кәстәрилмишдир ки, ләјвары TlMeX_2 кристалларда оптик сабитларин дисперсијасы удулма гирағинда экситон резонанслары илэ бағлидир.

S. G. Abdullaeva, N. T. Mamedov, F. A. Mustafaev

DIELECTRIC FUNCTION OF TlMeX_2 LOW-DIMENSIONAL SEMICONDUCTORS

Firstly, TlMeX_2 low-dimensional semiconductors are investigated with the spectroellipsometric method. The tensor's components of the complex dielectric function were determined in 1.024—3.024 eV photon energy region. The efficiency of the spectroellipsometric method compared with the well-known Kramers-Kronig analysis of the reflectance spectrum was demonstrated on the basis of the TlSe chain crystals. It is shown that major contribution to the dielectric tensor makes the direct interband transitions in the points T , N and on the symmetric line G of the Brillouin zone of TlMeX_2 chain crystals. It is found, that dispersion of the optical constants near the band edge of the layered TlMeX_2 crystals is caused by the exciton resonance.

УДК 621.315.592

ЖАРЫМКЕЧИРИЧИЛЭР ФИЗИКАСЫ

Азэрб. ССР ЕА академики М. И. ЭЛИЈЕВ, Д. И. АРАСЛЫ, Р. Н. РЭНИМОВ
Х. А. ХАЛИЛОВ

**$Jn_{1-x}Ga_xAs$ -нин ИСТИЛИККЕЧИРИЧИЛИЈИНЭ СҮР'ЭТЛИ
ЕЛЕКТРОНЛАРЫН ТЭ'СИРИ**

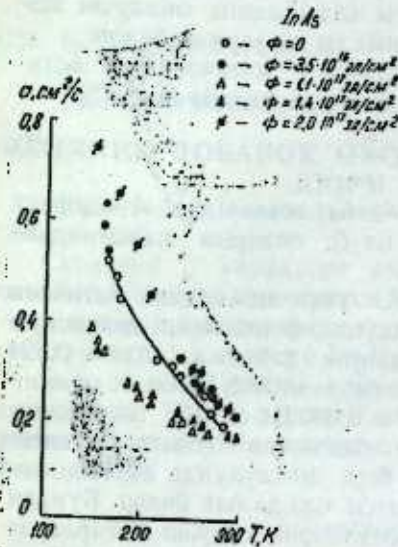
Бэрк чисимлэр радиасијаја мэ'руз галдыгда онларын кристал гурулушунда мүхтэлиф дәјишикликлэр жараныр. Бу дәјишикликлэр радиасијанын табииетиндэн асылы олуб, нэтичэ с'тибарилэ кристалын эсас физики хассэлэринин дәјишилмэси илэ мүшаһидэ олунур. Она көрэ дә бэрк чисимлэр, хүсусэн жарымкечиричилэр эсасында дүзэлдилмиш чиназлар жүксэк радиасија мүһитиндэ ишлэдикдэ эсас параметрлэринин дәјишир, деградасијаја мэ'руз галырлар. Бу бахымдан мүхтэлиф нөв радиасијанын жарымкечиричилэрин физики хассэлэринэ тэ'сирини өжрөнмэк хүсуси эһэмийјэт кэсб едир.

Кристалда дефектлэрин варлығына вэ онларын сонрадан јаранмасына һэссас параметрлэрдэн бири истиликкечирмэ эмсалыдыр. Дефектлэрин миғдарындан вэ онун табииетиндэн асылы оларағ маддэнин истиликкечиричилијинин температур асылылығы ашағы ($T < \Theta$) вэ јухары ($T > \Theta$) температурларда мүхтэлифдир. Мәһз буна көрэ истиликкечиричилијин температур асылылығыны тэдгиг едэрэк кристалда өнчэдэн мөвчуд олан вэ радиасијанын тэ'сириндэн јаранан дефектлэри дә өжрөнмэк мүмкүндүр.

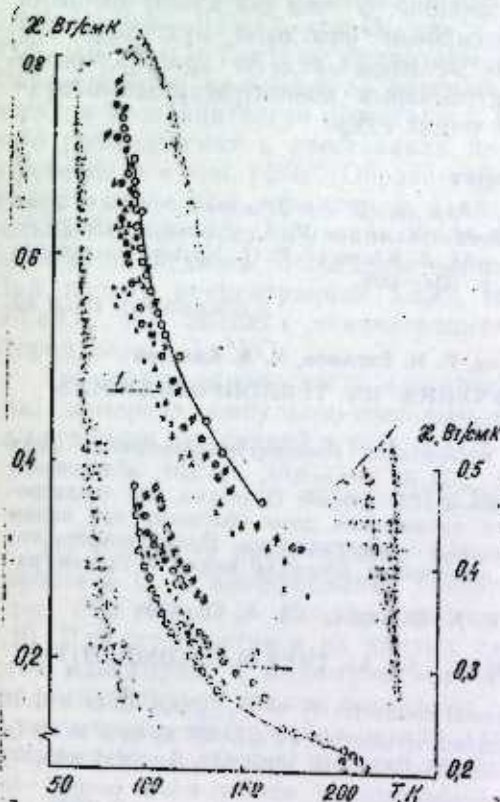
Бу мәғалэдэ тэтбиги чөһатдэн чох эһэмийјэтли олан $Jn_{1-x}Ga_xAs$ бэрк мәһлулунун истиликкечиричилијинэ жүксэк енержили электрон шүасынын тэ'сири өжрөнилмишдир. Тэдгиг олунмуш монокристаллар Чохралски үсулу илэ алынмыш вэ жүкдашыјычыларын концентрасијасы $JnAs$ -дэ $n = 3 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$; $Jn_{0,99}Ga_{0,01}As$ -дэ $n = 4 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$; $Jn_{0,96}Ga_{0,04}As$ -дэ $n = 3,4 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ олмушдур. Кристаллар 6 MeV енержили электронларла бомбардман едилмишдир. Электрон селнинин үмуми дозасы $2 \cdot 10^{17} \text{ ел см}^{-2}$ олмуш вэ һәр $5 \cdot 10^{16} \text{ ел см}^{-2}$ дозадан сонра истиликкечирмэ эмсалынын температур асылылығы чыхарылмышдыр.

Истиликкечирмэ эмсалы стасионар, температуркечирмэ эмсалы исэ „ишығ импулсу“ үсулу илэ [1] тэ'јин олунуб. Шүаландырылмадан эввэл вэ сонра $JnAs$ үчүн $a(T)$ асылылығы, $Jn_{0,99}Ga_{0,01}As$ вэ $Jn_{0,96}Ga_{0,04}As$ үчүн $x(T)$ асылылығы ујғум оларағ 1-чи вэ 2-чи шәкилдэ көстэрилмишдир. Көрүндүјү киши, шүаландырылма дозасы $\phi \cdot 10^{17} \text{ ел/см}^2$ -на чатанадэк $JnAs$ -нин температуркечиричилијини азалыр. Дозанын сонракы артымы исэ температур кечиричилијини артырыр. Азтэркибли бэрк мәһлулларын истиликкечиричилијиндэ охшар дәјишиклик баш верир. Бэрк мәһлулда $GaAs$ -нин миғдрары артыгча, шүаландырылмыш кристалын истиликкечиричилијини бүтүн дозаларда артыр. Гејд едэк ки, һәр ики һалда шүаландырманын дозасы артыгча, истиликкечирмэнин температур асылылығы зөһфләјир. Шүаландырылмадан сонра электриккечиричи-

лији, электронларын концентрасијасы артмыш, термо еһг исэ зөһфләмишдир [2]. Бу ону көстэрир ки, радиасија нэтичэсиндэ јаранан дефектлэр донор типлидир (јүклэниш As атомлары). Электронларын пајына дүшөн истиликкечиричилијини чүзи олдуғундан ($\sim 4\%$ ае үмуми истилик-



1-чи шәкил. $JnAs$ -нин температур кечиричилијинин температур асылылығы. \circ — $\phi=0$; \bullet — $\phi=3,5 \cdot 10^{16} \text{ ел/см}^2$; Δ — $\phi=1,1 \cdot 10^{17} \text{ ел/см}^2$; \blacktriangle — $\phi=1,4 \cdot 10^{17} \text{ ел/см}^2$; \odot — $\phi=2,0 \cdot 10^{17} \text{ ел/см}^2$.



2-чи шәкил. $Jn_{1-x}Ga_xAs$ -нин истиликкечиричилијинин температур асылылығы. 1) $x=0,01$; 2) $x=0,04$. \circ — $\phi=0$; \bullet — $\phi=5 \cdot 10^{16} \text{ ел/см}^2$; \times — $\phi=10 \cdot 10^{16} \text{ ел/см}^2$; \odot — $\phi=15 \cdot 10^{16} \text{ ел/см}^2$; \blacktriangle — $\phi=20 \cdot 10^{16} \text{ ел/см}^2$.

О. Н. НОВРУЗОВ, М. М. СЕИДРЗАЕВА, И. А. ГАМИДОВА

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ОКСИДА ЛАНТАНА НА ТЕМПЕРАТУРУ КЮРИ ФЕРРИТА НИКЕЛЯ

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

Сведения о характере взаимодействия оксидов РЗЭ и переходного 3d-металлов, имеющиеся в литературе, весьма ограничены [1—10]. Установлено образование соединений LaNiO_3 и La_2NiO_4 (тетрагональная структура) в системе $\text{La}_2\text{O}_3 - \text{NiO}$ [1, 5, 6].

В настоящей статье изучено влияние добавок оксида лантана на температуру Кюри феррита никеля с целью выяснения характера ее изменения, в случае присутствия иона с большим радиусом относительно Fe^{3+} .

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Синтезированы соединения 6 составов, удовлетворяющих формуле: $0,5 \text{ NiO} (0,5-x) \text{ Fe}_2\text{O}_3 \cdot x \text{ La}_2\text{O}_3$, где x принимает значения 0; 0,01; 0,03; 0,05; 0,07 и 0,1. Составы приведены по данным исходных материалов. Образцы были получены по обычной керамической технологии. Смесь оксидов предварительно обжигалась 3 ч при 1000° , затем после повторного размельчения и прессования производился окончательный обжиг в течение 8 ч при 1250° . Образцы охлаждались вместе с печью в воздушной среде при нормальном давлении. Предварительный и окончательный обжиг всех образцов производился одновременно в одной печи, чем достигалось соблюдение одинакового технологического режима. При низких концентрациях La_2O_3 образцы однофазные и содержат NiFe_2O_4 , при высоких концентрациях (выше 7 мол. %) появляется вторая фаза — LaNiO_3 .

Температуропроводность и теплоемкость (в относительных единицах) измерена импульсно-световым методом [11], а намагниченность на установке, описанной в работе [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1, 2 представлены зависимости величин удельной теплоемкости — C_p и коэффициента температуропроводности χ от температуры $(\text{NiFe}_2\text{O}_4)_{1-x} - (\text{La}_2\text{O}_3)_x$ системы, где $x=0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,10$. Для всех составов на кривых изменений $C_p(T)$ и $\chi(T)$ наблюдаются максимумы и минимумы: причем, максимумы на кривых $C_p(T)$ по температурной шкале совпадают с минимумами на кривых $\chi(T)$. С увеличением содержания оксида лантана в системе от 1 до 7 мол. % T_m смещается в сторону высоких температур от 813 до 860 К, а величина

кечиричилијиндеки дэјишиклик электронларын концентрасијасынын артмасы hesабына дејил, фонон процеслэри илэ бағлыдыр.

Раднасијанын тэ'сири илэ As атомларынын дүјүнлэрарасы фэзаја сүрүшмэси мүсбэт јүклү вакансијаларын јаранмасына кэтирир. Јүклү атом вэ вакансијаларын миграција сүр'этлэри мүхтэлифдир. Она көрэдэ атом вэ вакансијаларын рекомбинасијасы илэ јанашы, онларын ашгар вэ дефектлэрлэ гаршылыгы тэ'сир ентималы да јарана билэр.

Фононларын нөгтэви дефектлэрдэн сепилмэси нэтичэсиндэ истиликкечиричилијин дэјинмэси ашағыдакы дүстурла hesабланыр [3]:

$$\frac{\Delta \chi_1}{\chi_p} = 1 - \left(\frac{\omega_0}{\omega_D} \right) \text{arctg} \frac{\omega_D}{\omega_0} \quad (1)$$

б; рада χ_p —гэфэсин истиликкечиричилији, ω_D —дебај тезлијидир. А—дефектлэрин концентрасијасы илэ дүз мүтэнасиб ол, б, онларын тэбиэтиндэн асылыдыр.

(1) дүстур илэ hesаблама $\text{In}_{0,99}\text{Ga}_{0,01}\text{As}$ үчүн ашағыдакы нэтичэни вермишдир: $T = 110 \text{ K}$ вэ $\Phi = 10^{17}$ ел cm^2 олдугда, фононларын вакансијалардан сепилмэси hesабына истиликкечиричилијин дэјинмэси $\Delta \chi_B = 0,024$ Вт см. К, арсен атомларындан сепилдикдэ исэ $\Delta \chi_1 = 0,0005$ Вт/см. К олмушдур. Онларын чэмнини $\Delta \chi_{\text{исс}} = \Delta \chi_B + \Delta \chi_1 = 0,030$ Вт см. К) тэчрүбэдэн алынган гижмэтдэн ($\Delta \chi_{\text{тэч}} = 0,08$ Вт/см. К) аз олмасы чох ентимал ки, электронларла шүаландырылмыш $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ бэрк мэллулуида нөгтэви дефектлэрлэ јанашы, башга дефектлэрин јаранмасы илэ дэ ола билэр. Бундан башга, раднасијанын тэ'сири илэ јаранан дефектлэрин кимјэви ашгарларла вэ термодинамик таразлыгыда олан дефектлэрлэ гаршылыгы тэ'сири бэрк мэллулуи тэркибиндэн асылы оларат дэјишир. Бу исэ чох күман ки, InAs вэ GaAs -нин алт гэфэслэриндэ раднасијанын јаратдыгы мүхтэлиф чүр гүсурларла бағлыдыр. $\text{In}_{0,99}\text{Ga}_{0,01}\text{As}$ вэ $\text{In}_{0,96}\text{Ga}_{0,04}\text{As}$ кристалларыны ејни доза илэ шүаландырыдыгда электронларын концентрасијасынын мүхтэлиф чүр артмасы да бу фэзијэни тэсдиг едир.

Әдэбијат

1. Алиев М. И. Г., Гусейнов Р. Э., Араслы Д. Г.—Известия физич. журн 972, т. 22, № 6, с. 1055—1059.
2. Алиев М. И., Халилов Х. А., Рашидова Ш. Ш.—Докл. АН Аз. ССР, 1988, т. 44, № 7, с. 31—34.
3. Clements P. G. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, 1984, В. 1, p. 204—208.

Азэрб. ССР ЕА Физика Институту

Алынмышдыр 13/III 89

М. И. Алиев, Д. Г. Араслы, Р. Н. Рахимов, Х. А. Халилов

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$

В интервале температур 80÷250 К исследована температуропроводность InAs и теплопроводность твердого раствора $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ с $x=0,01$, $x=0,04$, облученного электронами с энергией 6 МэВ и дозой $\Phi=2 \cdot 10^{17}$ эл/см². Показано, что теплопроводность твердых растворов $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ с повышением дозы облучения при малом содержании GaAs уменьшается, а при высоком — увеличивается. Предположено, что это связано с различным повреждением подрешетки арсенида индия и галлия радиацией.

М. И. Aliyev, D. N. Arasly, R. N. Rahimov, Ch. A. Chalilov

EFFECT OF ELECTRON IRRADIATION ON $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ THERMAL CONDUCTIVITY

The thermal diffusivity of InAs and thermal conductivity of $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ ($x = 0,01$ and $x = 0,04$) are studied under 6 meV electron irradiation ($\Phi < 2 \cdot 10^{17}$ el/cm²) at 80 to 250 K. At low GaAs content the thermal conductivity of the $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ solid solution is shown to decrease with the increased irradiation exposure, while at a high content — to increase. This is assumed to be due to various irradiation-induced damages in InAs and GaAs sublattices.

на χ уменьшается от $5,3$ до $3,8 \cdot 10^7$ м²/с. Дальнейший рост концентрации La_2O_3 (выше 7 мол. %) не влияет на T_n . Из зависимости T_n и РФА от состава можно полагать о том, что La_2O_3 в интервале концентрации от 1 до 7 мол. % растворяется в феррите. При высоких концентрациях

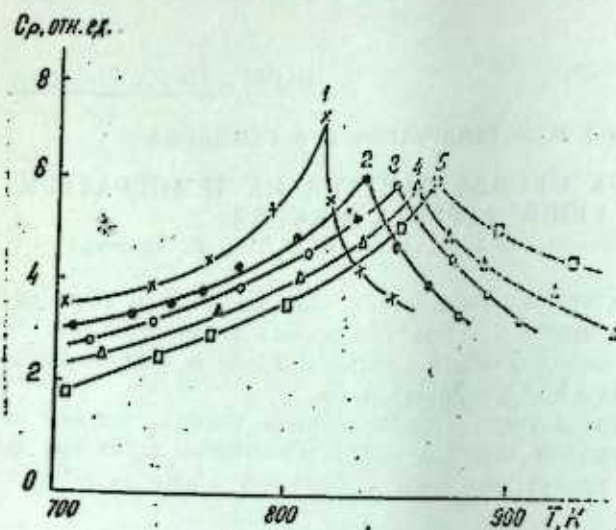


Рис. 1. Зависимость удельной теплоемкости от температуры системы $\text{La}_2\text{O}_3 - \text{NiO}$: 1—1; 2—3; 3—5; 4—7; 5—10 мол. % La_2O_3

оксида лантана образуется фаза — LaNiO_3 , которая обнаружена рентгенографически.

Известно, что введение более крупного иона в (B)- места вместо иона Fe^{3+} приводит к образованию дефектов в структуре феррита и к

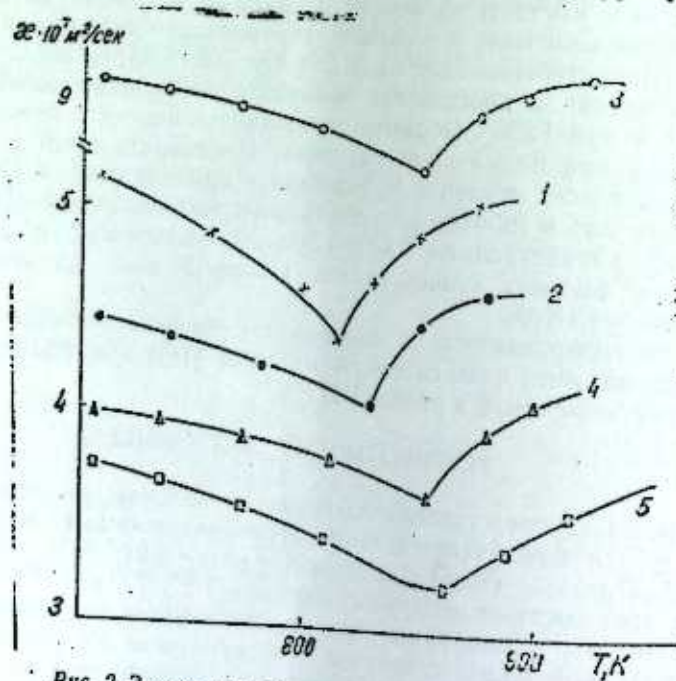


Рис. 2. Зависимость температуропроводности от температуры системы феррит-никель оксид-лантана: 1—1; 2—3; 3—5; 4—7; 5—10 мол. % La_2O_3

возрастанию роли A—B взаимодействия, и следовательно, к возможности возникновения кривых температурной зависимости намагниченности $\sigma_s(T)$ только нормального вида; введение в (B) места немагнитного иона с ионным радиусом меньшим, чем у Fe^{3+} , приводит к снижению роли A—B взаимодействия, следовательно, к вероятности появления кривых $\sigma(T)$ аномального вида [13]. Можно считать, что введение диамагнитного иона в подрешетку B феррита увеличивает A—B взаимодействия и приводит к росту T_n . В этом случае уменьшается число взаимодействующих пар магнитных ионов в B-подрешетке, что сопровождается заметным снижением значения величины намагниченности в зависимости от состава.

Другой причиной изменения физико-химических свойств, в частности магнитных, феррита никеля с добавкой оксида лантана может быть связано с увеличением дисперсности зерновой структуры [14]: с увеличением количества добавки размер зерна уменьшается от 10—20 (исходный состав) до 4—8 мк (5 вес. % РЗЭ).

Однако электронно-микроскопический анализ показал, что размер кристалликов образцов практически не меняется.

Исходя из изложенного, мы считаем, что основным фактором изменения физико-химических свойств системы $(\text{NiFe}_2\text{O}_4)_{1-x} - (\text{La}_2\text{O}_3)_x$ является присутствие ионов La^{3+} в B-позициях.

Выводы

1. Установлено, что при взаимодействии оксидов в системе $0,5\text{NiO}(0,5-x) \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{La}_2\text{O}_3$ (где $x=0; 0,01; 0,03; 0,05; 0,07$ и $0,10$) образуются две фазы: NiFe_2O_4 и LaNiO_3 .

2. Показано, что с ростом содержания La_2O_3 до 7 мол. % температура Кюри растет от 813 до 860 К, что, вероятно, обусловлено присутствием ионов La^{3+} в B-позициях шпинели и усилением A—B взаимодействия. Заметное снижение величины температуропроводности и намагниченности в этом случае связано с рассеянием фононов на примесях и с уменьшением числа взаимодействующих пар магнитных ионов (F^{2+}) в B-подрешетке феррита.

Литература

1. Тимофеева Н. И., Романович И. В. — Изв. АН СССР. Неорг. матер., 1971, т. III, № 11, 2104—2105.
2. Seppanen M., Kyo M., Taskinen P. Scand. Journ. Met., 1980, 9, № 13—11 (англ.).
3. Lehmann U. Z. Naturforsch., 1980, B, 35, № 3, 389—390.
4. Barallier V., et. c. — J. Cryst. Growth, 1981, 51, № 3, 632—634.
5. Савченко В. Ф. — Изв. СССР. Неорг. матер., 1981, 17, № 8, 1654—1657.
6. Goodenough J. V. — Mater. Res. Bull., 1982, 17, № 3, 383—390.
7. Lombardo Eduardo A. — J. Catal., 1983, 80, № 2, 340—349.
8. Bogush A. R. et. c. — Cryst. Res. and Techn., 1983, 18, № 5, 589—598.
9. Pavlov V. J., et. c. — Cryst. Res. and Techn., 1984, 19, № 2, 237—245.
10. Jedryka E., Nadolski S. J. Magn. Mater. 1984, 40, № 3, 303—313.
11. Жузе В. П., Новрузов О. Н., Шелих А. И. III Всесоюз. теплофизич. конф. по свойствам веществ при высоких температурах (сент. 1968): Тез. докл. — Баку: Изд-во АН Аз.ССР, 1968, с. 19.
12. Новрузов О. Н., Мусаев А. М., Гиджиев Э. М., Сеидраева М. М., Сулейманов Н. С. — Изв. АН Аз.ССР, серия физ.-тех. и матем. Наук, 1981, № 1, с. 98—101.
13. Горига А. Н., Гвидасова Т. Я. Сб. Ферромагнетизм. — М.: МГУ, 1975.
14. Ферриты / Под ред. Н. Сироты. — Минск: Наука и техника, 1988.

Институт нефтехимических процессов им. Ю. Г. Мамздалева АН АзССР

Поступило 24. II 1989

О. Н. Новрузов, М. М. Сеидраева, Н. А. Гамидова
НИКЕЛ ФЕРРИТИНИН КУРИ ТЕМПЕРАТУРУНА ЛАНТАН ОКСИДИНИН ТӘСИРИ

La_2O_3 —NiO системи керамика технологиясы үсүлү менен синтез этилди, ва онун этилилик ва магнит хаасалари өүренилди. Оксидлери гаршылыгы тәсири нәтижесинде (La_2O_3 оксидини мигдари 5 мол олдугда) ики NiFe_2O_4 ва LaNiO_3 фазалары жараныр. Көстәрилдишир ки, лантан оксидини мигдари 1-ден 7 мол% гәдәр артдыгда, Кури температуру 813-ден 860К гәдәр артыр. Бу да А—В гаршылыгы тәсири күчләнмәси илә изәл этилир.

О. N. Novruzov, M. M. Seid-Rzaeva, N. A. Gamidova
INFLUENCE OF LANTHANE OXIDE ADDITION ON CURIE TEMPERATURE OF NICKEL FERRITE

The heat and magnetic properties of La_2O_3 —NiO (1—10 wt. % La) prepared by ceramic technology using the light-impulse and static magnetic methods are investigated. It was established that the interaction of the oxides at the concentration of La_2O_3 more than 5 wt. % resulted in the formation of two phases: NiFe_2O_4 and LaNiO_3 . It is shown, that the increasing of the concentration of La_2O_3 till to 7 wt. % increases in Curie temperature from 813 to 860 K, which is due to strong A—B interaction.

Чл.-корр. Ю. М. СЕНДОВ, А. М. СУЛЕЙМАНОВ

КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА ПОВЕРХНОСТНЫМИ КОЛЛЕКТИВНЫМИ ВОЗБУЖДЕНИЯМИ В СИНГЛЕТ-ТРИПЛЕТНЫХ ФЕРРОМАГНЕТИКАХ

В работах [1—3] нами было исследовано комбинационное рассеяние света (КРС) в синглет-триплетных ферромагнетиках. Представляет интерес также исследование КРС поверхностью этих систем. В данной работе исследовано КРС в полубесконечных синглет-триплетных ферромагнетиках. Для этой цели использован метод двухвременных функций Грина и псевдоспиновой формализм.

Мы будем рассматривать соединения редкоземельных ионов с аннонами группы таблицы Менделеева, типа TbN, TmN, HoP и для простоты предполагаем, что кристалл имеет простую кубическую структуру. В этих системах спин-орбитальное взаимодействие сильнее, чем в обычных магнитоупорядоченных веществах, поэтому основным механизмом рассеяния света в данном случае считается спин-орбитальный механизм.

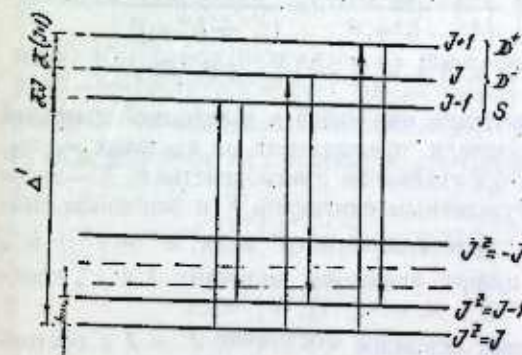


Рис. 1. Энергетическая схема, объясняющая спин-орбитальный механизм рассеяния света поверхностными коллективными модами в синглет-триплетных ферромагнетиках Δ' много больше, чем $K \cdot J$ и $\hbar^2 \omega_D$.

Схема энергетических уровней редкоземельного иона в кристаллическом поле в полубесконечных синглет-триплетных ферромагнетиках имеет вид, описанный на рис. 1. Основное состояние иона в кристаллическом поле является синглетом (Γ_1), а первые возбужденные состояния — синглетом (S) и дублетом (D^\pm). Обменное поле расщепляет основное состояние на $(2J+1)$ подуровней, а возбужденный дублет расщепляется на две компоненты (D^-, D^+) за счет спин-орбитального взаимодействия. Коллективные возбуждения в таких системах представляют собой линейную комбинацию возбуждений индивидуальных ионов из состояния $J^z = J$ в состояние $J^z = J - 1$. Рассеяние света происходит посредством виртуального электродипольного перехода в

возбужденное состояние с последующим излучением, но уже уменьшенной частоты (для стоксовского процесса). На рис. 1 показаны три возможные пары таких переходов. Обычно $\Delta' \gg K \cdot J$, $\hbar^* \omega_0$. Гамильтониан электродипольного взаимодействия между излучением и электронами магнитных ионов имеет вид:

$$H_{\text{вз}} = -e \cdot \sum_i \vec{E}_i \cdot \vec{r}_i$$

Электромагнитное поле \vec{E}_i в кристалле определяется векторным потенциалом:

$$\vec{E}_i = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}_i}{\partial t}$$

В терминах метода вторичного квантования:

$$\vec{A}_i = c \cdot \sum_{\vec{k}} \left(\frac{2\pi\hbar^*}{V\omega_k \tau_k} \right)^{1/2} \cdot \vec{e}_k \cdot \exp(i\vec{k} \cdot \vec{r}_i) (a_k + a_k^\dagger).$$

где τ_k — показатель преломления на частоте ω_k ;

\vec{e}_k — поляризация, т. е. единичный вектор электрической компоненты световой волны; \vec{k} — волновой вектор света; a_k^\dagger и a_k — соответственно операторы рождения и уничтожения фотона.

Учитывая указанные энергетические уровни, а также возможные переходы и поступая аналогично работе [4], можно написать матричный элемент для процесса рассеяния в следующем виде:

$$M_i = \frac{\pi\hbar^* e^2 \cdot (\omega_1 \omega_2)^{1/2} \cdot K \cdot J^{1/2}}{\tau_1 \tau_2 V} \cdot \left\{ \frac{1}{(\Delta' - \hbar^* \omega_1)^2} - \frac{1}{(\Delta' + \hbar^* \omega_2)^2} \right\} \times \\ \times (e_1^i e_2^j - e_1^j e_2^i) \cdot \langle 0,0 | r_i^i | 1,0 \rangle \cdot \langle 1,-1 | r_i^- | 0,0 \rangle,$$

где ω_1, ω_2 — частоты, а e_1^i, e_2^j — поляризации падающей и рассеянной световой волны, соответственно; τ_1, τ_2 — показатели преломления на частотах ω_1, ω_2 , соответственно; K — константа спин-орбитального взаимодействия; Δ' — энергетическое расстояние между возбужденным синглетом S и основным синглетом Γ_1 , вызванное действием кристаллического поля; $e^+ = e^x + ie^y$, $e^- = e^x - ie^y$, в бра и кет-векторах цифра указывает величину J и J^z , соответственно.

Матричный элемент M_i связывает основное состояние $J^z = J$ с состоянием $J^z = J - 1$. Его можно написать через операторы J^- , используя из соотношения:

$$J^- |J, J\rangle = (2J)^{1/2} \cdot |J, J-1\rangle \quad (1)$$

Теперь матричный элемент M_i надо просуммировать по всем магнитным ионам в кристалле. Учитывая (1), результат суммирования можно написать в форме гамильтониана, содержащего операторы J_i^- :

$$H^{\text{Сг.}} = \Gamma \cdot \sum_i (E_i^+ E_i^- - E_i^- E_i^+) \cdot J_i^-$$

* Везде \hbar^* — постоянная Планка, деленная на 2π .

где

$$\Gamma = \frac{e^2 K}{2^{3/2}} \cdot \left\{ \frac{1}{(\Delta' - \hbar^* \omega_1)^2} - \frac{1}{(\Delta' + \hbar^* \omega_2)^2} \right\} \times \\ \times \langle 0,0 | r_i^+ | 1,0 \rangle \cdot \langle 1,-1 | r_i^- | 0,0 \rangle$$

Поступая аналогично работе [5], для дифференциального поперечного сечения стоковского рассеяния света поверхностными коллективными возбуждениями в синглет-триплетных ферромагнетиках получим следующее выражение:

$$\left(\frac{d^2 h}{d\Omega d\nu_2} \right)_{\text{Ст.}}^{\text{Сов.}} = -\frac{2\hbar^* \omega_1 \omega_2^3 \tau_2}{c^4 V \tau_1} \cdot \sum_i |e_1^i e_2^+ - e_1^+ e_2^i|^2 \times \\ \times \sum_i J_i \cdot G(a_2 J_i^+; a_2^+ J_i^-) \quad (2)$$

Функцию Грина $G(a_2 J_i^+; a_2^+ J_i^-)$ можно вычислить, используя из уравнения движения и расщепления Тябликова [6]. При этом гамильтониан полубесконечного синглет-триплетного ферромагнетика будет записываться в псевдоимпульсовом формализме [7]:

$$H = \sum_i \left[\frac{\Delta_i}{2} \cdot (S_i^+ T_i^- + S_i^- T_i^+) + \Delta_i' S_i^z T_i^z \right] - \\ - \sum_{i,j} J(i-j) \cdot [(S_i^+ S_j^+ + \beta_i T_i^+) (S_j^- S_i^- + \beta_j T_j^-) + \\ + (S_i^+ S_j^z + \beta_i T_i^+) \cdot (S_j^- S_i^z + \beta_j T_j^z)] - g_i \nu H_0 \cdot \sum_i (S_i^z + \beta_i T_i^z) + \hbar^* \omega_2 a_2^+ a_2.$$

Здесь последний член учитывает энергию рассеянного фотона, а \vec{S}_i и \vec{T}_i — спиновые операторы, соответствующие спину $\frac{1}{2}$ и принадлежащие к i -му

иону. Когда ион находится на поверхности $\Delta_i = \Delta'$, $\Delta_i' = 2\Delta'' - \Delta'$, где Δ и Δ'' — энергетические расстояния между возбужденным синглетом S и дублетом D^+ и основным синглетом Γ_1 , соответственно (рис. 2 б). $\sigma_i, \beta_i, \alpha_i$ и β_i' определяются из следующих соотношений [7]:

$$\langle D^+ | J^+ | S \rangle = -\langle S | J^+ | D^- \rangle = \frac{\alpha'' + \beta''}{2}; \\ \langle D^+ | J^z | D^+ \rangle = -\langle D^- | J^z | D^- \rangle = \frac{\alpha' + \beta'}{2}; \\ \langle \Gamma_1 | J^+ | D^- \rangle = -\langle D^+ | J^+ | \Gamma_1 \rangle = \frac{\alpha'' + \beta''}{\sqrt{2}}; \\ \langle \Gamma_1 | J^z | S \rangle = -\langle S | J^z | \Gamma_1 \rangle = \frac{\alpha' - \beta'}{2}$$

Когда ион находится во втором слое или объеме, $\Delta_i = \Delta_i' = \Delta$, где Δ — энергетическое расстояние между синглетом Γ_1 и триплетом Γ_4 (рис. 2 а), $\sigma_i = \alpha_i = \alpha$, $\beta_i = \beta_i' = \beta$, где α и β определяются из следующих соотношений $\langle \Gamma_4^+ | J^z | \Gamma_4^+ \rangle = -\langle \Gamma_4^- | J^z | \Gamma_4^- \rangle = \frac{\alpha + \beta}{2}$; $\langle \Gamma_1 | J^z | \Gamma_1 \rangle = -\langle \Gamma_1^0 | J^z | \Gamma_1 \rangle = \frac{\alpha - \beta}{2}$

В результате вычисления для функции Грина $G(a_2 J_1^+; a_2^+ J_1^-)$ получим:

$$G(a_2 J_1^+; a_2^+ J_1^-) = \frac{1}{2\pi N_s} \sum_{\kappa_{11}} \frac{\exp[i\kappa_{11}(\vec{r}_1 - \vec{r}_1')]}{[h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - E_1(\kappa_{11})] \cdot [h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - E_2(\kappa_{11})]} \times$$

$$\times \{ \alpha_1 \alpha_1' \cdot [h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - B(\kappa_{11})] \cdot \langle S_1^+ S_1^- \rangle_{\kappa_{11}} + \alpha_1 \alpha_1' \cdot D(\kappa_{11}) \cdot \langle T_1^+ S_1^- \rangle_{\kappa_{11}} +$$

$$+ \alpha_1 \beta_1' \cdot [h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - A(\kappa_{11})] \cdot \langle T_1^+ S_1^- \rangle_{\kappa_{11}} + \alpha_1 \beta_1' \cdot D(\kappa_{11}) \cdot \langle S_1^+ S_1^- \rangle_{\kappa_{11}} +$$

$$+ \alpha_1' \beta_1 \cdot [h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - B(\kappa_{11})] \cdot \langle S_1^+ T_1^- \rangle_{\kappa_{11}} + \alpha_1' \beta_1 \cdot D(\kappa_{11}) \cdot \langle T_1^+ T_1^- \rangle_{\kappa_{11}} +$$

$$+ \beta_1 \beta_1' \cdot [h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - A(\kappa_{11})] \cdot \langle T_1^+ T_1^- \rangle_{\kappa_{11}} + \beta_1 \beta_1' \cdot D(\kappa_{11}) \cdot \langle S_1^+ T_1^- \rangle_{\kappa_{11}} \}. \quad (3)$$

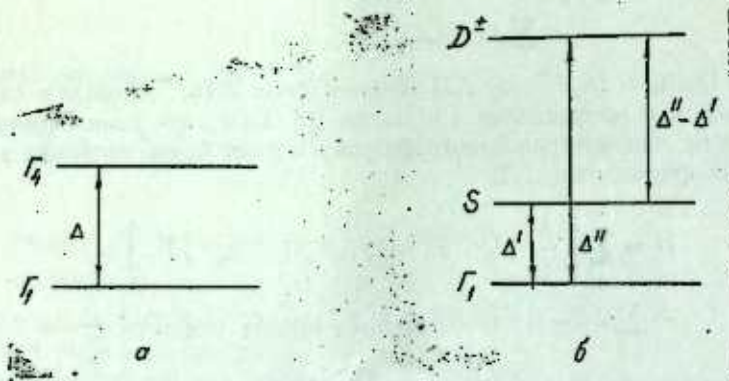


Рис. 2. Энергетическая схема редкоземельного иона в объемном случае (а); энергетическая схема редкоземельного иона в поверхностном случае (б)

где

$$E_1(\kappa_{11}) = \frac{A(\kappa_{11}) + B(\kappa_{11}) - \{ [A(\kappa_{11}) - B(\kappa_{11})]^2 + 4D^2(\kappa_{11}) \}^{1/2}}{2},$$

$$E_2(\kappa_{11}) = \frac{A(\kappa_{11}) + B(\kappa_{11}) + \{ [A(\kappa_{11}) - B(\kappa_{11})]^2 + 4D^2(\kappa_{11}) \}^{1/2}}{2}.$$

— энергии поверхностных коллективных возбуждений синглет-триплетных ферромагнетиков.

$$A(\kappa_{11}) = 2 \cdot \alpha'^2 \cdot [J(0) - J(\kappa_{11})] \cdot \langle S^z \rangle - \Delta' \langle T^z \rangle + 2\alpha' \beta' J(0) \langle T^z \rangle + \alpha' g_1 \mu H_0$$

$$B(\kappa_{11}) = 2 \cdot \beta'^2 \cdot [J(0) - J(\kappa_{11})] \cdot \langle T^z \rangle - \Delta' \langle S^z \rangle + 2\alpha' \beta' J(0) \langle S^z \rangle + \beta' g_1 \mu H_0,$$

$$D(\kappa_{11}) = \Delta \cdot \langle S^z \rangle - 2\alpha' \beta'' \langle S^z \rangle J(\kappa_{11}) = \Delta \langle T^z \rangle - 2\alpha'' \beta'' \langle T^z \rangle J(\kappa_{11}),$$

$$J(\kappa_{11}) = \sum_{\Delta_{11}} J(\Delta_{11}) \cdot \exp(-i\kappa_{11} \Delta_{11}); \quad J(0) = \sum_{\Delta_{11}} J(\Delta_{11})$$

(\vec{r}_i, g_i) — радиус вектор i -го иона, N_s — число ионов в одном слое кристалла.

Вычисляя корреляционные функции $\langle S_1^+ S_1^- \rangle_{\kappa_{11}}$, $\langle T_1^+ S_1^- \rangle_{\kappa_{11}}$, $\langle S_1^+ T_1^- \rangle_{\kappa_{11}}$, $\langle T_1^+ T_1^- \rangle_{\kappa_{11}}$ и подставляя их значения в (3), для $\sum_{i,i'} G(a_2 J_1^+; a_2^+ J_1^-)$ получим:

$$\sum_{i,i'} G(a_2 J_1^+; a_2^+ J_1^-) = \frac{N_s}{\pi} \cdot \gamma_0(\Delta_{11}) \times$$

$$\times \left\{ \frac{\langle \alpha'^2 S^z + \beta'^2 T^z \rangle \cdot D^2(0) + \alpha' \beta'' D(0) \cdot \langle S^z + T^z \rangle \cdot |E_1(0) - A(0) + B(0)|}{[h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - E_1(0)] \cdot [E_1(0) + E_2(0)] \cdot \left[\exp\left(-\frac{E_1(0)}{\kappa_B T}\right) - 1 \right]} + \right.$$

$$\left. + \frac{\langle \alpha'^2 S^z + \beta'^2 T^z \rangle \cdot D^2(0) + \alpha' \beta'' D(0) \cdot \langle S^z + T^z \rangle \cdot |E_2(0) - A(0) + B(0)|}{[h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - E_2(0)] \cdot [E_2(0) + E_1(0)] \cdot \left[\exp\left(-\frac{E_2(0)}{\kappa_B T}\right) - 1 \right]} \right\} \quad (4)$$

Учитывая (4) в (2), для дифференциального поперечного сечения стоксовского рассеяния света поверхностными коллективными возбуждениями в синглет-триплетных ферромагнетиках получим:

$$\left(\frac{dh}{d\Omega d\omega_2} \right)_{\text{ст.}}^{\text{нов.}} = h^* \cdot F_+ \times$$

$$\times \left\{ \frac{\langle \alpha'^2 S^z + \beta'^2 T^z \rangle \cdot D^2(0) + \alpha' \beta'' D(0) \cdot \langle S^z + T^z \rangle \cdot |E_1(0) - A(0) + B(0)|}{[h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - E_1(0)] \cdot [E_1(0) + E_2(0)] \cdot \left[\exp\left(-\frac{E_1(0)}{\kappa_B T}\right) - 1 \right]} \times \right.$$

$$\times \delta(h^* \omega_1 - E_1(0) - h^* \omega_2) + \quad (5)$$

$$+ \frac{\langle \alpha'^2 S^z + \beta'^2 T^z \rangle \cdot D^2(0) + \alpha' \beta'' D(0) \cdot \langle S^z + T^z \rangle \cdot |E_2(0) - A(0) + B(0)|}{[h^* \omega_1 - h^* \omega_2 - E_2(0)] \cdot [E_2(0) + E_1(0)] \cdot \left[\exp\left(-\frac{E_2(0)}{\kappa_B T}\right) - 1 \right]} \times$$

$$\times \delta(h^* \omega_1 - E_2(0) - h^* \omega_2) \},$$

где

$$F_+ = \frac{2N_s \omega_1 \omega_2^3 \eta_2}{c_1 V \eta_1} \cdot \gamma_0(\Delta_{11}) \cdot \Gamma^2 \cdot |e_1^z e_2^+ - e_1^+ e_2^z|^2 \quad (6)$$

Как видно из (5), спектр стоксовского рассеяния света поверхностными коллективными возбуждениями в синглет-триплетных ферромагнетиках содержит два пика при частотных сдвигах, равных $\frac{E_1(0)}{h^*}$ и $\frac{E_2(0)}{h^*}$. Интегрируя (5) по ω_2 , для интегрального сечения стоксовского рассеяния света поверхностными коллективными возбуждениями в синглет-триплетных ферромагнетиках при частоте $\omega_2 = \omega_1 - \frac{E_1(0)}{h^*}$ получим выражение:

$$\left(\frac{dh_1}{d\Omega} \right)_{\text{ст.}}^{\text{нов.}} = \frac{F_+ \cdot B_1}{1 - \exp\left[-\frac{E_1(0)}{\kappa_B T}\right]}, \quad (7)$$

а для интегрального сечения стоксовского рассеяния света поверхностными коллективными возбуждениями в синглет-триплетных ферромагнетиках при частоте $\omega_2 = \omega_1 - \frac{E_2(0)}{h^*}$ получается выражение:

$$\left(\frac{dh_2}{d\Omega} \right)_{\text{ст.}}^{\text{нов.}} = \frac{F_+ \cdot B_2}{1 - \exp\left[-\frac{E_2(0)}{\kappa_B T}\right]}, \quad (8)$$

где

$$B_1 = \frac{\langle \alpha'^2 S^z + \beta'^2 T^z \rangle \cdot D^2(0) + \alpha''\beta'' D(0) \langle S^z + T^z \rangle \cdot [E_1(0) - (A(0) + B(0))]}{E_1(0) + E_2(0)}$$

$$B_2 = \frac{\langle \alpha''^2 S^z + \beta''^2 T^z \rangle \cdot D^2(0) + \alpha''\beta'' D(0) \langle S^z + T^z \rangle \cdot [E_2(0) - (A(0) + B(0))]}{E_2(0) + E_1(0)}$$

Аналогичными вычислениями можно найти выражения для интегральных сечений антистоксовского рассеяния света поверхностными коллективными модами в синглет-триплетных ферромагнетиках при частотах $\omega_2 = \omega_1 + \frac{E_1(0)}{h^*}$ и $\omega_2 = \omega_1 + \frac{E_2(0)}{h^*}$, соответственно:

$$\left(\frac{dh_1}{d\Omega} \right)_{\text{антист.}}^{\text{пов.}} = \frac{F_- \cdot B_1}{\exp \left[\frac{E_1(0)}{k_B T} \right] - 1} \quad (9)$$

$$\left(\frac{dh_2}{d\Omega} \right)_{\text{антист.}}^{\text{пов.}} = \frac{F_- \cdot B_2}{\exp \left[\frac{E_2(0)}{k_B T} \right] - 1} \quad (10)$$

где

$$F_- = \frac{2N_s \omega_1 \omega_2^3 \eta_2}{c^4 V \eta_1} \cdot Y_0(\Delta_{11}) \cdot \Gamma^2 \cdot |e_1^+ e_2^- - e_1^- e_2^+|^2 \quad (11)$$

Отметим одно важное обстоятельство. В частном случае обычного ферромагнетика, т. е. когда $\Delta' = 1$, $\alpha'' = 1$, $\beta'' = 0$ и $T = 0$, выражения (7)–(10) имеют вид:

$$\left(\frac{dh}{d\Omega} \right)_{\text{ст.}}^{\text{пов.}} = \frac{\langle S^z \rangle^3 \cdot F_+}{2 \cdot E(0) \cdot \left\{ 1 - \exp \left[-\frac{E(0)}{k_B T} \right] \right\}} \quad (12)$$

$$\left(\frac{dh}{d\Omega} \right)_{\text{антист.}}^{\text{пов.}} = \frac{\langle S^z \rangle^3 \cdot F_-}{2 \cdot E(0) \cdot \left\{ \exp \left[\frac{E(0)}{k_B T} \right] - 1 \right\}} \quad (13)$$

где F_+ и F_- — определяются формулами (6) и (11). Формулы (12) и (13) полностью совпадают с формулами, полученными в работе [8] для интегральных сечений стоксовского и антистоксовского рассеяния света поверхностными коллективными возбуждениями в обычных ферромагнетиках.

Отметим, что на основе анализа полученных выражений (7)–(10) для спектров стоксовского и антистоксовского рассеяния света на поверхностных коллективных возбуждениях в синглет-триплетных ферромагнетиках, можно получить более подробную информацию о кристаллическом поле и особенностях поверхностных коллективных возбуждений в этих системах.

Литература

1. Сеидов Ю. М., Сулейманов А. М. — Докл. АН АзССР, 1985, 41 № 8, с. 32–37.
2. Seidov Yu. M. and Suleimanov A. M. — Phys. Stat. Sol. (a), 131, 1985, p. 545–554.
3. Сеидов Ю. М., Сулейманов А. М. — Препринт № 131 Ин-та физики АН АзССР. — Баку, 1985. — 26 с.
4. Fleury P. A., London R. — Phys. Rev., 166, 1968, p. 514–521.
5. London R. — J. Phys. C, 3, 1970, p. 872–896.
6. Тябликов С. В. Квантовые методы теории магнетизма. — М.: Наука, 1965. — 334 с.
7. Hsieh Y. Y. and Pink D. A. — J. Phys. Chem. Solids, 35, № 11, 1974, p. 1481–1490.
8. Cottam M. G. — J. Phys. C, Solid State Phys. 12, 1979, p. 1709–1723.

Институт физики АН АзССР

Поступило 5, IV 1989

Ю. М. Сеидов, А. М. Сулейманов

СИНГЛЕТ-ТРИПЛЕТ ФЕРРОМАГНИТЛӘРДӘ ИШЫҒЫН СӘТҺ ОҖАНМАЛАРЫНДАН КОМБИНАСИЈА СӘПИЛМӘСИ

Магаләдә синглет-триплет ферромагнитләрдә ишығын сәтһ оҖанмаларындан бир-магнону сәпилмәси өҗрәнилмишдир. Чохзаманлы Грин функциясы методундан иә псевдоспин формализминдән истифадә едилмишдир. Икәм Стокс сәпилмәси, һәм дә анти-Стокс сәпилмәси спектриндә икә пикини мөвчуд олмасы ашкар едилмишдир.

Yu. M. Seidov, A. M. Suleimanov

LIGHT SCATTERING BY SURFACE EXCITATIONS IN THE SINGLET-TRIPLET FERROMAGNETS

One magnon (first order) light scattering by surface excitations in the singlet-triplet ferromagnets is investigated. We used the multi-time Green's function method and pseudospin formalism. The cross sections of Stokes and anti-Stokes scatterings are evaluated. Two Stokes peaks and two anti-Stokes peaks in the scattered spectrum of the light by surface excitations in the singlet-triplet ferromagnets are elucidated.

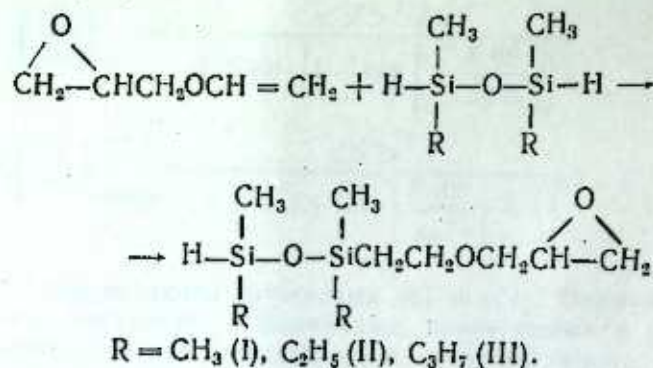
Г. Г. АБАСОВА, Р. А. СУЛТАНОВ, Р. А. ДЖАЛИЛОВ

**ПРИСОЕДИНЕНИЕ ТЕТРААЛКИЛДИГИДРОДИСИЛОКСАНОВ
К ВИНИЛГЛИЦИДИЛОВОМУ ЭФИРУ**

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

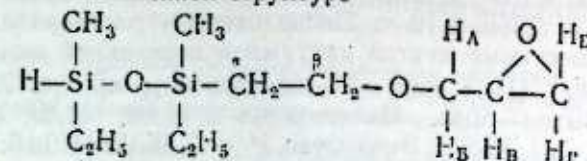
Реакция каталитического гидросилирования C=C и C≡C связей — удобный метод синтеза карбофункциональных кремнийорганических мономерных соединений [1]. Попытка использовать ее для получения α-оксидов, содержащих Si—O—Si группу путем взаимодействия монооксида дивинила с тетраалкилдигидродисилоксанами в присутствии платиновых катализаторов, не увенчалась успехом. Здесь происходит экзотермическая реакция, приводящая вместо ожидаемых

эпоксидосилоксанов к продуктам раскрытия CH₂—CH— кольца. Мы установили, что при взаимодействии винилглицидилового эфира с тетраметил- и диметилдипропилдисилоксанами, катализируемое платинированным углем (с содержанием Pt 20%), атаке подвергается лишь C=C связь винильного радикала, а эпоксидное кольцо при этом остается не затронутым.

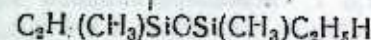
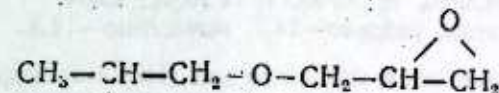


О наличии CH₂—CH-кольца в полученных аддуктах (I—III), индивидуальность которых установлена методом ГЖХ, свидетельствует присутствие в их ИК-спектрах [2] полос поглощения 870 (асимметричные валентные колебания окисного кольца) и 3050 см⁻¹ (метиленовая группа эпоксидного кольца). Интенсивный пик при 2105 см⁻¹ однозначно характеризует

связь Si—H [3]. Анализ спектров ПМР полученных аддуктов (I—III) свидетельствует об их линейной структуре



Резонанс протонов CH₂ групп в SiCH₂CH₃ имеет вид двух перекрывающихся мультиплетов в области τ=9,06 м. д. Химсдвиг с τ=9,07 м. д. соответствует протонам метильных групп. В более слабом поле расположен мультиплет протонов α=CH₂ группы с центром при 8,81 м. д. Протоны эпоксидного цикла проявляются в виде мультиплета, являющегося ВГД частью АБВГД — спиновой системы (τ=7,32 и 7,51 м. д.). Сигналы при 6,62 и 6,41 м. д. принадлежат неэквивалентным протонам А и Б. Резонанс протонов β=CH₂ группы с центром при 6,56 м. д., который осложнен спин-спиновым взаимодействием с α=CH₂ протонами, перекрывается с мультиплетом протонов А и Б. Дублетный сигнал протонов метильной группы CH—CH₃ (область 9,0 м. д.), который мог бы проявляться в случае образования изомера



в спектрах отсутствовал. Следовательно, изучаемые нами тетраалкилдигидродисилоксаны присоединяются к винилглицидиловому эфиру с образованием соответствующих эпоксиддисилоксанов, причем тетраалкилдисилоксановая группа фиксируется у периферийного атома углерода связи C=C винильного радикала.

Как и следовало ожидать, в полученных аддуктах (I—III) связь Si—H оказалась весьма реакционноспособной и легко вступала в различные химические превращения. В частности, при взаимодействии эпоксиддисилоксана (III) с пропаргиловым спиртом был получен соответствующий непредельный эпоксиалкогол (IV), спектр которого содержал интенсивную полосу в области 1610 см⁻¹, присущую валентным колебаниям —CH=CH— в группировке Si—CH=CH—. Занижение этой полосы на 50 см⁻¹ против значения ее в дизамещенных этилена [4], по-видимому, обусловлено оттягиванием π-электронов связи C=C на вакантные 3d-орбитали атома кремния в указанной группировке.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исходный винилглицидиловый эфир, полученный дегидробромированием глицидилового эфира этиленбромгидрина, имел т. кип. 66° (60 мм), n_D²⁰ 1,4370, d₄²⁰ 1,0294.

Спектры ПМР получены на спектрометре «Tesla BS 437C» с рабочей частотой 80 МГц. Внутренний стандарт CHCl₃. ИК-спектры получены на спектрофотометре ИР-20 в микрослое.

β-глицидилоксиэтилтетраметилдисилоксан (I). Реакционную смесь, состоящую из 10,0 г свежеперегнанного винилглицидилового эфира, со-

держашего 0,01 г платинированного угля, 13,4 г тетраметилдигидродисилоксана и 50 мл безводного бензола нагревали в колбе с обратным холодильником в течение 10 ч. После отгонки растворителя и не вошедших в реакцию компонентов вакуумной перегонкой выделили 11,7 г Эпоксиддисилоксана (I), т. кип. 59—60 (0,3 мм), n_D^{20} 1,4272, d_4^{20} 0,9433, $MR_{пл.ч}$ 64,48. Выход—50%. Найдено, %: С 46,08; 46,39; Н 9,62; 9,81; Si 23,26; 23,58. $C_9H_{22}O_3Si_2$. Вычислено, %: С 46,11; Н 9,46; Si 23,96. Эпоксидное число, найдено — 18,3, вычислено — 18,4%.

Аналогично получены:

β -Глицидилокснэтилдиметилдидиэтилдисилоксан (II), т. кип. 96° (0,5 мм) n_D^{20} 1,4320, d_4^{20} 0,9344, $MR_{найд}$ 72,87, $MR_{пл.ч}$ 73,50. Выход—47%. Найдено, %: С 50,12, 50,21; Н 10,12, 10,23; Si 21,69, 21,97. $C_{11}H_{26}O_3Si_2$. Вычислено, %: С 50,33; Н 9,98; Si 21,41.

Эпоксидное число найдено—14,5, вычислено—16,4%.

β -Глицидилокснэтилдиметилдипропилдисилоксан (III), т. кип. 111° (0,5 мм), n_D^{20} 1,4406, d_4^{20} 0,9275, $MR_{найд}$ 82,70, вычислено—82,10. Выход—45%. Найдено, %: С 53,39, 53,57; Н 10,02, 10,21; Si 20,11, 19,77. $C_{13}H_{30}O_3Si_2$. Вычислено, %: С 53,74; Н 10,41; 19,34.

Эпоксидное число, найдено—14,7, вычислено—14,8.

Взаимодействие эпоксиддисилоксана (III) с пропаргиловым спиртом. Смесь, состоящую из 17,6 г свежеперегнанного эпоксидилоксана (III) и 3,4 г пропаргилового спирта, кипятили 8 ч в среде 35 мл бензола, содержащего 0,01 мл катализатора Спайера. После обычной обработки и отгонки растворителя вакуумной перегонкой выделили 17,1 г (β -глицидилокснэтилдиметилдипропилгидроксипропенилдисилоксана IV, т. кип. 137—138° (0,5 мм), n_D^{20} 1,4572, d_4^{20} 0,9795. $MR_{найд}$ 96,43, $MR_{пл.ч}$ 93,1. Выход—81%. Найдено, %: С 55,56, 55,83; Н 9,91, 10,06; Si 16,44, 16,73; $C_{16}H_{34}O_4Si_2$. Вычислено, %: С 55,44; Н 9,89; Si 16,21.

Выводы

Изучена реакция присоединения тетраалкилдигидродисилоксанов к винилглицидиловому эфиру в присутствии платинированного угля, приводящая к образованию соответствующих эпоксилианов с реакционноспособной связью Si—H.

Литература

1. Юрьев В. П., Салимгареева И. М. Реакция гидросилилирования олефинов.—М.: Наука, 1972.—147 с. 147. 2. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул.—М.: Иностран. лит., 1971, с. 318. 3. Бажант В., Хваловски В., Ратоуски Н. Силконы. М.: Госхимиздат 1960, с. 239. 4. Казичина Л. А., Куллетская Н. Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии.—М.: Высшая школа, 1971, с. 264.

Г. И. Абасова, Р. А. Султанов, Р. А. Чэлилов

ТЕТРААЛКИЛДИГИДРОДИСИЛОКСАНЛАРЫН ВИНИЛГЛИТСИДИЛ ЭФИРИНЭ БИРЛЭШМЭСИ

Тетраалкилдигидродисилоксанларын катализатор иштиракы илэ винилглитсидил эфиринэ жүксөк реакцияјаакырмэ габилитјэтлн О—Н рабитэси олан эпоксилианларын алынмасы илэ кедэи бирлэшмэ реаксиясы өјрөнилмишдир.

G. G. Abasova, R. A. Sultanov, R. A. Djaliiov

CONNECTION OF TETRAALKILDIIHYDRODISILLOXANES TO VINYLGLIT-SIDIL'S EATHER

The reaction of connection of tetraalkildihydrodisiloxanes to vinylglitsidils eather in presence of H_2PtCl_6 is studied, which leads to formation of corresponding opoxysilanes with reaction capable bond Si—H.

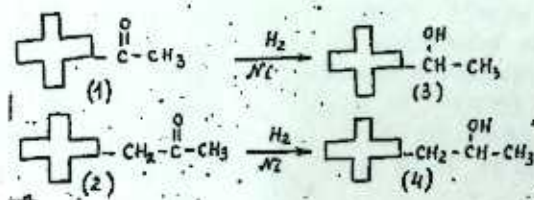
Э. Т. СУЛЕЙМАНОВА, А. С. ПОДБЕРЕЗИНА, Ф. С. АСКЕРОВ, М. Ф. АББАСОВ
ПОЛУЧЕНИЕ СПИРТОВ И ЭФИРОВ НА ОСНОВЕ КЕТОНОВ
ЦИКЛОДОДЕКАНОВОГО РЯДА

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

За последние несколько лет за рубежом синтезирован ряд соединений циклододеканового ряда — кетоны, спирты, эфиры, эпоксиды [1], которые рекламируются и применяются в качестве душистых веществ, многие из которых обладают ценным запахом мускусного направления.

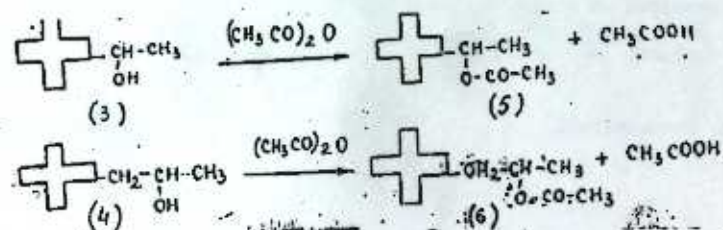
С целью поиска новых душистых веществ с мускусным запахом представлялось интересным осуществить превращение некоторых кетонов циклододеканового ряда, в частности, ацетилциклододекан в (1) и 1-циклододецилпропанола-2 (2), обладающих ценными парфюмерными свойствами [2—4], в соответствующие спирты и эфиры.

Спирты получали гидрированием индивидуальных кетонов (1) и (2) в присутствии скелетного никеля (10% от веса исходного кетона):



Гидрирование кетонов в спирты протекает количественно. Оба спирта — 1-циклододецилэтанол-1 (3) и 1-циклододецилпропанол-2 (4) представляют собой бесцветные кристаллические вещества. По заключению парфюмеров ВНИИСНДВ (Москва), 1-циклододецилэтанол-1 обладает слабым древесным запахом с санталовым оттенком и камфарной нотой. 1-циклододецилпропанол-2 обладает древесным запахом средней интенсивности с жирным оттенком и слабой мускусной и цветочной нотами.

Эфиры спиртов (3) и (4) получали ацилированием посредством уксусного ангидрида в отсутствие катализатора:



Реакция протекает с высоким выходом. Ацетат 1-циклододецилэтанол-1 (5) обладает древесным запахом с мускусной и амбровой нотами, при испарении которого мускусная нота усиливается. Ацетат 1-циклододецилпропанола-2 (6) имеет слабый запах с древесным и цветочными нотами.

Парфюмерные испытания показали, что спирты (3) и (4) и эфиры (5) и (6) являются душистыми веществами. Однако они обладают менее интенсивным запахом, чем исходные кетоны (1) и (2). Следует отметить, что переход от спиртов к эфирам, обычно сопровождающийся усилением запаха, не наблюдается в данном случае, по-видимому, из-за большой молекулярной массы эфиров (5) и (6). Заметное ослабление запаха наблюдается при удалении функциональной группы от циклододеканового кольца: запах эфира (6) менее интенсивен, чем эфира (5).

Индивидуальность полученных спиртов и эфиров подтверждена ГЖХ анализом (хроматограф ЛХМ, длина колонки — 2 м, диаметр — 0,2 мм, в качестве неподвижной фазы использовали апиезон «L», нанесенный на хроматон). Структуры их были подтверждены измерениями ПМР- и ИК-спектров.

Методом структурных групп [5] были рассчитаны термодинамические функции синтезированных спиртов (3,4) и эфиров (5,6), которые приведены в таблице.

Термодинамические функции синтезированных соединений циклододеканового ряда, рассчитанные методом структурных групп

Соединение	Стандартная теплота образования ΔH_{298}^0 , кДж/моль	Стандартная энтропия, ΔS_{298}^0 , Дж/моль К	Коэффициенты уравнения теплоемкости $c = f(T)$			Стандартная энергия Гиббса ΔG_{298}^0 , кДж/моль
			a	b · 10 ³	c · 10 ⁶	
1-циклододецилэтанол-1	-613,92	461,43	-72,17	1506,3	-455,5	-751,43
1-циклододецилпропанол-2	-643,31	484,24	-77,48	1616,7	-498,0	-787,61
Ацетат 1-циклододецилэтанол-1	-872,91	560,16	-40,93	1583,5	-469,6	-1039,84
Ацетат 1-циклододецилпропанола-2	-902,30	582,97	-46,24	1693,9	-512,1	-1076,03

Пример 1. Получение 1-циклододецилэтанол-1.

30 г ацетилциклододекана гидрировали в присутствии 3 г скелетного никеля в автоклаве емкостью 150 мл при начальном давлении водорода 120 атм. За 2 ч при 120—140° поглотилось теоретически рассчитанное количество водорода. Получали 27,3 г индивидуального 1-циклододецилэтанол-1 (выход — 90,1% от теоретического). Т. пл. 36,5 — 37,3°.

ПМР-спектр:

- H₁, Д, 1,15,3H;
- H₂, М, 3,59, 1H;
- H₃, уш. С, 3,1, 1H;
- H₄, ш.С, 1,32, 23H.

Аналогичным путем с выходом 90 % получен 1-циклододecilпропанол-2. Т. пл. 36,9—37,6°.

ПМР-спектр:

H₁, Д, 1,17 (J=6,1), 3H;
H₂, уш, С, 1,80, 1H;
H₃, М, 3,87, 1H;
H₄, М, 1,56, 2H;
H₅, ш, С, 1,32, 23H.

Пример 2. Получение ацетата 1-циклододecilэтанола-1.

27 г спирта и 6 г уксусного ангидрида (мольное соотношение спирт:ангидрид = 1:2) кипятили в течение 3—5 ч. После отгонки образовавшейся уксусной кислоты и избытка уксусного ангидрида продукт реакции перегоняли при 20 мм. рт. ст. Получали 28,1 г индивидуального ацетата 1-циклододecilэтанола-1 (выход—86,9% от теоретического). Последние имеют следующие физические параметры: т. кип. 113—116/2 мм рт. ст., d_4^{20} 0,954; n_D^{20} 1,4728; MR_D^{20} 74,992; MR_B^{20} 74,784.

ПМР-спектр:

H₁, С, 2,02, 3H;
H₂, М, 4,86, 1H;
H₃, Д, 1,17, 3H;
H₄, обл. 1,7—1,55, 1H;
H₅, С, 1,32, 22H.

Аналогичным путем с выходом 87 % получен ацетат 1-циклододecilпропанола-2. Он имеет следующие физические параметры: т. кип. 120—125° С / 2—3 мм. рт. ст.; d_4^{20} 0,9442; n_D^{20} 1,4744; MR_D^{20} 79,610; MR_B^{20} = 79,96.

ПМР-спектр:

H₁, С, 2,02, 3H;
H₂, М, 4,98, 1H;
H₃, Д, 1,19, 3H;
H₄, М, 1,54, 2H;
H₅, обл. 1,61—1,49, 1H;
H₆, С, 1,31, 22H.

Выводы

Осуществлено превращение ацилциклододекана и 1-циклододecilпропанола-2 в соответствующие спирты и эфиры — новые душистые вещества. Изучены физические и органолептические свойства синтезированных соединений, рассчитаны их термодинамические функции.

Литература

1. Патент США № 4301303, РЖХим, 1983, 1Р608П. 2. Авт. свид. СССР № 1151534. Б. и., 1985, № 15, с. 68. 3. Подберезина А. С., Климакина С. Т., Арефьева Л. Н., Хейфиц Л. А., Сулейманова Э. Т., Аббасов М. Ф. Масло-жировая пром-сть, 1987, № 9, с. 27. 4. Авт. свид. СССР № 1089083. Б. и., 1984, № 16, с. 75. 5. Лебедев Н. П., Манаков М. Н., Швец В. Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. — М.: Химия, 1984. — 376 с.

Е. Т. Сулейманова, А. С. Подберезина, Ф. С. Эскеров, М. Ф. Аббасов

ТСИКЛОДОДЕКАН СЫРАСЫ КЕТОНЛАРЫ ЭСАСЫНДА СПИРТ ВЭ ЕФИРЛЭРИН АЛЫНМАСЫ

Тсиклододекан сырасы кетонлары—1-тсиклододecilпропанон 2 вэ ацилтсиклододеканын мувафиг спирт вэ ефирлэре—јени этирли маддэлэре чеврилмэси реаксиялары апарылмышдыр. Алынмыш маддэлэрин физики вэ органолептик хассэлэри өјрөшилмиш, онларын термодинамики функциялары hesapланмышдыр.

E. T. Suleimanova, A. S. Podberezina, F. S. Askerov, M. F. Abbasov

SYNTHESES OF ALCOHOLS AND ETHERS ON THE BASE OF CYCLODODECANA KETONES

The conversion of 1-cyclododecyl propanone-2 and acetylcyclododecane to the suitable alcohols and ethers—new odoriferous substances—was carried out. The physical and fragrant properties of the prepared substances studied were and their thermodynamic functions were calculated.

Р. И. СОЛТАНОВ, Е. А. ПАУКШТИС, чл.-корр. АН АзССР Б. А. ДАДАШЕВ, А. А. САРЫДЖАНОВ, Е. Н. ПОПОВА, Э. А. АГАХАНОВА, З. Я. ИСМАЙЛОВА

СВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИМИ И КИНЕТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ М-КСИЛОЛА НА КИСЛОТНЫХ ЦЕНТРАХ ДЕАЛЮМИНИРОВАННЫХ МОРДЕНИТОВ

Мордениты являются эффективными катализаторами многих реакций, в частности реакции превращения ксилолов [1—4]. Показано, что активность этих катализаторов зависит от силы и концентрации кислотных центров [2, 3]. Однако вопрос о природе центров, ответственных за превращение м-ксилола, остается дискуссионным.

В данной работе исследуется связь между кинетическими параметрами превращения м-ксилола в продукты изомеризации (реакция 1), диспропорционирования (реакция 2) и кислотными свойствами с целью выявления роли протонных и апротонных центров в реакциях 1 и 2.

Были использованы мордениты, полученные по методике [5] со степенью декатионирования 98%-ным и мольным отношением $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ (n) 10, 13, 18 и 25.

Для исследования кислотных свойств образцы прессовались в таблетки с поверхностной плотностью 15—20 мг/см² и прокалывались при 743 К 1 ч на воздухе и 2 ч в вакууме. Пиридин адсорбировали при 2×10^4 Па и 423 К затем откачивали при этой же температуре 1 ч до давления 10^{-2} Па и далее регистрировали ИК-спектры на спектрометре UR-20 в области 1300—1800 см⁻¹. Концентрацию кислых ОН-групп, способных протонировать пиридин (C_{pyH^+}), определяли из интегрального поглощения полосы $\nu_{\text{CC}(\text{N})}$ 1545 см⁻¹ иона пиридиния с использованием значения коэффициента $A_0^{\text{CC}(\text{N})} = 3 \text{ см}^2/\text{мкмоль}$ [6]. Количество L-центров находили из интегрального поглощения полосы $\nu_{\text{CC}(\text{N})}$ с использованием усредненного значения $A_0^{\text{CC}(\text{N})} = 2,5 \text{ см}^2/\text{мкмоль}$ [7]. Силу L-центров оценивали в шкале теплот комплексообразования пиридина с центрами ($Q_{\text{L:py}}$) из положения $\nu_{\text{CC}(\text{N})}$ 1621—1628 см⁻¹, согласно [8].

Каталитические свойства морденитов в превращении м-ксилола исследовали на проточной установке в среде водорода при атмосферном давлении в интервале 423—523 К и времени контакта 2,6—6,4 с. Перед опытами катализатор активировали в токе воздуха 3 ч.

Использовали м-ксилол марки «хч». Продукты реакции анализировали газохроматографически. Активность катализаторов оценивали кажущимися константами скорости реакций 1 и 2. Величины $K_1^{\text{наж}}$ находили при температуре 423 К (при условии, когда $W_1 \gg W_2$), исходя из кинетического уравнения реакции первого порядка [9], а $K_2^{\text{наж}}$

определяли при 523 К с помощью кинетического уравнения реакции второго порядка [10].

В таблице приведены данные по кислотным и каталитическим свойствам морденитов в превращении м-ксилола. Согласно (2), кинетические диаметры пиридина и м-ксилола довольно близки, поэтому вполне корректно данные по кислотным свойствам, полученные по адсорбции пиридина, сопоставить с данными по каталитической активности образцов в превращении м-ксилола.

Данные по кислотным и каталитическим свойствам морденитов в превращении м-ксилола в продукты изомеризации (реакция 1) и диспропорционирования (реакция 2)

№ морденита	Мордениты со значением $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$	Данные по кислотным центрам по адсорбции Py			Данные по каталитической активности			
		C_{pyH^+} , мкмоль/г	$C_{\text{py:L}}$, мкмоль/г	$Q_{\text{L:py}}$, кДж/моль	$10^3 \cdot K_1^{\text{наж}}$, с ⁻¹ (при 423 К)	$10^2 \cdot K_2^{\text{наж}}$, с ⁻¹ (при 523 К)	$10^2 \cdot K_{\text{дпр}}^{\text{наж}}$, с ⁻¹ (при 523 К)	$E_a^{\text{преп}}$, кДж/моль
1	HM-10	35	130	120	1,8	13,8	34,3	41,2
2	HM-13	50	135	140	6,0	18,1	40,6	38,4
3	HM-18	85	140	155	10,0	21,0	45,3	35,8
4	HM-25	75	125	165	14,0	24,1	49,1	33,7

При температуре 423 К основными продуктами превращения м-ксилола на морденитах 1—4 являются продукты изомеризации (п- и о-ксилолы) селективность изомеризации при этом составляет 94—99,8%. Поэтому вначале анализировали влияние силы и концентрации протонных (B—) и апротонных (L—) кислотных центров в изомеризации (реакция 1). Из таблицы видно, что в случае морденитов 1—4 с ростом значения n от 10 до 18 концентрация протонных центров заметно растет, а при $n = 18—25$ она практически не меняется. Концентрация апротонных центров образцов отличается всего на 10%, при этом с ростом n от 10 до 25 сила апротонных центров в шкале $Q_{\text{L:py}}$ вырастает от 120 до 165 кДж/моль и соответственно этому, активность, выраженная величиной $K_1^{\text{наж}}$, пропорционально увеличивается от $1,8 \times 10^{-3}$ до $14 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

На рис. 1 показана зависимость между логарифмом удельной активности $\ln(K_1^{\text{наж}}/C_L)$ и силой L-центров, выраженной в шкале $Q_{\text{L:py}}$. Видно, что несмотря на существенное отличие в концентрации протонных центров морденитов 1—4 (1,5—2,5 раза) точки ложатся на одну линию. Существование линейной зависимости $\ln(K_1^{\text{наж}}/C_L)$ и $Q_{\text{L:py}}$ при различной концентрации протонных центров показывает, что в данном случае активность морденитов в изомеризации в основном определяется свойствами апротонных центров. Зависимость между $K_1^{\text{наж}}$ и $Q_{\text{L:py}}$ описывается уравнением:

$$\ln(K_1^{\text{наж}}/C_L) = -17,0 + 0,05 Q_{\text{L:py}} \quad (1)$$

Зависимость (1) позволяет оценить активность морденитов при 423 К исходя из экспериментальных величин C_L и $Q_{\text{L:py}}$, определяющих их кислотные свойства. Из (1) следует, что при увеличении силы L-центров в шкале $Q_{\text{L:py}}$ на 10 кДж/моль удельная активность $K_1^{\text{наж}}$ увеличивается в 1,6 раза.

Из анализа собственных и литературных данных следует, что на одних и тех же L -центрах H -морденита теплоты адсорбции бензола — 78 кДж/моль [12] в 1,54 раза ниже, чем теплота адсорбции пиридина

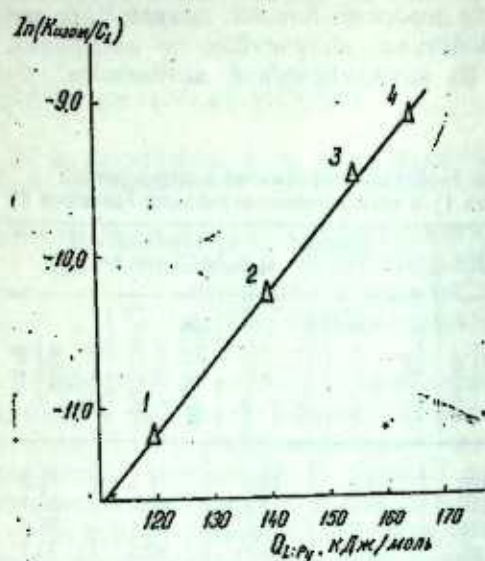


Рис. 1. Зависимость между удельной активностью и силой L -центров, выраженной в шкале $Q_{L:py}$. Номера точек соответствуют номерам морденитов в таблице.

120 кДж/моль (см. таблицу). Положив теплоту адсорбции ксилола близкой к теплоте адсорбции бензола, можно записать:

$$Q_{L:py} = 1,54 Q_{L:ксил} \quad (2)$$

Если уравнение (2) подставить в уравнение (1) и учесть, что уравнение (1) справедливо при 424 К, получаем:

$$\ln(K_1^{каж}/C_L) = A + 0,25 \frac{Q_{L:ксил}}{RT} \quad (3)$$

Зависимость (3) показывает, что соотношение Бренстеда—Поляни справедливо для изомеризации m -ксилола, протекающей с участием

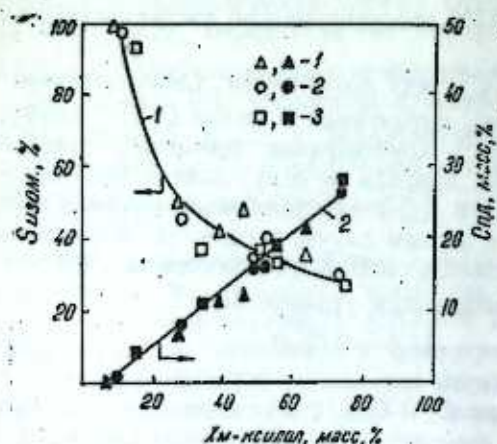


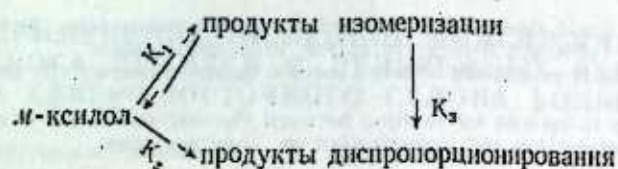
Рис. Зависимость селективности изомеризации $S_{изом}$ (1) и количества ПД— $C_{ПД}$ (2) от общего превращения m -ксилола — $X_{m-кс}$: 1—НМ-10; 2—НМ-18; 3—НМ-25

апротонных центров, и отражает связь между кинетическими и термодинамическими параметрами реакции 1.

При температурах выше 423 К в продуктах превращения m -ксилола кроме p - и o -ксилола обнаруживается значительное количество продуктов диспропорционирования (ПД) — толуола и триметилбензолов. С ростом температуры от 423 до 523 К доля ПД в продуктах реакции резко возрастает.

На рис. 2 показана зависимость селективности изомеризации ($S_{изом}$) и количества ПД ($C_{ПД}$) от общего превращения m -ксилола ($X_{m-кс}$).

Видно, что с ростом $X_{m-кс}$ $C_{ПД}$ увеличивается, одновременно снижается селективность изомеризации. Эти данные указывают на протекание превращения m -ксилола по следующей схеме:



В соответствии с этой схемой при температуре ≥ 23 К общая скорость превращения m -ксилола должна определяться скоростью его превращения в ПД. Из таблицы следует, что при переходе от одного морденита к другому величина $K_2^{каж}$ и концентрация протонных центров изменяются пропорционально, тогда как увеличение силы L -центров на 10 кДж/моль соответствует росту активности морденитов в реакции 2 всего на 10—15%. Отсюда можно сделать вывод, что в реакции диспропорционирования ксилолов принимают участие в основном протонные кислотные центры. Поскольку изомеризация и диспропорционирование m -ксилола преимущественно протекают с участием соответственно L - и B -центров морденитов, для общего превращения m -ксилола необходимо наличие на поверхности обоих типов кислотных центров.

Литература

1. Миначев Х. М., Кондратьев Д. А., Дергачев А. А., Мишин И. В., Олешко И. Н., Нефедов Б. К., Алексеева Т. В.—Изв. АН СССР, серия хим., 1982, № 5 с. 1056.
2. Дадашев Б. А., Попова Е. Н., Асфарова Х. Ю., Сарыджанов А. А., Мамедова С. М., Юнусова Ф. Б.—Труды ИХХП, 1987, № 16, с. 60.
3. Ratnasamy P., Sivasanakar S., Vishnoi S.—J. Catal. 1981, v. 69, № 2, p. 428.
4. Vitarelly P., Cavallaro S., Ottana R., Seiji L. M., Giordano N.—React. Kinet. Catal. Lett., 1984, № 1—2, p. 79.
5. Мишин И. В., Клячко А. Л., Рубинштейн А. М.—Изв. АН СССР, серия хим., 1973, № 2, с. 445.
6. Paukshtis E. A., Soltanov R. J., Yurchenko E. N.—React. Kinet. Catal. Lett., 1983, v. 23, № 3—4, p. 333.
7. Hughes T. R., White V. M.—J. Phys. Chem., 1967, v. 71, № 7, p. 2192.
8. Paukshtis E. A., Soltanov R. J., Yurchenko E. N.—React. Kinet. Catal. Lett., 1982, v. 19, № 1—2, p. 105.
9. Сулимов А. Д., Бычкова Д. М., Жазовская Т. В., Куржина И. Н.—Труды ВНИИ НП, 1970, вып. 13, с. 69.
10. Патапах Л. С., Мамедалиев Г. М., Бродский А. М.—ДАН СССР, 1967, т. 174, № 11, с. 139.
11. Кельцев Н. В. Основы адсорбционной техники.—М.: Химия, 1984, с. 25.
12. Мишин И. В., Клячко А. Л., Бруева Т. Р., Рубинштейн А. М.—Изв. АН СССР, серия хим., 1973, № 5, с. 1017.

Институт нефтехимических процессов АН АзССР Поступило 16. III 1989

Р. И. Солтанов, Ж. А. Паукуштис, Б. А. Дадашев, Э.Э. Сарычанов, Ж. Н. Попова, Е. А. Агаханова, З. Ж. Исмаилова

АЛУМИНИУМУ ЧЫХАРЫЛМЫШ МОРДЕНИТЛЭРИН ТУРШУ МЭРКЭЗЛЭРИНДЭ m -КСИЛОЛУН ГАРШЫЛЫГЛЫ ТЭСРИНИН ВЭ ЧЕВРИЛМЭСИН ИИ ТЕРМОДИНАМИК ВЭ КИНЕТИК ПАРАМЕТРЛЭРИ АРАСЫНДА ЭЛАГЭ

Көстөрлөмөндөр кн, алюминиюму чыхардылмыш морденитлэрин үзэриндэ 423 К температурунда m -ксилолун изомерлэшмэсн эсасэн Лүис (L) туршу мэркэзлэринин иштиракы илэ кедир.

Хүсүн активликэ L- ба В-морденит марказларини гүвәсини ифадә едән ирридини адсорбенија исталији арасында асылдыг мүәјјанлашдырлышдыр. Туришу марказларинда кедән м-ксидолун изомерлашмәсини кинетик ба термодинамик параметрләри арасындагы алағони ифадә едән емпирик тәһәк тәртиб едилмишдыр.

R. I. Soltanov, E. A. Paukshtis, B. A. Dadashev, A. A. Sarydjanov,
E. N. Popova, E. A. Agahanova, Z. E. Ismailova

RELATION BETWEEN THERMODYNAMIC AND KINETIC PARAMETERS
OF *m*-XYLENE INTERACTION AND CONVERSION ON ACID SIDES
OF DEALUMINATED MORDENITES

It is shown that *t*-acid sides of dealuminated mordenites mainly take part in *m*-xylene isomerization at 123 K and B-sites—in xylene disproportionation.

Functional relation is established between specific isomerization activity and strength of protonic acid sites.

Empiric equation is derived for relation between thermodynamic and kinetic parameters of *m*-xylene interaction and isomerization on aprotic sites.

УДК 577.4.502.7 (479.24)

ГЕОФИЗИКА

А. А. ГОРЧИЕВ, Р. М. РАФНОВ, Т. И. ВЕЛНОВ, Г. А. ЮСИФОВА

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ПЕРЕНОСА ПРИМЕСИ В ПРИБРЕЖНЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ
ЗОНАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

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

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и СМ ССР предусматривается дальнейшее развитие рекреационной политики в восточной части Азербайджана и превращение ее во всесоюзную здравницу. В связи с этим проведен системный анализ и смоделирован перенос антропогенных загрязнений атмосферы, находящихся от севера Апшерона рекреационной зоны северо-восточного склона Большого Кавказа. При этом использована модель рассеивания примесей от многочисленных источников на основе решения уравнения атмосферной диффузии [1, 2].

Как известно, на Апшеронском полуострове на расстоянии 30 км друг от друга расположены крупные промышленные центры республики — Баку и Сумгаит. В этих городах сосредоточены многочисленные источники загрязнения и выбрасывается в атмосферу значительное количество разных вредных примесей. Только при юго-восточных ветрах скоростью 5—10 м/с выбросы этих городов накладываются друг на друга и распространяются почти по береговой линии в сторону рекреационной зоны. Повторяемость юго-восточных ветров составляет 8—10 %.

В данной статье поставлена задача определить, на какие расстояния от промплощадки Апшерона вредные вещества могут переноситься и как они могут влиять на воздушный бассейн рекреационной зоны.

Предметом исследований являются те ингрэденты, которые в промплощадке являются наиболее распространенными, а с санитарно-гигиенической точки зрения самыми токсичными примесями — сернистый газ (SO₂) и двуокись азота (NO₂).

Исследования проводились на основе численных и натурных экспериментов в летние сезоны года, так как регион в это время года осваивается более интенсивно.

Для составления полей концентраций вредных примесей от всех источников загрязнения с учетом фоновых концентраций по данным выбросов вредных веществ при помощи прикладных программ нами произведен численный эксперимент. Суммарная концентрация вредных примесей в расчетной точке при заданном направлении и скорости

ветра находится как суперпозиция концентраций от отдельных источников, а общая концентрация определяется следующими формулами:

$$C_m = C_n + C_n + C_{\phi}, \quad (1)$$

где

$$C_{\phi} = C_{\phi} - 0,4 C_m.$$

Здесь C_n — концентрация от высотных источников, C_n — концентрация от плоскостных источников, C_{ϕ} — скорректированная фоновая концентрация G_{ϕ} — фоновая концентрация.

При расчете была использована фоновая концентрация при штиле (C_{ϕ}), характеризующая локальный уровень загрязнения атмосферы рекреационной зоны. C_{ϕ} была вычислена по предложенной нами методике [4, 5]. Таким образом, на ЭВМ был произведен расчет полей кон-

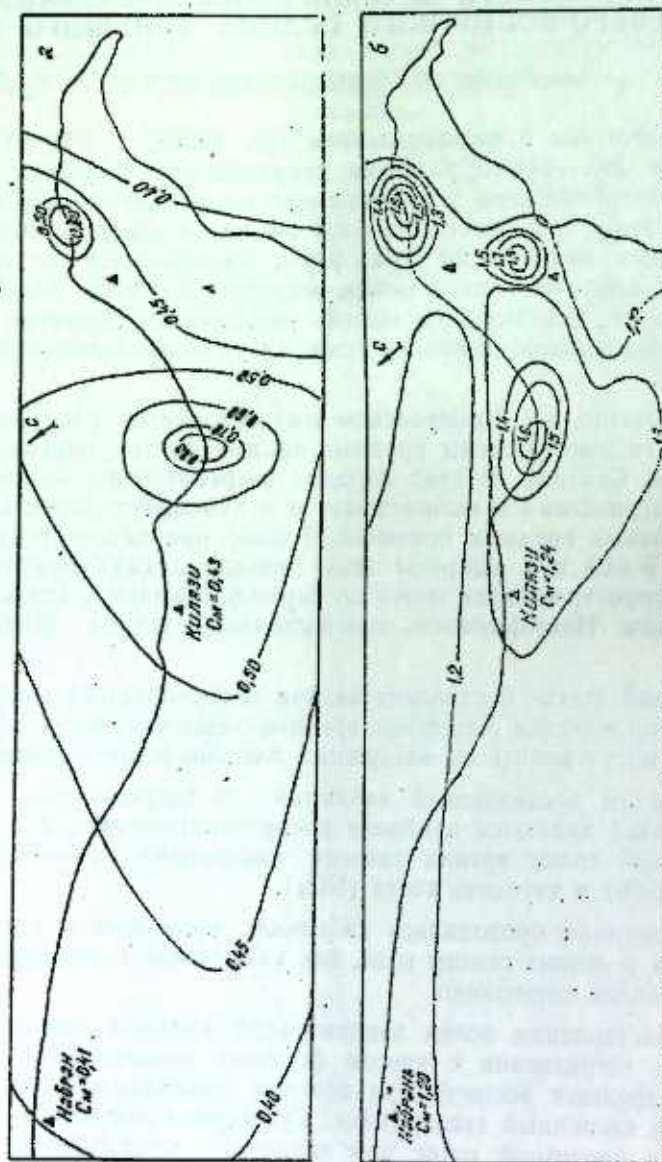


Рис. 1. Определение максимальных разовых концентраций SO_2 (а) и NO_2 (б) (нормированные) в зависимости от совокупности высотных источников региона

центрации вредных примесей от 1 000 источников загрязнения при различных направлениях и скоростях ветра. Результаты расчета полей концентрации SO_2 и NO_2 в виде нормированных значений C_m при скорости 5 м/с в юго-восточном направлении ветра показывают, что в промплощадке Баку нормированные значения максимальных концентраций SO_2 составляют 0,45. С подветренной стороны от Сумгаита эта величина достигает 0,84. Это объясняется тем, что выбросы SO_2 городов Баку и Сумгаита, суммируясь на расстоянии 3—5 км от г. Сумгаита, создают максимальное значение концентраций. Далее она уменьшается и в Набрани составляет 0,41. Следует отметить, что уровень загрязнения в рекреационной зоне в несколько раз меньше нормы (рисунок, а).

Поля рассеивания NO_2 (рисунок, б) отличается от полей концентрации SO_2 . Нормированные значения максимальных концентраций NO_2 в промплощадке Баку составляют 1,92, а второй максимум в северо-восточной части Апшерона под факелом мощного ГРЭС — 1,62. В промплощадке Сумгаита C_m 1,59. Далее она уменьшается и в Набрани составляет 1,20. Надо сказать, что вклад выбросов промплощадки Апшерона в воздушный бассейн Набрани незначителен и примерно составляет 3,3 % для SO_2 и 2,2 % для NO_2 . Следовательно, в формировании уровня загрязнения воздушного бассейна Набрани основную роль играют локальные источники загрязнения, которые в настоящем численном эксперименте не учтены.

С целью сопоставления расчетных полей концентрации вредных примесей с данными натурных измерений, проведенных в 1983—1985 гг. в УГКС Азерб. ССР в городах Апшерона и в 2-х пунктах рекреационной зоны (Килязи и Набрань) были анализированы в основном четыре случая:

- I. Не учтено направление ветра.
- II. Учтены южные и юго-восточные направления ветра, т. е. загрязнение, связанное с промплощадкой Апшерона.
- III. Учтены северные и северо-восточные направления ветра, т. е. загрязнение, не связанное с влиянием промплощадки Апшерона.
- IV. Загрязнение локальными источниками при штиле.

Из натурных измерений концентрации вредных примесей за летний период 1984 г. (без учета направления ветра) следует, что по направлению Баку—Набрань нормированное значение средней концентрации SO_2 в Баку составляло 0,18, в Сумгаите — 0,20, в Килязи — 0,16, а в Набрани — 0,06. По сравнению с Баку в Набрани она уменьшается в 3 раза, а для NO_2 — в 1,6 раза. Максимальные значения SO_2 и NO_2 соответственно в Баку составляли 0,66 и 0,42, а в Набрани — 0,21 и 0,11. Максимальные значения также уменьшались в Набрани в 3—4 раза.

В юго-восточных направлениях ветра, когда выбросы промплощадки г. Баку суммируются с выбросами промплощадки г. Сумгаита, средние и максимальные значения концентраций соответственно составляли для SO_2 $\bar{q} = 0,20$, $q_m = 0,80$, а для NO_2 $\bar{q} = 0,35$, $q_m = 0,47$.

При северо-западных направлениях ветра такое суммирование выбросов не отмечается. В это время средние и максимальные значения концентраций для SO_2 составляли $\bar{q} = 0,16$, $q_m = 0,42$, а для NO_2 $\bar{q} = 0,59$, $q_m = 1,05$. Высокие значения концентраций NO_2 могут быть связаны влиянием промпред-

приятный городов, расположенных севернее Набрани (Дербент, Махачкала и др.). А при штилях, соответственно $\bar{q} = 0,18$, $q_m = 1,11$ (SO_2) и $\bar{q} = 0,59$, $q_m = 1,53$ (NO_2). Из изложенного следует подчеркнуть, что высокий уровень загрязнения сернистым газом имеет место при юго-восточных направлениях ветра, а двуокись азота — при штилях.

Пункт измерений Киязи находится ближе к Сумганту, чем к Набрани. В связи с этим при юго-восточных направлениях ветра влияние промплощадки Сумганта на воздушный бассейн Киязи по сравнению с Набранью более ощутимо. Здесь при указанных направлениях ветра средняя концентрация SO_2 и NO_2 соответственно составляла 0,30 и 0,82, а максимальная — 0,68 — 1,29.

Из сопоставления уровней загрязнения в Киязи и в Набрани видно, что при юго-восточных направлениях ветра уровень загрязнения в атмосфере в Киязи выше, чем в Набрани, а при северо-западных направлениях ветра наблюдается обратная картина.

Нормированные значения максимальных концентраций вредных примесей, полученных из численного эксперимента и натуральных измерений, очень хорошо согласуются при скорости ветра 5 м/с юго-восточного направления. Согласно [3], значения максимальных расчетных концентрации были разделены на 3 градации: 0,5, 0,5—1,0; 1,0—1,25 см.

В рекреационной зоне Киязи—Набрань максимальные значения концентрации натуральных измерений вредных примесей (SO_2 и NO_2) на 55—70 % приходятся на вторую градацию.

В результате проведенных численных и натуральных экспериментов выявлено, что влияние промплощадки Апшерона на рекреационные зоны северо-восточного склона Большого Кавказа незначительно. Это связано с тем, что повторяемость юго-восточного направления ветра со скоростью 5—10 м/с очень редка, поэтому количество переносимых продуктов источников загрязнения из Апшерона к Набрани невелико.

Литература

1. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы.—Л.: Гидрометеонадат, 1975.—448 с. 2. Берлянд М. Е., Генихович Е. Л., Зашихин М. И., Оникул Р. И., Чичерин С. С. О моделировании загрязнения атмосферы в городах.—Труды ГГО. вып. 436, 1979, с. 3—16. 3. Берлянд М. Е., Оникул Р. И. К проверке и сопоставлению методов расчета рассеивания примесей.—Труды ГГО. вып. 387, 1977, с. 23—36. 4. Горчиев А. А., Рафиев Р. М., Мамедов М. А. О применении логарифмически-нормального закона для определения фоновой концентрации вредных примесей в атмосфере.—Изв. АН АзССР, серия физ.-тех. и матем. наук, № 3, 1985, с. 109—115. 5. Горчиев А. А., Рафиев Р. М., Мамедов М. А. Об одном методе определения фонового загрязнения атмосферы в городах.—Докл. АН АзССР, № 3, 1986, с. 27—31.

Институт географии АН АзССР

Поступило 14.11 1988

Ә. Ә. Горчиев, Р. М. Рафиев, Т. И. Вәлиев, К. А. Юсуфова

БӨЛҮК ГАҒАЗЫН ШИМАЛ-ШӘРГ ЈАМАЧЫНЫН САҢИЛ РЕКРЕАСИЈА ЗОНАСЫНДА ГАТЫШЫГЛАРЫН ДАШЫНМАСЫНЫ ГИЈМӘТЛӘНДИРМӘК ҮЧҮН ӘДӘДИ МОДЕЛИН ТӘТБИГИ

Мәғаләдә Бөјүк Гағгазын шимал-шәрг јамачынын саһил рекреасија зонасына Апшеронун сәнаје сәһәсиндән антропоген чиркләндиричилиәрин даһынмасы моделләштириләр вә системли тәһлил вериләр.

Тәдқиғат һәм експериментал, һәм дә зәрәри гатышығларын консентрасија сәһәләринин һесабаты нәзәрә алынмағла әпарылмышдыр. Ејни заманда атмосфер диффузијасы тәһликләринин һәлли әсасында инбәләрдән гатышығларын даһынмасы моделләдән дә истифадә едилмишдыр.

Мүәјјән едилмишдыр ки, Апшеронун сәнаје сәһәләриндән атылан туллантиларын рекреасија зонасынын һава һөвзәсинә тәсирин чох чүзидир вә тәғрибән күкүрдә газын үчүн 3,3%, азот 2-оксид үчүн ивә 2,2% тәшкил едир.

A. A. Gorchiev, R. M. Rafiev, T. I. Veliev, G. A. Yusufova

APPLICATION OF THE NUMERAL MODEL FOR THE ESTIMATION OF ADMIXTURE TRANSPORTATION IN THE COASTAL RECREATIVE ZONES OF NORTH-EASTERN SLOPE OF BIG CAUCASUS

There is a system analysis and transportation modelled of anthropogen pollution from Absheron industrial square in the recreative zones of North-Eastern part of Big Caucasus in the article.

The searches were experimental, and also due to the fields of concentrations of injurious admixtures. The model of transportation was used from the sources on the basis of decision of atmosphere diffusion.

It is revealed that contribution of the garbage from Absheron industrial square in the air pond of recreative zone is insignificant, and it is approximately 3,3% for sulphureous gas and 2,2% for nitric dioxide.

Ю. Б. ГАЛАНТ, С. А. МАМЕДОВА

К ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВА «ВОЗРОЖДЕННОГО» УГЛЕРОДА И ЕГО РОЛИ В ПОПОЛНЕНИИ ДЕФИЦИТА УГЛЕРОДА В ОБМЕННОМ БАССЕЙНЕ

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

Существует проблема дефицита углерода в обменном бассейне (Г. И. Войтов, 1978, 1980).

Проведены расчеты с целью оценки вклада «возрожденного» («метаморфогенного») углерода в обменный бассейн с площади альпийского орогенеза за период тектонического цикла.

Методика расчета сводилась к следующему. Расчетная глинистая толща пород южного склона Большого Кавказа мощностью 500 м с содержанием ОВ 1,0 % (А. Б. Ронов, Ш. Ф. Мехтиева и др.), согласно истории геологического развития (Э. Ш. Шихалибейли), последовательно погружалась на подэтапы литогенеза ПК, МК₁, МК₂, МК₃, МК₄, МК₅, АК₁. На каждом подэтапе рассчитывалась генерация газа (СО₂, СН₄, N₂) и его миграция. Для каждого последующего подэтапа учитывалось уменьшение массы исходного ОВ за счет образования газовых компонентов на предыдущих этапах.

Компоненты	Вклад «возрожденных» газов и состав атмосферы с площади альпийского орогенеза за тектонический цикл, $n \cdot 10^{22}$ см ³	Колич. газов, содержащихся в атмосфере, $n \cdot 10^{22}$ см ³
СО ₂	416,0	0,08
СН ₄	324,0	0,0014
N ₂	46,0	318,0
Сумма	786,0	318,782

Мигрируемый диффузионным путем (для учета миграции газа путем фильтрации коэффициент диффузии завышался) в атмосферу углерод углекислого газа и метана являлся «возрожденным» углеродом, который вносит свою долю в пополнение углерода обменного бассейна. Расчеты проведены для геосинклинального и орогенного периодов тектонического цикла.

Количество генерируемого газа определялось по данным А. Э. Конторовича, А. А. Трофимука, Е. А. Рогозиной, Д. И. Дробота и др. Коэффициенты диффузии с учетом изменений их на различных подэтапах литогенеза брались из данных В. А. Соколова и П. Л. Антонова. Кроме того, для расчетов использовались многочисленные исходные величины, взятые из данных А. Э. Конторовича, А. А. Трофимука (глубины подэтапов литогенеза), Д. Д. Мазанова (плотность толщ), В. Ю. Мухина (количество выжатых вод и изменение объема порового пространства при уплотнении глинистых осадков), Л. К. Гуцало (масштабы окисления метана) и др.

В результате расчетов получены величины, приведенные в таблице. Для сравнения, в этой таблице приведено количество газов, содержащихся в атмосфере.

Приведенные в таблице величины позволили оценить количество «возрожденного» углерода, его роль в пополнении дефицита углерода, существующего в обменном бассейне. С площади альпийского орогенеза за тектонический цикл количество «возрожденного» углерода углеродистых газов составляет: углерода СО₂ $0,224 \cdot 10^{22}$, углерода СН₄ $0,017 \cdot 10^{22}$ г, т. е. вклад «возрожденного» углерода с площади альпийского орогенеза за тектонический цикл в обменный бассейн равен $0,241 \cdot 10^{22}$ г, что соответствует $0,13 \cdot 10^{14}$ г/год. Дефицит же углерода в обменном бассейне составляет $8,30 \cdot 10^{14}$ г/год (А. П. Виноградов, 1967; В. А. Успенский, 1970). Следовательно, после пополнения обменного бассейна «возрожденным» углеродом дефицит равен $8,17 \cdot 10^{14}$ г/год.

Институт геологии АН АзССР

Поступило 10.XII 1988

Ю. Б. Галант, С. А. Мамедова

ЈЕНИДӘН ТӨРӘН ӘН КАРБОНУН ГИЈМӘТЛӘНДИРИЛМӘСИ ВӘ ДӘЈИШӘН ҺӨВЗӘДӘ КАРБОН ЧАТЫШМАЗЛЫҒЫНЫН ӨДӘНИЛМӘСИНДӘ ОНУН РОЛУ

$0,241 \cdot 10^{22}$ г-а барабар олуб, $0,13 \cdot 10^{14}$ г/илә ујғунолан тектоник дөвр үчүн Алп орогенез саһәсиндә јенидән төрәнән (метаморфоген) карбону (үзәи бирләшмә), гиј-мәтләндирмә мигдары $8,17 \cdot 10^{14}$ г/илә барабардир.

Y. B. Galant, S. A. Mamedova

ON APPRECIATION OF «REGENERATED» CARBON QUANTITY AND ITS ROLE IN RECHARGE OF CARBON DEFICIENCY IN EXCHANGE BASIN

Quantity of «regenerated» (metamorphogenic) carbon (organic matter) is appreciated from area of alpine orogenesis for tectonic cycle, which is $0,241 \cdot 10^{22}$ g, that corresponds to $0,13 \cdot 10^{14}$ g per year.

Б. Ш. АЛИЕВ

ПЕРСПЕКТИВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕДОБЫЧИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА ШАХТНЫМ СПОСОБОМ

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

Важное значение наряду с вводом в эксплуатацию новых высокопродуктивных нефтяных месторождений приобретает максимальное использование остаточных запасов так называемых старых «истощенных» нефтяных месторождений Апшеронского нефтегазоносного района.

Несмотря на более чем вековую эксплуатацию этих залежей, в недрах их сохранилось огромное количество высококачественной нефти, которую можно получить только методами шахтной добычи, т. е. открытой и подземной разработкой месторождений.

Идея шахтной разработки нефтяных месторождений не нова. Это первый и самый старый метод добычи нефти, хотя во многих источниках считают родиной шахтной добычи нефти Пешельброн (Франция), где в 1735 г. нефть добывали этим способом. Можно с уверенностью и с большой достоверностью сказать, что приоритет в этом вопросе принадлежит Азербайджану. Известно, что еще в 1594 г. жителем селения Балаханы Аллахяр Мухамед Нури оглы нефть на дневную поверхность из 35-метровой глубины извлекалась первичными горными выработками (колодцами). В дальнейшем этот способ нашел широкое распространение и глубина этих колодцев доходила до 224 м. Некоторые из этих колодцев сохранились и до наших дней вполне в приличном состоянии. Однако после того, как были открыты фонтанирующие источники нефти, месторождения перестали эксплуатировать шахтным способом. В последующие годы, в связи с неполным отбором запасов нефти существующими способами, а также высоким уровнем развития горно-технической науки, шахтная разработка нефтяных месторождений была признана эффективной, гарантирующей наибольший отбор нефти из пласта. Это подтвердилось практикой применения шахтного способа эксплуатации как за рубежом, так и в нашей стране.

В Институте геологии АН Азерб. ССР более 40 лет ведутся исследования в области открытой и подземной разработки нефтяных месторождений Азербайджана. По итогам этих исследований составлены десятки научных отчетов и опубликованы многочисленные научные труды, в которых однозначно утверждается целесообразность и рентабельность применения шахтной добычи нефти на месторождениях Апшерона. Однако, к сожалению, до сих пор в республике не налажена шахтная добыча нефти, хотя по нашим подсчетам на нефтяных месторождениях Апшеронского полуострова имеется более 500 млн. т оста-

точной высококачественной нефти, из которой добрую половину можно извлечь обыкновенными методами открытой и подземной разработки.

По итогам наших многолетних исследований, нефтяных месторождениях Балаханы—Сабунчи—Раманы, Сураханы, Карачухур, Бинагады, Кирмаку, Чахнагляр, Сулу-тепе, Шабандаг, Локбатан, Пута, Кушхана определены конкретные площади, пригодные для шахтной разработки, установлена последовательность их ввода в эксплуатацию, определены направления развития шахтных полей, установлена этажность и глубина разработки и т. д. На этих площадях можно уже сейчас без особых сложностей начать шахтную добычу нефти. Это подтверждается и тем, что несмотря на неудачный исход работы первой нефтяной шахты на площади Балаханы (причиной которой целиком и полностью является неудачно выбранная технология проходки ствола большого диаметра путем бурения и плохая организация работы), с научной, геологической точек зрения, все заложенные параметры в основу проектирования оправдали себя полностью. Это убедительно подтверждает мнение, что при правильной организации работ, на истощенных нефтяных наших месторождениях успешно можно применить шахтную разработку.

При правильной организации работ шахтная добыча нефти на Апшеронском полуострове может явиться очень серьезным начинанием не только в промышленности республики, но и окажет большую услугу в деле развития горной науки. Следует учесть, что нефтяные месторождения Апшеронского полуострова по геологическому строению весьма разнообразны, и в практике нет примеров разработки подобных месторождений шахтным способом (в настоящее время подземным способом разрабатывается единственное в стране Ярегское месторождение).

В этой связи весьма поучителен пример Шубанинского и Балаханского участков. Если в Шубанах при определении местозаложения штольни не были учтены технологические особенности месторождения, в частности условия залегания нефтяных горизонтов, крутые углы падения, то на Балаханском участке выбор технологии проходки шахтного ствола был ошибочным. Здесь отсутствовал и научный надзор во время проходки. Указанное привело не только к аварии, но и способствовало ликвидации вообще здесь шахты.

Это исключительно важное дело и новое начинание было загублено из-за отсутствия должного внимания к себе и недостаточности научной проработки всех горно-геологических факторов проектируемого месторождения.

Учитывая печальный опыт, видимо, при решении вопроса шахтной разработки нефтяных месторождений Апшеронского полуострова необходимо организовать самостоятельное шахтное управление с научно-производственным отделом и всеми проектирующими, инженерно-техническими службами.

Экономическая эффективность и целесообразность применения шахтной добычи нефти на старых нефтяных месторождениях Апшеронского полуострова не нуждается в разъяснении, ибо благоустроенность поселков, расположенных на площадях нефтяных месторождений, население которых главным образом занимается добычей нефти, наличие подземных коммуникаций, а также накопленный огромный фактический материал по изученности и разработке месторождений недвусмысленно указывают на широкие перспективы применения этого спо-

соба разработки на Апшероне. По предварительным экономическим подсчетам установлено, что 1 т добытой нефти из шахты на 30—40 руб будет дешевле, чем себестоимость ее добычи существующим скважинным способом на суше.

При этом следует учитывать, что применение шахтного метода в районах с суровыми климатическими условиями, где нет никаких подготовительных объектов и инженерно-технических коммуникаций, специалистов-нефтянников, даже при отсутствии благоприятных геологических условий, оказалось выгодно.

В настоящее время шахтная разработка нефтяных месторождений ставит проблемные вопросы перед специалистами-нефтяниками.

Известно, что величина извлечения остаточной нефти из пласта способами открытой или подземной разработки целиком и полностью зависит от способов первичной разработки этих залежей. Известно также, что с целью увеличения добычи нефти ПО «Азнефть» на старых «истощенных» нефтяных месторождениях Апшеронского полуострова применяет многочисленные вторичные и третичные методы интенсификации добычи нефти, т. е. законтурное и внутриконтурное заводнения, паратепловое воздействие, внутрислоевого горения, заводнение пласта с ПАВ, щелочные наводнения, микропенные системы и т. д. Только за 1986 г. на промыслах объединения было осуществлено 33,1 тыс. таких и других геолого-технических мероприятий.

Достаточно отметить, что для поддержания пластового давления ежегодно в нефтяные горизонты только воды закачивают 23—24 млн. м³. Если еще учесть, что закачку воды в нефтеносные горизонты здесь начали с 1950 г., то становится ясным, какое количество воды уже закачено в залежи. Все эти мероприятия в общем незначительно увеличивают добычу нефти. Исследованием установлено, что не все вторичные и третичные методы интенсификации добычи нефти способствуют сохранению залежи для получения остаточной нефти способами последующей шахтной разработки. Наоборот, мировая нефтедобывающая практика показывает, что многие из них не только ухудшают возможность эффективного применения этого способа, но даже в некоторых случаях делают возможным применение открытой и подземной добычи нефти, в отдельных залежах нарушаются физико-химические свойства нефти и структура нефтяного горизонта. В итоге остаточная нефть здесь, исчисляемая в огромных количествах (от 30 до 80 % от начальных запасов), не извлекается при современной технике и технологии добычи.

На многих месторождениях мира (Гресс-Крик в шт. Вайоминг, Халлер в шт. Луизиана; Минуэд-Сансет в шт. Калифорния и т. д.), учитывая, что в дальнейшем будут применяться шахтные методы добычи нефти, воздерживаются от применения некоторых вторичных и третичных способов воздействия на нефтяную залежь.

В связи с высоким уровнем развития современной горно-технической науки, неглубоким залеганием нефтеносных горизонтов с большими остаточными запасами высококачественной нефти, благоприятными горно-геологическими и геолого-промысловыми факторами, нам кажется, настало время приступить к разработке шахтным методом, хотя бы части нефтяных месторождений Апшеронского полуострова. Можно смело заявить, что будущее нефтяной промышленности республики в значительной мере за шахтной добычей.

Поэтому на старых промыслах ПО «Азнефть» при применении

современных методов интенсификации добычи нефти, необходимо учесть это положение. Безусловно, применение шахтного способа добычи нефти на нефтяных месторождениях Апшеронского полуострова будет способствовать рациональному использованию богатых недр и даст большие возможности ПО «Азнефть» не только успешно выполнить взятые обязательства по стабилизации уровня добычи нефти, но и поднять его в пределах затрачиваемых средств.

Недалек тот день, когда методы шахтной добычи нефти найдут применение и при разработке девственных залежей с тяжелой нефтью, а также в некоторых частях акватории Каспийского моря.

Институт геологии АН АзССР

Б. Ш. Алиев

Поступило 26.IV 1989

АБШЕРОН ЯРЫМАДАСЫ ЈАТАГЛАРЫНДАН НЕФТ ЧЫХАРЫЛМАСЫНЫН ШАХТА УСУЛУ ИЛӘ АРТЫРЫЛМАСЫНЫН ПЕРСПЕКТИВЛӘРИ

Магаләдә Абшерон ярымдасында јерләшән вә чохдан истисмарда олан Мәһсулар гатын нефтлән горизонтларда галан нефтин шахта үсулу илә истисмарынын перспективләринә бахылыр. Буиндан савајы, мұаллиф кәләчәкдә шахта үсулулу тәтбиғ етмәклә јүксәк нәтижә алмағ үчүн һазырда истифадәдә олан икинчи дәрәҗәли истисмар үсулларынын мәғсәдәүјүнилуғуна риәјәт етмәји тәклиф едир.

B. Sh. Aliyev

OIL SEEPAGE INCREASE PERSPECTIVES IN APSHERON PENINSULAR DEPOSITS BY THE MINE METHOD

The problems of the mine method application in some areas of Apsheron peninsular in future, the aim of which is extraction of residual oil from the old, long ago exploited beds of the productive strata, are considered in the article. Besides this, by the aim of effective future mine method application and achievement of high results, the author recommends to keep corresponding conditions for the irruption of the secondary methods of the oil output.

УДК 668 527 3

БОТАНИКА

Ф. Ю. КАСУМОВ

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА ТИМЬЯНА КОЧИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БРОНХО-ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

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

Тимьян — *Thymus* является одним из крупнейших родов сем. Яснотковых (Губоцветных — Labiatae). Род включает 400 видов. В СССР встречается 172, на Кавказе — 38, в Азербайджане — 24 вида [1, 2].

Тимьян является эфирномасличным растением, в связи с этим большое внимание уделялось изучению компонентного состава его эфирного масла. В научной медицине различных зарубежных стран и в нашей стране в настоящее время применяется ограниченное число эфирных масел видов тимьяна. Они употребляются в виде отвара и жидкого экстракта при заболеваниях желудочного тракта, бронхиальной астме, воспалении почек, атеросклерозе, невралгии, кожных заболеваниях, как противоглистное и спазмолитическое средства [3].

В составе пертуссина экстракт тимьяна используется у нас при заболеваниях верхних дыхательных путей [4]. Экстракт его как болеутоляющее средство применяется при радикулитах и невритах, а также как отхаркивающее средство. Пертуссин с тимьяном использовался в составе жидкости Гартмана, применяемой в качестве обезболивающего средства в стоматологической практике [3, 4]. Лечебный эффект эфирных масел видов тимьяна зависит в первую очередь от состава и соотношения различных веществ. Основными компонентами эфирного масла часто являются: тимол, карвакрол, терпиненол, терпинолен, пинены, л-цимол и др. [5]. В зависимости от вида и географических зон, почвенно-климатических условий состав эфирных масел значительно, а порой резко различается [6].

Эфирные масла видов тимьяна до наших исследований были изучены недостаточно. В отличие от исследований прежних авторов [7, 8], когда надежно идентифицировалось 2—8 компонентов, нами из каждого масла выделено 15—20 компонентов [9], а поэтому они более отвечают требованиям медицинской промышленности.

Тимьян Кочи — *Thymus Korschuanus* Bolls. et Nohen широко распространен на территории НахАССР. Кроме того, он растет в районах АрмССР и южной части Малого Кавказа (в пределах Азерб. ССР), а также Талыше (Мерикский и Ярдимлинский р-ны). Как показали наши исследования, запасы тимьяна Кочи имеют промышленное значение и достигают 322,49 т в Шахбузском, Джульфинском и Ордубадских р-нах.

В связи с изменчивостью содержания эфирного масла в различ-

№№ п/п	Место нахождения массовых и близких населенных пунктов	Содержание эфирного масла, % от возд.-сухого веса	Кол.-во компонентов	Физ.-хим. константы (фазы преломления)	Основные компоненты эфирного масла, %
1.	НахАССР, Шахбузский р-н, гора Бата-Бат (2500—2700 м над ур. м.)	0,42—0,73	28	n_D^{20} 1,5150, D_{20}^{20} 0,9065 к. ч. 2,65, э. ч. 17,92 э. ч. п. а. 51, 67	α-пинен — 1,81; лимонен — 1,28; 1,8-цинеол — 2,94; терпинолен — 2,94; γ-терпинен — 4,08; л-цимол — 17,36; линалоол — 7,17; карнофилен — 4,30; терпинен-4-ол — 2,64; α-терпиненол — 4,30; β-бизаболен — 1,60; л-цимен-8-ол — 1,89; тимол — 17,39; карвакрол — 26,04;
2.	НахАССР, Ордубадский р-н, окр. сел. Гюме, в горах Карадаг (1800—1900 м)	0,81—1,26	30	n_D^{20} 1,5160, D_{20}^{20} 0,9100, к. ч. — 2,14, э. ч. — 20,22, э. ч. п. а. — 48,75	α-пинен — 2,84; лимонен — 1,89; 1,8-цинеол — 1,93; терпинолен — 3,02; γ-терпинен — 8,21; л-цимол — 8,81; карнофилен — 4,04; терпинен-4-ол — 2,95; α-терпиненол — 2,19; л-цимен-8-ол — 0,72; тимол — 24,51; карвакрол — 24,51
3.	АрмССР, Красносельский р-н, окр. горы Очаг-баны (2000—2400 м)	0,25—0,32	28	n_D^{20} 1,5078, D_{20}^{20} 0,9022 к. ч. 1,27 э. ч. 38,62 э. ч. п. а. 58,15	α-пинен — 8,83; лимонен — 1,44; 1,8-цинеол — 1,18; терпинолен — 0,63; γ-терпинен — 2,47; л-цимол — 17,74; линалоол — 1,02; карнофилен — 2,02; терпинен-4-ол — 2,4; α-терпиненол — 6,50; β-бизаболен — 1,02; тимол — 35,48; карвакрол — 11,65

ных эколого-географических условиях произрастания тимьяна Кочи нами проведены многократные анализы масла в растениях из Шахбузского, Ордубадского и Красносельского районов.

Количественное содержание эфирного масла определялось по методу А. С. Гинзберга [10], а физико-химические константы—стандартными методами. Большое количество эфирного масла из тимьяна Кочи было получено на производственных установках Закатальского завода эфирномасличных культур. Химический состав эфирных масел изучали методом газожидкостной хроматографии (ЛХМ-8МД). Основные компоненты идентифицировались введением в пробу масла известных соединений и по относительному времени их удерживания.

Тимьян Кочи обычно содержит сравнительно мало эфирного масла. Например, особи этого вида, собранные в высокогорной зоне (окр. сел. Кечили на высоте 1859—2095 м над ур. моря, сел. Зарнатуи — на высоте 1911—2160; сел. Бей-Ахмед 1800—2000 м, сел. Казанчи 1360—1520 м Джульфинского р-на; сел. Тиви 1600—1800 м, пос. Парагачай 1400—1600 м и др. Ордубадского р-на), содержали 0,3—0,4 % эфирного масла. Тогда как собранные в низменности (в сел. Бадамлы—Салтах, Шуруг 1360 м, Джульфинского р-на; сел. Гянза, Дырныс, Парага Ордубадского р-на) содержали 0,5—0,7% эфирных масел в пересчете на воздушно-сухую массу надземной части растения. Вполне возможно, что синтез эфирного масла в растениях различных зон связан с микропочвенными и микроклиматическими условиями. Высота над уровнем моря, видимо, влияет и на содержание различных компонентов в масле. Анализы показали, что содержание основных компонентов заметно изменяется (см. таблицу). Как нами выяснено, основными компонентами анализированных масел для получения лекарственного препарата являются карвакро — 26,04 %, тимол — 35,48 %, *n*-цимол — 17,74 %, α -пинен — 8,83 % и γ -терпинен — 8,21 %.

Нами разработана и утверждена нормативно-техническая документация (Ту 49 АзССР 9—80. Баку—1981). Государственным Комитетом СССР по ценам утверждена оптовая цена 1 кг эфирного масла чебреца Кочи 400 руб.

Клиническое изучение эфирного масла тимьяна Кочи при хронических бронхо-легочных заболеваниях (обструктивный бронхит, хронический необструктивный бронхит, астматический бронхит, бронхоэктазы, бронхиальная астма) проводилось под руководством проф. А. Н. Кокосова в отделении терапии неспецифических заболеваний легких ВНИИ пульмонологии МЗ СССР и дало положительные результаты.

Литература

1. Ахундов К. Ф. В кн.: Флора Азербайджана.—Баку: Изд-во АН АзССР, 1957: с. 370—383.
2. Клоков М. В. Расообразование в роде тимьянов на территории Советского Союза.—Киев: Наукова думка, 1973, с. 36.
3. Машковский М. К. Лекарственные средства, в 2-х томах, 10 изд., 2 т. 1986, с. 576.
4. Турова А. Д., Сапожникова Э. Н. Лекарственные растения СССР и их применение. 4-ое изд., стереотип, М. «Медицина», 1984, с. 304.
5. Mohles Guyo¹, M. A. Valenzuela L., Wilromizky F. Acelle esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) «Ab. Real acad. Farm.», 1981, 47, № 3, с. 285—29.
6. Falci-Delitala L., Solinas V., Gessa C. Ricerche Sulle variazioni dei componenti fenolici dele olio essenziale di *Thymus capitatus* Hoffm, e IK. durante ciclo vegetative mediante HPJC «Riv. Ital EPPOS» 3., 1981, 63, № 2, с. 62—67.
7. Mathela C. S., Agarmal J. Faskidn Jyri Composition of essential oil of *Thymus serpyllum* Linn. I. Jhdian Chem. Soc., 1980, 54, № 12, с. 1249—1250.
8. Гугвич Н. П. Предварительные данные о чебрецах Закавказья, отличающихся разнообразием состава эфирных масел внутри вида. Труды Бот. ин-та АН СССР, Азерб. фил., 1938, т. 3, 183—196.
9. Касумов Ф. Ю. Химическое изучение эфирных масел некоторых азербайджанских

лидов *Thymus* с целью применения в народн. х-ве. Основные направления по интенсификации эфирномасличного производства. Симферополь, 1985, ч. II, с. 76—77.

10. Гинзберг А. С. Упрощенный способ определения эфирного масла в эфирносках. Химико-фармацевтическая промышленность, 1932, № 8, 9, с. 320.

Институт ботаники АН АзССР

Поступило 1. III 1989

Ф. Ю. Касумов

КОЧИ ҚӘКЛИКОТУ БИТКИСИННИ ЕФИР ЈАҒЫ БРОНХ ВӘ АҒ ЧИЈӘР ХӘСТӘЛИКЛӘРИНИ МҮАЛИЧӘ ЕТМӘК ҮЧҮН ПЕРСПЕКТИВЛИДИР

Мағалада Кочи қәкликотунун ефир јағынын чыхымы, физико-химјәви константлары ва онун кимјәви тәржиби әрәлимишидир. Мәлум олмушдур ки, һәмми биткинин јағ чыхымы еколожии шәрәтләдән асылы оларағ 0,25—1,25%-ә гәләр дәјишир (һавала гурудулмуш чәкијә көрә).

Ғаз-мајә хроматографија методу нлә апарылан тәдқиғат нәтиҗәсиндә ефир јағынын тәржибиндә 30 компонент мұәјјән едилмишидир ки, булардан ән әсәсләри индексификасија олуналардыр: тимол—35,48%, карвакрол *n*-симол—17,74%, α -пинен—8,83%, γ -терпинен—8,21%, линалоол—7,71% вә с.

Кочи қәкликоту биткисиндән алынған ефир јағы нлә ССРИ Сәһијә Назирлигинин нәздиндә олан ҮИЕТ Пульмонология Институтунда, проф. А. Н. Кокосовун рәһбәрлик етдији клиникада бронх вә ағ чийәр хәстәликләри үзәриндә мұаличә апарылмыш вә јахшы нәтичә алынмишидир.

F. Yu. Kasumov

PROSPECTS OF ESSENTIAL OIL USAGE OF THYMUS KOTSCHYANUS BOILS ET HOHEN FOR BRONCHI-PULMONARY DISEASES TREATMENT

Essential oil contents of *Thymus kotschyanus* Boiss et Hohen overground part from different inhabitations varies from 0,25 to 1,25% (according to air-dry weight). By THX method 28—30 components of them for getting medicinal preparation are: Timol—35,48%, carvacrol—26,04%, *n*-cimol—17,74%, α -pinen—8,83%, γ -terpinen—8,21% nalo ol—7,17%.

В. Г. АЛИЕВ, В. Б. БАХШАЛИЕВ

ОБ ОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВОМ КОМПЛЕКСЕ
РАННЕБРОНЗОВОГО ПЕРИОДА В ПОСЕЛЕНИИ КЮЛЬТЕПЕ II

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

Раскопками раннебронзового слоя поселения Кюльтепе II было выявлено 14 строительных горизонтов со значительными материально-

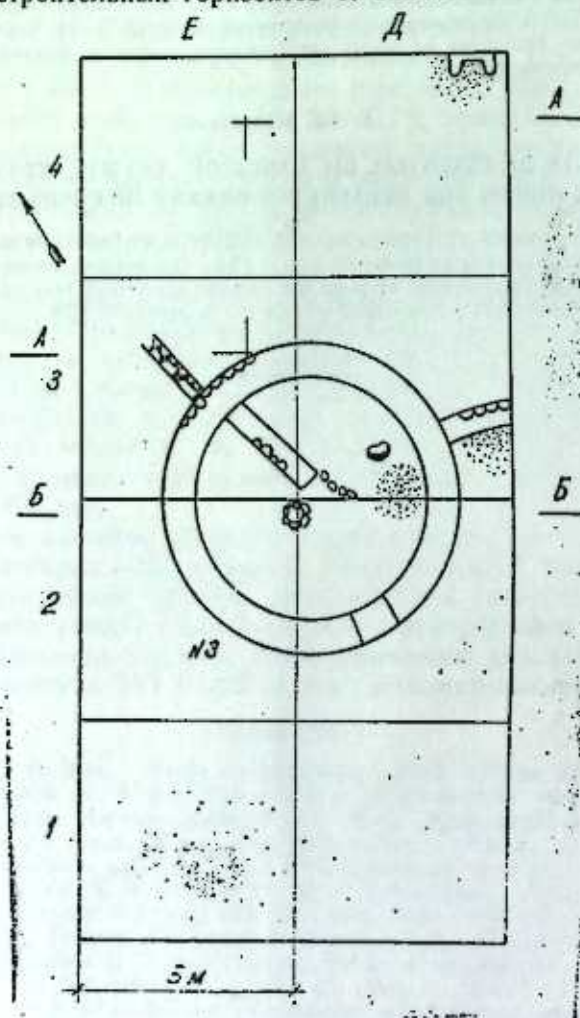


Рис. 1

культурными остатками. Особого внимания заслуживает хозяйственно-бытовой комплекс 12 строительного горизонта, залегающий на глубине 12,55—12,95 м от вершины памятника (рис. 1).

Помещение, вскрытое в этом горизонте, в плане круглое. Оно было построено из глинобита, в некоторых местах основание его выложено из булыжника, сложенного на глиняном растворе. Внутренний диаметр — 5,3 м, высота сохранившихся стенок — 0,28 м, ширина — 0,8 м. В центре помещения находилось круглое углубление для опорного столба. Диаметр углубления — 0,35 м, глубина — 0,2 м. На дне углубления выложена круглая каменная плита, которая обложена булыжником. Внутри помещения с севера на юг проходит глинобитная перегородочная стена, которая достигает опорного столба. Основание ее в некоторых местах выложено из булыжника на глиняном растворе. Длина — 2,56 м, ширина — 0,6 м, высота — 0,28 м. В восточной половине помещения находился круглый очаг, а рядом — крупная зернотерка с нижним и верхним камнем. В обнажении очага была рассыпана зола и фрагменты керамических сосудов, обломок каменного песта. По-видимому, эта часть помещения служила хозяйственным отсеком.

Дверной проем помещения был с южной стороны. Ширина его 0,9 м.

К помещению снаружи примыкают две стены — одна с севера, а другая с востока. Стена, примыкающая с севера, прямая, построена из глинобита на каменной основе, которая состоит из булыжников, сложенных на глиняном растворе. Длина сохранившейся части стены — 1,45 м, ширина — 0,4 м, высота — 0,28 м.

Вторая стена имеет дугообразную форму. Большая часть ее осталась за пределами раскопа. Техника сложения стены аналогична первой. Длина ее — 1,3 м, ширина — 0,55 м, высота — 0,28 м.

Можно сказать, что эти стены относятся к подсобным строениям, общую форму которых определить трудно. Однако на основе сохранившихся стен можно сказать, что одно из них имело прямоугольную, а другое — полукруглую форму.

Во время раскопок выяснено, что помещение заложено на утрамбованной части еще в предыдущий строительный период. Полдома тщательно утрамбовано и в течении строительного периода несколько раз обмазывалось глиняным раствором.

При очищении юго-восточной части помещения, в наружной стороне его, 1,5 м восточнее дверного проема, найден прямоугольный блок. Он состоит из глины с примесью мелкозернистого песка хорошего обжига бурового цвета. Лицевая сторона полирована, с изображением схематичного рисунка животного (рис. 2, 1).

В обнажении помещения, особенно в его задней части, где находились подсобные строения, обнаружены многочисленные фрагменты глиняных сосудов, кости животных, глиняная модель колеса. Здесь же обнаружен металлический нож, покрытый зеленой окисью меди. Он имеет широкий плоский клинок с приподнятым концом и коротким четырехгранным черенком. Предмет сильно окислен и расслаивался. Черенок изделия поврежден (рис. 2, 2). Аналогичные ножи из раннебронзовых памятников Азербайджана и Закавказья пока нам неизвестны. Бронзовые ножи, обнаруженные из раннебронзового горизонта Кюльтепе I, повреждены, что затрудняет их сопоставление с нашим экземпляром. Однако детальное исследование кюльтепинских ножей

показывает, что они также имели приподнятые концы [1, с. 67, рис. 1, 9]. Ножи с приподнятым концом и коротким черенком известны из курганов станиц Махшевской [3, рис. 4, 3] и Мохенджеро [5, рис. 99, Л]. Клинки этих ножей по сравнению с нашим экземпляром длинные. В этом отношении они близки к ножам Кюльтепе I.

Керамические материалы, обнаруженные внутри помещения, а также в его обнажении, разделяются на две группы — красноглиняная

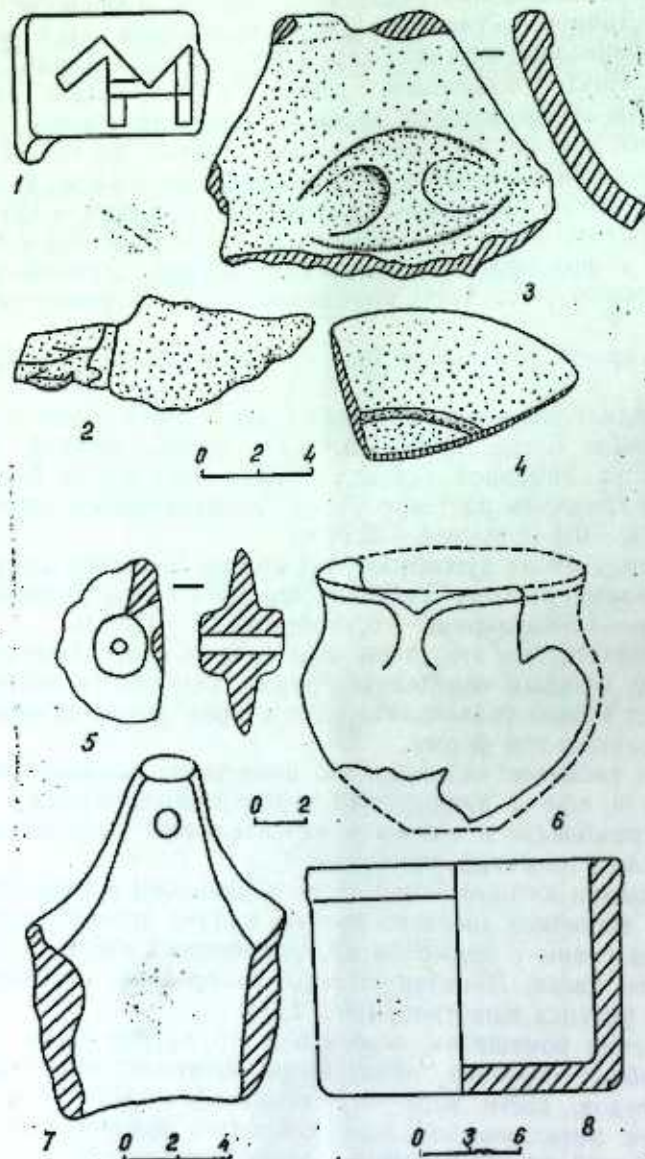


Рис. 2.

и сероглиняная. Обе группы керамики без подкадки, изготовлены из глины с примесью песка. Поверхность их ангобирована, а иногда слегка залощена. Они изнутри хорошо сглажены.

К числу красноглиняной керамики относятся фрагменты кувшинов, мисок, крышек, очажных подставок и модели колес.

Кувшины с подчетыреугольно выступающим венчиком, цилиндрическим горлом, шаровидным корпусом, сужающимся к плоскому дну. На изгибе горла, а иногда на туловище имеются полушаровидные ручки (рис. 2, 3).

Миски с подчетыреугольно выступающим венчиком, выпуклым корпусом и плоским дном.

С одной стороны, крышка плоская, а с другой — впаляя, опоясана широкой полоской, утончающейся по краям (рис. 2, 4).

Модель колеса имеет дисковидно-биконическую форму с цилиндрическими ступицами со сквозным отверстием в середине. Изготовлена из глины с примесью сравнительно крупного песка. Снаружи она розовая, в промежутке стенок имеется темная прослойка (рис. 2, 5).

Очажные подставки изготовлены из глины с примесью крупного песка. В промежутке стенок сохранился толстый слой глины темного бурого цвета. Один из них представляет собой концевой выступ подковообразной очажной подставки. На поверхности ее имеется шишкообразный выступ. Другой представляет собой среднюю часть подобной подставки, которая напоминает фигурку сидячего человека. На обратной стороне ее имеется полушаровидная ручка (рис. 2, 7). Подковообразные подставки со скульптурным изображением мужчины известны из Амиранигоры в Закавказье [4, с. 63], Бет-Шана и Акрада [8, рис. 9] в Месопотамии и Сирии. В Кюльтепе II подобные очажные подставки обычно находились вблизи прямоугольных очагов. Можно сказать, что они олицетворяли собой покровителя домашнего очага.

Сероглиняная керамика представлена разнообразными сосудами. Среди них различаются кувшины, горшки, крышки и банкообразные сосуды.

Сероглиняные кувшины по форме идентичны с красноглиняными. Однако форма их венчиков более вариабельна и среди них особенно преобладают венчики подчетыреугольной формы. Поверхность одного из них украшена штампованным орнаментом.

Горшки с отогнутым венчиком, цилиндрическим горлом и шаровидным корпусом. У некоторых из них ручки расположены прямо у венчика, а в других — на изгибе сосуда (рис. 2, 6). Поверхность их залощена до блеска.

Наиболее массовыми находками являются банкообразные сосуды с подчетыреугольно выступающим венчиком, цилиндрическим корпусом, плоским дном, полушаровидной ручкой на средней части корпуса (рис. 2, 8).

Аналоги вышеописанных сосудов хорошо известны из нижних горизонтов раннебронзового слоя Кюльтепе I [2, с. 125—140] и Гей-Тепе [7]. При этом следует отметить, что в керамических изделиях Кюльтепе II преобладает подчетыреугольно выступающий или так называемый рельсовидный венчик. Такие венчики встречаются на арханчских сосудах Гей-Тепе и Восточной Анатолии [4, с. 141].

Сосуды с такими венчиками в Кюльтепе II появляются с II горизонта и продолжают обнаруживаться в следующих нижних горизонтах. В верхних горизонтах они не встречаются. Можно заключить, что сосуды с такими венчиками являются одним из самых ранних форм куро-аракской посуды.

Несмотря на нахождение неолитической керамики в нижних го-

ризонтах раннебронзового слоя Кюльтепе II, энеолитические напластования там не обнаружены. Видимо, это связано с тем, что раннебронзовый слой в Кюльтепе II изучен на небольшом участке. Несомненно, дальнейшее изучение раннебронзовых памятников Нахичевани, в которых прослеживается ранний этап существования этой культуры, будет способствовать решению некоторых вопросов ее происхождения и развития.

Литература

1. Абибуллаев О. А. МНА СССР. — М.—Л., 1965, № 125. 2. Абибуллаев О. А. Энеолит и бронза на территории Нахичеванской АССР. — Баку, 1982. 3. Иссен А. А.— Изв. ГАНМК.— М.—Л., 1935, вып. 120. 4. Кушнарера К. Х., Чубинишвили Т. Н. Древние культуры южного Кавказа.— Л., 1970. 5. Чайлд Г. Древнейший Восток в свете новых раскопок.— М., 1950. 6. Burney C. A. The Excavations at Janic Tere, Azerbaijan, second preliminary report. «Trag», 1961. 7. Brown T. B. Excavation in Azerbaijan.— London, 1955. 8. Hood S. Excavation at Tabara el Akrad 1948—49.— Anatolian Studies, 1951, vol 1.

Институт истории АН АзССР

Поступило 12.V.1988

В. Н. Элиев, В. Б. Бахшалиев

II КҮЛТӘПӘ ЈАШАЈЫШ ЈЕРИНДӘ ИЛК ТУНЧ ДӨВРҮНӘ АИД БИР ТЭСӘРРҮФАТ-МӘИШӘТ КОМПЛЕКСИ ҺАГГЫНДА

II Күлтәпә жашајыш јеринин Илк Тунч дәврү тәбәғәсинин 12-чи тикити гатында апарылан газынтлар заманы ашкар едилмиш тәсәррүфат-мәишәт комплекси вә занкии мәдди-мәдәнијјәт галыглары Кур-Араз мәдәнијјәтинин илк дәврүнү өјрәимәјә, һәмчинин онун мейдана кәлмәси вә инкишафы илә бағлы бир сыра мәсәләләри ајдынлашдырмаға имкан верир.

G. Aliev, V. B. Bakhshaliev

ABOUT ONE ECONOMY APPLIANCE COMPLEX OF THE EARLY BRONZE PERIOD IN THE SETTLEMENT OF KULTAPA II

The digs of the early bronze layer in Kultapa II in the 12 upbuilding horizon discover economy appliance complex with significant material culture remainder which allows the authors illuminate in Kur-Araz culture as questions in connection of its origin and development.

Г. А. ГЕЯБУЛЛАЕВ

ТОПОНИМИКА

ОБ АЛБАНАХ В АТРОПАТЕНЕ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. М. Буниятовым)

В античных и древнеармянских источниках в связи с различными событиями в качестве наименования населения Кавказской Албании употреблен этноним «албан». Это еще раз подтверждает высказанное мнение о бесспорном существовании этноса албан в античных [1] и раннесредневековых периодах в Албании [2; 3]. В указанных сообщениях этноним албан употреблен в широком смысле и имеет собирательное значение для всего разноязычного населения страны, где, кроме того, каждое племя имело еще конкретное самоназвание (например, сак, албан, каспи, гаргар, удии, гел, һер, силв, джигб, чол и др.). Не исключено, однако, что в некоторых случаях, в тех источниках этноним албан употреблен также и в узком смысле, т. е. сведения относятся к определенному племени, самоназванием для представителей которого было «албан». Но различить эти два значения этнонима албан в каждом конкретном сообщении невозможно. Так или иначе, в указанных источниках об албанах говорится в основном в пределах границы Албании.

Однако у Страбона, в труде которого содержатся исключительные сведения об албанах, имеется в высшей степени интересное сообщение о том, что албаны обитают также в Мидии — для времени Страбона или его источника — в Атропатене. Насколько известно, что сведение, которое дважды встречается в его труде, до сих пор не стало предметом специального разбора.

Страбон отмечает, что у Гиркании «Каспийское море уже широко разливаается вплоть до пункта своего соприкосновения с Мидийскими (выделено нами. — Г. Г.) и армянскими горами... На этом склоне гор от моря вплоть до самых вершин обитает на небольшом пространстве часть албанцев (выделено нами. — Г. Г.) и армян, однако большую часть склона занимают гелы, кадусии, амарды, витии и анариаки» (Strabo, XI. 7. 1).

В этом сообщении под «Мидийскими горами», по всей вероятности, следует подразумевать горную часть Атропатены в юго-западном Каспии, это видно из сообщения Полибия (Pol. V. 55), что некоторые части Атропатены «доходят до Гирканского (т. е. Каспийского. — Г. Г.) моря». А из Страбона (Strabo, XI. 8. 8) известно, что кадусы в соседстве которых помещены албаны. — Г. Г.) граничат с мидийцами (т. е. атропатенцами — Г. Г.). Можно допустить, что в данном сообщении Страбона этноним албан имеет не собирательное значение, иными словами, в этих «Мидийских горах» обитала часть конкретного племени албан, потому, что Страбон рядом с ними перечисляет племена южного Каспия — гел, кадус, мард, ути и анариак.

Упомянутые «Мидийские горы», по-видимому, можно локализо-

вать с современными Багровскими, называемыми также Талышскими горами Иранского Азербайджана в юго-западном Каспии, между реками Астарачай и Карасу. В то время эта область, где горы ныне известны как Талышские, входила в состав Атропатены. Это видно из сообщения Страбона, что «все области этой страны (т. е. Атропатены. — Г. Г.) плодородны, а северная — горная — сурова и холодна; здесь обитают горные племена *кадусиев, амардов, тапиров, киртиев* и других бродячих и разбойничьих народностей (Strabo, XI. 13. 3).

О племени албан в этой зоне Атропатены Страбон еще раз сообщает и в другом месте своего труда. Перечисляя народы южного побережья Каспия с юго-востока на юго-запад, он пишет: «В окружности у моря за гирканцами обитают амарды, анариаки, кадусии, *албанцы* (выделено нами. — Г. Г.), каспии, витии и, быть может, вплоть до скифов другие народности» (Strabo, XI. 8. 8.). В этом сообщении, как и в приведенном нами выше, албаны помещены рядом с кадусами, каспиями, анариаками, амардами и витиями в пространстве между юго-восточным и юго-западным Каспием, опять-таки в Атропатене.

К этому сведению Страбона примыкает и сообщение Дионисия Перизгета (II в.). Перечисляя народы побережья Каспия с северо-запада на юго-запад и далее к юго-востоку, он называет скифов, гунинов, каспиев, *албанов* (выделено нами. — Г. Г.), кадусов, мардов и гирканов (Дионисий Перизгет, 718—732). Это же сообщение находится у Присциана (V—VI вв.), которых также, перечисляя народы побережья Каспия с северо-запада на юго-запад и далее к юго-востоку, пишет, что за каспиями живут «воинственные *албаны* (выделено нами. — Г. Г.) и за ними кадусы, населяющие весьма суровую страну, вблизи них марды, а затем гирканы» (Присциан, 644—721).

Нет сомнения, что сообщения Страбона, Дионисия Перизгета и Присциана о народах южного побережья Каспия восходят к одному источнику. Сравнивая их сведения, легко заметить, что локализация этих племен почти совпадает, ибо во всех приведенных сообщениях албаны помещены между каспиями и кадусами (вероятно, предков современных талышей) в юго-западном Каспии, территория которого, как отмечено выше, в то время относилась к Атропатене. Обитание части албанов на северо-восточной Атропатене косвенно подтверждается тем, что они помещены рядом с каспиями. Каспии в Мидии упомянуты еще Геродотом (Нег. III-92), область расселения которых называлась Каспиана; у Клавдия Элиана (II в.) — «Каспийская земля». Именно эта Каспиана была захвачена Арменией во II в. до н. э. Страбон также отмечает, что армяне Каспиану отняли от мидийцев (Strabo, XI. 14. 5). Если Каспиана охватывала юго-западное побережье Каспия к югу от Аракса (вероятно, Муганскую и Ленкоранскую низменности), а кадусы являются предками современных талышей в юго-восточном Советском Азербайджане и на территории Иранского Азербайджана между реками Астарачай и Карасу, то приходится предположить, что упоминаемые албаны обитали в нынешнем Талышском горном массиве. В подтверждение этого вывода можно привести топонимические данные.

В XIX в. в Талышской зоне Азербайджана (на территории современного Ярдымлинского р-на) существовало село *Албана* [1]. Полевыми материалами установлено, что юго-западный склон горной цепи Пештасар в Талышской зоне называется Алвана. На этом склоне оста-

лись развалины древнего поселения, которое среди населения называется *Арвана*, фонетически производное от Алвана (л → р), потому что, как отмечено, склоны называются Алвана, от этнонима албан (алван) и неясного «а» в конце. А существующее современное село Арван (Ярдымлинский р-н) названо по имени близ расположенных развалин «Арвана».

Вышеприведенное говорит о том, что одним из этнических компонентов в этногенезе азербайджанцев в обеих частях Азербайджана является племя албан.

Из сказанного можно прийти к следующим выводам.

I. Для древнего и раннесредневекового периодов следует выделить два значения этнонима албан:

1) как самоназвания для определенного племени или племенной общности; иными словами, собственным именем жителей этнонима албан — этноним албан в узком значении. В этом смысле этноним албан является конкретным названием конкретного племени;

2) собирательное название для всего разноязычного населения (удин, гаргаг, сака, силв, гел, лег, лбин, чол, эр, чигб, ижмах, шарван и др.) Албании, т. е. в широком значении. Этноним албан мог приобрести это собирательное значение только после образования племенного союза, а затем царства.

II. Албаны (т. е. этноним албан в узком значении) отмечены и в Атропатене, рядом с каспиями и кадусами. Это говорит о том, что одним из этнических компонентов в этногенезе азербайджанцев в Атропатене являлось племя албан, т. е. племя, представители которого имели самоназвание «албан».

В связи с этим возникает необходимость выяснения этнической принадлежности племени албан в узком значении.

В XIX в. возникло мнение ираноязычности албан. Исходя, по-видимому, из внешнего сходства этнонимов албан — алан и топонимов Аран — Иран, это мнение предложено некоторыми западноевропейскими исследователями (Сент-Мартин, Ю. Клапрот, Блахштайнер, П. Л. Шомон, И. Маркварт) и поддержано И. Я. Марром. В настоящее время сторонниками этого мнения являются Ю. С. Гаглойти и А. П. Новосельцев. По понятным причинам оно поддержано иранскими исследователями Ахмед Кесреви, Абдулалли Каранг, Джамаладдин Фагих, Мухаммад-джавад Машкур и др.

Это мнение не выдерживает критики и мы не будем на нем останавливаться.

В XIX в. возникло другое мнение — кавказоязычность албанов. В связи с тем, что албанский алфавит был обнаружен в 1938 г., как концепция это мнение выдвинуто А. Г. Шанидзе, а с 50-х годов стало общепринятым (Г. А. Меликишвили, И. М. Дьяконов, К. В. Тревер, И. Г. Алиев). Оно нашло свое отражение в «Истории Азербайджана» (Баку, 1958, I, с. 51) и «Истории Дагестана» (1967, с. 106).

Однако с самого начала была замечена несостоятельность этой концепции. Неясно, предками каких именно современных народов Дагестана могли быть албаны и какому языку из известных языков кавказских народов был близок албанский язык или являлся его древним предшественником? Кавказоведы едины в том, что предки современных дагестанских народов в античное время и в раннем средневековье уже являлись самостоятельными этносами со своими самоназваниями и обитали почти на тех же территориях, что и сегодня, и

древние письменные источники помещают их на исторической территории Дагестана и Северного Кавказа (Г. А. Климов, Ю. Дешериев, Е. А. Крупнов и др.).

Существовали различные формулировки, т. е. албанский язык называли «дагестанским» (А. Г. Шанидзе), «кавказским» (И. Г. Алиев), «нахско-дагестано-хурритским» (он же), а «дагестанский» (Ист. Азербайджана), «лезгинской группой северо-восточно-кавказской группы языков» (И. М. Дьяконов) и т. п.

Таким образом, эта концепция была не вполне ясна и для тех, кто ее выдвигал.

Была еще попытка считать этноним *албан* производным от этнонима *лбин* (С. Т. Еремян, А. П. Новосельцев), но это мнение неверно по той простой причине, что в титулатуре албанского каталикоса Абас (VI в.) этнонимы *албан* и *лбин* перечислены отдельно. Под влиянием этой концепции кавказоязычными оказались и албанские племена гаргары, гугары, каспины (П. К. Услар, Е. И. Крупнов, К. В. Тревер и др.) и даже хоны (гунны) из древнеармянских источников, в Албании (И. А. Орбели, К. В. Тревер).

Здесь нет возможности останавливаться на необъективности концепции кавказоязычности племени *албан* (кавказоязычными племенами в Албании были лишь удины, лбины, леги, силвы, джигбы, эры, т. е. предки современных удин, аварцев, цахуров, лезгин, крызцев, хиналугцев и будугцев) и населении Албании к югу от Куры.

В последние годы возникло мнение (К. Г. Алиев, Ю. Б. Юсифов, Т. И. Гаджиев, Г. А. Гейбуллаев), что вопрос о кавказоязычности племени *албан* (в узком значении) и албанского этноса подлежит пересмотру. По предложенной нами новой концепции, носители конкретного племени *албан* считаются тюркоязычными. В пользу этого говорит, в частности то, что племя *албан* известно среди ряда тюркоязычных народов Средней Азии и Казахстана, и во-вторых, многочисленные топонимы Албании древнего и раннесредневекового времени, упомянутые в древних источниках (Алам, Ганчар, Камахия, Арцах, Аран, Халхал, Хунан, Чол, Гаргар, Кангар, Ордубад, Тертер, Пазканк, Казах, Тавус, Колтене, Кава, Каозин, Зергун, Колман, Урек, Каруеч, Урди, Члах, Бармак, Санар и др.) являются тюркскими. Тюркскими по происхождению является также часть личных имен Албании (Оройс, Козис, Зобер, Манас, Казан, Абуказ, Асай, Мате и др.) — античного и раннесредневекового периодов.

Литература

1. Азимбеков И. Древности Ленкоранского края. — Изв. Азербайджанского археологического комитета, вып. II. — Баку, 1925. 2. Буниятов З. М. Азербайджан в VII—IX вв. — Баку, 1965. 3. Мамедова Ф. Политическая история и историческая география Кавказской Албании. — Баку, 1986.

Сектор археологии и этнографии АН АзССР

Поступило 13.III 1989

Г. Э. ГЕЙБУЛЛАЕВ

АТРОПАТЕНАДА АЛБАНЛАР ҺАГГЫНДА

Антик мәбәләрдә «албан» этнонимы икки мәнада ишләнишидир: 1) мүүжән бир тајфаның өз-өзүнү алландыран ад кими; 2) үмүмиләшдиричи ад кими, башга сөзлә, мүүхтәлиф дилли тајфалардан ибарәт Албанија эһалисиниң үмүми ады кими.

Страбон, Дионисей, Периегет вә Приетсианын мә'луматларындан мә'лум олур ки, албан адны дашыҗан тајфа Албанијадаи башга Атропатенада да јашамышдыр. Албан тајфасынын етник вә дил мәнеубијјәти етибарилә Ирандилли вә ја Гафгаздилли олмасы һаггында мөвчуд нөгтеји-һәзәрләрдән фәргли олараг мүүәлиф белә һесаб едир ки, бу тајфа түркдилли олмушдур.

G. A. Geibullaev

ABOUT ALBAN IN ATROPATEN

In antique resources the ethnonim «Alban» is used widely. In other words there was a tribe for whom alban was decided self-called name. But by formation of kingdom and in constitution of nationality «Alban» became basic name for all of multilingual nationality.

From the reports of Straton, Dionysia, Perieget and Pricisian it is clear, that the Alban tribe inhabited Atropaten.

МУНДӘРИЧАТ

Ријазийјат

- Р. В. Гусейнов. «Тәбәгә» тилиги гејри-мәвдуд областларда квази-эллиптик тәңликләрин асимптотик хусусийјәтләри 3
 Т. Г. Мәликов. Гурса-Дарбу системләриндә мөхсуси иләрәдичинини оптималлығы үчүн рекуррент шәртләри 6

Јарымкечиричиләр физикасы

- С. Ы. Абдуллаева, Н. Т. Мәмәдов, Ф. А. Мустафаев. Кичик өлчүлү $TiMeX_2$ јарымкечиричиләрин диелектрик нүфузулу 10
 М. И. Әлиев, Д. Ы. Араслы, Р. Н. Раһимов, Х. Ә. Хәлилов. $Jp_{1-x}Ga_xAs$ -нин истиликкечиричилијинә сүр'әтли электронларын тә'сири 14

Бәрк чисмләр физикасы

- О. Н. Новрузов, М. М. Сејдрәева, Н. А. Гәмидова. Никел ферритини Күрү температуруна лантан оксидини тә'сири 17
 Ј. М. Сејидов, А. М. Сулейманов. Синглет-триплет ферромагнитләрдә ишығын сәтһ ојанмаларындан комбинасија сәпилмәси 21

Үзви кимја

- Г. Ы. Абасова, Р. А. Султанов, Р. А. Чәлилов. Тетраалкилдиһидросилоксанларын винилглицидил эфиринә бирләшмәси 21
 Е. Т. Сулейманова, А. С. Подберезина, Ф. С. Әскәров, М. Ф. Аббасов. Тсиклододекан сырасы кетонларын әсасында спирт вә эфирләрини алынмасы 31

Физики кимја

- Р. Н. Солтанов, Ј. А. Паукитис, Б. А. Дадашов, Ә. Ә. Сарычанов, Ј. Н. Попова, Е. А. Агаханова, З. Ј. Исмаилова. Алуминимум чыхарылмыш морденитләрин, туршу мәркәзләриндә М—кислорун гаршылығы тә'сиринин вә чеврилмәсини термодинамик вә кинетик параметрләри арасында әләгә 31

Кеофизика

- Ә. Ә. Горчијев, Р. М. Рафијев, Т. И. Вәлијев, К. А. Јусифова. Бәјүк Гафгазын шимал-шәрг јамачынын сәһил рекреасија зонасында гатышыгларын дашымасыны гүјмәтләндирмәк үчүн әдәди моделли тәтбиги 41

Кеокимја

- Ј. Б. Галант, С. А. Мәмәдова. Јенидән төрәнән карбонун гүјмәтләндирилмәси вә дәјишән һөвзәдә карбон чатышмазлығынын өдәнилмәсиндә онун ролу 41
 Б. Ш. Әлиев. Абшерон јарымадасы јатагларындан нефт чыхарылмасынын шахта үсулу илә артырылмасынын перспективләри 41

Ботаника

- Ф. Ј. Гасилов. Кочн кәкликоту биткисини эфир јагы бронх вә ағ чижәр хәстәликләрини мұаличә етмәк үчүн перспективалидр 51

Археолокија

- В. Ы. Әлиев, В. Б. Бахшәлијев. II Күлтәиә јашајым јериндә илк тунч дөврүнә аид бир тәсәррүфат-мәншәт комплекси һаггында

Топонимика

- Г. Ә. Гејбуллаев. Атропатенада албанлар һаггында 61

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- Р. В. Гусейнов. Об асимптотическом поведении решений квазиэллиптических уравнений в неограниченных областях типа слоя 3
 Т. К. Меликов. Рекуррентные условия оптимальности особых управлений в системах Гурса-Дарбу 6

Физика полупроводников

- С. Г. Абдуллаева, Н. Т. Мамедов, Ф. А. Мустафаев. Диелектрическая проницаемость низкоразмерных полупроводников $TiMeX_2$ 10
 М. И. Алиев, Д. Г. Араслы, Р. Н. Рагимов, Х. А. Халилов. Влияние электронного облучения на теплопроводность 14

Физика твердого тела

- О. Н. Новрузов, М. М. Сеидрәева, Н. А. Гәмидова. Влияние добавок оксида лантана на температуру Кюри феррита никеля 17

Физика магнитных явлений

- Ю. М. Сендов, А. М. Сулейманов. Комбинационное рассеяние света поверхностными коллективными возбуждениями в синглет-триплетных ферромагнетиках 21

Органическая химия

- Г. Г. Аббасова, Р. А. Султанов, Р. А. Джалилов. Присоединение тетраалкилдиһидросилоксанов к винилглицидиловому эфиру 28
 Ә. Т. Сулейманова, А. С. Подберезина, Ф. С. Әскәров, М. Ф. Аббасов. Получение спиртов и эфиров на основе кетонів циклододеканового ряда 32

Физическая химия

- Р. И. Солтанов, Е. А. Паукитис, Б. А. Дадашев, А. А. Сариджанов, Е. Н. Попова, Ә. А. Агаханова, З. Я. Исмаилова. Связь между термодинамическими и кинетическими параметрами взаимодействия и превращения α -кислота на кислотных центрах деалюминированных медеритов 36

Геофизика

- А. А. Горчнев, Р. М. Рафијев, Т. И. Вәлиев, Г. А. Јусифова. Применение численной модели для оценки переноса примеси в прибрежных реакционных зонах северо-восточного склона Большого Кавказа 41

Геохимия

- Ю. Б. Галант, С. А. Мәмәдова. К оценке количества «возрожденного» углерода и его роли в пополнении дефицита углерода в обменном бассейне 46

Горное дело

- Б. Ш. Алиев. Перспективы увеличения нефтедобычи на месторождениях Апшеронского полуострова шахтным способом 48

Ботаника

Ф. Ю. Касумов. Перспективы использования эфирного масла тимьяна кочи для лечения бронхально-легочных заболеваний 52

Археология

В. Г. Алиев, В. Б. Бахшалиев. Об одном хозяйственно-бытовом комплексе раннебронзового периода в поселении Кюльтепе II 56

Топонимика

Г. А. Гейбуллаев. Об албанах в Атропатене 61

Сдано в набор 6.XI.89. Подписано к печати 6.VII.1990 г. ФГ 10181. Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. лист 5,52. Усл. кр.-отт. 5,52. Уч.-изд. лист 4,7. Тираж 550. Заказ 656. Цена 70 коп.

Издательство «Элм».

370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание.

Государственный комитет Азербайджанской ССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.

Производственное промышленное объединение по печати.

Типография «Красный Восток». Баку, ил. Ази Асланова, 80.

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

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

11. Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть вписаны четко. Следует избегать громоздких обозначений, применяя, например, дробные показатели степени вместо радикалов, а также ехр. Занумерованные 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:

$$R^n, r_n$$

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 1, а также арабскую цифру 1 и римскую I', (вертикальная черта), I и штрих в индексах, l (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (С), а строчные — сверху (с).

Следует избегать знаков типа ~ (волна), ⊙ ⊕ ⊗; □, ▭ | ◊ ∨ ∧

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

h x € f f , f, ð

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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

70 гэл.
коп.

Индекс
76355