



ISSN 0002—3078

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУН АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XL ЧИЛД

1984 • 3

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

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

Будучи органом срочной информации, журнал «ДАН Азерб. ССР» принимает и отбирает к печати статьи, объем которых допускает их публикацию в установленные решением 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 соображении 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 определить раздел, в который следует поместить статью, а также дать индекс статьи по Универсальной десятичной классификации (УДК). К статье прилагается отпечатанный на машинке реферат в двух экземплярах, предназначенный для передачи в один из реферативных журналов ВИНТИ.

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

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

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

8. В «Докладах» публикуются статьи, занимающие не более $\frac{1}{4}$ 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)

МӘ'РУЗЭЛӘР ДОКЛАДЫ

Писать разборчиво

Шифр . . .

УДК 517.2

МАТЕМАТИКА

Т. М. КЕРИМОВ

О ПОВЕДЕНИИ НА БЕСКОНЕЧНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЗАРЕМБЫ ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА В ПОЛУЦИЛИНДРЕ

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

Изучение условий регулярности граничной точки для задачи Зарембы в случае эллиптических операторов второго порядка было начато в работе автора [1]. В последнее время это направление развито в [2–5].

В настоящей статье для одного класса сильно эллиптических операторов порядка $2m$ в полуцилиндре установлена теорема об экспоненциальном убывании решения задачи Зарембы. Достаточное условие такого убывания описывается в терминах m -гармонической емкости в смысле В. Г. Маз'я [6]. Наши результаты в некотором смысле близки к полученным Е. М. Ландисом в [7] для задачи Дирихле.

Пусть

$$P_{2m}u = \sum_{|\alpha| \leq m} (-1)^{|\alpha|} D^\alpha (a_{\alpha\beta}(x) D^\beta u),$$

где

$$D^\gamma = \partial^{\gamma_1} / \partial x_1^{\gamma_1} \dots \partial x_n^{\gamma_n}, \quad |\gamma| = \gamma_1 + \dots + \gamma_n,$$

а x — точка полуцилиндра

$$G = \{x = (x', x_n) \in R^n, x' \in \omega, x_n > 0\},$$

где ω — ограниченная область в R^{n-1} с липшицевой границей $\partial\omega$. Будем предполагать, что коэффициенты измеримы и ограничены в G и справедливо неравенство

$$\operatorname{Re} \sum_{|\alpha| \leq m} a_{\alpha\beta} \xi_\alpha \bar{\xi}_\beta > c \sum_{|\alpha| \leq m} |\xi_\alpha|^2 \quad (1)$$

для любого комплексного вектора $\{\xi_\alpha\}_{|\alpha| \leq m}$. Будем использовать емкость компакта $K \subset R^n$

$$\operatorname{cap}_m(K) = \inf_v \sum_{|\alpha| \leq m} \|L^\alpha v\|_{L_2(R^n)}^2.$$

В случае $2m < n$ инфимум берется по множеству $\{v: v \in C_0^\infty(R^n), v \geq 1 \text{ на } K\}$. При $2m > n$ заключим K в шар радиуса $2d(K)$ с центром в произвольной точке $x_0 \in K$ и инфимум в определении емкости $\operatorname{cap}_m(K)$ будем вычислять по всем v , равным нулю вне этого шара и удовлетворяющим неравенству $v \geq 1$ на K .

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

© Издательство „Элм“ 1984 г.

Будем говорить, что ёмкость замкнутого, но неограниченного множества E положительна, если $\text{cap}_m(\{x \in E: |x| \leq R\}) > 0$ при некотором $R < \infty$.

Пусть F — замкнутое подмножество полуцилиндра G , имеющее предельные точки на бесконечности. Определим пространство $L_2^m(G, F)$ как замыкание множества функций из $C^\infty(\bar{G})$, равных нулю в окрестности бесконечности и в окрестности множества F , по норме

$$\|u\|_{L_2^m(G, F)}^2 = \left(\sum_{|a| \leq m} |L^a u|_{L_2(G)}^2 \right)^{1/2}.$$

Из [6] следует, что при любом t имеет место неравенство

$$\|u\|_{L_2(G, G_t)}^2 \leq \frac{c(t)}{\text{cap}_m(F \setminus F_t)} \cdot \|u\|_{L_2^m(G, F)}^2,$$

где $G_t = \{x \in G: x_n > t\}$, $F_t = \{x \in F: x_n > t\}$. Поэтому, если $\text{cap}_m F > 0$, пространство $L_2^m(G, F)$ содержится в пространстве функций, квадратично-суммируемых на любом ограниченном подмножестве полуцилиндра G .

Пусть f — заданный линейный функционал на пространстве $L_2^m(G, F)$ с ограниченным носителем. Поставим задачу Зарембы для оператора $P_{2,1}$. Будем искать элемент пространства $L_2^m(G, F)$, такой, что для всех $v \in L_2^m(G, F)$ справедливо равенство

$$\int_G \sum_{|a| \leq m} a_{\alpha\beta}(x) L^a u L^{\beta} \bar{v} dx = f(v). \quad (2)$$

Тем самым в случае, когда $f \in L_2(G)$, мы ищем обобщенное решение уравнения $P_{2,1} u = f$ в $G \setminus F$, удовлетворяющее на F однородным условиям Дирихле, а на $G \setminus F$ — однородным условиям Неймана. Из леммы Лакса — Мильграма (см. [8], гл. 2, § 5) вытекает однозначная разрешимость поставленной задачи. Если $\text{cap}_m F > 0$, то по любой функции $u \in L_2^m(G, F)$ определим функцию

$$V(t) = \|u\|_{W_2^m(G_t/G_{t-1})}^2, \quad t > 0.$$

Будем говорить, что бесконечно удаленная точка является регулярной относительно задачи Зарембы для оператора $P_{2,1}$, если функция $V(t)$, определенная по любому решению этой задачи, стремится к нулю при $t \rightarrow +\infty$.

Теорема. Пусть $f = 0$ на G , и при любом целом $j > \tau$ справедливо неравенство

$$\text{cap}_m(F_j \setminus F_{j+1}) \geq \gamma, \quad (3)$$

где γ — положительная постоянная. Тогда для функции $V(t)$, построенной по решению задачи Зарембы, верна оценка

$$V(t) \leq c_1 V(\tau) e^{-c_2(t-\tau)},$$

где $t > \tau$, а постоянные c_1, c_2 не зависят от γ . Тем самым бесконечно удаленная точка регулярна.

Доказательство. Положим в (2) $u(x) = u_j(x) \varphi_j^m(x)$, где $\varphi_j(x) =$

$= \varphi(x_n - j)$, j — целое число, $j > \tau + 1$, а φ — вещественная функция из класса $C^\infty(R^1)$, $\varphi(y) = 0$ при $y < -1$, $\varphi(y) = 1$ при $y > 0$, $\varphi > 0$ при $y > -1$. Тогда

$$\begin{aligned} & \text{Re} \int_G \varphi_j^{2m} \sum_{|a| \leq m} a_{\alpha\beta} L^a u L^{\beta} \bar{u} dx = \\ & = \text{Re} \int_G \sum_{|a| \leq m} a_{\alpha\beta}(x) L^a u (\varphi_j^{2m} L^{\beta} - L^{\beta} \varphi_j^{2m}) u. \end{aligned}$$

Последний интеграл в силу неравенства Коши не превосходит

$$c \left(\int_G \varphi_j^{2m} \sum_{|a| \leq m} |D^a u|^2 dx \right)^{1/2} \left(\int_G \varphi_j^{2m} \sum_{|a| \leq m} |(L^{\beta} \varphi_j^{2m} - \varphi_j^{2m} L^{\beta}) u|^2 dx \right)^{1/2}.$$

Отсюда и из (6.1) получаем

$$\int_{G_j} \sum_{|a| \leq m} |D^a u|^2 dx \leq c \int_G \varphi_j^{2m} \sum_{|a| \leq m} |(D^{\beta} \varphi_j^{2m} - \varphi_j^{2m} L^{\beta}) u|^2 dx.$$

Так как

$$(L^{\beta} \varphi_j^{2m} - \varphi_j^{2m} L^{\beta}) u = \sum_{0 < \gamma < \beta} \frac{\beta!}{(\beta - \gamma)! \gamma!} D^{\gamma} \varphi_j^{2m} L^{\beta - \gamma} u,$$

$$|(D^{\beta} \varphi_j^{2m} - \varphi_j^{2m} L^{\beta}) u| \leq c \varphi_j^m \sum_{0 < |a| \leq m-1} |L^a u|$$

и левая часть отлична от нуля только на множестве $\bar{G}_{j-1} \setminus C_j$. Следовательно,

$$\int_{G_j} \sum_{|a| \leq m} |D^a u|^2 dx \leq c \int_{G_{j-1} \setminus C_j} \sum_{0 < |a| \leq m-1} |L^a u|^2 dx \quad (4)$$

Воспользуемся неравенством

$$\int_{G_{j-1} \setminus C_j} |u|^2 dx \leq c Q_j^{-1} \int_{G_{j-1} \setminus G_j} \sum_{|a| \leq m} |L^a u|^2 dx,$$

где $C_j = \text{cap}_m(F_{j-1} \setminus F_j)$ (см. [6]). Так как $Q_j \leq c$ и $C_j > \gamma$, то следует оценка

$$c \cdot \gamma \int_{G_{j-1} \setminus G_j} \sum_{0 < |a| \leq m-1} |D^a u|^2 dx \leq \int_{G_{j-1} \setminus G_j} \sum_{|a| \leq m} |L^a u|^2 dx.$$

Значит, при $j > \tau + 1$

$$c \cdot \gamma \int_{G_j} \sum_{0 < |a| \leq m-1} |D^a u|^2 dx \leq \int_{G_j} \sum_{|a| \leq m} |L^a u|^2 dx.$$

Применяя (4), получим оценку

$$c \cdot \gamma \int_{G_j} \sum_{0 < |a| \leq m-1} |L^a u|^2 dx \leq \int_{G_{j-1} \setminus G_j} \sum_{0 < |a| \leq m-1} |D^a u|^2 dx.$$

т. е.

$$\int_{\bigcup_{j=1}^m 0 < |z| < m-1} |D^{\alpha} u|^2 dx \geq e^{c_0 \tau} \int_{\bigcup_{j=0}^{m-1} 0 < |z| < m-1} |D^{\alpha} u|^2 dx,$$

откуда следует неравенство

$$\int_{\bigcup_{j=0}^{m-1} 0 < |z| < m-1} |D^{\alpha} u|^2 dx \geq e^{c_0 \tau (m-1)} \int_{\bigcup_{j=0}^{m-1} 0 < |z| < m-1} |D^{\alpha} u|^2 dx,$$

которое вместе с (4) дает окончательный результат. Если $2m = n$ и существует континуум K , соединяющий s_1 и s_{1+m} , то $\text{cap}_m(K) \geq c(a) = \text{const} > 0$ (см. [9]). Отсюда и из теоремы 1 получаем

Следствие 1. Пусть $2m = n$ и множество G_+ содержит континуум, уходящий в бесконечность. Если $f = 0$ на G_+ , то при $t > \tau$ справедливо неравенство $V(t) \leq cV(\tau) \exp(c_2(t - \tau))$ и тем самым бесконечно удаленная точка регулярна. В случае $2m > n$ емкость точки положительна [9]. Поэтому имеет место

Следствие 2. Если $2m > n$ и множество F содержит уходящую в бесконечность последовательность точек $\{P_k\}$, $|P_k - P_{k+1}| < \text{const}$, то справедливо утверждение предыдущего следствия.

Литература

1. Керимов Т. М. УМН, XXXII, 1977, вып. 6 (198). 2. Керимов Т. М. «ДАН Азерб. ССР», XXXVII, 1981, № 9. 3. Новрузов А. А. «ДАН СССР», 261, 1981, № 2, 278—282. 4. Керимов Т. М., Мазья В. Г., Новрузов А. А. Функциональный анализ и его приложения, 16, Баку, 1982, вып. 4. 5. Керимов Т. М. «ДАН СССР», 264, 1982, № 4. 6. Мазья В. Г. «ДАН СССР», 152, 1963, № 6, 1297—1300. 7. Ландис Е. М. Уравнение второго порядка эллиптического и параболического типа. М., 1971. 8. Лионс Т. Л., Мадженес Э. Неоднородные граничные задачи и их приложения. М., «Мир», 1971. 9. Мазья В. Г. «Сиб. матем. ж.», 16, 1965, № 1, 127—148.

АзНИХ им. Д. Буниатзаде

Поступило 7. I 1983

Т. М. Керимов

ЖАРЫМСИЛИНДРДЭ ЛУКСЭК ТЭРТИБЛИ ЕЛЛИПТИК ТЭНЛИКЛЭР ҮЧҮН
ЗАРЕМБА МЭСЭЛЭСИНИН ХЭЛЛЭРИНИН КОНСУЗЛУГДА ТЭБИЭТИ НАГГЫНДА

Мэгалэдэ жарымсилиндрдэ бир синиф 2-м тэртибли кучлү еллиптик операторлар үчүн Заремба мэсэлэсинин—сэрхэддин бир ниссэсиндэ сыфир Дирихле шэрти, дикэр ниссэсиндэ нсэ Нейман шэрти, хэллэринин экспоненциал азалмасы наггында теорем исбат олунмушдур.

Т. М. Kerimov

ON THE BEHAVIOUR AT INFINITY OF A SOLUTION TO THE
ZAREMBA PROBLEM FOR HIGHER ORDER ELLIPTIC
EQUATION IN A CYLINDER

The theorem on exponential decay of solutions to the Zaremba problem at infinity is proved for certain class of strongly elliptic $2m$ -order operators in a cylinder.

УДК 517.98

МАТЕМАТИКА

М. Б. РАГИМОВ, З. И. ГУСЕЙНОВ

О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ИСЧИСЛЕНИИ ОТОБРАЖЕНИЙ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В АЛГЕБРУ ЭНДОМОРФИЗМОВ БАНАХОВА ПРОСТРАНСТВА И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ

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

1. Пусть K —топологическое пространство и X —комплексное банахово пространство, а $L(X)$ —алгебра эндоморфизмов банахова пространства X . В работе [1] построена спектральная теория сильнонепрерывных отображений $A: K \rightarrow L(X)$. Множество всех таких отображений обозначим $T(K, L(X))$.

Предполагается, что $\varphi(t)\varphi(s) = \varphi(s)\varphi(t)$, $\forall t, s \in K$, $\forall \varphi \in T(K, L(X))$.

В данной статье строится функциональное исчисление отображений из $T(K, L(X))$ и даются его приложения к многомерным дифференциальным уравнениям. В дальнейшем нами понадобится следующая

Теорема 1 (см. [2]). Спектр ненулевого отображения $A \in T(K, L(X))$ непуст, и для любого элемента $t \in K$ спектр оператора $A(t)$ совпадает с множеством

$$\{\lambda(t)\}_{\lambda \in \sigma(A)}$$

Через $F(A)$ обозначим алгебру функций, определенных и аналитических на некотором открытом множестве $U \subset \mathbb{C}$, содержащем спектр $\sigma(A(t))$ каждого оператора $A(t)$ (для любого $t \in K$); существует непрерывное семейство контуров $\Gamma_t \subset U$, содержащих $\sigma(A(t))$. В случае, если K —банахово пространство и A —линейный оператор, то приходится предполагать, что $F(A)$ состоит из целых функций.

Определение 1. Для каждой функции $f \in F(A)$ рассмотрим отображение $f(A) \in T(K, L(X))$, определенное для каждого $t \in K$ формулой

$$f(A)(t) = \int_{\Gamma_t} f(\lambda) R(\lambda, A(t)) d\lambda,$$

где Γ_t —жорданов спрямляемый контур. Полученное отображение $f(A)$ называется функцией отображений $A \in T(K, L(X))$.

Заметим, что выбор контура в определении 1 действительно может зависеть от выбора элемента t , точнее, легко построить пример такого отображения $A \in T(K, L(X))$, что $\sigma(A(t)) \subset U$, и выбрать жорданов контур Γ_t , лежащий в U и содержащий $\sigma(A(t))$, $\forall t \in K$, не возможно.

Теорема 2. Пусть $A \in T(K, L(X))$. Тогда имеют место следующие утверждения:

1) $f(A) \in T(K, L(X))$ для любой $f \in F(A)$, причем $f(A)$ непрерывно в операторной топологии, если таковым является отображение A ;

2) отображение $f \rightarrow f(A)$ из $F(A)$ в $T(K, L(X))$ есть гомоморфизм алгебры $F(A)$ в алгебру $T(K, L(X))$, причем $f \equiv 1$ отвечает тождественному отображению

$$f(A)(t) \equiv 1, \forall t \in K (f_1 f_2 \rightarrow f_1(A) f_2(A))$$

$\alpha f_1 + \beta f_2 \rightarrow \alpha f_1(A) + \beta f_2(A)$; эти условия эквивалентны названным выше;

3) $\sigma(f(A)) = f(\sigma(A)) = \{t \rightarrow f(\lambda(t)): K \rightarrow C\}_{\lambda \in \sigma(A)}$. Более того, $\sigma_0(f(A)) = f(\sigma_0(A))$, где через $\sigma_0(A)$ обозначен спектр коммутирующих набор операторов

$$A(t) = \{A(t_1), \dots, A(t_n), \forall (t_1, \dots, t_n) \in K\}.$$

Доказательство. Докажем 1). Пусть t_0 — некоторая фиксированная точка топологического пространства K и X_0 — некоторый вектор из банахова пространства X . Для доказательства утверждения 1) достаточно установить, что функция $f(A)(t)X_0$ непрерывна в некоторой достаточно малой окрестности точки t_0 (коммутативность операторов $f(A)(t) \forall t \in K$ очевидна). Более того, поскольку семейство контуров Γ_t непрерывно зависит от t , непосредственно из определения $f(A)$ следует, что достаточно установить непрерывность в окрестности точки t_0 функции $\varphi(t) = R(\lambda_0(t); A(t))X_0$, $t \in K$, где λ_0 — некоторая непрерывная в окрестности точки $t_0 \in K$ функция со значениями в $\rho(A(t))$ для любого t на некоторой окрестности точки $t_0 \in K$. Для доказательства представим $\varphi(t)$ в некоторой окрестности точки t_0 в виде

$$\varphi(t) = \sum_{n=0}^{\infty} R(\lambda_0(t_0); A(t_0))^{n+1} \cdot (\lambda_0(t) - \lambda_0(t_0)) - (A(t) - A(t_0))^n X_0.$$

Ясно, что ввиду непрерывности функции $\lambda_0(t)$ в окрестности точки t_0 , достаточно близкой к t_0 , этот ряд сходится и представляет непрерывную в некоторой окрестности точки t_0 функцию. Из этого же представления следует непрерывность операторной топологии отображения $f(A)$, если таковым является A . Утверждение (1) доказано.

Утверждение 2) следует из соответствующих утверждений для линейных ограниченных операторов [3].

Докажем 3). Пусть $(t_1, \dots, t_n) \in K$ — произвольный конечный набор элементов из K . Рассмотрим набор операторов

$$A(t) = \{A(t_1), \dots, A(t_n)\}.$$

Рассмотрим также аналитическую функцию $F: U \subset C^n \rightarrow C^n$ где U — открытое множество вида

$$U = \{D(f) \times D(f) \times \dots \times D(f)\}$$

($D(f)$ — область определения f), определенную формулой

$$F(z) = (f(z_1), f(z_2), \dots, f(z_n)), z = (z_1, z_2, \dots, z_n).$$

Тогда, используя функциональное исчисление Тейлора [4], получаем, что $F(A(t)) = (f(A(t_1)), f(A(t_2)), \dots, f(A(t_n)))$, совместный спектр Тейлора набора $F(A(t))$ совпадает с множеством $(f(\mu_1), f(\mu_2), \dots,$

$f(\mu_n))$, где векторы $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$ пробегает совместный спектр набора $A(t) = \{A(t_1), A(t_2), \dots, A(t_n)\}$.

В силу теоремы 1 найдем, что существует такой функционал $\lambda \in \sigma(A)$, что $\mu_i = \lambda(t_i)$. Следовательно, утверждение 3) доказано. Теорема 2 доказана.

Следствие. Пусть $f(\lambda) = \lambda^k: C \rightarrow C$. Тогда для любого $A \in T(K, L(X))$ функция $f(A)(t) = e^{A(t)}$ принадлежит пространству $T(K, L(X))$ и $\sigma(f(A)) = \{t + e^{A(t)}\}_{t \in K}$. Именно это следствие наиболее часто будет использоваться нами в дальнейшем.

2. Определение 2. Пусть $A \in T(K, L(X))$ и пусть B — наименьшая замкнутая подалгебра из алгебры $L(X)$, содержащая все операторы $A(t)$, $\forall t \in K$. Через $m(B)$ обозначим пространство максимальных идеалов этой алгебры.

Через $\sigma(A)$ обозначим множество функционалов $\lambda: K \rightarrow C$ вида

$$\lambda(t) = \lambda_m(t) = A(t)(M): K \rightarrow C,$$

где M пробегает пространство $m(B)$.

Теорема 3. Пусть $A \in T(K, L(X))$ и спектр $\sigma(A)$ этого отображения представим в виде объединения непересекающихся замкнутых множеств σ_1 и σ_2 . Тогда существуют непрерывные проекторы $p_i \in L(X)$, такие, что 1) $p_1 + p_2 = 1$, $p_i \in B$, 2) $\sigma(A|X_i) = \sigma_i$, $i = 1, 2$ где $X_i = p_i X$ и $A|X_i$ обозначает отображение $A_i \in T(K, L(X_i))$, определяемое формулой

$$A_i(t)x = A(t)x \text{ для } x \in X_i, i = 1, 2.$$

3. В этом пункте рассматриваются приложения полученных результатов к многомерным дифференциальным уравнениям с операторными коэффициентами

$$y'(x)h = Ah y(x), \quad (1)$$

$$y(0) = y_0. \quad (2)$$

Теорема 4. Если оператор Ah , $\forall h \in K$, принадлежит $L(X)$ то для любого $\varepsilon > 0$ существует такая константа $M_\varepsilon > 0$, что

$$\|U(h)\| \leq M_\varepsilon e^{\max_{\lambda \in \sigma(A)} |\operatorname{Re}(\lambda(h))|(1+\varepsilon)},$$

где $U(h) = e^{Ah}$, $\forall h \in K^+$, $K^+ = \{h \in K, h_i > 0, \forall i, h = (h_1, \dots, h_n)\}$.

Теорема 5. Если $Ah \in L(X)$, $\forall h \in K$, и σ представимо в виде объединения двух непересекающихся множеств σ_+ и σ_- , причем обладает следующими свойствами

$$\inf_{\substack{\|h\|=1 \\ h \in K_- \\ \lambda \in \sigma_-}} |\lambda(h)| \geq \alpha_+ > 0, \quad \sup_{\substack{\|h\|=1 \\ h \in K_+ \\ \lambda \in \sigma_+}} |\lambda(h)| \leq \alpha_- < 0$$

(Здесь $K_- = -K^+$), банахово пространство X есть прямая сумма двух подпространств X_+ и X_- , причем для любого $\varepsilon > 0$ существуют такие константы $M_+(\varepsilon)$ и $M_-(\varepsilon)$, что для решения $y(h) = U(h)y_0$ задачи (1) — (2) справедливы оценки

$$\|y(h)\| \leq M_-(\varepsilon) \cdot e^{(1+\varepsilon) \sup_{\lambda \in \sigma_+} \{\lambda(h)\}} \cdot \|y(0)\|, \quad \forall h \in K^+.$$

$\|z(h)\| \geq M_+(\epsilon) \cdot e^{\frac{(1-\lambda)\ln\lambda}{\lambda\epsilon}} \cdot \|z(0)\|, \forall h \in h^-,$
при условии $y(0) \in X_-, z(0) \in X_+.$

Литература

1. Рагимов М. Б. ДАН Азерб. ССР, XXXV, 1979, № 3, 9—12. 2. Рагимов М. Б. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова, 1979, № 6. 3. Данфорд Н., Шварц Дж. Линейные операторы. Общая теория, тт. 1—2. М., 1969. 4. Taylor J. L. Acta Math., 125, 1970. 5. Taylor J. L. Funct. analys., 6, 1970. 172—191.

АГУ им. С. М. Кирова

Получено 27. I 1982

М. Б. Рагимов, З. И. Гусейнов

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО БАНАХА ФАЗАСЫНЫН ЕНДОМОРФИЗМЛАР
ЧЭБРИНЭ ТЭСКИР ЕДЭН ОПЕРАТОРЛАРЫН ФУНКЦИОНАЛ ХЕСАБИ
ВЭ ОНУН ТЭТБИГИ НАГГЫНДА

Мәгәлләдә коммутативлик хассәсинә малик олан операторлар дәстәсинин функционал хесабы гурулур вә чоһолчулу дифференциал тәнликләрә тәтбиги верилур.

M. B. Ragimov, Z. I. Guseinov

ON THE FUNCTIONAL CALCULUS OF THE MAPPINGS OF
TOPOLOGICAL SPACES IN ALGEBRA OF THE ENDOMORPHISMS OF
BANACH SPACES AND ITS APPLICATIONS

In this paper, the functional calculus for the family of the continuous semi-group operators of the topological space is constructed in algebra of Banach space endomorphisms, and its application to the solution of the multi-measuring differential equations in Banach space is given.

УДК 517.53.57

МАТЕМАТИКА

В. М. МУРАДОВ

О НАИЛУЧШЕМ ПОЛИНОМИАЛЬНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ МНОГИХ КОМПЛЕКСНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. И. Ибрагимовым)

Пусть C^m означает n -мерное комплексное координатное пространство и запись: $z \in C^m$ показывает, что $z = (z_1, z_2, \dots, z_m)$ — точка этого пространства, где $z_1, z_2, \dots, z_m$ — комплексные числа. В случае, когда $k_1, k_2, \dots, k_m$ неотрицательные числа, для точки $k = (k_1, k_2, \dots, k_m)$ введем обозначения $\|k\| = k_1 + k_2 + \dots + k_m$ и $k(n) = (k_1, k_2, \dots, k_m)$ при условии, что $\|k\| = n$.

В дальнейшем z^k и a_k понимаются так: $z^k = z_1^{k_1} z_2^{k_2} \dots z_m^{k_m}$ и $a_k = a_{k_1, k_2, \dots, k_m}$. Если $A = (A_1, A_2, \dots, A_m)$ и $B = (B_1, B_2, \dots, B_m)$, то $\frac{A}{B}$ понимается как $\frac{A}{B}, \left(\frac{A_1}{B_1}, \frac{A_2}{B_2}, \dots, \frac{A_m}{B_m}\right)$. (см. [4]). На пространстве

C^m будем рассматривать множество $D = D_1 \times D_2 \times \dots \times D_m$, где $D_1, D_2, \dots, D_m$ — замкнутые множества соответственно на плоскостях $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$ в дополнении представляют собой одностовые области $G_1, G_2, \dots, G_m$, содержащие бесконечно удаленную точку.

В дальнейшем мы полагаем, что область D удовлетворяет этим условиям. Пусть на D задана функция $f(z)$. Через G обозначим $G = G_1 \times G_2 \times \dots \times G_m$. Допустим, что функции $\tau_i = \psi_i(z_i)$, $i = \overline{1, m}$, отображают области G_i , $i = \overline{1, m}$, соответственно на области $|\tau_i| > r_i$ где $r_i > 0$, $i = \overline{1, m}$. Отображающие функции $\tau_i = \psi_i(z_i)$, $i = \overline{1, m}$, нормируем условиями $\psi_i(\infty) = \infty$, $\psi_i'(\infty) = 1$, $i = \overline{1, m}$. Если на плоскостях τ_i , $i = \overline{1, m}$, взять окружности радиусом $\rho_i > r_i$, $i = \overline{1, m}$, концентрические с рассмотренными $|\tau_i| = r_i$, $i = \overline{1, m}$, то на плоскости Z_i , $i = \overline{1, m}$, им будут соответствовать замкнутые кривые C_{ρ_i} , $i = \overline{1, m}$.

Если взять главную часть разложения функции $[\psi_i(z_i)]^{k_i}$, $i = \overline{1, m}$ в ряд Лорана в окрестности бесконечно удаленной точки, то получатся полиномы $p_{k_1}^{(1)}(z_1), p_{k_2}^{(2)}(z_2), \dots, p_{k_m}^{(m)}(z_m)$ степени $k_1, k_2, \dots, k_m$ соответственно с коэффициентом при $z_i^{k_i}$, $i = \overline{1, m}$, равным единице. Это полиномы Фабера для множества D_i , $i = \overline{1, m}$. (см. [3]). Полином $p_k(z) = p_{k_1}^{(1)}(z_1) p_{k_2}^{(2)}(z_2) \dots p_{k_m}^{(m)}(z_m)$ называется полиномом Фабера для множества $D = D_1 \times D_2 \times \dots \times D_m$.

Мы показываем, что всякую функцию $f(z)$, аналитическую на D ,

можно разложить единственным образом в ряд $f(z) = \sum_{\|k\|=0}^{\infty} a_k p_k(z)$

$$\text{где } a_k = \frac{1}{(2\pi i)^m} \int_{|\tau_1|=1} \dots \int_{|\tau_m|=1} \frac{f(\varphi_1(\tau_1), \dots, \varphi_m(\tau_m))}{\tau_1^{k_1+1} \dots \tau_m^{k_m+1}} d\tau_1 \dots d\tau_m. \quad (1)$$

сходящийся абсолютно и равномерно на D . Здесь функции $\varphi_i(\tau_i)$, $i = \overline{1, m}$, являются обратными функциями соответственно для функции $\tau_i = \varphi_i(z)$, $i = \overline{1, m}$. Числа a_k называются коэффициентами Фабера.

В данной статье речь идет о связях между наилучшим полиномиальным приближением аналитической функции многих комплексных переменных и коэффициентами Фабера.

Как известно, А. В. Батыревич в [2] установлена связь между наилучшим приближением аналитических функций одного переменного и коэффициентами Фабера. Распространим эти результаты на функции многих комплексных переменных. Докажем некоторые теоремы о связях между наилучшим полиномиальным приближением функции многих переменных и коэффициентами Фабера. Отметим, что мы рассматриваем приближение посредством полиномов вида

$$Q_n(z) = \sum_{\|k\|=0}^n c_k p_k(z), \quad (2)$$

где $p_k(z) = p_{k_1}^{(1)}(z_1) p_{k_2}^{(2)}(z_2) \dots p_{k_m}^{(m)}(z_m)$ и $p_{k_i}^{(i)}(z_i)$, $i = \overline{1, m}$ являются многочленами Фабера соответствующих множеств D_i , $i = \overline{1, m}$, а c_k — комплексные числа.

Множество полиномов вида (2) при фиксированном n обозначим через $H_n(D)$. Наилучшим приближением функции $f(z)$ на множестве D называется величина

$$E_n(f; D) = \inf_{Q_n \in H_n(D)} \left\{ \max_{z \in D} |f(z) - Q_n(z)| \right\}.$$

Легко понять, что

$$E_n(f; D) \leq \max_{z \in D} |f(z) - \Phi_n(z)|,$$

когда $\Phi_n(z) = \sum_{\|k\|=0}^n a_k p_k(z)$, где a_k — коэффициент Фабера для функции $f(z)$ на области D . В частном случае полиномы $\Phi_n(z)$ для функции одного переменного совпадают с обыкновенными многочленами n -й степени, так как из формулы (1) следует, что для функции одного переменного z_1 имеет место $a_k = a_{k_1}$, $a_{k_2, \dots, k_m} = 0$, когда $k_i \neq 0$, $i = 2, 3, \dots, m$, и в таком случае

$$\Phi_n(z) = \sum_{\|k\|=0}^n a_k p_k(z) = \sum_{k_1=0}^n a_{k_1, 0, \dots, 0} p_{k_1}^{(1)}(z_1).$$

Доказываются следующие теоремы.

Теорема 1. Если функция $f(z)$ является аналитической на D , то имеет место неравенство

$$|a_{k(n+1)}| r^{k(n+1)} \leq E_n(f; D) \leq A \sum_{\|k\|=n+1} |a_k| r^k, \quad (3)$$

где A — постоянная величина, зависящая только от D , a_k — коэффициенты разложения функции $f(z)$ в ряд по полиномам Фабера, $r = (r_1, \dots, r_m)$ — радиус внешней конформности области D и $k(n+1) = (k_1, k_2, \dots, k_m)$, для которой $\|k\| = k_1 + k_2 + \dots + k_m = n+1$.

Теорема 2. Для того чтобы непрерывная на $D = D_1 \times \dots \times D_m$ функция $f(z)$ была аналитической в области, ограниченной кривой $C_R = C_{R_1} \times \dots \times C_{R_m}$ (где R_i — положительные числа, удовлетворяющие условию $R_i > r_i$, $i = \overline{1, m}$), необходимо и достаточно, чтобы наилучшее приближение $E_n(f; D)$ функции $f(z)$ на множестве D удовлетворяло равенству

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{E_n(f; D) \left(\frac{R}{r} \right)^{k(n)}} = 1,$$

где $R = (R_1, R_2, \dots, R_m)$ и $r = (r_1, r_2, \dots, r_m)$, $r_i > 0$, $i = \overline{1, m}$, — радиус внешней конформности области D и $k(n) = (k_1, \dots, k_m)$, для которой $\|k\| = k_1 + \dots + k_m = n$.

Приведем две теоремы о связи порядка и G -типа (относительно порядка и G -типа целой функции см. [4], с. 210—211) целой функции с наилучшим полиномиальным приближением $E_n(f; D)$.

Будем считать, что область $G \in \mathbb{C}^m$ содержит область $|D| \in \mathbb{R}^m$, где $|D|$ определяется, как в [4].

Теорема 3. Для того, чтобы функция $f(z)$ была целой функцией порядка ρ и типа σ_0 , каково бы ни было множество $D = D_1 \times \dots \times D_m$, где $D_1, D_2, \dots, D_m$ — любое замкнутое множество с связным дополнением и внешним конформным радиусом $r_i > 0$, $i = \overline{1, m}$, соответственно на плоскостях z_i , $i = \overline{1, m}$ необходимо и достаточно, чтобы $E_n(f; D)$ удовлетворяло условию

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n^{\frac{1}{\rho}} \sqrt[n]{\frac{E_n(f; D)}{r^{k(n)}} d_{k(n)}(G)} = (\sigma_0 e^{\rho})^{\frac{1}{\rho}},$$

где $d_{k(n)}(G) = \max_{R \in G} R^{k(n)}$ и $k(n) = (k_1, \dots, k_m)$, для которой $\|k\| = n$.

Теорема 4. Если $f(z)$ — целая функция, то ее порядок и тип посредством наилучшего приближения функции $f(z)$ на множестве D могут быть определены по формулам

$$\rho = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n \ln n}{-\ln E_n(f; D)}$$

и

$$\sigma_0 = \frac{1}{e^{\rho}} \lim_{n \rightarrow \infty} n \{ E_n(f; D) d_{k(n)}(G) / r^{k(n)} \}^{\frac{n}{\rho}},$$

где $d_{k(n)}(G) = \max_{R \in G} R^{k(n)}$ и число $r_i > 0$, $i = \overline{1, m}$, — радиус внешней конформности области D_i , $i = \overline{1, m}$, соответственно и $k(n) = (k_1, \dots, k_m)$, для которой $\|k\| = n$.

Литература

1. Ибрагимов И. И. Теория приближения целыми функциями, Баку, 1979.
2. Батырев А. В. ДАН СССР, 76, 1981, № 1, 173—175.
3. Смирнов В. И., Лебедев Н. А. Конструктивная теория функций комплексного переменного М.,

В. М. Мурадов

ЧОХ КОМПЛЕКСЛИ ДЭЈИШЭН ФУНКЦИЈАЛАРЫН ПОЛИНОМЛАРЛА ЭН ЈАХШЫ ЈАХЫНЛАШМАСЫ БАГГЫНДА

Мағалада чоҳ комплексли дэјишэн функцијаларын эн јахшы јахынлашмасы илэ Фабер эмсаллары арасында элағэ верилмишидр.

V. M. Muradov

ON BEST APPROXIMATION OF ANALYTIC FUNCTIONS OF SEVERAL COMPLEX VARIABLES

The connection is found between the best approximation of the analytic function of several complex variables and its Faber coefficients. The necessary and sufficient condition is established for analytic continuation depending on the best polynomial approximation.

УДК 523.72.001.2

АСТРОНОМИЯ

Л. Б. ЦИРУЛЬНИК

МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕКОТОРЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА СОЛНЦЕ

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

Магнитное поле Солнца состоит из отдельных магнитных трубок с напряженностью поля, в среднем около 2000 Гс и размером в поперечнике менее 200 км [1]. Многочисленные данные дают основание считать, что эти трубки могут быть закручены и, следовательно, содержать значительный запас свободной энергии тока [2]. Вопросы устойчивости закрученных трубок рассмотрены в [3,4] и др. При раскручивании такой трубки энергия тока высвобождается, что может быть причиной возникновения на Солнце таких нестационарных явлений, как спикюлы, вспышки и выбросы. Весьма существенно, что основным (и единственным для идеально проходящей плазмы) механизмом диссипации магнитного поля в процессе раскручивания является медленная ударная волна. Этот механизм был рассмотрен нами в [5].

Целью данной статьи является численное исследование одномерной модели раскручивающейся магнитной трубки. Диссипативные процессы и ионизация не учитываются.

§ 1. Уравнения задачи и их решение

Будем считать, что магнитная трубка представляет собой вертикальный цилиндр, начиная с уровня $z=0$, который был выбран нами на высоте, где плотность плазмы $\rho_0=10^{-8}$ г/см³ в гарвард-смитсоновской модели атмосферы [6].

Введем цилиндрическую систему координат, в которой ось z совпадает с осью симметрии магнитной трубки. Можно показать, что если пренебречь зависимостью всех величин от азимутального угла φ и считать, что радиальные компоненты поля и скорости равны нулю, то зависимость всех величин от координаты z определяется системой уравнений магнитной гидродинамики для плоских одномерных течений. Эта система уравнений, записанная в лагранжевых координатах [7], может быть приведена к следующему безразмерному дивергентному виду:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{\rho} \right) = \frac{\partial}{\partial s} V_z, \quad \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{H_x}{\rho} \right) = \frac{\partial}{\partial s} V_x, \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} V_z = - \frac{\partial}{\partial s} \left(P + \frac{1}{2} H_x^2 + s \right), \quad \frac{\partial}{\partial t} V_x = \frac{\partial}{\partial s} H_x,$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\left(\frac{3}{2} P + \frac{1}{2} H_x^2 - s \right) \frac{1}{\rho} + \frac{V_x^2 + V_z^2}{2} \right] = - \frac{\partial}{\partial s} \left[\left(P + \frac{1}{2} H_x^2 + s \right) V_z - H_x V_x \right]. \quad (1)$$

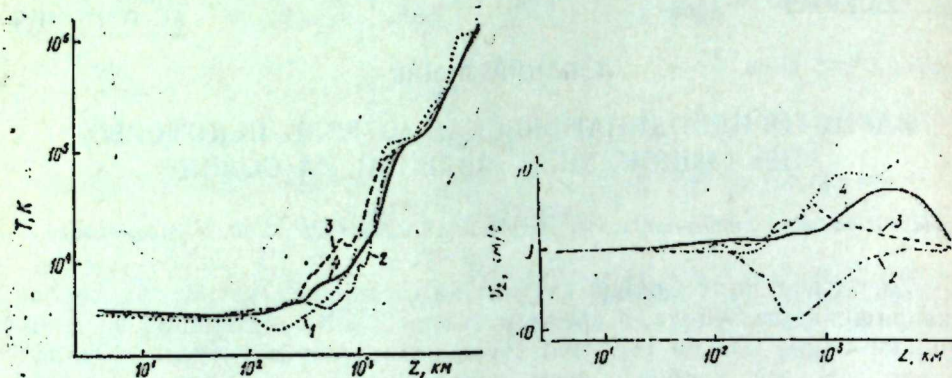


Рис. 1. Профили температуры и скорости для модели раскручивающейся магнитной трубки с $H_{z0} = 512$ Гс, $(H_{0x}, V_{0x}) = (0,25; 0,5)$ в различные моменты времени после начала раскручивания: 1 — 73; 2 — 150; 3 — 217; 4 — 294 с; а — профили температуры; б — профили вертикальной скорости

Здесь $\rho, P, H_x, s, V_x, V_z$ — безразмерные плотность, давление, азимутальная компонента магнитного поля, массовая координата, азимутальная и вертикальная компоненты скорости, соответственно. За основные размерные параметры были выбраны напряженность вертикальной компоненты магнитного поля H_{z0} , плотность плазмы в осно-

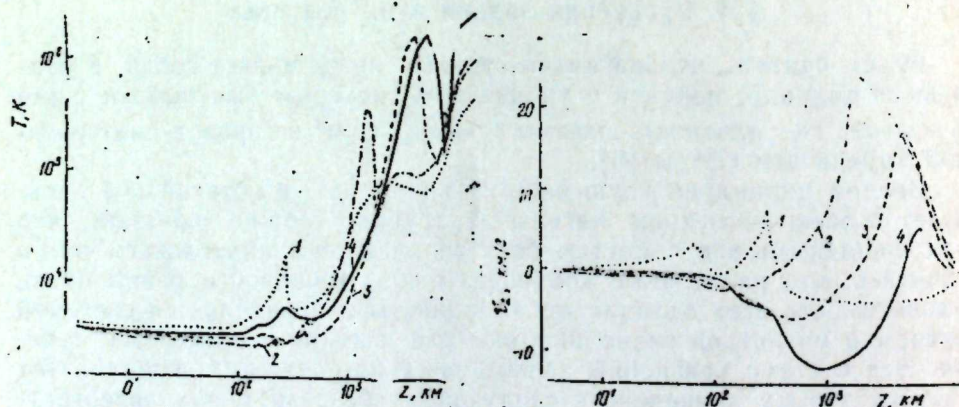


Рис. 2. Профили температуры и скорости для модели раскручивающейся магнитной трубки с $H_{z0} = 512$ Гс, $(H_{0x}, V_{0x}) = (1; 0,5)$ в различные моменты времени после начала раскручивания: 1 — 42; 2 — 93; 3 — 161; 4 — 225 с; а — профили температуры; б — профили вертикальной скорости

вании магнитной трубки ρ_0 , ускорение свободного падения в фотосфере Солнца g_0 . Масштабы измерения остальных величин выражаются через эти параметры следующим образом:

$$P_0 = \frac{H_{z0}^2}{4\pi}, \quad V_0^2 = \frac{H_{z0}^2}{4\pi\rho_0} = V_{az}^2, \quad t_0 = \frac{V_0}{g_0}, \quad S_0 = \frac{P_0}{g_0}, \quad (2)$$

где V_{az} — z -компонента альфвеновской скорости.

Начальные условия имеют вид

$$t = 0, \quad \rho = \rho(s), \quad P = P_1 - s; \quad H_x = H_{0x} = \text{const}, \quad H_z = 1, \quad H_r = 0, \quad \vec{V} = 0, \quad (3)$$

Начальное распределение плотности на высоте, $\rho(s)$ соответствует до высоты $z = 1420$ км гарвард-смитсоновской модели атмосферы, а выше — модели Аллена [8]. P_1 — давление в начале координат. Линейная зависимость давления от массовой координаты следует из условия гидростатического равновесия.

Граничные условия, которые накладывались на систему уравнений (1), таковы:

$$s = 0, \quad V_z(0, t) = 0, \quad V_x(0, t) = V_{0x} = \text{const}, \quad (4)$$

$$s = s_1, \quad V_z(s, t) = V_x(s, t) = 0.$$

Верхняя граница s_1 выбиралась в различных случаях на высоте 10 000—20 000 км.

Система уравнений (1) с условиями (3) и (4) решалась для напряженности вертикальной компоненты магнитного поля $H_{z0} = 1000$ Гс со следующими наборами безразмерных параметров H_{0x} и V_{0x} : $(H_{0x}, V_{0x}) = (1; 0,5), (0,5; 0,5), (0,25; 0,5)$ и для значения $H_{z0} = 512$ Гс при $(H_{0x}, V_{0x}) = (2; 1), (2; 0,5), (1; 1), (1; 0,5), (0,25; 0,5)$.

Полученные результаты представлены на рис. 1, 2.

§ 2. Обсуждение полученных результатов

В исследованной области значений параметров H_{0x} и V_{0x} качественный вид кривых зависит в основном от угла наклона силовых линий к поверхности Солнца, т. е. от значения параметра H_{0x} , выражающего в данном случае степень скрученности поля.

При минимальном из исследованных значений скрученности — $H_{0x} = 0,25$ на графиках вертикальной скорости и температуры не видно ударной волны, а скачки на профилях температуры имеют характер контактных разрывов. На высотах 1500—2000 км скорости подъема плазмы достигают значений ~ 9 км/с при $H_{z0} = 512$ Гс, $(H_{0x}, V_{0x}) = (0,25; 0,5)$ и 20 км/с при $H_{z0} = 1000$ Гс, $(H_{0x}, V_{0x}) = (0,25; 0,5)$. Подобные скорости подъема плазмы характерны для спикул [8]. Наблюдаемая в расчетах смена знака скорости выявляется и в спикулах [9]. Если учесть, что на высотах ~ 1500 км плотность плазмы увеличивается согласно нашим расчетам более чем на два порядка по сравнению с начальной плотностью, то можно сделать вывод, что динамика спикул удовлетворительно описывается нашей моделью.

При увеличении параметра H_{0x} до 0,5 профили вертикальной скорости остаются гладкими, ударную волну по-прежнему трудно различить на фоне усиленных по сравнению с моделями „ $H_{0x} = 0,25$ “ контактных разрывов. Значения вертикальной скорости также увеличиваются, достигая значений 45 км/с.

При дальнейшем увеличении параметра H_{0x} до 1 вид кривых претерпевает качественный скачок. Контактные разрывы почти исчезают, на профиле температуры появляется резкий фронт медленной МГД ударной волны, движущейся вверх с нарастающей амплитудой. Во всех трех рассмотренных случаях температура на фронте ударной волны увеличивалась более чем на порядок при максимальном развитии ударной волны. Выделение тепловой энергии на фронте ударной волны составляло в случае $H_{20} = 1000$ Гс, $(H_{0x}, V_{0x}) = (1; 0,5)$ — около $1,8 \cdot 10^{11}$ эрг/см² за время 134 с. Такое выделение тепловой энергии может вызвать вспышку балла 2, если описанный процесс раскручивания охватит сразу много трубок. При выходе ударной волны из фотосферы, на высоте 50 км, температура на фронте ударной волны в этой модели составляла около 16000 К, что должно вызвать голубовато-белое свечение фотосферы.

Такое свечение обычно наблюдается при белых вспышках [10]. Скорости выбрасываемого материала достигают 80–90 км/с в моделях $H_{20} = 1000$ Гс, $(H_{0x}, V_{0x}) = (1; 0,5)$ и $H_{20} = 512$ Гс, $(H_{0x}, V_{0x}) = (1; 1)$.

Такие скорости достаточны, чтобы объяснить сержи, скорости которых составляют 50–200 км/с [10].

Если увеличить значение H_{0x} до 2 (самое большое из исследованных значений), то происходит существенное изменение всей картины распределения скорости по высоте. За фронтом ударной волны, отчетливо видимом на профиле температуры, возникают колебательные движения, приводящие к развитию образований очень малой пространственной протяженности, но обладающих большой скоростью (до 75 км/с в модели $H_{20} = 512$ Гс, $(H_{0x}, V_{0x}) = (2; 1)$, причем скорость продолжала возрастать со средним ускорением $3g$). Возможно, что движения такого типа могут объяснить возникновение спреев, которые характеризуются скоростью, превышающей параболическую скорость в хромосфере (670 км/с), и „вырождением первоначально непрерывного потока в многочисленные сгустки“ [10]. Полное выделение тепловой энергии на фронте ударной волны за 162 с составило в этой модели $3,3 \cdot 10^{11}$ эрг/см².

Важным результатом является также быстрый разогрев верхней части магнитной трубки до температур в миллионы и даже десятки миллионов градусов сразу же после прохождения ударной волной температурного минимума. Это связано, вероятно, с рождением быстрых ударных волн на фронте медленной ударной волны. Вершины магнитных трубок должны в данном случае испускать рентгеновское излучение, что согласуется с наблюдениями [11].

Другим интересным результатом является отсутствие ударной волны при падении вниз извергнутого материала, что обусловлено торможением плазмы в магнитном поле. Наблюдения показывают также отсутствие уярчений хромосферы в месте падения сержей [12].

В заключение автор выражает искреннюю признательность С. И. Сыроватскому, Р. Э. Гусейнову и Б. В. Сомову за обсуждение и ценные замечания.

Литература

1. Паркер Е. Н. В сб.: „Проблемы солнечной активности“, М., 1979. 2. Стенфлор Дж. О. В сб.: „Проблемы солнечной активности“, М., 1979. 3. Насан С. S. Solar phys., 67, 1980, 267. 4. Соловьев А. А. „Астрон. ж.“, 58, 1981, 597. 5. Ци-

рульчик Л. Б. Циркуляр Шемахин, астрофиз. observ., 68, 1961, 28. 6. Oingé-ri ch O., Noyes R. W., Kalkofen W., Sun Y. Solar phys., 18, 1971, 347. 7. Самарский А. А., Попов Н. П. Разностные методы решения задач газовой динамики. М., 1980. 8. Allen C. W. Astrophys. Quantities, 2 ed., 1963. 9. Николайский Г. М., Сазанов А. А. „Астрон. ж.“, 43, 1966, 928. 10. Смит Г., Смит Э. Солнечные вспышки. М., „Мир.“ 1966. 11. Golub L., Krieger A. S., Silk J. K. Timothy A. F., Vaiana G. S. Astrophys. J., 189, 1974, L 93. 12. Svestka Z. Solar Flares, Dordrecht—Holland. Boston, USA, 1976.

Шемахинская астрофизическая обсерватория

Поступило 3. XII 1982

Л. Б. Сирульник

КҮНЭШДЭ БЭЗИ ГЕЛРИ-СТАЦИОНАР ҮАДИСЭЛЭРИН МАГНИТ ҮНДРОДИНАМИК МОДЕЛИ

Мэгалэдэ күнэш атмосфериндэ магнит гүввэ хэтлэри долагларынын ачылмасы процесн рнјази тэдгиг олунур. Фэрз едилир ки, бу модел спикуллар, туллантилар вэ алышмаларын эмэлэ кэлмэснни изаһ едэ билэр.

L. B. Tsirulnik

THE MAGNETOHYDRODYNAMIC MODEL OF SOME NONSTATIONARY SOLAR PHENOMENA

The untwisting of the solar atmosphere twisted flux tube is considered and the numerical simulation of the process is made. This model is concluded to explain the origin of spicules, flares, surges and sprays.

М. Д. ДЖАББАРОВ, Г. Г. КУЛИЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНОК СКВАЖИН С УЧЕТОМ АНИЗОТРОПИИ ГОРНЫХ ПОРОД

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

Применение трехмерной линейризированной теории при исследовании проблем устойчивости в горной механике [1—3] позволило получить многочисленные конкретные результаты теоретического и практического характера, относящиеся к горным выработкам. Обзор этих исследований дан в [1]. Авторами в предположении, что поверхность выработок от воздействия внешних усилий свободна, при решении задач устойчивости с помощью вариационных принципов в случае неоднородных начальных напряженных состояний используется метод „мертвых“ нагрузок. В частности такой путь выбран для исследования устойчивости горного массива в окрестности вертикальной выработки, пройденной в трансверсально-изотропном массиве [4].

Возможная потеря устойчивости стенок скважин происходит [5] при наличии „следящей“ нагрузки на поверхности скважины. По этой причине при исследовании устойчивости стенок скважин необходимо использовать вариационные принципы с соответствующей модификацией [6].

Постановке задач устойчивости стенок скважин в рамках трехмерной линейризированной теории вариационным методом исследования посвящена статья [5], где также решена осесимметричная задача устойчивости для изотропного случая.

В данной статье приведены результаты исследования устойчивости состояния упругого равновесия массива в окрестности одиночной скважины с учетом анизотропии горных пород. Численные результаты получены для случая осесимметричной формы потери устойчивости для трансверсально-изотропной модели среды.

Линейризированные уравнения устойчивости и граничные условия рассматриваемой задачи имеют следующий вид [5,6]:

$$\nabla_1 (\omega^{ijnm} \nabla_m u_n) = 0; \quad (1)$$

$$N_i (\omega^{ijnm} \nabla_m u_n) - P^j = 0; \quad (2)$$

$$\{u_i\} \rightarrow 0, \quad r \rightarrow 0 \quad (3)$$

Здесь P^j — контравариантные составляющие поверхностной „следящей“ нагрузки, уточненные выражения для которой имеют вид [7]

$$P^j = -Q (\Lambda^j \nabla_i u^i - \Lambda^i g^{nj} \nabla_n u_i). \quad (4)$$

Λ^j , Λ^i — соответственно ковариантные и контравариантные составляющие ортонормали к поверхности тела в недеформированном состоянии

(выражение компонентов тензора $\{\omega^{ijnm}\}$ для различных деформируемых сред приводится в [3]), Q — интенсивность внутреннего давления.

С целью использования вариационного метода исследования задач устойчивости согласно [6] рассмотрим функционал

$$J(u) = \frac{1}{2} \int_V \{ \omega^{ijnm} \nabla_m u_n \nabla_i u_j + Q [(\nabla_i u^i)^2 - \nabla_i u^j \nabla_j u^i] \} dV. \quad (5)$$

Из условия стационарности функционала [5] получается вариационное уравнение

$$- \int_V [\nabla_i (\omega^{ijnm} \nabla_m u_n)] \delta u_j dV + \int_S [N_i (\omega^{ijnm} \nabla_m u_n) + Q (\Lambda^j \nabla_i u^i - \Lambda^i g^{nj} \nabla_n u_i)] \delta u_j dS = 0, \quad (6)$$

откуда следует уравнение (1) и граничные условия (2).

При исследовании конкретных задач, представляя определенным образом компоненты вектора перемещений и подставляя их в (6) с учетом распределения напряжений в докритическом состоянии после обычных процедур, определяется величина критической нагрузки потери устойчивости.

В качестве примера рассмотрим осесимметричную форму потери устойчивости в окрестности скважины кругового поперечного сечения в случае трансверсально-изотропной модели среды. Под действием силы тяжести $P = \rho_0 h$ и внутреннего давления на поверхности скважины $Q = p_1 h$ в докритическом состоянии в окрестности полости в массиве реализуется следующее напряженно-деформированное состояние [8]:

$$\sigma_{rr}^0 = P \left[-\kappa + (\kappa - \rho) \frac{R^2}{r^2} \right], \quad \sigma_{zz} = -P, \quad (7)$$

$$\sigma_{\theta\theta}^0 = P \left[-\kappa - (\kappa - \rho) \frac{R^2}{r^2} \right], \quad \tau_{r\theta}^0 = \tau_{rz}^0 = \tau_{\theta z}^0 = 0,$$

$$\kappa = \frac{\nu_2}{1 - \nu_1}, \quad \rho = \frac{p_1}{p_0}.$$

Здесь ν_1 — коэффициент Пуассона, характеризующий поперечное сжатие в плоскости изотропии при растяжении в этой плоскости, ν_2 — то же при растяжении в направлении, нормальном к плоскости изотропии, ρ_0 , p_1 — удельный вес горной породы и промывочной жидкости соответственно.

В рассматриваемом случае форму дополнительных перемещений представим в виде

$$u_r(r, z) = \sum_{n=2}^N A_n \left(\frac{R}{r} \right)^n \cos \frac{2\pi}{l} z$$

$$u_z(r, z) = \sum_{n=2}^N B_n \left(\frac{R}{r} \right)^n \sin \frac{2\pi}{l} z. \quad (8)$$

Учитывая (7) и (8), из вариационного уравнения (6) приходим к следующей однородной системе линейных алгебраических уравнений:

$$\sum_{n=2}^N [a_{11}(t, \alpha, n, p_1) A_n + a_{12}(t, \alpha, n, p_1) B_n] = 0 \quad (9)$$

$$\sum_{n=2}^N [a_{11}(t, \alpha, n, n_1) A_n + a_{12}(t, \alpha, n, n_1) B_n] = 0.$$

Здесь

$$a_{11} = C_1 \left(\frac{n^2 - 1}{n - n_1} - n \right) + C_2 - C_3 \frac{16\alpha^2}{n - n_1 - 2} - t \left[\kappa \left(n + 1 \right) \left(\frac{n - 1}{n + n_1} - \frac{n + 1}{n + n_1 + 2} \right) + \rho \frac{(n + 1)^2}{n + n_1 + 2} - \rho(n + 1) - \right.$$

Горная порода	ρ						
	0	0	0,2	0,4	0,6	0,8	t
Алевролит 2	t_*	0,334	0,350	0,364	0,377	0,389	0,390
	α	5	5,25	5,5	5,75	6,5	8
Филит 2	t_*	0,313	0,329	0,344	0,357	0,368	0,361
	α	5,25	5,5	5,75	6,25	7	8
Туфопесчаник	t_*	0,324	0,342	0,359	0,374	0,387	0,392
	α	5,5	5,75	6	6,5	6,75	7,25
Алевролит 1	t_*	0,318	0,332	0,354	0,357	0,366	0,369
	α	5	5	5,25	5,5	5,75	7
Филит 1	t_*	0,296	0,313	0,326	0,338	0,348	0,352
	α	5,5	5,5	5,5	5,75	6,5	8
Хлоритовый сланец	t_*	0,244	0,255	0,264	0,272	0,281	0,289
	α	5,5	5,5	5,75	6	6,5	7,25

$$- 16 \frac{\alpha^2}{n + n_1 - 2} \Big], a_{12} = 4\alpha \left[C_4 - (C_3 + C_4) \frac{n}{n + n_1 - 1} + \right. \\ \left. + t\rho \right]; a_{21} = 4\alpha \left[(C_3 + C_4) \frac{n - 1}{n + n_1 - 1} - C_3 + t\rho \right], \quad (10)$$

$$a_{22} = C_3 \left(\frac{n^2}{n + n_1} - n \right) - C_5 \frac{16\alpha^2}{n + n_1 - 2} - t \left[\kappa n \left(\frac{n}{n + n_1} - \frac{n + 2}{n + n_1 + 2} \right) - \frac{16\alpha^2}{n + n_1 - 2} + \rho \frac{n(n + 2)}{n + n_1 + 2} - \rho n \right],$$

где

$$t = \frac{\rho}{E_1},$$

$$C_1 = (1 - E_0 \nu_2^2) D^{-1}, C_2 = (\nu_1 + E_0 \nu_2^2) D^{-1}, C_3 = \frac{G_2}{E_1},$$

$$C_4 = E_0 \nu_2 (1 + \nu_1) D^{-1}, C_5 = E_0 (1 - \nu_2^2) D^{-1}, E_0 = \frac{E_2}{E_1},$$

$$D = (1 + \nu_1) (1 - \nu_1 - 2E_0 \nu_2^2), \alpha = \frac{\pi R}{2l}.$$

При существовании нетривиального решения системы (9) из ее характеристического уравнения численными методами определяется минимальное положительное собственное число t_* задачи (1)–(3). Используя последнее выражение, из (10) находим критическое значение внешних сил:

$$P_{кр} = t_* E_1.$$

Численные значения t_* и соответствующие значения параметра волнообразования α для ряда горных пород, полученные при различных ρ , приведены в таблице. Эти результаты получены для 14 координатных функций.

Как видно, наличие в скважине промыточной жидкости стабилизирует состояние равновесия. Рост удельного веса этой жидкости приводит к увеличению критических нагрузок и параметра волнообразования.

Литература

1. Акопян Ж. С., Гузь А. Н., Навоян А. В. Прикл. мех., 18, 1982 № 4.
2. Гузь А. Н. В кн.: Проблемные вопросы механики горных пород. Алма-Ата, Наука, 27–35.
3. Гузь А. Н. Основы теории устойчивости горных выработок. Киев, Наукова думка, 1977.
4. Дериглазов Л. В. Прикл. мех., 13, 1977 № 5.
5. Гузь А. Н., Кулиев Г. Г. Прикл. мех., 19, 1983, № 1.
6. Гузь А. Н. ДАН СССР, 253, 1980, № 3, 553–555.
7. Гузь А. Н. ДАН УССР, сер. А, 1976, № 10, 908–912.
8. Лехницкий С. Г. Теория упругости анизотропного тела М., Наука, 1977.

Институт математики и механики
АН Азерб. ССР

Поступило 4. II 1982

М. Ч. Чаббаров, Г. Г. Гулиев

ДАҒ МӘДЭНЛЭРИНИН АНИЗОТРОПЛУҒУ НЭЗЭРЭ АЛЫНМАГЛА ГУҖУ ДИВАРЛАРЫНЫН ДАҖАНЫҒЛЫҒЫНЫН ТӘДҒИГИ

Мәғаләдә үчөлчүлү хәттиләшдирелмиш нәзәријјә эсасында анизотроп мүһитдә газылмыш гујунун диварларынын дајанығлыгы тәдғиг олуишушдур. Варнасија методу илә критик гүввәһини гиймәтинин дағ мәдәнинин механики хәссәләриндән, јујучу мајәһини хүсуси чәкисиндән асыллыгы өјрәнилмишдир. Трансверсал-изотроп һалда әдәди нәтичәләр алынмышдур.

M. D. Djabbarov, G. G. Kuliev

THE INVESTIGATION OF STABILITY OF WALLS OF HOLES ACCOUNTING ANISOTROPY OF MINING ROCKS

In the frame of three-dimensional linearized theory the authors investigated the problems of stability of wall of hole with accounting of anisotropic property of mining rock. The dependence of quantity of critical load on mechanical property of rock, specific gravity of flushing fluid is received. Numerical results are received for transversal-isotropic cases.

Акад. АН Азерб. ССР М. И. АЛИЕВ, Г. И. САФАРАЛИЕВ

РАССЕЯНИЕ НОСИТЕЛЕЙ ТОКА НА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЯХ В КОМПЕНСИРОВАННОМ p-GaSb

Ранее при исследовании электрофизических свойств однокомпонентно-и сложнелегированных цинком и теллуром GaSb наблюдались аномально сильное уменьшение подвижности, увеличение пороговой концентрации электронов до $6 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ в компенсированных образцах, появление максимума на кривых $R \sim f(T)$ и $\Delta p/p \sim f(T)$ в GaSb<Zn, Te> [1–3]. Было предположено, что эти особенности в кинетических свойствах связаны с появлением крупномасштабных потенциальных неоднородностей в виде объемных зарядов [4].

В настоящей статье исследуются механизмы рассеяния носителей тока в сложнелегированном компенсированном p-GaSb.

В интервале 80–700 К измерена электропроводность (σ) и коэффициент Холла (R) в монокристаллах GaSb<Zn>, GaSb<Te> и GaSb<Zn, Te>. На рис. 1 приведена холловская подвижность дырок, легированных цинком (кр. 1) и теллуром совместно с цинком GaSb (кр. 2), в зависимости от их концентрации. Видно, что при $p > 5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, независимо от степени и способа легирования, $R\sigma \sim f(p)$ носит одинаковый характер. В области $p < 5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ для компенсированных образцов наблюдается необычная зависимость $R\sigma \sim f(p)$, т. е. с ростом концентрации носителей тока увеличивается их подвижность. Аномально сильное уменьшение подвижности и ее необычная зависимость от концентрации носителей не объясняются теорией рассеяния на примесях и тепловых колебаниях решетки. В случае примесного механизма рассеяния носителей их подвижности в компенсированном ($R\sigma_0$) и некомпенсированном ($R\sigma_0$) полупроводниках при одной и той же концентрации носителей тока связаны соотношением [5, 6]

$$R\sigma = R\sigma_0 \frac{p}{N_i} \quad (1)$$

Здесь N_i — полное число заряженных рассеивающих центров. В случае дырочной проводимости, учитывая, что $N_i = N_A^- + N_D^+$ и $p = N_A^- - N_D^+$ получим

$$N_A^- = \frac{p}{2} \left(\frac{R\sigma_0}{R\sigma} + 1 \right) \text{ и } N_D^+ = \frac{p}{2} \left(\frac{R\sigma_0}{R\sigma} - 1 \right) \quad (2)$$

По формуле (2) рассчитали концентрации акцепторов (N_A^-) и доноров (N_D^+) в компенсированных образцах, при 100 К предполагая, что преобладающим механизмом рассеяния является примесное рассеяние. При расчете использовали экспериментальные значения $R\sigma_0$

для однокомпонентно легированных (кр. 1) и значения $R\sigma$ для компенсированных образцов (кр. 2). Установлено, что в образцах с $p > 10^{18} \text{ см}^{-3}$ значения N_A^- , рассчитанные по формуле (2), хорошо согласуются с числом вводимых атомов примесей, а в образцах с $p < 10^{18} \text{ см}^{-3}$ эти значения существенно отличаются друг от друга. Расхождения свидетельствуют о том, что в компенсированных образцах $p = \text{GaSb}$

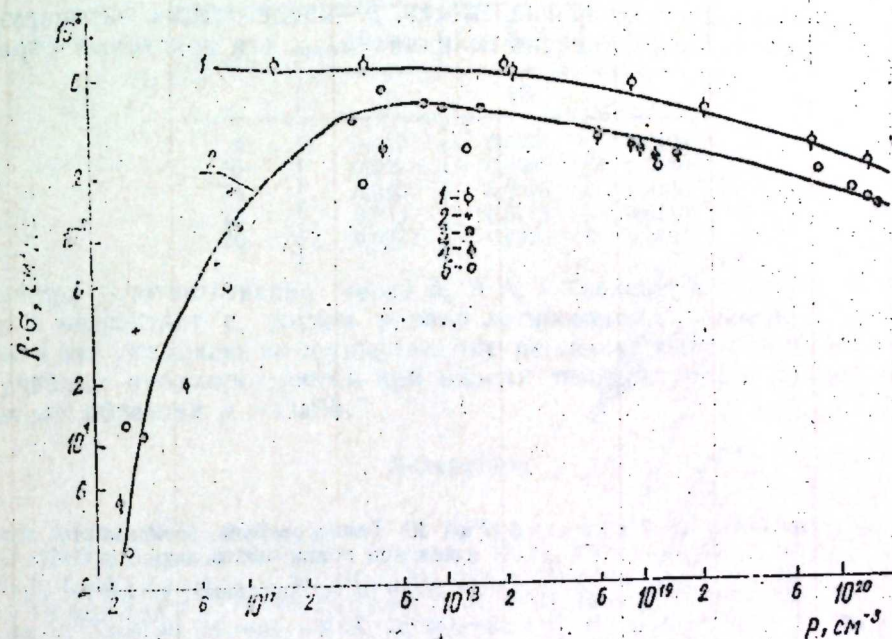


Рис. 1. Зависимость холловской подвижности от концентрации дырок в GaSb, однокомпонентно легированном In (1) и Te (2), в сложнелегированном In совместно с Te до 0,01 (3); 0,1 (4) и 1 (5) моль. %

в области $p < 5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ в процессе рассеяния носителей тока, кроме примесного и теплового, существенный вклад вносит также какой-то другой механизм рассеяния. Можно предположить, что таким механизмом рассеяния носителей тока является рассеяние на потенциальных неоднородностях [4, 7]. На рис. 2 представлена зависимость $R\sigma$ от T для компенсированных образцов. Для сравнения приведены также кривые $R\sigma \sim f(T)$ нелегированного (кр. 1) и однокомпонентно легированного цинком образцов (кр. 5 и 6). Эти кривые имеют обычный вид, характерный для смешанного механизма рассеяния, т. е. рассеяния на ионах примесей и тепловых колебаниях решетки. Ход кривых подвижности дырок для компенсированных образцов отличается от хода кривых для чистого и однокомпонентно легированного образцов GaSb. Различие состоит в том, что, во-первых, по мере возрастания степени компенсации кривые $R\sigma \sim f(T)$ смещаются вниз во всем температурном интервале, во-вторых, наблюдается резкое падение $R\sigma \sim f(T)$ в области низких температур. Наблюдаемые закономерности, по-видимому, можно объяснить влиянием крупномасштабных

(смещение кривых вниз) и случайных (резкий спад подвижности в области примесного рассеяния) неоднородностей [8-10].

В [9] показано, что в случае, когда неоднородность возникает за счет случайного расположения ионов примесей, амплитуда флуктуации потенциала при сильной компенсации имеет вид

$$\Delta = \frac{e^2 \Lambda^{3/2}}{\chi p^{1/3}}, \quad (3)$$

где χ — диэлектрическая проницаемость, p — концентрация экранирующих носителей. По (3) оценена величина $\Delta_{\text{теор.}}$ для некоторых образцов.

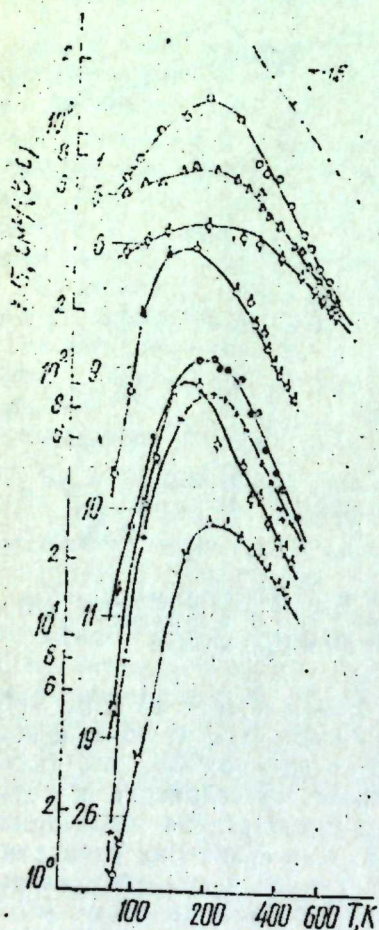


Рис. 2. Температурная зависимость холловской подвижности дырок в GaSb:

1 — GaSb (нелегированный, $p = 1,4 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$);
5 — GaSb <Zn> ($p = 8,9 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$); 6 —
GaSb <Zn> ($2,1 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$); 9 — GaSb <Zn>
($p = 9 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$); 10 — GaSb <Te> ($p = 7 \times$
 $\times 10^{16} \text{ см}^{-3}$); 11 — GaSb <Te> ($p = 3 \times$
 $\times 10^{16} \text{ см}^{-3}$); 19 — GaSb <Zn, Te> ($p = 8 \times$
 $\times 10^{16} \text{ см}^{-3}$); 26 — GaSb <Zn, Te>
($p = 5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$)

В [11] показано, что если в неоднородных полупроводниках носители тока вырождены и распределение потенциала неоднородности носит случайный характер, т. е. является гауссовым с дисперсией Δ то

$$R\sigma = R_0\sigma_0 \exp\left(-\frac{\Delta^2}{2k^2T^2}\right) \quad (4)$$

и холловская подвижность экспоненциально падает с понижением тем круче, что больше амплитуда неоднородностей.

По $R\sigma \sim f(T)$ с помощью (4) определялась амплитуда неоднородностей в некоторых компенсированных образцах, как это сделано в [3]. Оценка проводилась двумя методами: из сравнения экспериментальных значений $R\sigma$ и $R_0\sigma_0$ в самых низкотемпературных точках, где в качестве $R_0\sigma_0$ взята подвижность в некомпенсированном образце, и из наклона зависимости $\ln R\sigma \sim \left(\frac{1}{T^2}\right)$. Полученные значения Δ обо-

№ обр.	Δ_1	Δ_2	$\Delta_{\text{теор.}}$
	эВ		
9	0,017	0,007	0,0104
10	0,019	0,009	0,0190
11	0,022	0,0096	0,0430
19	0,023	0,0113	0,0160
26	0,027	0,0096	0,0297

значены соответственно через Δ_1 и Δ_2 и сведены в таблицу. Видно что Δ возрастает с ростом уровня легирования и степени компенсации, а это указывает на осуществление рассеяния дырок на потенциале случайных неоднородностей при низких температурах в компенсированных образцах $p = \text{GaSb}$.

Литература

1. Aliev M. J., Safaraliev G. J., Abdinova S. G. Phys. Stat. Sol., 22, 1967, 764.
2. Глазов М. В., Глаголева Н. Н., Грязева Н. А. ФТП, 10, 1976, 882.
3. Сафаралиев Г. И. «Изв. АН СССР. Неорганич. мат-лы», 14, 1978, 1227.
4. Сафаралиев Г. И., Вагабова Л. К. ФТП, 15, вып. 5, 1981, 839.
5. Каратаев В. В., Мильвидский М. Г., Рытова Н. С., Фистуль В. И. ФТП, 11, 1977, 1718.
6. Морозов В. Н., Чернов В. Г. ФТП, 13, 1979, 1804.
7. Вуль А. Я., Набиев Ш. И., Шик А. Я. ФТП, 11, 1977, 2058.
8. Шкловский Б. И., Эфрос А. Л. Электронные свойства легированных полупроводников, М., «Наука», 1979.
9. Шкловский Б. И., Эфрос А. Л. ЖЭТФ, 60, 1971, 867, 62, 1972, 1156, 61, 1971, 816.
10. Шик А. Я. «Письма в ЖЭТФ», 20, 1974, 14.
11. Головина Э. Д., Ловчиния Н. Н., Шик А. Я. ФТП, 10, 1976, 383.

Институт физики АН
Азерб. ССР

Поступило 22. IV 1982

М. И. Элиев, Г. И. Сафаралиев

КОМПЕНСАЦИЈА ОЛУНМУШ GaSb-дә ЈУКДАШЫҢЫЧЫЛАРЫН ПОТЕНЦИАЛ ГЕЈРИ-БИРЧИНСЛИЛИКЛӘРДӘН СӘПИЛМӘСИ

Мағаллада сикк пә теллурла биркомпонентли пә мурәккәб ашгарланмыш GaSb нумунәләринини elektrik кечиричилији, Холл сабити пә јукдашыҗычыларын Холл јүрүклүјү тәдигг едилмәшидир.

Јүксәк компенсација олуиуиш нумунәләрдә јукдашыҗычыларын Холл јүрүклүјүн компенсација дәрәҗәсиндән асылы олараг гејри-нормал кәскин азалмасы, јукдашыҗычыларын концентрациясынын артмасы илә јүрүклүјүн гејри-нормал артмасы вә 80—200°K интервалында температурун азалмасы илә јүрүклүјүн кәскин азалмасы мүшаһидә олуиуишдур. Бу хусусијәтләр јукдашыҗычыларын тәсадүфи гејри-бирчинс ашкар потенциалларындан вә һәчми јүкләрини јаратдығы при өлчүлү потенциал әбластларындан сәпилмәси илә изаһ олуиуиш.

CURRENT-CARRIER SCATTERING BY POTENTIAL NONUNIFORMITIES IN COMPENSATED p -GaSb

The electric conductivity, the Hall effect and the Hall mobility of current carriers are studied in p -type gallium antimonide specimens doped with zinc and tellurium both in combination on a complex basis and on a single-component basis.

The abnormally large decrease of the Hall mobility of current carriers, depending on the degree of compensation, its growth with increasing concentration of current carriers, and a sharp drop with reduced temperature in the region from 80 to 200 K are revealed in highly compensated specimens.

These special features are accounted for by the scattering of current carriers on occasional nonuniformities of the impurity potential and by the formation of large-scale space-charge regions.

УДК 537.311.322

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

А. Г. АБДУЛЛАЕВ, С. К. ХАНДЖАНОВ, Т. Г. ФУФАЕВА,
Г. Н. КАСИМОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ InSe МЕТОДОМ РЕНТГЕНОВСКОЙ ФОТОЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

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

В данной статье приведены результаты исследования электронной структуры монокристаллического InSe p -типа, слоистого кристалла, гексагонального, полученного методом Бриджмена.

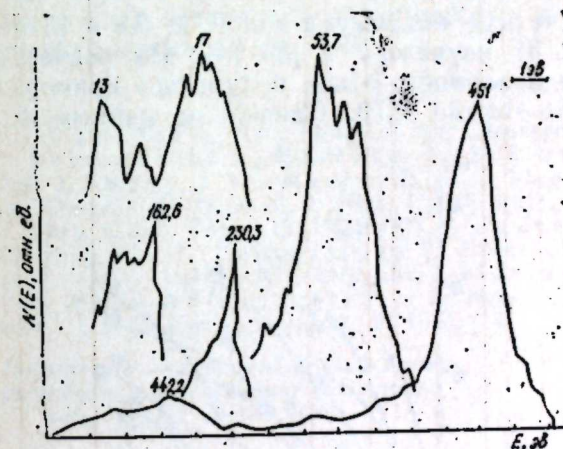


Рис. 1. Электронные спектры уровней InSe, полученные на ЭС 2401

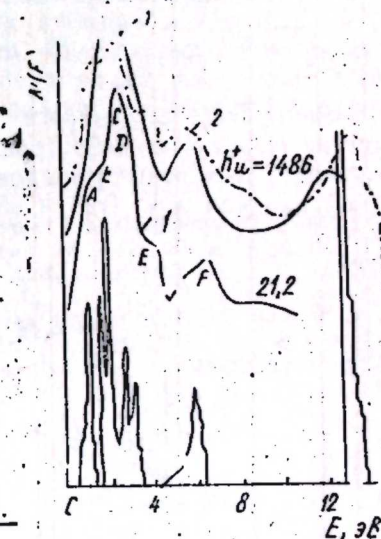


Рис. 2. Плотности состояний InSe [4]:
1 — экспериментальные кривые; 2 — экспериментальная кривая, полученная на ЭС 2401; h^* — постоянная Планка, деленная на 2π

Исследования велись на электронном спектрометре ЭС 2401. Для получения чистой поверхности верхний слой отслаивался. Точность измерений — 1,2 эВ. Спектр калиброван $5 f_{7/2}$ линией золота. В качестве возбуждающего излучения применялась K_{α} -линия алюминия. Получены электронные спектры внутренних уровней InSe (рис. 1), измеренные значения соответствующих линий спектров сравнены с табличными [1], для составных элементов выявлены сдвиги линий.

Результаты приведены в таблице. Получены электронные спектры валентных полос. Валентные полосы сравнивались с гистограммой объемной плотности состояний InSe, которая аналогично случаю GaSe [2] состоит из большого числа пиков, а спектр плотности валентных

In ₄₉	$5p_{3/2} O_{III}$	$4d_{3/2} 4d_{5/2} N_{IV} N_V$	$4p_{1/2} 4p_{3/2} N_{II} N_{III}$	$4s_{1/2} N_I$	$3d_{5/2} M_V$	$3d_{3/2} M_{IV}$
Табл., эВ	1	16	77	122	443	451
Экс., эВ	1,2	13,17	76	120	442,2	451
$\sigma(\delta)$ $[\delta = 10^{-24} \text{ см}^2]$	$4 \cdot 10^3$	$3,6 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$
Se ₃₁	$4p_{1/2} N_{II}$	$3d_{3/2} M_{IV}$	$3p_{3/2} M_{III}$	$3p_{1/2} M_{II}$	$3s_{1/2} M_I$	$2p_{3/2} L_{III}$
Табл., эВ	6	57	162	168	232	1436
Экс., эВ	4,6	53,7	162,6	168	230,3	1436
$\sigma(\delta)$ $[\delta = 10^{-24} \text{ см}^2]$	$3,4 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$8,2 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^5$

состояний (рис. 2) содержит четыре максимума при 1; 2; 3,6 и 13 эВ. Зонная структура InSe (рис. 3) изучалась в [3–10]. Из расчетов плотности валентных зарядов полярность β -InSe получалась примерно такой же, как и у GaS, GaSe—около 0,70. Однако, по данным [6],

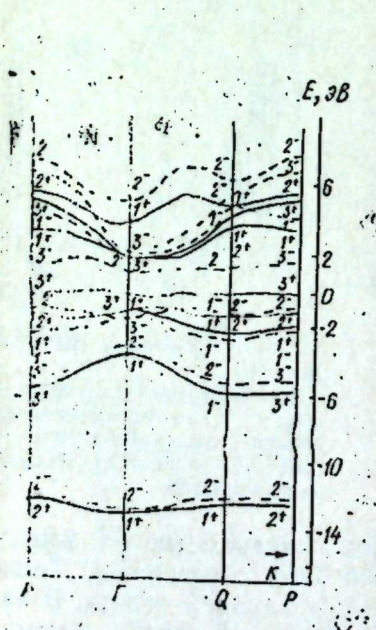


Рис. 3. Двумерные зоны InSe [3]

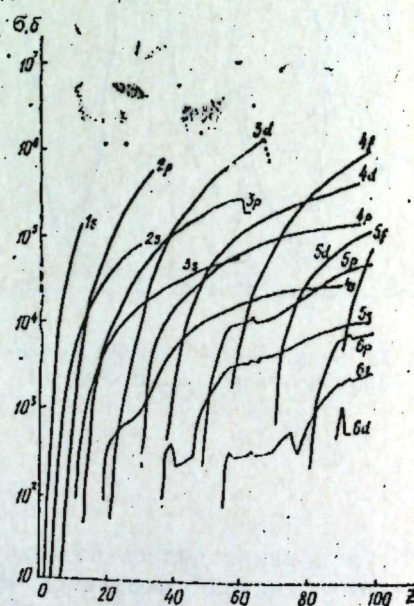


Рис. 4. Сечения фотоионизации при энергии кванта излучения 1,5 кэВ [11] ($\delta = 10^{-24} \text{ см}^2$)

ионность InSe выше, чем у GaSe. Возможность обнаружения элементов в большей степени определяется сечениями фотоионизации внутренних оболочек, которые были вычислены Скофилдом [11] для фотонов с энергиями от 1 кэВ до 1,5 МэВ. На рис. 4 представлена зависимость этих сечений от Z при энергии фотонов 1,5 кэВ, соответствующей возбуждению фотоэмиссии излучения линии K_{α} Al. Значения сечений фотоионизации для соответствующих линий In и Se приведены в таблице.

Вначале зоны β -InSe были рассчитаны, как и зоны GaS, GaSe, модифицированным методом сильной связи с двумя нормирующими множителями для интегралов перекрытия (0,25 и 0,43). Все валентные зоны получились очень дисперсными и сложными—в виде пяти групп такой же природы, как и в случае GaSe. Нижняя зона проводимости очень плоская и отделена от остальных зон большим зазором—более 2 эВ (рис. 4). Максимум валентной зоны расположен в окрестности Γ на большом отрезке направления Σ , причем $E_{\Gamma_1} = \Gamma_4^- - M_3^+$, $E_{\Gamma_2} = -\Gamma_4^- - \Gamma_3^+$. Расчетные зоны и плотности состояний InSe получились очень сходными с данными для GaSe, GaS, что возможно, обусловлено особенностями принятой методики расчетов. Правда, есть и различия в ширинах групп зон и относительных расщеплениях, вызванные в основном различиями в значениях атомных величин и принятыми величинами кристаллических полей. Спектр плотности валентных состояний InSe по сравнению с результатами для GaSe теряет некоторые детали тонкой структуры и смещен в область меньших энергий примерно на 1 эВ

Литература

1. Зигбан К., Нордлинг К., и др. Электронная спектроскопия. М., Мир, 1971.
2. Baldareschi A., Maschke K., Schluter M. Helv. Phys. Acta, 47, 1974, 434.
3. Canny J. V., Murray R. B. J. Phys. C: S. S. Phys., 10, 1977, 1211.
4. Williams R. H. et al. J. Phys. C: S. S. Phys., 10, 1977, 1223.
5. Robertson J. J. Phys. C: S. S. Phys., 12, 1979, 4777.
6. Depeursinge Y. et al. Sol. Stat. Comm., 27, 1978, 1449.
7. Depeursinge Y. Nuovo Cimento, B38, 1977, 158.
8. Doni E. et al. Nuovo Cimento, B51, 1979, 151.
9. Piancentini M. et al. Nuovo Cimento, B54, 1979, 269.
10. Antonangeli T. et al. Nuovo Cimento, B51, 1979, 181.
11. Scofield J. H. J. Electron. Spectr., 8, 1976, 129.

Научно-производственное объединение космических исследований природных ресурсов АН Азерб. ССР

Поступило 4. VIII 1983

А. Г. Абдуллаев, С. К. Ханжанов, Т. Г. Фуфаева, К. Н. Гасимова

РЕНТГЕН ФОТОЭЛЕКТРОН СПЕКТРОСКОПИК МЕТОД ИЛЭ ZnSe ЭЛЕКТРОН СТРУКТУРУНУН ТЭДГИГИ

Мәгәләдә ЕС-2401 электрон спектрометридә ZnSe монокристаллынын электрон структурунун өйрәниләмәсиндән бәһс едиләр. Дахили вә валент сәвијәләринин электрон спектрләри чыхардылмышдыр.

A. G. Abdullayev, S. K. Khanjanov, T. G. Fufayeva, G. N. Kasimova

STUDYING OF THE InSe ELECTRON STRUCTURE BY THE TECHNIQUE OF X-RAY PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY

The electron structure of monocrystalline InSe was studied by means of EC 2401 photoelectron spectrometer. As a result, the electron spectra of the valence and internal levels were obtained.

А. К. МАМЕДОВ, акад. АН Азерб. ССР Э. Ю. САЛАЕВ, Г. С. СЕИДЛИ

МАГНИТОКОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ В МОНОКРИСТАЛЛАХ $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($0,25 \leq x \leq 0,3$)

В последние годы изучению особенностей магнитоконцентрационного эффекта в полупроводниках, т. е. изменения полного числа носителей тока и их пространственного распределения в поперечном сечении кристалла, противоположные поверхности которого имели различные скорости поверхностной рекомбинации и который помещен в скрещенные электрическое E и магнитное H поля, посвящено большое количество работ [напр., 1–3].

Магнитоконцентрационный эффект (МКЭ) используется для определения не только некоторых параметров полупроводников, но и аспектов его практического применения [3].

До настоящего времени считается, что оптимальным условием наблюдения эффекта является "собственность материала" $n_0 = p_0$. Это справедливо лишь при близких друг к другу значениях подвижности электронов μ_n и дырок μ_p ; при большом же неравенстве указанные эффекты могут быть велики и в существенно несобственных полупроводниках. Как известно, во многих полупроводниковых материалах имеет место $b = \mu_n/\mu_p \gg 1$, что приводит к увеличению магнитоконцентрационного эффекта в широком диапазоне равновесных концентраций n_0 электронов и дырок p_0 , определяемых неравенством $b n_0 \gg p_0 \gg n_0$, причем максимальное значение эффекта имеет место в сильно несобственном случае, когда $p_0 \ll b n_0 \gg n_0$. Поэтому такое условие существенно ограничивает область температур и материалов для исследования.

В [4] впервые экспериментально доказано существование значительного магнитоконцентрационного эффекта в монокристаллических образцах $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ с несобственной проводимостью. В кристаллах $p = \text{Cd}_{0,25}\text{Hg}_{0,75}\text{Te}$ с асимметричной обработкой противоположных граней $s_+ \neq s_-$ (s_+ , s_- — скорости поверхностной рекомбинации на противоположных гранях) обнаружено более сильное по сравнению со случаем собственной проводимости магнитное управление током.

Настоящая статья посвящена экспериментальному исследованию магнитоконцентрационного эффекта в монокристаллах узкозонного материала $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($0,25 \leq x \leq 0,3$) n -и p -типа проводимости. Исследуемые образцы вырезались из крупных монокристаллов, выращенных методом медленного охлаждения при постоянном градиенте температуры вдоль слитка, и снабжались индиевыми оптическими контактами. Толщина исследуемых образцов (30–50 мкм) сравнима с диффузионной длиной носителей тока. Концентрация и подвижность свободных

носителей тока в n -типах образцах при 77 К составляли: $n_0 = 7 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$, $\mu_n = 1,4 \cdot 10^5 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, а в p -типах образцах $p_0 = 3 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$; $\mu_p = 2,5 \cdot 10^4 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$. Измерения проводились в диапазоне температур 80–300 К. Разная скорость поверхностной рекомбинации на противоположных гранях образцов обеспечивалась с помощью метода, описанного в [4]. Направление полей E и H выбиралось таким образом, чтобы обеспечить накопление носителей тока на одной из граней. Конфигурация образцов позволяет полностью исключить инжек-

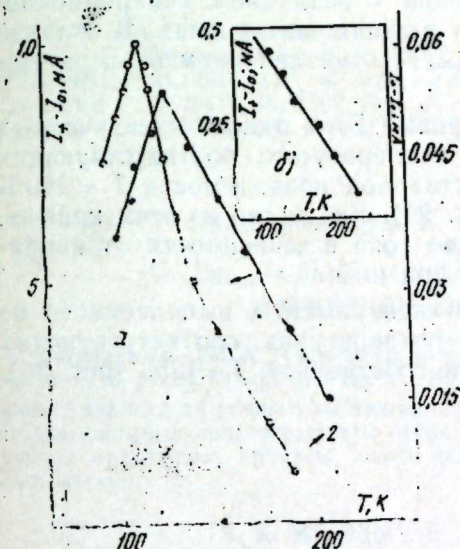


Рис. 1. Зависимость $I_+ - I_0$ от температуры:

а) $\text{Cd}_{0,25}\text{Hg}_{0,75}\text{Te}$: 1— n -; 2— p -тип проводимости при $H=6 \text{ кЭ}$; б) $n\text{-Cd}_{0,3}\text{Hg}_{0,7}\text{Te}$ при $H=6 \text{ кЭ}$

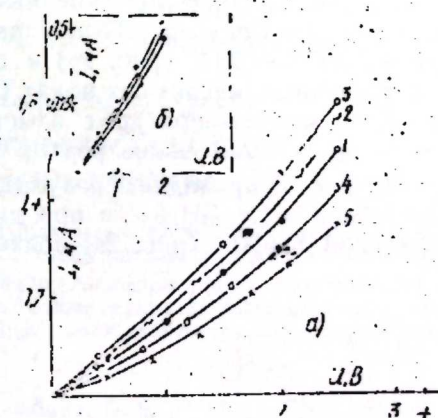


Рис. 2. ВАХ $p\text{-Cd}_{0,25}\text{Hg}_{0,75}\text{Te}$ при двух температурах:

а) $T=90 \text{ К}$: 1— $H=0$; 2—0,75; 3—1,5; 4—4,5; 5—6 кЭ; б) $T=110 \text{ К}$: 1— $H=0$; 2—1,5; 3—6 кЭ

цию носителей тока из контакта в условиях эксперимента. Во избежание нагрева образца электрическое поле прикладывалось к нему в виде прямоугольных импульсов длительностью 1–50 мкс от генератора с низкоомным выходом, обеспечивающего во всех случаях режим постоянного поля на образце, а магнитное поле изменялось фактически от 0 до 10 кЭ.

В результате экспериментальных исследований установлена сильная температурная зависимость влияния магнитного поля на ВАХ образцов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ n -и p -типа проводимости вышеуказанных составов.

На рис. 1 показаны температурные зависимости $I_+ - I_0$ для образцов $\text{Cd}_{0,25}\text{Hg}_{0,75}\text{Te}$ n - (кр. 1а) и p -типа (кр. 2а) проводимости, и также для образцов $n = \text{Cd}_{0,3}\text{Hg}_{0,7}\text{Te}$ (рис. 1б) (индекс "+" обозначает прямую ветвь ВАХ, магнитное поле отклоняет носители тока к поверхности с малой скоростью поверхностной рекомбинации). Резкий максимум в зависимости $I_+ - I_0 \sim I(T)$ (рис. 1а) можно объяснить исходя

из простой формулы [3], получаемой для полупроводника, грани которого имеют различную скорость поверхностной рекомбинации. Если пренебречь температурной зависимостью всех величин кроме концентрации носителей n_0 и p_0 , то максимум на рис. 1а определяется отношением подвижностей электронов и дырок $b = \mu_n/\mu_p$. Изменение температуры образца в любую сторону приводит к значительному ослаблению эффекта. В отличие от $n = \text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$, в материале p -типа проводимости абсолютное значение изменения тока под действием магнитного поля меньше, и максимум его находится в области более низких температур, что связано с различием генерационно-рекомбинационных процессов в n -и p -типах материалов. В отличие от вышеизложенного, для $n = \text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ с увеличением температуры $I_+ - I_0$ уменьшается (рис. 1в).

На рис. 2 показаны типичные кривые ВАХ одного из изучаемых образцов $p = \text{Cd}_{0.25}\text{Hg}_{0.75}\text{Te}$ при двух температурах, соответствующих примесной $T = 90\text{K}$ (рис. 2а) и собственной проводимости $T = 160\text{K}$ при различных магнитных полях (рис. 2б). Как видно из этих кривых, при высоких температурах изменение тока в зависимости от напряжения происходит более резко, чем при низких.

На рис. 3 приведены результаты эксперимента, выполненного на образцах $n = \text{Cd}_{0.25}\text{Hg}_{0.75}\text{Te}$ при двух температурах, соответствующих примесной $T = 90\text{K}$ (рис. 3а) области и собственной $T = 125\text{K}$ (рис. 3б).

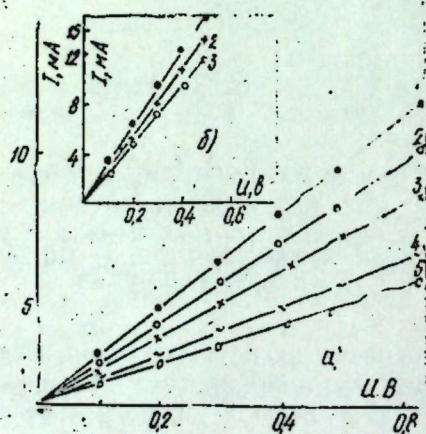


Рис. 3. ВАХ $n\text{-Cd}_{0.25}\text{Hg}_{0.75}\text{Te}$ при двух температурах:
а) $T = 90\text{K}$; $H = 0$; 2—1; 3—2 4—5 кЭ; б) $T = 125\text{K}$; $H = 0$; 2—2; 3—6 кЭ

Как видно, под действием магнитного поля в первом случае (рис. 3а) значение изменения тока, проходящего через образец, больше, чем при температуре, соответствующей собственной проводимости. Исходя из приведенных экспериментальных кривых рис. 2 и 3 можно заключить, что магнитное управление током в примесной области больше, чем в собственной.

Эксперименты, проведенные на образцах $p = \text{Cd}_{0.3}\text{Hg}_{0.7}\text{Te}$, не дали положительных результатов, связанных с наличием в них МКЭ. Это видимо, обусловлено уменьшением подвижности носителей тока и увеличением процента концентрации CdTe в этих соединениях.

Таким образом, приведенные экспериментальные результаты, а также теоретические работы [5] свидетельствуют о возможности наб-

людения МКЭ в полупроводниках с несобственной проводимостью. При этом реализуются такие условия эксперимента, что в некоторых случаях эффект оказывается гораздо заметнее, чем в материале с собственной проводимостью. С другой стороны, представляется интересная возможность применять МКЭ для определения параметров новых полупроводниковых материалов в широком диапазоне температур.

Литература

1. Welker H. Zs. Naturforsch., 6A, 1951, 184.
2. Рашба Э. И., Гринков З. С., Кравченко В. Я. УФН, 119, 1976.
3. З. Бойко И. И., Романов В. А. ФТП, 11, 1977, 817.
4. Абдинов А. Ш., Агаев Р. Р., Салаев Э. Ю., Сеидли Г. С. ФТП, 16, 1982, 5.
5. Молютенко В. К., Гуга К. Ю., Молозовский Ю. М. ФТП, 115, вып. 2, 1981, 250.

Поступило 17. II 1983

А. К. Маммадов, Е. Ю. Салаев, Г. С. Сеидли

$\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($0.25 < x < 0.3$) МОНОКРИСТАЛЛАРЫНДА МАГНИТКОНСЕНТРАСИЈА ЭФФЕКТИ

Мәгәләдә 80—250°K температур интервалында ассиметрик ашыланмыш сәтләрдә малик n вә p -тип кечирчиләкли $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ монокристалларында ВАХ-ын енинә магнит сәһәсиндән асылылыгы тәдгиг олунушдур. Алынмыш тәҷрүби нәтичәләр јүкдашыјчыларынын концентрасијасы бөјүк олан сәтлдә гејри-әсас јүкдашыјчыларынын јашама мүддәтинин артмасы шәрти дахилиндә магнитконцентрасија ефекти илә изаһ олунур.

A. K. Mamedov, E. Yu. Salaev, G. S. Seidly

MAGNETOCONCENTRATION EFFECT IN MONOCRYSTALS $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$

It is investigated in temperature range of 80—250 K that current-voltage characteristic of monocrystals and conductance of p - n type of $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ depend on transverse magnetic fields in asymmetric surface treatment. One can see that discovering of nonlinear current-voltage characteristic is connected with magnetococoncentration effect in increasing lifetime of minority current carrier near the enreaching carriers of surface.

Н. А. ДЖАМАЛОВ, Б. Ш. БАРХАЛОВ, Я. С. ФЕЙЗНЕВ, Д. Ш. АБДИНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА МОНОКРИСТАЛЛОВ ТВЕРДОГО РАСТВОРА С НЕКОТОРЫМИ КОНТАКТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

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

С целью получения информации о возможных механизмах и связи адгезионных и электрических явлений на границе раздела монокристаллов твердого раствора $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{—Bi}_2\text{Se}_3$ о некоторых контактных материалах в настоящей статье приведены результаты исследования влияния малых добавок олова, свинца и кадмия к контактному материалу на коэффициент поверхностного натяжения σ , равновесный угол смачивания θ , работу адгезии A_a при смачивании кристаллов этим составом и величину переходного контактного электрического сопротивления r_k .

Образцы для исследований вырезались из монокристаллических слитков твердого раствора $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{—Bi}_2\text{Se}_3$. В качестве контактного материала использовался состав (масс. %) 99 Bi+1 Sn. При определении σ , θ и r_k использовались методы, описанные в [1–3]. Работа адгезии A_a вычислялась из соотношения $A_a = \sigma(1 + \cos \theta)$, а молярная адгезия — из [4]:

$$A_m = A_a \left(\frac{M}{\rho} \right)^{2/3} \cdot N^{1/3},$$

где M и ρ — соответственно молекулярный вес и плотность материала подложки (термоэлектрического материала), N — число Авогадро.

На рис. 1 приведены зависимости θ (кр. 1), A_a (кр. 2) и r_k (кр. 3) от концентрации добавки олова в контактный материал. Из рисунка видно, что зависимости θ , A_a и r_k от содержания Sn носят немонотонный характер. С ростом количества олова θ сначала растет, достигая максимума при ~5% Sn, затем уменьшается, проходит через минимум при 7% Sn и в дальнейшем слабо растет. Работа адгезии также меняется немонотонно. При этом между изменениями θ , A_a и r_k наблюдается удовлетворительная корреляция. В области 3% Sn максимальному значению A_a и точке перегиба на кривой зависимости θ от содержания Sn соответствует максимальное значение переходного контактного сопротивления.

Аналогичный характер носит изменение θ и A_a в зависимости от добавки свинца в контактный материал (рис. 2): при очень малых добавках (0,3–0,5%) Pb минимуму θ соответствуют максимальные значения A_a и переходного контактного сопротивления.

Несколько отличающаяся зависимость θ , A_a и r_k от концентрации

наблюдается в случае добавки Cd (рис. 3). Медленный рост θ в области ~0,5% Cd переходит в более быстрый, причем в этой области наблюдается максимум работы адгезии A_a . Контактное сопротивление r_k монотонно растет во всей области исследованных концентраций добавки Cd, причем точкам перегиба на кривых θ и A_a при добавке 1–1,5% Cd соответствует ослабление роста переходного контактного сопротивления r_k .

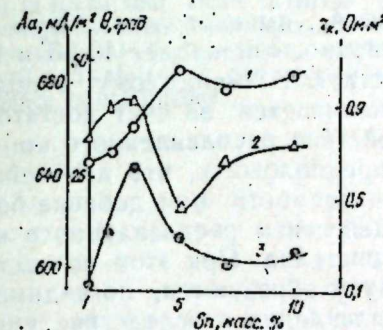


Рис. 1. Зависимость угла смачивания (1), работы адгезии (2) и удельного контактного сопротивления (3) от концентрации добавки олова в контактный материал

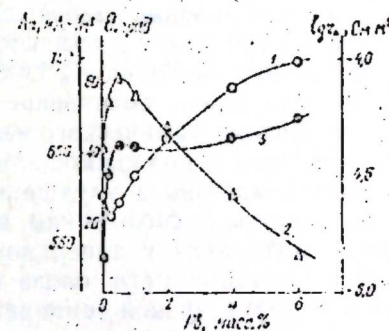


Рис. 2. Зависимость угла смачивания (1), работы адгезии (2) и удельного контактного сопротивления (3) от концентрации добавки свинца в контактный материал

Поверхностное натяжение σ расплавов рассматриваемых контактных материалов с добавками Pb, Cd и Sn имеет довольно большие значения (300–400 мДж/м²). Очевидно, поэтому адгезионное взаимодействие этих расплавов с поверхностью кристаллов $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{—Bi}_2\text{Se}_3$ и электрические контактные явления будут определяться в значительной мере адсорбционным понижением прочности в результате снижения свободной энергии на поверхности раздела, растворением материала подложки в расплаве, диффузией в объеме твердого тела и химическим взаимодействием контактирующих пар [5–6].

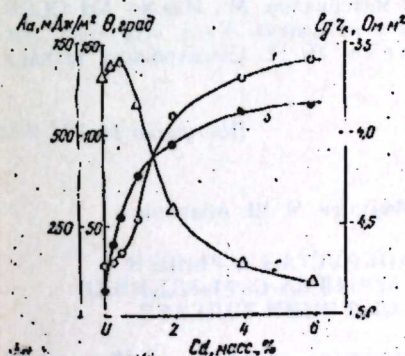


Рис. 3. Зависимость угла смачивания (1), работы адгезии (2) и удельного контактного сопротивления (3) от концентрации добавки кадмия в контактный материал

Для контактного материала с добавкой свинца и кадмия (рис. 2,3) значения молярной адгезии A_m при 0,5% Pb и 0,5% Cd — больше 10 ккал/моль и составляют соответственно 10,96 и 10,50 ккал/моль. Эти значения наряду с наблюдаемым в нашем опыте ростом с темпера-

турой адгезионных характеристик A_s и A_m позволяют предположить, что смачивание и растекание в рассматриваемых случаях обеспечиваются преимущественно химическим взаимодействием между расплавом контактного материала и подложкой [7]. При этом образуются хрупкие, особенно в случае добавки Cd, интерметаллические соединения, которые уменьшают механическую прочность переходного контакта, ухудшают смачиваемость поверхности, а также приводят к росту переходного сопротивления.

В случае добавки олова величина A_m , имеющая максимум при 3 % и минимум при 7 % Sn соответственно, составляет 10,08 и 9,39 ккал/моль. Эти значения A_m свидетельствуют, по-видимому, в пользу того, что хорошее смачивание обеспечивается за счет достаточно сильного физико-химического взаимодействия расплавленного контактного материала с подложкой. Можно предположить, что дальнейший рост работы адгезии и улучшение смачиваемости при добавке более 3 % Sn связаны с физическим взаимодействием расплавленного контактного материала с поверхностью кристалла. При этом вследствие хорошей растворимости олова в висмуте образуются, по-видимому, составы с более низкой температурой плавления и вследствие уменьшения межповерхностного натяжения обеспечиваются рост адгезии и улучшение смачиваемости. Это приводит к улучшению сцепления контактного материала с поверхностью кристалла и к уменьшению переходного контактного сопротивления.

Необходимо также отметить, что во всех вышеуказанных случаях определенную роль, возможно, играют и процессы диффузии Pb, Cd и Sn в твердый раствор $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{—Bi}_2\text{Se}_3$.

Литература

1. Джамалов Н. А., Бархалов Б. Ш., Салаев Э. Ю., Абдинов Д. Ш. «Изв. АН СССР. Неорганич. мат.-лы», 19, 1983, № 2, 329.
2. Беляев А. И., Жемчужина Е. А. Поверхностные явления в металлургических процессах. М., Металлургиздат, 1952.
3. Пугачевич П. П., Тимофеевичева О. А. «ДАН СССР», 79 1951, № 5, 831.
4. Еременко В. Н., Найдич Ю. В. Смачивание жидкими металлами твердых поверхностей. Киев, 1958, 60.
5. Лихтман В. И., Щукин Е. Д., Ребиндер П. А. Физико-химическая механика материалов. М., Изд-во АН СССР, 1962, 303.
6. Найдич Ю. В. Контактные явления в расплавах. Киев, «Наукова думка», 1972, 196.
7. Казакевич З. А., Воропаева Л. П. «Электронная техника. Мат.-лы», 1982, № 3, 49.

Поступило 11. VII 1983

Н. Э. Джамалов, Б. Ш. Бархалов, Э. С. Феизиев, Ч. Ш. Абдинов

$\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{—Bi}_2\text{Se}_3$ БӨРК МӨНЛҮЛҮ МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН
БЭЗІ КОНТАКТ МАТЕРИАЛЛАРЫ ИЛЭ АЖЫЛМА СЭРХЭДДИНДЭ
АДКЕЗИЈА ВЭ ЕЛЕКТРИК ҺАДИСЭЛЭРИНИН ТЭДГИГИ

Мүөјјөн олунмушдур ки, контакт материалларына аз мигдарда (10%-э гэдэр) элаво олунан галај, гургушун вэ кадмунм $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{—Bi}_2\text{Se}_3$ бөрк мөһлүлү монокристалларынын контакт материаллары илэ ажилма сэрхэддиндэ адкезија вэ електрик һадисэлэриннэ эһәмијјәтли дәрәчәдә тәсир едир. Ишдә адкезија вэ електрик характеристикалары—ислатма бучагы, адкезија иши вэ кечид контакт мугавимәти арасында коррелјасијанын мөвчуд олмасы ашкар едилмишдир.

N. A. Djamalov, B. Sh. Barkhalov, Ya. S. Feiziev, D. Sh. Abdinov

THE INVESTIGATION OF ADHESIONAL AND ELECTRICAL PHENOMENA IN THE INTERFACE OF $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{—Bi}_2\text{Se}_3$ SOLID SOLUTION SINGLE CRYSTALS WITH SOME CONTACT MATERIALS

It is found that small additives (to 10%) of tin, lead and cadmium elements to the contact material essentially influence on adhesional and electrical properties of contact material— $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{—Bi}_2\text{Se}_3$ single crystal interface. The correlation between adhesional and electrical characteristics—wetting angle, adhesive work and junction resistance is established.

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

А. В. ГОРШКОВ, Ф. А. ЗАНТОВ, Ф. К. ИСАЕВ, Г. М. ШАЛЯПИНА,
С. Б. ШАНГИН, И. С. АСАТУРОВА

МЕХАНИЗМЫ МИГРАЦИИ И ВНЕДРЕНИЯ ОЛОВА В $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. М. Джусварлы)

Настоящая статья посвящена определению механизмов миграции и внедрения олова в полупроводниковом твердом растворе $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$. С этой целью методом радиоактивных индикаторов изучены зависимости коэффициента диффузии D_{Sn} и поверхностной концентрации олова N_{Sn} от давления пара ртути и температуры в нелегированных и легированных индием ($C_{\text{In}} = 5 \cdot 10^{-23} \text{ м}^{-3}$) монокристаллических образцах $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$. Образцы подвергались длительному преддиффузионному отжигу при точно таких же значениях температуры и давления пара ртути, что и в последующем диффузионном отжиге, продолжительность которого изменялась от 40 до 100 ч. Диффузионным источником являлся слой радиоактивного изотопа олова ^{113}Sn , напыленный на поверхность образцов. В эксперименте регистрировалось гамма-излучение данного изотопа с энергией 0,39 МэВ. Концентрационный профиль распределения олова определялся методом последовательного снятия слоев, в процессе которого измерялась радиоактивность удаляемого слоя. Отсутствие временной зависимости поверхностной концентрации свидетельствовало о диффузии из постоянного источника [1]. Расчет коэффициента диффузии осуществлялся методом наложения стандартной кривой [2], концентрация примеси — эталонным методом.

Концентрационный профиль распределения олова во всех случаях хорошо описывается стандартной erfc -функцией. Значения коэффициентов диффузии и поверхностной концентрации в нелегированных и легированных индием образцах практически совпадают, что указывает на нейтральное состояние атомов олова, ответственных за растворимость и диффузионный перенос. Температурная зависимость коэффициента олова, измеренная при максимальном давлении пара ртути в интервале 250–500°C, описывается следующим уравнением:

$$D_{\text{Sn}} = 1,0 \cdot 10^{-3} \exp \left(-\frac{1,0}{kT} \right) \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}. \quad (1)$$

Поверхностная концентрация олова, измеренная при тех же условиях, с ростом температуры уменьшается. Температурная зависимость величины N_{Sn} описывается уравнением

$$N_{\text{Sn}} = 1,5 \cdot 10^{23} \exp \left(\frac{0,2}{kT} \right) \text{ м}^{-3}. \quad (2)$$

Зависимости коэффициентов диффузии и поверхностной концентрации олова от давления пара ртути при 300°C показаны на рис. 1, 2 соответственно.

Значение D_{Sn} при $p_{\text{Hg}} > 2,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$ от давления пара ртути не зависит, при более низких значениях p_{Hg} $D_{\text{Sn}} \sim p_{\text{Hg}}^{-1}$. Величина поверхностной концентрации олова при низких значениях давления пара ртути от этого параметра не зависит, а при высоких $N_{\text{Sn}} \sim p_{\text{Hg}}$ ($\gamma \approx -1$).

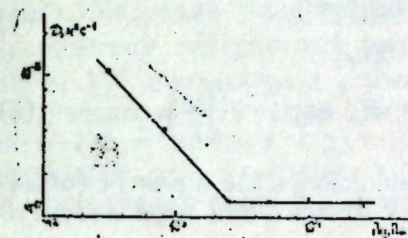


Рис. 1. Зависимость коэффициента диффузии олова в $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ от давления пара ртути при $T = 300^\circ\text{C}$

Для определения механизма миграции олова необходимо сравнить полученную в эксперименте зависимость $D_{\text{Sn}}(p_{\text{Hg}})$ (рис. 1) с соответствующими зависимостями концентрации точечных дефектов. Идентичность значений D_{Sn} в нелегированном и легированном материале указывает на нейтральное состояние не только атомов, но и дефектов, участвующих в диффузионном переносе. Нетрудно показать

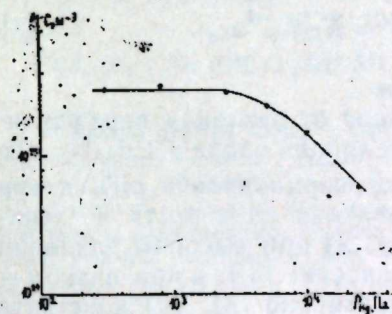
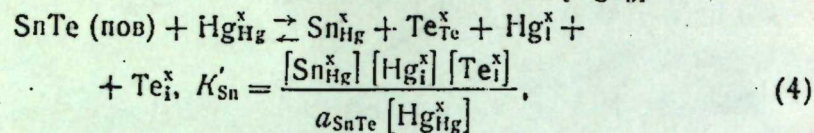
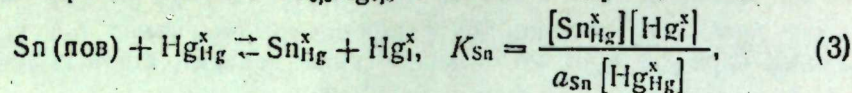


Рис. 2. Зависимость поверхностной концентрации олова в $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ от давления пара ртути при $T = 300^\circ\text{C}$

[3], что концентрация нейтральных вакансионных пар $(V_{\text{Hg}}V_{\text{Te}})^{\times}$ не зависит от давления пара ртути, а концентрация нейтральных вакансий ртути V_{Hg} пропорциональна p_{Hg} ($\gamma = -1$). Таким образом, можно ожидать, что олово в $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ мигрирует по вакансионному механизму посредством нейтральных вакансий ртути и вакансионных пар $(V_{\text{Hg}}V_{\text{Te}})^{\times}$ при низком и высоком давлении пара ртути соответственно. Миграция олова посредством вакансионных пар происходит следующим образом: при нахождении атома олова и вакансионной пары $(V_{\text{Hg}}V_{\text{Te}})^{\times}$ в соседних позициях кристаллической решетки атом олова, заменяя вакансию ртути $(V_{\text{Hg}}V_{\text{Te}})^{\times}$, совершает элементарный акт диффузии. Образовавшаяся на его месте вакансия ртути, взаимодействуя с вакансией теллура, образует новую вакансионную пару $(V_{\text{Hg}}V_{\text{Te}})^{\times}$.

Для определения механизма растворения олова необходимо рассмотреть квазихимические реакции внедрения олова в кристаллическую решетку $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$. Эти реакции должны учитывать возможность существования на поверхности материала как металлической фазы

олова, так и соединения олова и теллура—SnTe. Квазихимические реакции внедрения олова в $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ имеют следующий вид:



$$K_{\text{Sn}} = K_0 \exp\left(-\frac{H_{\text{Sn}}}{RT}\right), \quad K'_{\text{Sn}} = K_0 \exp\left(-\frac{H'_{\text{Sn}}}{RT}\right), \quad (5)$$

где a_{Sn} , a_{SnTe} —активность олова в металлической фазе и в SnTe (обычно считается, что эта величина не зависит от давления пара летучего компонента и температуры [3]), H_{Sn} , H'_{Sn} —энтальпии реакций внедрения олова в $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$, $\text{Hg}_i^x = K_F K_R^{-1} P_{\text{Hg}}$ [3] (K_F , K_R —константы квазихимических реакций). Используя уравнения (3), (4), можно получить зависимости растворимости олова от давления пара ртути:

$$N_{\text{Sn}} \approx [\text{Sn}_{\text{Hg}}^x] = \frac{K_{\text{Sn}} a_{\text{Sn}} [\text{Hg}_{\text{Hg}}^x]}{[\text{Sn}_{\text{Hg}}^x][\text{Hg}_i^x]} = \frac{K_{\text{Sn}} a_{\text{Sn}}}{[\text{Hg}_i^x]} = K_{\text{Sn}} a_{\text{Sn}} K_R K_F^{-1} P_{\text{Hg}}^{-1}, \quad (6)$$

$$N'_{\text{Sn}} \approx [\text{Sn}_{\text{Hg}}^x] = \frac{K'_{\text{Sn}} a_{\text{SnTe}} [\text{Hg}_{\text{Hg}}^x]}{[\text{Hg}_i^x][\text{Te}_i^x]} = K'_{\text{Sn}} K_S^{-1} a_{\text{SnTe}}, \quad (7)$$

где $K_S = [\text{Hg}_i^x][\text{Te}_i^x]$ —константа, не зависящая от давления пара ртути. Из уравнений (6), (7) следует, что при внедрении олова в $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ из металлической фазы величина N_{Sn} пропорциональна P_{Hg}^{-1} , а при внедрении из теллурида олова N'_{Sn} от давления пара ртути не зависит. Таким образом, в данном случае (рис. 2) при высоком давлении пара ртути действует первый механизм (уравнение (3)), а при низком—второй (уравнение (4)). На основании уравнений (3), (6) константа квазихимической реакции внедрения олова из металлической фазы может быть представлена следующим образом:

$$K_{\text{Sn}} = [\text{Sn}_{\text{Hg}}^x] K_F K_R^{-1} P_{\text{Hg}} \quad (8)$$

Из уравнения (8) следует, что энтальпия данной реакции описывается уравнением

$$H_{\text{Sn}} = E_{\text{Sn}} + E_F - E_R + E_{\text{Hg}},$$

где E_{Sn} —энергия активации, определенная из температурной зависимости поверхностной концентрации олова ($E_{\text{Sn}} = -0,2$ эВ—уравнение (2)), E_F —энергия образования фрежелевской пары, E_R —энергия образования вакансии ртути ($E_F - E_R \approx -0,1$ эВ [4]), E_{Hg} —энергия активации, определенная из температурной зависимости давления пара ртути ($E_{\text{Hg}} \approx 0,6$ эВ [5]).

Подставляя в уравнение (9) значения E_{Sn} , $E_F - E_R$, E_{Hg} , получаем величину энтальпии квазихимической реакции внедрения олова в $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ из металлической фазы, равную $\sim 0,3$ эВ.

Выводы

На основании исследования зависимости коэффициента диффузии и поверхностной концентрации олова от давления пара ртути и температуры в нелегированных и легированных индием монокристаллических образцах $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ установлено, что ответственными за диффузионный перенос и растворимость являются нейтральные атомы олова. Миграция олова осуществляется по вакансионному механизму посредством нейтральных вакансионных пар $(V_{\text{Hg}}V_{\text{Te}})^x$ и вакансий ртути V_{Hg} при высоком и низком давлении пара ртути соответственно. Растворимость олова при низких значениях P_{Hg} определяется условием существования фаз в системе $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}-\text{SnTe}$, при высоких значениях P_{Hg} —в системе $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}-\text{Sn}$. Величина энтальпии реакции внедрения олова в $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ равна $\sim 0,3$ эВ.

Литература

1. Болтакс Б. И. Диффузия в полупроводниках. М., Физматгиз, 1961.
2. Косенко В. Е. Изв. АН СССР, серия физ., XX, 1956, № 12, 1526.
3. Крегер Ф. Химия несовершенных кристаллов. М., Мир, 1969.
4. Родо Ю. В кн.: Полупроводники с узкой запрещенной зоной и их применение. М., Мир, 1969.
5. Brebick R. F., Strauss A. J. J. Phys. Chem. Sol., 26, 1965, № 5, 989.

АМИ им. Н. Нариманова

Поступило 7. VII 1983

А. В. Горшков, Ф. А. Зантов, Ф. К. Исаев, Г. М. Шалаяпина
С. Б. Шанкин, И. С. Асатулова

$\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ СИСТЕМИНДЭ ГАЛАЖЫН МИГРАСИЈА ВЭ ДАХИЛОЛМА МЕХАНИЗМЛЭРИ

Мәгәләлә индий ашгары вүрүлмүш вә индиймсуз монокристаллик $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ нүмунәләриндә галажын диффузијасы радиоактив индикаторлар үсүлү илә тәдқиғ едилмишдир. 250—500°C температур интервалында диффузија эмсалынын вә галажын сәтһәки концентрасијасынын температурдан вә чивә бухарынын тәзјигиндәи асылылыгы алынмишдыр. Мүәјјән едилмишдир ки, галажын һәллолма габилитјәти вә диффузија илә даһинмасы олуи нейтрал атомлары илә тәјин олуиур. $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ -да галажын јердәјишмәси ујғун олараг чивә бухарынын јүксәк вә алчаг тәзјигиндә нейтрал вакансија чүтү $(V_{\text{Hg}}V_{\text{Te}})^x$ вә чивә вакансијалары вәситәсилә вакансија механизми үзрә баш верир.

Галажын һәллолма габилитјәти чивә бухарынын алчаг тәзјигиндә $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}-\text{SnTe}$ системиндә, јүксәк тәзјигиндә илә $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}-\text{Sn}$ системиндә фазанын олмасы илә тәјин олуиур.

A. V. Gorshkov, F. A. Zaitov, F. K. Isayev, G. M. Shalyapina,
S. B. Shangin, I. S. Asaturova

THE MIGRATION AND INTRUSION MECHANISMS OF TIN INTO $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$

The diffusion of tin in the undoped and the indium doped monocrystalline samples of $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ is investigated by the radioactive indicator method. Dependences of the tin diffusion coefficient and surface concentration upon the temperature and mercury vapour pressure are obtained in the temperature range of 250—500°C. It is established that a solubility and a diffusive transport dependent on the neutral tin atoms.

Tin migrates in $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ with a vacancy mechanism by the use of the neutral vacancy $(V_{\text{Hg}}V_{\text{Te}})^x$ pairs at high mercury vapour pressure and of the mercury vacancies at low pressure. The tin solubility at low pressure is determined by existence conditions of phases in $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}-\text{SnTe}$ system and at high pressure by those in $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}-\text{Sn}$ system.

Н. Ф. МУСАЕВА, А. А. ГАСАНОВА, М. С. САЛАХОВ

КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ ДИЕНОВОЙ КОНДЕНСАЦИИ ГЕКСАХЛОРИЦИКЛОПЕНТАДИЕНА С ЦИКЛИЧЕСКИМИ ДИЕНОФИЛАМИ

XLVIII. Влияние растворителей на параметры комплексообразования N-алкенилиминов фталевой кислоты с гексахлорциклопентадиеном

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

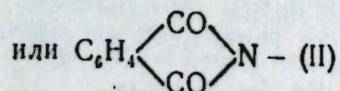
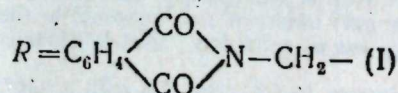
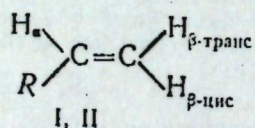
В [1,2] нами приведены величины параметров комплексообразования (κ_m , Δ_m) и термодинамических характеристик (ΔH , ΔS , ΔG) образования комплексов с переносом заряда (КПЗ) N-аллил-(I) и N-винил-(II) иминов фталевой кислоты с гексахлорциклопентадиеном (ГХЦПД) в растворе циклогексана. Показано, что имины (I) и (II) образуют слабые π - π -комплексы с ГХЦПД и что между стабильностью комплексов и диенофильной активностью исследованных иминов имеется прямо пропорциональная зависимость.

В настоящей статье исследуется сравнительное влияние природы растворителя на комплексообразование в указанных диен-диенофильных системах.

Следует отметить, что влияние растворителей на комплексообразование в реакциях Дильса — Альдера исследовано в [3—5], где показана симбатность между способностью аддендов к комплексообразованию и их активностью в диеновом синтезе (в качестве π -донора выступают диен, а в качестве π -акцептора — диенофил). Подобное исследование в реакциях диенового синтеза, когда диен является электроноакцептором, а диенофил — электронодонором, не проводилось.

В соответствии с [6] нами в качестве инертного растворителя выбран циклогексан, так как известно [7], что специфическое взаимодействие компонентов реакций с этим растворителем намного меньше, чем у других растворителей. Донорным растворителем взят ацетон (донорное число по Льюису равно 17), а акцепторным — нитробензол (донорное число — 4,4 [8, 9]).

Влияние растворителя оценивали по химсдвигам β -транс-этиленовых протонов N-алкенилиминов (I) и (II) в ПМР-спектрах, измеренных в соответствующих растворителях:



Обнаружено, что химсдвиги β -транс-протонов в циклогексане происходят в область слабых полей, а в ацетоне и нитробензоле — в область сильных полей при введении ГХЦПД.

Параметры комплексообразования определены по видоизмененному уравнению Бенеша — Гильдебранда [10]:

$$\frac{1}{\Delta} = \frac{1}{K_0 \cdot \Delta_0} \cdot \frac{1}{[A_0]} + \frac{1}{\Delta_0} \quad (1)$$

где $[A_0]$ — концентрация акцептора, моль/л, Δ — наблюдаемый сдвиг донора, Гц, Δ_0 — химсдвиг недиссоциирующего комплекса, Гц, K_0 — константа комплексообразования, л/моль.

Зависимость $(1/[A_0])$ для изученных систем в выбранных растворителях выражается прямой линией, что указывает на эквимоларный (1:1) состав образуемых комплексов.

Концентрация донора и акцептора ($[A_0] \gg [D_0]$), величины параметров комплексообразования представлены в таблице.

Параметры комплексообразования (K_0 , Δ_0) N-аллил-(I) и N-винил-(II)-иминов фталевой кислоты с гексахлорциклопентадиеном в различных растворителях при 25°C

Комплекс	Растворитель	$[D_0]$	$[A_0]$	K_0 , л/моль	Δ_0 , Гц	r	s	n
		моль/л						
ГХЦПД+I	Ацетон	0,1	2—6	0,023	—227	0,9930	0,006	3
	Циклогексан	0,2	4—12	0,006	+252	1	0	3
	Нитробензол	0,1	2—6	—0,045	+56	0,9997	0,002	3
ГХЦПД+II	Ацетон	0,050	1—4	0,029	—882	0,9974	0,002	4
	Циклогексан	0,075	1,5—6	0,017	+793	0,9965	0,001	4
	Нитробензол	0,075	1,5—6	—0,034	+202	0,9986	0,002	4

Как видно, K_0 и Δ_0 подвергаются существенному изменению в результате замены растворителя. Так, в сильном акцепторном растворителе — нитробензоле K_0 более низкая, вероятно, потому, что доноры (I) и (II) частично образуют также комплексы с нитробензолом, которые конкурируют с их комплексами с ГХЦПД. С другой стороны, в растворе ацетона и циклогексана, которые не комплексоуются с донорами, K_0 относительно высока.

При рассмотрении данных таблицы нетрудно заметить, что величины Δ_0 также зависят от природы заместителей. Так, Δ_0 для комплексов N-аллил-(I) и N-винил-(II) иминов в циклогексане составляет +252 и +793 Гц соответственно. В растворе ацетона Δ_0 сдвигается в область слабых (—227 и —882 Гц), а в растворе нитробензола — в сторону сильных полей (+56 и +202 Гц соответственно), что, естественно, связано с электронной природой растворителя.

Таким образом, полученные результаты позволяют заключить, что константы комплексообразования между ГХЦПД и N-аллилимидами (I) и (II) должны быть определены в инертных растворителях.

Следует отметить, что относительная комплексообразующая способность N-алкенилиминов (I) и (II) с ГХЦПД не зависит от растворителя, комплексообразование в обеих системах уменьшается в ряду: ацетон > циклогексан > нитробензол.

Об этом свидетельствует также корреляция величин констант комплексообразования N-аллил($K_{\alpha(1)}$) и N-винил-($\alpha(1)$)имидов фталевой кислоты с ГХЦПД:

$$K_{\alpha(1)} = 1.0568 K_{\alpha(1)} - 0.0096, \quad (2)$$

$$r 0.991, s 0.007.$$

Из тангенса угла наклона корреляционной прямой, выраженной уравнением (2), равной примерно 1, следует, что образование комплексов в исследованных системах приблизительно одинаково, несмотря на различия в абсолютных значениях, соответствующих результатам наших предыдущих работ [1, 2] о большей стабильности комплексов в случае имиды (II).

Литература

1. Мусаева Н. Ф., Салахов М. С., Гасанова А. А., Салахова Р. С., Саламова М. Я., Байрамов А. А. В сб.: "Реакционная способность органических соединений", 18, 1981, 85.
2. Мусаева Н. Ф., Салахов М. С., Гасанова А. А., Салахова Р. С., Саламова М. Я., Байрамов А. А. В сб.: "Реакционная способность органических соединений", 18, 1981, 74.
3. Brown P., Cookson, R. C. Tetrahedron, 21, 1965, 1977.
4. Thompson C. C., Holder D. D. J. Chem. Soc. Perkin Trans., II, 1972, 257.
5. Киселев В. Д., Коновалов А. И. ЖОрХ, 10, 1974, 9.
6. Johnston M. D. Jr., Gasparro J. D., Kuntz J. D. Jr. J. Amer. Chem. Soc., 91, 1969, 5715.
7. Thompson C. C., De Maine P. A. D. J. Phys. Chem., 69, 1965, 2766.
8. Гордон Дж. Органическая химия растворов электролитов. М., Мир, 1979, 221.
9. Гутман В. Химия координационных соединений в неводных растворах. М., Мир, 1971.
10. Benesi H. A., Hildebrand J. H. J. Amer. Chem. Soc., 71, 1949, 2703.

Институт хлорорганического синтеза АН Азерб. ССР

Поступило 24. III 1981

Н. Ф. Мусаева, А. Э. Гасанова, М. Я. Саламова, М. С. Салахов

HEXACHLOROCYCLOPENTADIENININ HƏLGƏVI DIJENOFILƏRLƏ DIJEN KONDENSƏŞMƏSİ REAKSIJASININ KINETIKA VƏ MEKANIİZMI

XLVIII. Фтал туршусунун N-алкенилимиidləринин гексахлорциклопентадиенлə комплекс əмələкəтирмə параметрлəринə һəлледичилəрин тəсирин

Мəгалəдə пүвə магнит резонансы спектрал методу вəснəснə мұхтəлиф һəлледичилəрин фтал туршусунун N-алкенилимиidləрини илə гексахлорциклопентадиенин комплекс əмələкəтирмə тəсирин өйрəнилмиш пə кəстəрилмишдир, һəмин реактентлəрин инсби комплекс əмələкəтирмə габиллјјəти һəлледичилəрин тəбиəтиндэн асылы олараг кəскип сурəтдə дəјишир.

N. F. Musaeva, A. A. Gasanova, M. Ya. Salamova, M. S. Salakhov

KINETICS AND MECHANISM OF DIENE CONDENSATION OF HEXACHLOROCYCLOPENTADIENE WITH CYCLIC DIENOPHILES

XLVIII. The Effect of Solvents on Complexing Parameters of N-Alkenylimides of Phthalic Acid with Hexachlorocyclopentadiene

The PMR-spectroscopy was used for the study of effect of solvents having different electronic natures on the complexing parameters of N-alkenylimides of phthalic acid with hexachlorocyclopentadiene. It is shown that the relative complexing ability of reagents depends essentially on the nature of substituents.

Член-корр. АН Азерб. ССР М. И. РУСТАМОВ, С. М. ИБРАГИМОВА, А. Т. ХУДНЕР, Г. Т. ФАРХАДОВА

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ ГЕЛЯ НА СВОЙСТВА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ЕГО ОСНОВЕ

Ранее нами были проведены исследования по использованию гелей, образующихся при реагентной очистке вод различного происхождения, в качестве матриц цеолитсодержащих катализаторов конверсии углеводородного сырья [1].

Задачей настоящего исследования явилось изучение свойств цеолитсодержащих катализаторов, синтезированных на основе гелей, которые получены воздействием различных количеств реагента на пластовые воды НГДУ им. Серебровского.

Таблица 1

Пористо-структурная характеристика цеолитсодержащих катализаторов

Катализаторы	Поверхность, S, м ² /г	Средний радиус пор, r, Å	Объем пор, V, см ³ /г
Образец с остаточной жесткостью воды 0 мгэquiv	108	100	0,78
Образец с остаточной жесткостью воды 3 мгэquiv	90	85	0,80
Образец с остаточной жесткостью воды 8 мгэquiv	75	70	0,95
Образец с остаточной жесткостью воды 16 мгэquiv	52	70	0,95

Процесс умягчения вод реагентом осуществлялся путем контактирования заданного количества реагента с водой и последующим отстоем очищенной воды от геля. В зависимости от взятого количества реагента были получены образцы гелей при остаточной жесткости обработанной воды 0, 3, 8, 16 мгэquiv/л. На основе указанных гелей были синтезированы цеолитсодержащие катализаторы с содержанием цеолита 20 вес. % в расчете на сухое вещество гели.

Полученные цеолитсодержащие катализаторы после термической и химической обработки подвергались гидротермальной обработке 100%-ным водяным паром при 750°C в течение 6 ч.

Пористо-структурная характеристика, определенная по методу БЭТ на высоковакуумной адсорбционной установке по адсорбции бензола, представлена в табл. 1, а кислотность образцов катализаторов, опреде-

ленная термодесорбцией аммиака на высоковакуумной адсорбционной установке, в табл. 2.

Синтезированные цеолитсодержащие катализаторы были испытаны в модельной реакции крекинга *n*-ундекана. Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке проточного типа с рабо-

Таблица 2

Кислотность цеолитсодержащих катализаторов

Т-ра, °C	Число кислотных центров, $n \cdot 10^{-23}$			
	Образец с остаточной жесткостью 0 мг-экв/л	Образец с остаточной жесткостью 3 мг-экв/л	Образец с остаточной жесткостью 8 мг-экв/л	Образец с остаточной жесткостью 16 мг-экв/л
20°C	1,07	0,91	0,80	0,64
200°C	1,04	0,85	0,67	0,45
300°C	0,57	0,50	0,42	0,37
400°C	0,02	0,01	0,01	0,01

чим объемом реактора 25 мл. Показатели процесса сняты в стационарном слое гранулированного катализатора с размерами зерен 2,8 мм. Образцы цеолитсодержащих катализаторов испытывались при атмос-

Таблица 3

Активность цеолитсодержащих катализаторов на основе гелей, полученных умягчением пластовых вод до различной величины остаточной жесткости в процессе крекинга *n*-ундекана

Компоненты	Образец с остаточной жесткостью 0 мг-экв/л	Образец с остаточной жесткостью 3 мг-экв/л	Образец с остаточной жесткостью 8 мг-экв/л	Образец с остаточной жесткостью 16 мг-экв/л
Водород	0,13	0,18	0,15	0,09
Метан	2,81	2,44	2,01	1,39
Этан этилен	5,95	4,19	2,82	2,28
сухой газ	8,89	6,81	4,98	3,76
пропан	9,80	8,46	5,93	5,26
пропилен	8,06	7,25	4,91	3,86
ΣC_3	17,86	15,71	10,84	9,12
<i>n</i> -бутан	6,68	5,93	4,39	4,07
<i>i</i> -бутан	12,31	11,84	9,09	8,75
Бутилены	6,50	5,38	2,87	2,42
ΣC_4	25,49	22,85	16,35	15,24
<i>n</i> -пентан	2,57	2,72	2,36	2,24
<i>i</i> -пентан	10,48	10,08	9,09	7,72
<i>n</i> -амилены	5,05	4,16	2,55	2,33
<i>i</i> -амилены	2,24	2,20	1,48	1,40
ΣC_5	20,34	19,16	15,48	13,69
$\Sigma C_5 - C_6$	63,69	57,72	42,67	38,05
$\Sigma C_5 - C_{10}$	6,19	9,48	15,49	17,30
C_{11}	19,33	23,19	33,86	37,44
Кокс	1,90	2,80	3,00	3,45
Итого:	100,00	100,00	100,00	100,00

ферном давлении, температуре 500°C и массовой скорости подачи сырья 1 ч⁻¹. Состав сырья и продуктов реакции анализировался методами хроматографии. Полученные результаты представлены в табл. 3. Как видно из таблицы, в зависимости от условий приготовления синтезированных цеолитсодержащих катализаторов в процессе крекинга *n*-ундекана проявляют различную друг от друга активность и селективность. Наблюдаемое различие может быть объяснено как отличием химического состава и кислотных свойств поверхности, так и формированием различной пористой структуры этих катализаторов.

Как показал анализ химического состава испытанных катализаторов, они в основном представлены Са- и Mg-силикатами. Кроме того, в состав катализаторов входит в микроколичествах ряд таких химических элементов, как Cr, Mn, Cu, Ni, Sr, Zr, которые, возможно, оказывают промотирующее действие на каталитические свойства цеолитсодержащего катализатора.

Из данных табл. 2 видно что цеолитсодержащий катализатор на основе геля, полученного при полном «снятии» жесткости воды, обладает большей концентрацией сильных кислотных центров ($0,2 \cdot 10^{23}$), что, в свою очередь, приводит к увеличению расщепляющей и изомеризующей способности этого катализатора. Так, конверсия *n*-ундекана на этом катализаторе составляет 81 масс. % против 63—77 масс. % на других образцах цеолитсодержащих катализаторов. Кроме того, на этом катализаторе достигается наибольшая селективность по выходу углеводородов $C_3 - C_5$, который составляет 63 масс. %. Следует также отметить наблюдение содержания углеводородов изостроения в продуктах реакции. Соотношение углеводородов изостроения и нормальных для C_4 падает с 3 до 2, а для углеводородов $C_5 - C_4$ до 3.

На цеолитсодержащем катализаторе на основе геля, полученного при полном «снятии» жесткости воды, наблюдается наименьший выход кокса — 1,9 масс. %, что, вероятно, связано с наибольшим средним радиусом пор (100А) катализатора (табл. 1), на котором за счет уменьшения внутридиффузионного торможения, быстрой десорбции и эвакуации продуктов реакции из пор катализатора уменьшаются скорости вторичных реакций, приводящих к коксообразованию. В результате этого значительно уменьшается доля реакций перераспределения водорода, что, в свою очередь, приводит к увеличению содержания олефиновых углеводородов в составе продуктов реакции. Как видно из табл. 3, увеличение остаточной жесткости обработанной воды ведет к уменьшению выхода как пропилена и бутиленов, так и амиленов, в особенности изоамиленов.

Таким образом, можно заключить, что условия приготовления гелей оказывают существенное влияние на активность и селективность цеолитсодержащих катализаторов, синтезированных на их основе.

Литература

1. Абдуллаев Г. Б., Алиев В. С., Альтман Н. Б., Гутерман А. Д., Рустамов М. И., Сулейманов А. Б., Худиев А. Т. Авт. свид. СССР № 803968, «Бюлл. изобр.», 1981, № 6.

Поступило 25. V 1982

Институт нефтехимических процессов
им. Ю. Г. Мамадалиева

М. И. Рүстәмов, С. М. Ибраһимова, А. Т. Худијев, Г. Т. Фәрһадовә

КЕЛ ӘСАСЫНДА АЛЫНЫМЫШ СЕОЛИТ ТӘРКИБЛИ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫН ХАСИЈЈӘТЛӘРИНӘ КЕЛИН ЧӨКДҮРМӘ ШӘРАИТИНИН ТӘСИРИ

Мәгаләдә кел әсәсында алынмыш сеолит тәркибли катализаторларын хасијјәтләринә келин чөкдүрмә шәраитинин тәсиринин тәдқиғатлар нәтижәсиндә өјрәнилмәсиндән бәһс едилір.

Серебровски адына НГДУ гат суларынын чодлуғуну «А-4» реакенти илә там јох етдикдән сонра алынмыш кел әсәсында һазырланан сеолит тәркибли катализатор *n*-ундеканын крекингиндә ән чох активлик вә селективлик кәстәрмишдир.

M. I. Rustamov, S. M. Ibragimova, A. T. Khudiev, G. T. Farkhadova

EFFECT OF GEL PRECIPITATION CONDITIONS ON THE PROPERTIES OF ZEOLITE-CONTAINING CATALYSTS PREPARED ON ITS BASIS

The effect of gel precipitation conditions on the properties of zeolite-containing catalysts synthesized on its basis is studied.

It is shown that the greatest activity and selectivity in *n*-undecane cracking are displayed by zeolite-containing catalyst on the basis of gel obtained by means of the effect of reagent „A-4“ on stratal waters of the Serebrovsky administration of petroleum and gas production.

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XL ЧИЛД

№ 3

1984

УДК (553. 982; 553. 435) (473. 24)

ГЕОХИМИЯ

А. М. ДАДАШЕВ, Ю. Б. ГАЛАНТ, С. А. МАМЕДОВА

ГАЗОНОСНОСТЬ КАЦДАГСКОГО КОЛЧЕДАННО- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(южный склон Большого Кавказа)

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

Кацдагское колчеданно-полиметаллическое месторождение занимает северную часть Филлизчай-Кацдагского рудного узла и расположено в северной части Кехнамеданской зоны смятия в Кехнамедан-Кацдагской моноклинальной структуре. В геологическом строении Кацдагского месторождения принимают участие породы нижнего аалена, среди которых выделяются 4 толщи. На Кацдагском месторождении в настоящее время выделяют I, II и V рудные зоны. Наиболее перспективной считается I рудная зона, которая простирается в субширотном направлении мощностью от 3—5 до 80 м падает на север—северо-запад под углом 35—45°. Она представлена гидротермально-измененными породами, повсеместно сопровождающимися прожилково-вкрапленными и массивными рудами колчеданно-полиметаллического состава.

а. Растворенный газ

Природный газ в растворенной форме изучался по подземным (штольневые) водам. Исследовались следующие компоненты: УВ (углеводороды), углекислый газ, кислород, азот и сероводород. Эти газы были изучены по различным горизонтам (1800, 1860, 1980, 2010 м) и на различных флангах (западном и восточном) Кацдагского месторождения. Результаты анализа природных газов представлены в табл. I.

Как видно из таблицы, количество УВ, определенное по двум пробам, составляет 0,000062 и 0,000155 см³/л. Количество CO₂ колеблется от 0,0 до 3,55 см³/л.

Газ штольневых вод по составу является азотно-углекислым. Содержание сероводорода колеблется от 7,1 до 9,8 мг/л.

Анализ распространения содержания углекислого газа в штольневых водах по площади и горизонтам месторождения позволил выявить 2 зоны (I и II) различной интенсивности его проявления (рисунок).

Зона II характеризуется содержанием углекислого газа более 2,0 см³/л и состоит из двух участков (IIз и IIв), расположенных соответ-

венно на западном и восточном флангах месторождения и распространяющихся на глубину соответственно до горизонтов приблизительно 1950 и 1810 м.

Таблица 1

Место отбора	№ проб	Газонасыщенность, см³/л	Газ, см³/л			
			У В	CO₂	O₂	N₂
Горизонт 2010 м, шт. 29						
24 м от забоя, штрек 1	1	35,5	He опр.	3,09	1,82	He опр.
Около восстающего штрека 2	2	25,5		0,52	0,39	
Штрек 1, 160 м	1	77,5	0,000062	0,77	15,50	61,22
Штрек 1, забой орта 2	2	24,5	He опр.	1,21	1,27	He опр.
Штрек 2, 120 м,	3	25,0	.	0,0	3,85	.
Горизонт 1980, шт. 11						
Штрек 1, орт. 5, 2 м	1	27,5	He опр.	2,79	0,0	.
Горизонт 1920, шт. 25						
Скв. 345 а 25 м, бур. р. р.	1	34,0	He опр.	1,72	1,01	"
Скв. 343 " 15 м, бур. р. р.	1	25,5	.	1,96	0,0	"
Штрек 1, 150 м	1	50,0	.	3,55	0,0	"
Штрек 1, 70 м, скв. 363	2	39,0	.	2,53	1,29	"
Штрек 3, отр. 4, 40 м	3	31,5	.	1,31	1,47	"
Горизонт 1920, шт. 27						
Прям. ствол, 260 м	1	25,5	He опр.	1,15	0,25	
Штрек 1, 60 м	3	36,5	0,000155	1,13	3,39	31,94
Горизонт 1860, шт. 24						
Прям. ствол, 175 м	2	29,0	He опр.	1,45	0,81	He опр.
Горизонт 1860, шт. 12						
Прям. ствол, 3 м	1	24,0	He опр.	2,31	1,59	.
Горизонт 1800, шт. 28						
Прям. ствол, 158 м	1	34,0	He опр.	0,56	3,91	.

В зоне I содержание углекислого газа от 0,0 до 2,0 см³/л; занимает она в основном центральную часть месторождения и оставшиеся части западного и восточного флангов. На восточном фланге эта зона распространена до горизонта 1890 м, а на западном — до 1790 м.



Схема газонасыщенности юрских отложений. Площади с содержанием CO₂: 1 — до 5,0% в рудничном воздухе и до 2,0 см³/л — в рудничных водах; 2 — более 5,0% в рудничном воздухе и более 2,0 см³/л — в рудничных водах; 3 — рудная залежь; 4 — разломы

б. Свободный газ

Природный газ в свободной форме был изучен по подземной (штольневой) атмосфере. В штольневом воздухе рассматривались следующие компоненты: УВ (углеводороды), углекислый газ, кислород, азот, водород.

Эти газы, так же как и газы в растворенной форме, были изучены по различным горизонтам (1800, 1860, 1920, 1980, 2010 м) и на различных флангах (западном и восточном) Кацдагского месторождения.

Состав и содержание природных газов приведены в табл. 2. Количество УВ в штольневом воздухе меняется от 0,00015 до 0,0581 см³/л. Содержание углекислоты варьирует от 0,0 до 90,5 см³/л. Водород в штольневой атмосфере не обнаружен. Газ в ней по составу является азотно-углекислым.

Анализ распространения количества углекислого газа в штольневом воздухе по площади и горизонтам месторождения позволил выявить 2 зоны различной интенсивности его проявления. Это зоны I и II.

Зона II состоит из двух участков (IIз и IIв), расположенных соответственно на центральном и восточном флангах Кацдагского месторождения. В зоне IIз содержание углекислого газа — 75,9 см³/л. Эта зона распространяется на глубину порядка 190 м, до горизонта 1950 м.

В зоне IIв содержание углекислого газа колеблется от 52,6 до 90,5 см³/л. Распространяется эта зона на глубину приблизительно до горизонта 1900 м.

Зона I охватывает большую часть исследованной площади. Количество углекислого газа в этой зоне варьирует от 0,0 до 20,0 см³/л. На западном фланге данная зона доходит до горизонта приблизительно 1780—1790 м, а на восточном — приблизительно до 1890 м.

Таким образом, выделенные участки IIз и IIв зоны II как по растворенному, так и по свободному газу являются наиболее газонасыщенными по сравнению с остальными частями Кацдагского месторождения.

Изучение природных газов участков сульфидных месторождений помимо решения вопроса о газовом режиме рудника позволяет выбрать

Таблица 2

Место отбора	№ проб.	Газ, см ³ /л штольневого воздуха			
		УВ	CO ₂	O ₂	N ₂
Горизонт 2010 м, шт. 29					
Штрек 1, забой	1	0,00015	15,1	126,0	868,90
Штрек 2, около восстающего	2	He опр.	0,0	214,0	He опр.
Штрек 2, орт 5, забой	3	0,00021	75,9	182,0	742,10
Горизонт 2010 м, шт. 30					
Штрек 2, орт. 6, 15 м	3	He опр.	0,0	207,0	He опр.
Штрек 2, орт 2, забой	4	.	71,0	157,0	.
Горизонт 1980, шт. 11					
Штрек 1, орт 4, забой	1	He опр.	0,0	206,0	.
Штрек 1, забой	2	.	71,4	204,0	.
Штрек 2, 100 м	4	.	90,5	204,7	.
Горизонт 1980, шт. 14					
Прямой ствол, 100 м	1	He опр.	60,9	203,0	.
Горизонт 1980, шт. 2					
Штрек 1, забой	2	0,00572	0,0	208,3	791,69
Горизонт 1920, шт. 25					
Штрек 1, орт 10, забой	1	He опр.	15,2	198,0	He опр.
Штрек 3, орт 7, забой	2	.	10,2	183,0	.
Горизонт 1920, шт. 27					
Штрек 1, 60 м	1	0,0581	0,0	218,0	781,94
Штрек 2а, орт 4, забой	2	He опр.	0,0	194,0	He опр.
Горизонт 1960, шт. 24					
Прямой ствол, 270 м	1	He опр.	52,6	205,2	.
Горизонт 1800, шт. 28					
Прямой ствол, устье	1	0,051	0,0	191,7	808,25
Прямой ствол, 300 м	2	0,00171	20,0	191,0	789,0

специфический газовый компонент, отличающийся от фонового, который можно использовать в качестве поискового критерия на сульфидные руды.

Институт геологии АН Азерб. ССР

Поступило 18. IV 1980

А. М. Дадашев, Ю. В. Галант, С. А. Мамедова

КАСДАГ КОЛЧЕДАН-ПОЛИМЕТАЛ ЖАТАҒЫНЫҢ ГАЗЛЫЛЫҒЫ

(Бөйүк Гафгазын чәнуб жамачы)

Мәғаләдә Қасдағ жатағының штольни суларының вә штольни атмосферинин газлары өйрәниллишир. Аҗры-аҗры горизонтларын карбон газлары мұхтәлиф сәһәләрдә вә

лабораторија шәраитиндә анализ едилмишдир. Нәтичәдә 2 зона аҗрылмышдыр: карбон газларының мигдары штольни суларында 2,0 см³/л, атмосфериндә исә 50,0 см³/л-дир. Бу рәғәмләр кәләчәкдә јатағын истисмарында нәзәрә алынмалыдыр.

A. M. Dadashev, Yu. B. Galant, S. A. Mamedova

PRESENCE OF GAS IN KATSDAG PYRITE-POLYMETALLIC DEPOSIT

Natural gas containing in adit waters and adit air has been studied in Katsdag deposit. Gases were studied on different flanks (central, Western, Eastern) and horizons (from 2100 to 1800 m). Two zones of different intensity of its show are distinguished on carbonic acid gas containing in adit waters and adit atmosphere. In adit waters it is up to 2.0 cm³/l and more, and in adit atmosphere—up to 50.0 cm³/l and more.

Р. Н. АБДУЛЛАЕВ, Г. В. МУСТАФАЕВ, О. Д. БАГИРБЕКОВА,
М. А. МУСТАФАЕВ

К ЭВОЛЮЦИИ ИНТРУЗИВНОГО МАГМАТИЗМА ШАМХОРСКОГО ПОДНЯТИЯ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. А. Ализаде)

Шамхорское вулканогенно-тектоническое поднятие является одной из крупных структур Сомхето-Агдамской зоны Малого Кавказа. Сейсмо-разведочными работами [4] в осевой части поднятия выделяется субширотный горстообразный блок, в пределах которого доальпийский фундамент представлен эопалеозойскими метаморфическими сланцами. На раннегеосинклинальном этапе развития Сомхето-Агдамской зоны, в период инверсии Шамхорского поднятия, в среднеюрскую эпоху внедрился ряд плагногранитовых интрузивов, наиболее крупным из которых является Атабекский. Л. Н. Коганом с соавт. (1973) установлена обширная аномалия в локальном гравитационном поле Атабекского интрузива, свидетельствующая о существовании крупного, уходящего на большую глубину массива.

Согласно ранним исследованиям до последнего времени плагногранитовые массивы Шамхорского поднятия считались однофазными, сложенными гранофировыми плагногранитами в главной и аплитовидными адамеллитами — в краевой интрузивной фации. Плагногранитовые интрузивы прорывают кварцевые плагнопорфиры верхнего байоса, с которыми они образуют вулканогенно-плутоническую ассоциацию, и не перекрываются более молодыми образованиями. Определение абсолютного возраста порфировидных плагногранитов из Атабекского массива [2] показало в среднем 164 млн. лет, что хорошо увязывается с его геологическим положением. В последующем отмечено наличие фазовости в формировании Атабекского интрузива [3], детальные геолого-петрографические исследования [1, 5] позволили выделить в Атабекском массиве плагногранит-порфиры, порфировидные плагнограниты первой фазы и лейкократовые граниты во второй фазе.

Однако резкое различие в петрографическом и химическом составе, геохимических особенностях и структуре плагногранитов и лейкократовых гранитов Атабекского массива побудили авторов выяснить истинную геологическую позицию последних с применением радиологических и геохимических методов и установить, являются ли они продуктом более поздней фазы формирования Атабекского массива или же представляют самостоятельный интрузив более молодого возраста, геологически сопряженного с среднеюрскими плагногранитами.

Новые радиологические данные по абсолютному возрасту мономинералов (калиевого полевого шпата и биотита), а также валовой пробе пород показали, что лейкократовые граниты по времени формиро-

вания оторваны от времени становления плагногранитов на 25—30 млн. лет и возраст их соответствует верхней юре.

Лейкократовые граниты, выступающие на западных склонах г. Морул, в бассейне р. Джагирчай и других местах, представляют собой мелкозернистую породу серовато-розового цвета, которая имеет резкие контакты с плагногранитами, внедряясь в последние в виде апофиз, или содержит крупные ксенолиты плагногранитов. В контактовой зоне плагнограниты участками ожелезнены и приобретают мелкозернистую структуру, а лейкократовые граниты обогащаются биотитом; появляются вкрапленники кварца, и порода в целом приобретает порфировидный облик.

В петрографическом и петрохимическом отношении плагнограниты и лейкократовые граниты заметно различаются.

Плагнограниты представляют собой серые крупнозернистые породы с полнокристаллически-порфировой структурой и с порфировидными вкрапленниками полевого шпата и кварца. Главными породообразующими минералами являются кислый андезин (50%), кварц (40%), роговая обманка (5—7%), калиевый полевой шпат (около 2%). Лейкократовые граниты — мелкозернистые, аплитовидные и сложены олигоклаз-андезином, кварцем, калиевым полевым шпатом (микроклин: $2Y=86-87$, $CN_k=16-18$; $s_{tr}=0,8-1,0$), роговой обманкой.

Плагнограниты характеризуются более высоким содержанием магнетита (0,65%) и меньшей железистостью биотита (35%), чем лейкократовые граниты (0,4 и 50% соответственно). Являясь пересыщенными кремнеземом породами, по индексу a/c , указывающему на щелочность пород, плагнограниты относятся к группе пород, бедных щелочами, соответствуя по щелочности гранодиоритам, а лейкократовые граниты — аляскитам. По результатам сравнений многомерных условных средних значений по статистике Бондаренко плагнограниты и лейкократовые граниты различаются содержанием K_2O , CaO , MgO , $(FeO+Fe_2O_3)$. По молекулярному соотношению суммы щелочей окислов железа и магния плагнограниты занимают промежуточное положение между кварцевыми диоритами и гранодиоритами, тогда как лейкократовые граниты более щелочные, менее магнезиальные и железистые и соответствуют гранитам.

Результаты определения абсолютного возраста валовых проб и мономинералов из плагногранитов и лейкократовых гранитов Атабекского массива приводятся в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Абсолютный возраст плагногранитов					
№	Порода или минерал	K, %	Ag ¹⁰ , род. %	Ag ¹⁰ , род. нг/г	Возраст. лет
Валовые пробы					
Плагнограниты (среднее из 8 определений)					154
Мономинералы					
248a	Биотит	6,1	72,0	—	162±5
9/69к	Калиевый полевой шпат	7,90	91,63	000953	164±5

Таблица 2

Абсолютный возраст лейкократовых гранитов

№	Порода и минерал	K, %	Ag ⁴⁰ , род. %	Ag ⁴⁰ , род. нг/г	Возраст, лет
Валовые пробы					
Лейкократовые граниты (среднее из 3 определений)					132
Мономинерал					
11/69к	Калиевый полевой шпат	7,49	71,6	000780	137±8
11-а	Калинатриевый полевой шпат	7,75	76,5	000811	140±8

Сопоставление данных по абсолютному возрасту плагиогранитов (табл. 1) и лейкократовых гранитов (табл. 2) Атабекского сложнопостроенного массива, полученных как по валовым, так и мономинеральным пробам, выявляет существенную разницу между ними, что указывает на более позднее формирование лейкократовых гранитов по сравнению с плагиогранитами. Абсолютные датировки, определенные по биотиту и калиевому шпату, являются более надежными и в обоих случаях дают более высокие цифры, чем возрасты, определенные по валовым пробам. Такая существенная разница в возрасте (25 млн. лет) между плагиогранитами и лейкократовыми гранитами указывает на то, что внедрение кислой магмы гранитного состава связано с более поздним тектономагматическим этапом, соответствующим поздней юре.

Площадь эрозийного среза лейкократовых гранитов составляет около 30 км², что сопоставимо с такими гранитоидными массивами, как Кабагтепинский и Кедабекский.

Необходимо отметить, что исследованные лейкократовые граниты как по возрасту, так и по петрографическому составу хорошо коррелируются с аплитовидными гранитами третьих фаз Кедабекского (Соютлинский выход) и Дашкесанского полифазных гранитовидных интрузивов.

Установление позднеюрского возраста лейкократовых гранитов позволяет выделить их в самостоятельный интрузивный массив и назвать его Морулдагским, в отличие от среднеюрских плагиогранитов, за которыми следует сохранить название Атабекский.

Таким образом, петрологическое, геохимическое и возрастное различие лейкократовых гранитов позволяет сложнопостроенный Атабекский массив расчленить на два самостоятельных плутона, сложенных среднеюрскими плагиогранитами (собственно Атабекский массив) и верхнеюрскими лейкократовыми гранитами (Морулдагский массив).

Полученные новые данные позволяют более полно осветить эволюцию интрузивного магматизма в пределах Шамхорского поднятия, что очень важно для правильного прогнозирования поисков эндогенных медно-молибденовых месторождений, связанных с гранитоидами, и тем самым повысить эффективность геологопоисковых работ.

Литература

1. Абдуллаев Р. Н., Мустафаев Г. В. и др. «Изв. АН Азерб. ССР, серия геол.» 1975, № 4, 51—61.
2. Абдуллаев Р. Н., Исмет А. Г., Багирбекова

О. Д., Абдуллаев И. А. Возрастное расчленение магматических образований северо-восточной части Малого Кавказа. Баку, «Элм», 1979. 3. Алиев В. И. Юрские вулканоплутонические комплексы и рудные формации (Сомхето-Агдэмская зона). Мат-лы науч. сессии, посвящ. 50-летию АГУ Баку, 1969. 4. Мамедзаде А. Ш., Абдуллаев Р. Н., Байрамов А. А. «Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле», 1974, № 2, 40—45. 5. Мустафаев Г. В. Мезозойские гранитоиды Азербайджана и особенности металлогении. Баку, «Элм», 1977.

Институт геологии АН Азерб. ССР

Поступило 25. IX 1981

Р. Н. Абдуллаев, И. В. Мустафаев, О. Д. Багирбекова, М. А. Мустафаев

ШАМХОР АНТИКЛИНОРИСИНДЭ ИНТРУЗИВ МАГМАТИЗМИН ТЭКАМУЛУ
НАГГЫНДА (КИЧИК ГАФГАЗ)

Мәгаләдә тәдқиғатлар нәтижәсиндә Шамхор антиклинорисиндә инкишаф тапмыш плагиогранит интрузив комплексинини јашы, онун фазалылығы вә тәкамүлү һаггында јени елми дәлилләр верилір. Петролөжи, кеокимјәви вә јаш тәјјини методлары әсасында бурада орта јура јашлы Атабәј плагиогранит вә јухары јура јашлы Морулдаг гранит массивләри ајрылыр. Бу јени нәтичәләр Шамхор антиклинорисиндә јайылмыш интрузивләрини тәкамүлү вә оларла әлағәдар олан филизләшмәнини һанунаујғун пәјланмасы һаггында јени фикирләр сөјләмәјә әсас верилр.

R. N. Abdullayev, G. V. Mustafayev, O. D. Bagirbekova, M. A. Mustafayev

ON THE EVOLUTION OF INTRUSIVE MAGMATISM OF SHAMKHOR
UPLIFT (MINOR CAUCASUS)

New data about the age and evolution of Atabek group of intrusives are cited in the article. It is ascertained by the authors that the present group of intrusives consists of not only plagiogranites of middle Jurassic age, but leucocratic granites of the Upper Jurassic.

Академик И. К. АБДУЛЛАЕВ, Л. Э. ШИРИЕВА, Т. З. ВӘЛИЕВА

ЖЕНИ 168 ХРОСОМЛУ ТОЗ ХАРТУТ ФОРМАЛАРЫНЫН ВЕКЕТАТИВ ВӘ КЕНЕРАТИВ ОРГАНЛАРЫНЫН ӨЈРӘНИЛМӘСИ

Тәбиәтдә морус (тут) чинсинин бә'зи нөвләринин мүхтәлиф плоидли јемлик, мејвә вә декоратив формалары мә'лумдур. Тәбин шәраитдә мөвчуд олан сорт вә формаларла јанашы гибриdlәшдирмә үсулу илә јарадылан мүхтәлиф хромосомлу формалар тут биткисинин кенфондунун эәнкинләшдирилмәсиндә вә селексија проблемләринин һәлл едилмәсиндә мүһүм нәзәри вә тәчрүби әһәмијјәт кәсб едир.

Мә'лумдур ки, мүхтәлиф хромосомлу биткиләрин мајаланмасы о заман јахшы нәтичә верир ки, селексијачы гибриdlәшдирмәдә истифадә едилән сорт вә формаларын векетатив вә кенератив органларынын биоморфоложи хүсүсијәтләрини јахшы билсин. Бу мәсәләнни өјрәнилмәси исә хүсүсилә јүксәк плоидли мүхтәлиф хромосомлу биткиләрин мајаланмасында даһа чох әһәмијјәт кәсб едир.

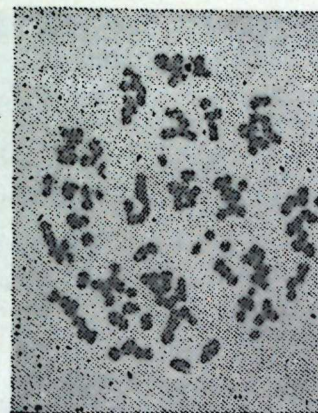
Апардығымыз тәдгигатда 1964-чү илдә И. К. Абдуллаев вә Н. Ф. Нәзәрова тәрәфиндән ана 308 хромосомлу хартут вә ата 28 хромосомлу тозлајан-тут формаларынын гибриdlәшдирилмәси јолу илә алынмыш 168 хромосомлу еркәк тоз хартут 1, 2, 3 нөмрәли тут формаларынын векетатив вә кенератив органларынын биоморфоложи тәсвири вә фертиллијинин өјрәнилмәси кәстәрилер.

Тәдгигат үчүн материал тоз хартут 1, 2, 3 нөмрәли формаларын бириллик будагларындан кәтүрүлмүшдүр. Еркәк тут формаларында бириллик будагларын узунлуғу, тумурчугун, чичәк сырғасынын өлчүләри вә рәнкләри өјрәнилмишдир. Тумурчугларын узунлуғу вә ени штанкенсиркул васитәсилә өлчүлмүшдүр. Будағын, тумурчугларын, мәрчимәкләрин вә с. рәнки А. С. Бондарсевин (1954) «Рәнкләр шкаласы» китабы әсасында апарылмышдыр. Хромосомун сајы Ј. М. Ағајевин тут биткисини үчүн тәртиб етдији методика әсасында вә онун иштиракы илә јеринә јетирилмишдир. Тоз дәнәләринин өлчүсү вә мајалама габилијәти (фертиллији) асетокармин методу илә мүәјјән едилмиш вә тоз дәнәләри окулјар микрометр васитәсилә МБИ-3 маркалы микроскопда өлчүлмүшдүр.

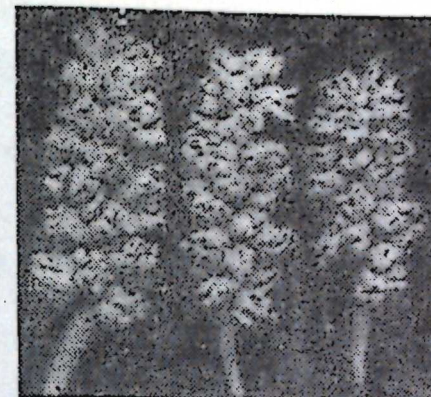
Тозлајычы тоз хартут формаларынын тоз дәнәләринин өлчүсү вә фертиллијинин тәдгиги

Ситоложи тәдгигат нәтичәсиндә мүәјјән олуномушдур ки, тоз хартут формаларынын әксәријјәтинин соматик һүчәјрәсиндә 2n-168 әдәд хромосом вардыр (1-чи шәкил). 168 хромосомлу еркәк тоз хартут формаларынын тоз дәнәләринин өлчүсү вә фертиллијинин мүәјјән едилмәсинин нәтичәләри чәдвәлдә верилмишдир.

Тәдгиг едилмиш үч тоз хартут формасы ичәрисиндә ән ири тозчуға тоз хартут-2 формасы малик олмушдур. Белә ки, тоз хартут-2 нөмрәли формада тозчуғун узунлуғу 24,56 мк, тоз хартут-1-дә 23, 24 мк, тоз хартут-3-дә исә 22, 39 мк тәшкил едир. Тәдгиг едилмиш форманын һәр үчү јүксәк фертиллијә маликдир (99,86—100,0%).



1-чи шәкил. Метафаза левһә-чијиндә хромосомлар.



2-чи шәкил. Тоз хартут-1 формасынын чичәк сырғасы.

Чәдвәл

Тоз хартут формаларында тоз дәнәләринин кәстәричиләри

Кәстәричиләр	Тоз хартут-1	Тоз хартут-2	Тоз хартут-3
Тозчуғларын узунлуғу, мк-ла	23,24	24,56	22,43
Тозчуғларын ени, мк-ла	23,24	24,24	22,29
Бир көрмә даирәсиндә тозчуғларын мигдары, әдәдлә	23,52	20,84	9,90
О чүмләдән:			
Фертилләр әдәдлә	23,44	20,84	9,90
%-лә	99,60	100,0	100,0
Стерилләр	0,08	—	—
%-лә	0,34	—	—

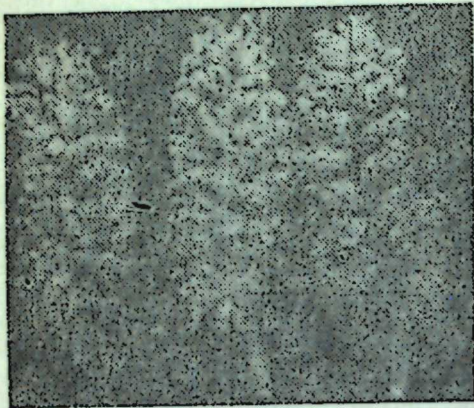
Фертил тозчуғларда мәсәмәләрин мигдары

Бир мәсәмәли	әдәдлә	122	66	104
	%-лә	29,97	26,61	35,19
Ғки мәсәмәли	әдәдлә	159	79	94
	%-лә	39,06	31,85	32,85
Үч мәсәмәли	әдәдлә	97	89	70
	%-лә	23,83	35,89	24,39
Дөрд мәсәмәли	әдәдлә	29	14	19
	%-лә	7,10	5,65	6,64

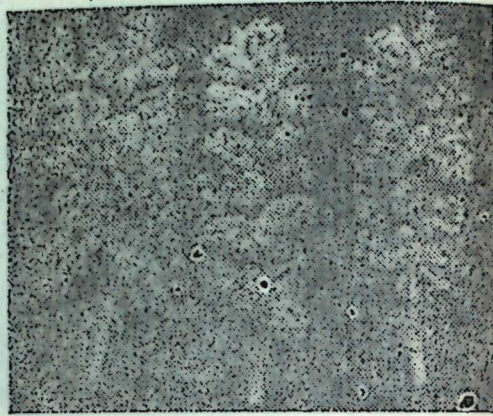
С. Ч. Нәсәнов тәрәфиндән 1978—1980-чи илләрдә апарылан тәдгигатларын нәтичәләри кәстәрди ки, тоз хартут формасынын мајалама габилијјәти һәм диплоид, тетраплоид, һәм дә јүксәк плоидли сорт вә формаларла гибриdlәшдириләркән орта һесабла тутма 70%-дән чох олмушдур.

Ашагыда тоз хартут формаларынын векетатив вэ кенератив органларынын биоморфоложи тэсвири вериллр:

Тоз хартут-1. Будаглары јашылымтыл боз рэнкиндэди. Бириллик будагларын узунлуғу 29,9 см, буғумарасы месафэ 2,4 см-дир. Мэрчн-мэкклэр гонур дэри рэнкиндэди, јумру, арпа, ортадан шырымлы вэ



3-чү шәкил. Тоз хартут-2 формасынын чичәк сырғасы.



4-чү шәкил. Тоз хартут-3 формасынын чичәк сырғасы.

ромб шәкилли олмагла будаг боју сәпәләнмишдир.

Тумурчуглар үчбучаг формасында олмагла будаға јарыја гәдәр сәјкәнмиш вэ спирал шәклиндә будаг үзәриндә јерләшмишдир. Тумурчуглар түнд шабалыды рәнkdәди, узунлуғу 8,15 мм, ени 5,30 мм, бир будагдакы тумурчугларын сајы 12 әдәдди. Саплаг дабанынын формасы јәһәр шәкиллиди.

Чичәк сырғаларынын узунлуғу 1,85 см, ени 0,78 см-дир. Чичәк саплағынын узунлуғу 0,89 см-дир. Бир чичәк сырғасында 26 әдәд чичәкчик варды. һәр бир чичәк 4 ләчәк вэ 4 еркәкчикдән ибарәтди. Еркәкчик сапынын узунлуғу 1,93 мм-дир (2-чи шәкил).

Тоз дәнәләри јумру, бә'зән узунсов формада олуб, 1, 2, 3, 4 меса-мәлиди. Тоз дәнәләринин узунлуғу 23,24 мк, ени 23,24 мк-дур.

Тоз хартут-2. Будаглары түнд түстү рәнкиндәди. Бириллик будагларын узунлуғу 32, 28 см-дир. Буғумарасы месафэ 2,73 см-дир. Мэрчн-мэкклэр түнд зейтун рәнкиндәди, арпа, овал, јумру вэ ортадан шырым-лыды.

Тумурчуглар үчбучаг формасында олмагла саплаг дабанында отур-муш, спирал шәклиндә будаг үзәриндә дүзүлмүшдү. Тумурчугларын узунлуғу 7,36 мм, ени 4,73 мм-дир. Бир будагда олан тумурчугларын сајы 12 әдәдди. Саплаг дабанынын формасы јәһәр шәкиллиди.

Чичәк сырғаларынын узунлуғу 1,78 см, ени 0,76 см, чичәк сырғасы саплағынын узунлуғу 0,88 см-дир. Бир чичәк сырғасында 27 әдәд чичәкчик варды. һәр бир чичәк 4 ләчәк вэ 4 еркәкчикдән тәшкил олу-мушдү. Еркәкчик сапынын узунлуғу 2,79 мм-дир (3-чү шәкил).

Тоз дәнәләри 1, 2, 3, 4 меса-мәлиди, узунлуғу 24,56 мк, ени 24,24 мк-дур.

Тоз хартут-3. Будаглары түнд күл рәнкиндәди. Бириллик будагларын узунлуғу 36,10 см-дир. Буғумарасы месафэ 2,78 см-дир. Мэрчн-мэкклэр арпа, јумру формада олмагла ортадан шырымлыды, будаг боју сәпәләнмишдир.

Тумурчуглар үчбучаг формасында олмагла, саплаг дабанында отур-муш вэ будаға јарыја гәдәр сәјкәнмишдир. Тумурчугларын узунлуғу 7,46 мм, ени 4,92 мм-дир. Бир будагда 13 әдәд тумурчуг варды. Саплаг дабанынын формасы јәһәр шәкиллиди.

Чичәк сырғаларынын узунлуғу 2,2 см, ени 0,82 см, чичәк сырғасы саплағынын узунлуғу 1,34 см-дир. Бир чичәк сырғасында 29 әдәд чичәк-чик варды. һәр бир чичәк 4 ләчәк вэ 4 еркәкчикдән ибарәтди. Еркәкчик сапынын узунлуғу 2,76 мм-дир (4-чү шәкил).

Тоз дәнәләри јумру, бә'зән узунсов формада олуб, узунлуғу 22,49 мк, ени 22,29 мк-дур.

Апарылмыш тәдгигата әсасән ашагыдакы нәтичәјә кәлмәк олар:

1. Јени еркәк тоз хартут формалары истәр бириллик будагларын узунлуғуна, истәр сә дә тумурчугун вэ чичәјин өлчүсүнә кәрә бири дн-кәриндән фәргләнир.

2. Тоз хартут-2 формасы тоз дәнәләринин өлчүсүнә кәрә даһа чох фәргләнмишдир (24,56).

3. 168 хромосомлу тоз хартут формаларындан јени һибрид тут формаларынын алынмасы мәгсәдилә апарылан һибридләшдирмәдә һәм јахшы тозлајычы кими вэ һәм дә тут чинсинин полиплоид сырасынын јени формаларынын алынмасы мәгсәдилә селексија ишиндә башланғыч материал кими истифадә етмәк мәсләһәт көрүлүр.

4. Еркәк тоз хартут формаларындан шәһәр вэ јашајыш мәнәгәләр-инин јашыллашдырылмасында декоратив бәзәк биткиси кими истифа-дә әдилә биләр.

Азәрб. ССР ЕА Кенетика вэ
Селексија Институту

Алынмышдыр 18. II 1982

И. К. Абдуллаев, Л. А. Ширалиева, Т. З. Велиева

ИЗУЧЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ И ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ НОВЫХ 168-ХРОМОСОМНЫХ ФОРМ ТОЗХАР-ТУТА

В работе приводятся результаты изучения особенностей вегетативных и генеративных органов новых высокополиплоидных мужских 168-хромосомных форм Тозхар-тут, полученных при межвидовой гибридизации 308-хромосомного женского сорта Хар-тут (*M. nigra*) с диплоидным 28-хромосомным мужским сортом Тозлаян-тут (*M. alba*). Подробно дано биоморфологическое описание, определена фертильность пыльцы и изучено число хромосом.

Цитологическое исследование показало, что в соматической клетке у всех форм шелковицы имеется 12n-168 хромосом. У всех высокополиплоидных 168-хромосомных мужских форм шелковицы фертильность пыльцы довольно высокая (96,44 — 100%). Удача скрещивания при гибридизации с диплоидными, тетраплоидными и высокополиплоидными материнскими сортами и формами шелковицы составляет более 70%.

Рекомендуется все три 168-хромосомные формы шелковицы Тозхар-тут широко использовать как опылитель в гибридизации с целью выведения новых полиплоидных форм, а также в качестве исходного материала при создании новых эвентуальных полиплоидного ряда рода *Morus*. Кроме того, все мужские Тозхар-тут могут быть использованы как декоративные для озеленения городов и населенных пунктов.

The results of study of the biomorphological peculiarities of vegetative generative organs of new high-polyloid 168-chromosomal forms of Tozkhar-tut-1, Tozkhar-tut-2 and Tozkhar-tut-3 are given in this article. The biomorphological characteristics are given in details, the fertility of pollen is defined and the number of chromosomes is studied. The cytological research of studied forms showed that there were 12n-168 chromosomes in the somatic cells of all three forms of mulberry. The fertility of pollen of Tozkhar-tut-1 was 96.44%, in Tozkhar-tut-2 and Tozkhar-tut-3 it was 100%.

All three 168 chromosomal male forms of mulberry are recommended to be widely used as pollinator in hybridization to raise new polyploid fruit and feed forms of mulberry.

УДК 631.417

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Член-корр. АН Азерб. ССР С. А. АЛИЕВ, Ф. Г. АББАСОВ, Д. А. ГАДЖИЕВ

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ АПШЕРОНА В СЕВООБОРОТЕ

Изменение численности микроорганизмов в зависимости от сезона года и влияния различных культур севооборота рассматривается в ряде работ [1 — 7 и др.]. Однако микрофлора почвы под различными культурами севооборота в условиях Азербайджана до сих пор остается неизученной.

Нами изменение численности отдельных групп микроорганизмов под влиянием севооборота изучено на серо-бурых почвах Апшерона. Распределение бактерий, актиномицетов и микроскопических грибов по сезонам года приведено на рисунке.

Больше всего спорообразующих бактерий в варианте люцерна 2- и 3-летней, томаты, в варианте кукуруза на зерно и монокультура томата — в весенний сезон, в летний их количество снижается, осенью снова возрастает, но не превосходит весенних показателей.

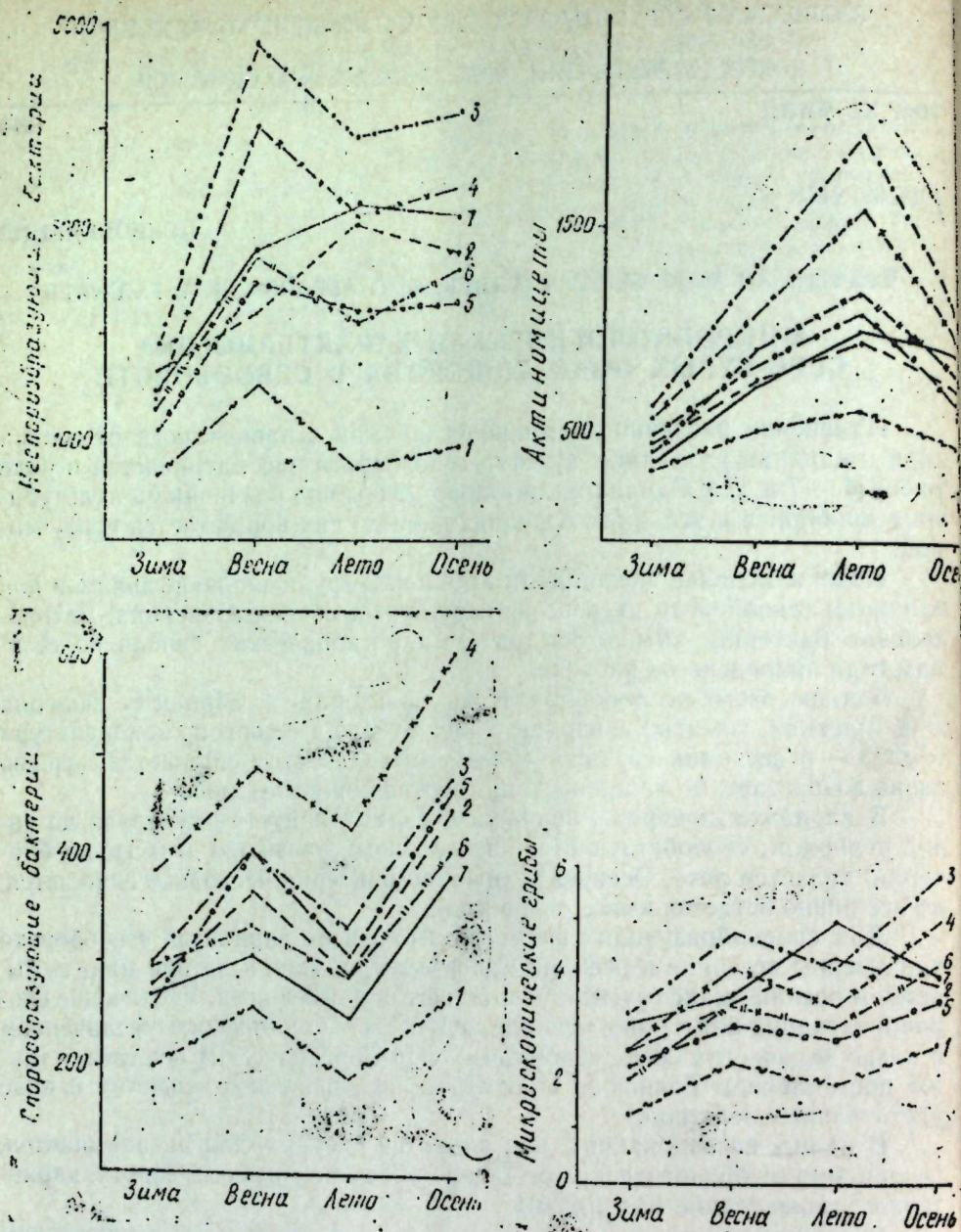
В варианте люцерна + пшеница и озимая капуста + кукуруза на силос периодом, способствующим интенсивному развитию этих групп бактерий, является лето. Осенью количество бактерий несколько снижается, но все равно остается выше, чем весной.

Для спорообразующих форм бактерий всех вариантов севооборота характерны весенние и осенние максимумы, зимние и летние минимумы, причем осенние максимумы преобладают над весенними. Увеличение спорообразующих бактерий в осенние месяцы можно объяснить увеличением в почве количества более стилильных форм органических веществ, а также поступлением большого количества органического вещества в виде растительных остатков.

В наших исследованиях, как видно из рисунка, для актиномицетов, независимо от биологических особенностей культуры севооборота, характерны только летние максимумы.

Максимум содержания микроскопических грибов, за исключением вариантов люцерна + пшеница, озимая капуста + кукуруза на силос, наблюдается в весенний и осенний сезоны года. Во всех вариантах осенние показатели преобладают над весенними. Летний максимум встречается только в варианте пшеница + люцерна и озимая капуста + кукуруза на силос. Минимум всех изученных групп микроскопических грибов наблюдается в зимний сезон в условиях низкой температуры и повышенной увлажненности.

Как показывают наши исследования, динамическое изменение численности соотношения отдельных групп микроорганизмов протекает под каждой культурой севооборота на определенном уровне. В связи с



Сезонная динамика отдельных групп микроорганизмов в серо-бурых почвах Апшерона в севообороте (0—5-см слой, тыс. на 1 г абс. сух. почвы): 1 — монокультура томата; 2 — люцерна и пшеница; 3 — люцерна второго года пользования; 4 — люцерна третьего года пользования; 5 — томаты; 6 — кукуруза на зерно; 7 — озимая капуста + кукуруза на силос

этим для выявления характерных особенностей каждой культуры севооборота представляют определенный интерес средние данные по микрофлоре (таблица). Эти данные раскрывают закономерности воздействия отдельных культур на численность и специфику микробного населения почв.

Влияние различных культур овощекормового севооборота на численность и групповой состав микрофлоры орошаемых серо-бурых почв Апшерона (среднее за 1975—1977 гг., тыс. на 1 г. абс. сухой почвы)

Вариант опыта	Глубина, см	Общее число микроорганизмов*	Общее число бактерий	Спорообразующие	Актиномицеты	Микроскопические грибы	% от общего кол-ва			
							Бактерии	Спорообразующие	Актиномицеты	Микроскопические грибы
Люцерна + пшеница	0—5	3260,5	2499,1	358,6	757,8	3,6	76,7	14,3	23,2	0,1
	5—20	2453,6	1827,4	284,6	623,3	2,9	74,5	15,6	25,4	0,1
	20—40	1359,7	934,8	174,8	423,1	1,8	68,8	18,7	31,1	0,1
Люцерна 2-го года пользования	0—5	5191,5	3864,6	392,5	1322,3	4,6	74,4	10,1	25,5	0,1
	5—20	4078,2	2970,3	320,4	1104,0	3,9	72,8	10,8	27,1	0,1
	20—40	2179,8	1495,4	211,5	681,6	2,8	68,6	14,4	32,3	0,1
Люцерна 3-го года пользования	0—5	4291,7	3155,8	490,7	1131,8	4,1	73,5	15,5	26,4	0,1
	5—20	3293,2	2412,0	409,3	878,2	3,0	73,2	16,9	26,7	0,1
	20—40	1766,6	1221,0	278,3	543,6	2,0	69,1	22,7	30,8	0,1
Томаты	0—5	3117,9	2239,9	378,3	874,7	3,3	71,8	16,8	28,1	0,1
	5—20	3345,9	1630,3	304,7	713,2	2,4	69,5	18,7	30,4	0,1
	20—40	1276,6	858,6	194,0	421,5	1,5	66,9	22,7	33,0	0,1
Кукуруза на зерно	0—5	3207,0	2321,7	342,7	882,0	3,3	72,3	14,7	27,6	0,1
	5—20	2395,9	1693,1	287,8	700,2	2,6	70,7	16,7	29,2	0,1
	20—40	1316,8	880,1	180,8	435,0	1,7	66,8	20,5	33,1	0,1
Озимая капуста + кукуруза на силос	0—5	3588,8	2782,9	309,9	802,0	3,9	77,5	11,1	22,4	0,1
	5—20	2814,7	2144,6	251,6	666,9	3,2	76,1	11,7	23,8	0,1
	20—40	1444,6	1048,6	163,3	394,0	2,0	72,6	15,6	27,3	0,1
Культура томатов (контроль)	0—5	1478,5	972,2	240,0	504,0	2,3	65,7	24,6	34,1	0,2
	0—20	1029,1	620,5	164,3	407,2	1,6	60,2	26,5	39,6	0,2
	20—40	549,9	325,9	92,0	223,3	0,7	59,3	27,9	40,6	0,1

Примечание. * Общее число микроорганизмов составляет сумму бактерий, актиномицетов и микроскопических грибов. Численность спорообразующих бактерий включается в общее число бактерий.

Установлено, что наиболее высокая численность микроорганизмов обнаружена в варианте люцерна второго года пользования. Под этой культурой количество микроорганизмов в 0—5-см слое почвы составляет 5191,5 тыс. на 1 г абс. сухой почвы. Этот показатель по сравнению с монокультурой в 3,5—4,0 раза больше. В составе микрофлоры преобладают бактерии (74,7%) и актиномицеты (25,5%), незначительно содержание микроскопических грибов (0,1%). В вариантах люцерна + пшеница и озимая капуста + кукуруза на силос относительная численность неспорообразующих бактерий несколько увеличивается, а актиномицетов — снижается. Высокая численность микроорганизмов в почве под люцерной второго года пользования объясняется тем, что двухлетняя люцерна обладает мощной корневой системой и высоким содержанием свежих органических веществ, используемых микроорганизмами.

Сравнительно меньшее количество микроорганизмов обнаружено под трехлетней люцерной (в 0—5-см слое почвы общее количество микроорганизмов составляет 4291,7 тыс. на 1 г абс. сухой почвы). В этом варианте количество микроорганизмов в 3 раза больше по сравнению с монокультурой. В составе микрофлоры преобладают бактерии (73,5%)

и актиномицеты (26,4%), незначительно содержание микроскопических грибов (0,1%).

Из вышесказанного видно, что люцерна в зависимости от года пользования различно влияет на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. В варианте капуста + кукуруза на силос общее количество микроорганизмов в верхнем слое (0—5 см) почв составляет 3588,8 тыс. на 1 г абс. сухой почвы. В составе микрофлоры представлены преимущественно неспорообразующие бактерии (77,5%) и в меньшей степени — актиномицеты (22,4%), весьма мало микроскопических грибов.

Почвы под культуру люцерна + пшеница и кукуруза на зерно по количеству микроорганизмов занимают промежуточное положение среди вариантов опыта и по общему уровню биогенности почти не отличаются. Под культурами люцерна + пшеница из общего количества микроорганизмов на долю неспорообразующих бактерий приходится 76,7%, тогда как под кукурузой на зерно — 72,3%. Относительное количество актиномицетов наиболее высокое под кукурузой на зерно — 27,6%. Низкое содержание микроорганизмов обнаруживается под культурой томаты (в 0—5 см слое почвы 3117,9 тыс. на 1 г абс. сухой почвы). В составе микрофлоры преобладают бактерии (71,8%) и актиномицеты (28,1%). Незначительно количество микроскопических грибов (0,1%).

Следует отметить, что в варианте с монокультурой томата количество микроорганизмов по сравнению с другими вариантами севооборота, в 2—4 раза меньше. Под монокультурой томата соотношение основных групп микроорганизмов изменяется в сторону увеличения относительной численности актиномицетов и спорообразующих форм бактерий.

Таким образом, проведенные 3-летние исследования показывают, что размещение различных культур севооборота и их применение в производстве является одним из лучших мероприятий для повышения жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и улучшения плодородия почвы.

Литература

1. Александрович И. К. Тр. Белорус. с.-х. акад., 1978, № 49, 93—98.
2. Андерюк Е. И., Влагурова Е. В., Мятликова Е. А. Мат-лы 2-го симпозиума «Биодинамика почв». Таллин, 1979, 160—162.
3. Берестецкий О. А., Жабук Ф. В. Тр. ВНИИ с.-х. микробиологии, 47, 1978, 18—23.
4. Берестецкий О. А., Зубец Т. П. «Почвоведение», 1981, № 1, 94—99.
5. Захарченко А. Ф. В кн.: «Микрофлора почв южной части СССР», 1966, 149—187.
6. Тазабеков Т. Т. Тр. Казах. с.-х. ин-та, 1976, № 7, 3—8.
7. Кацнельсон Р. С., Ершов В. В. «Микробиология», 1958, 27, 82—88.

Поступило 16.VII 1981

Институт почвоведения
и агрохимии АН Азерб. ССР

С. Э. Алиев, Ф. Г. Аббасов, Ч. Э. Гаджиев

ЭКИН ДӨВРИЛЈЭСИНДӘ АБШЕРОНУН БОЗ-ГОНУР ТОРПАГЛАРЫНЫН МИКРОБИОЛОЖИ СӘЧИЛЈЭСИ

Мүәлжә олунмушдур ки, экин дөврилјәсиндә бечәрилән биткиләр биоложи хуәсијәтләриндән асылы олараг микроорганизмләрин үмуми миғдарына вә онларын груп тәркибинә мұхтәлиф дәрәчәдә тәсир едир. Бечәрилән биткиләр ичәрисиндә микроорганизмләрин ән чох миғдары икинлик јонча, пәјызлыг кәләм, силослуг гарғыдалы саһәсиндә, ишбәтән аз исә јонча, бугда вә үчиллик јонча саһәләриндә мұшәһидә олунур. Экин дөврилјәсинин ертүк вә аралы биткиләр һесабына сыхлашдырылмасы торпаг

микроорганизмләринин икиншафына, хуәсилә спор әмәлә кәтирмәјән бактеријалара мұсбәт тәсир кәстәрир.

Һәмчинин, тәдғигатда бактеријаларын, актиномисетләрин вә микроскопик кәбәләкләрин илин фәсилләри үзрә динамики дәјишмә ганунаујғунлуғлары ашкар олунмушдур.

S. A. Aliyev, F. G. Abbasov, D. A. Gadjev

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GREY-BROWN SOILS OF APSHERON DURING ROTATION

The changing of quantity of complex content of soil microorganisms depending on the season and biological peculiarities of agricultural plants of cultivating rotation and in monoculture of grey-brown soils of Apsheron is studied in this article.

It is determined that the cultivating of different agricultural plants in rotation influences on the developing of soil microorganisms and their vital activities, as well as it promotes the increasing of soil fertility in comparison with the monoculture of tomato.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Акад. АН Азерб. ССР М. Г. АБУТАЛЫБОВ, В. М. АЛИ-ЗАДЕ, В. М. ГАНИЕВ

УЧАСТИЕ КАЛЬЦИЯ В РЕГУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОГЕНЕЗА РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК

В настоящее время мы не располагаем данными, характеризующими прямое участие кальция в электрогенезе растительных клеток. По некоторым данным, известен только факт о положительном действии кальция на стабилизацию цитоплазматической мембраны, устраняющую в определенной степени изменения мембранного потенциала клеток в связи с увеличением концентрации ионов калия и натрия в питательной среде [1—4]. Эффект кальция объясняется главным образом снижением коэффициента пассивной проницаемости клеток для этих ионов [2—5]. В исследованиях, выполненных нами ранее, обнаруживалось увеличение мембранного потенциала клеток корневого эпидермиса *Trianea bogotensis* при повышении концентрации кальция в питательном растворе [6]. Однако эти наблюдения не могли решить вопроса об участии кальция в электрогенезе растительных клеток и механизме действия его на мембранный потенциал клеток.

В настоящей статье представлены результаты исследований, характеризующие кинетику электрогенеза растительных клеток в зависимости от изменения концентрации кальция в питательном растворе, и механизм действия этого элемента на электрогенез растительных клеток.

Высшее водное растение *Trianea bogotensis*, выращенное в питательном растворе Хогланда—Арнона I 0,25 нормы, содержащем 1,25 мМ кальция, помещали в микрокамеру, смонтированную на столике микроскопа МБИ-3. Мембранный потенциал корневых волосков и безволосковых клеток измеряли обычными стеклянными микроэлектродами в протоке питательных растворов, содержащих различные концентрации кальция, ингибиторы энергетического метаболизма либо лишенных кислорода (в атмосфере азота). В отдельных случаях с целью вытеснения содержащихся в клеточных стенках ионов кальция растения до опыта пересаживались на растворы без кальция и корни обрабатывались раствором ЭДТА (10^{-4} М).

Кинетика электрогенеза клеток корневого эпидермиса в зависимости от изменения концентрации кальция в питательном растворе характеризуется табл. 1. Число измерений во всех опытах равно 5.

Мембранный потенциал корневых клеток в питательном растворе Х—А I 0,25 нормы обычно колеблется от -140 до -160 мВ. Исключение кальция из питательного раствора с одновременным вытеснением его из клеточной оболочки приводит к резкому падению мембранного потенциала этих клеток до минуса 71 — 60 мВ. Удаление ЭДТА из питательного раствора и введение кальция до концентрации $0,6$ мМ способствуют достоверному увеличению мембранного потенциала обоих типов

Таблица 1

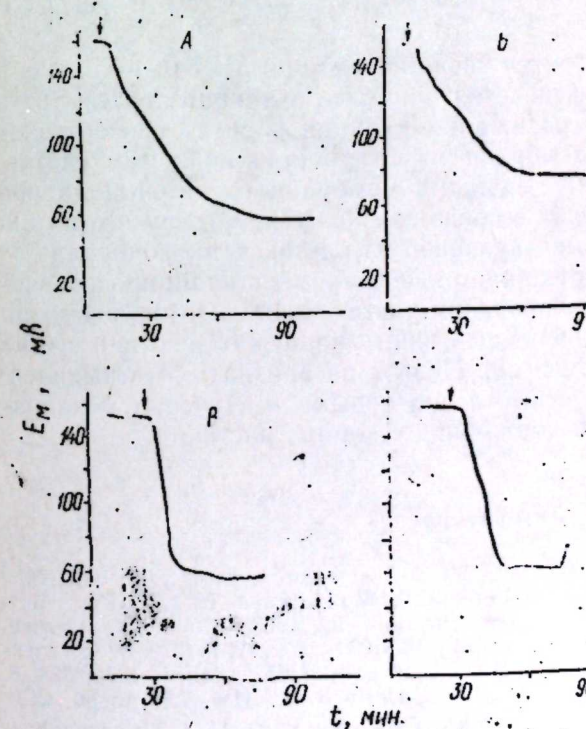
Мембранные потенциалы эпидермальных клеток корня, мВ

Типы клеток	Кальций	Конц-ия кальция в питательном растворе, мМ					
		0,6	0,9	1,25	1,5	2,0	2,5
Корневые волоски	-71 ± 9	-100 ± 5	-130 ± 5	-165 ± 6	-180 ± 7	-153 ± 5	-140 ± 3
Безволосковые клетки	-60 ± 6	-97 ± 9	-122 ± 8	-156 ± 5	-172 ± 6	-146 ± 4	-137 ± 4

корневых клеток. По мере повышения концентрации кальция в питательном растворе происходит ускорение электрогенеза корневых клеток, и при $1,5$ мМ мембранный потенциал достигает максимума. Дальнейшее повышение концентрации кальция в питательном растворе приводит к некоторому снижению мембранного потенциала.

Далее мы пытались выявить действие кальция на активные механизмы ионного транспорта и генерацию мембранного потенциала исследуемых клеток путем подавления процесса дыхания или отдельных этапов его соответствующими ингибиторами.

Из кривых рисунка видно, что все факторы, подавляющие энергетические процессы в растительных клетках, способствуют значительному снижению мембранного потенциала, что свидетельствует о связи значительной его части с активным электрогенезом клеток.



Действие ингибиторов метаболизма на мембранный потенциал клеток корневого эпидермиса:

А—азот; Б—монооксиацетат ($2,5 \cdot 10^{-4}$ М); В—азид натрия ($5 \cdot 10^{-4}$ М); Г—динитрофенол (10^{-4} М), → Стрелка—момент введения ингибитора в среду; E_m —мембранный потенциал; t—время, мин.

Мы проверили, не связано ли действие кальция на электрогенез клеток с работой протонной помпы, выдерживая растения на растворах с повышенным содержанием кальция при различных рН среды.

Пряращение мембранного потенциала клеток корневого эпидермиса при удвоении концентрации кальция в среде

Типы клеток	pH 5,0	pH 5,5	pH 6,5	pH 8,0
Корневые волоски	-23 ± 5 (5)	-19 ± 5 (7)	-24 ± 6 (6)	-18 ± 5 (6)
Безволосковые клетки	-27 ± 6 (5)	-30 ± 6 (7)	-23 ± 5 (7)	-8 ± 6 (7)

В заключение отметим, что до настоящего времени наши представления о роли кальция в функционировании растительных клеток, несмотря на достигнутые успехи, ограничивались лишь знанием о действии его на стабильность клеточных мембран [5]. Нельзя не признать, что выявленные нами эффекты являются существенно новыми в изучении механизмов действия кальция на транспорт ионов в корнях растений.

1. Синюхин А. М., Выхребенцева Э. И. "Физиол. раст.", 14, 1967, № 3 533—557. 2. Spanwick R. M., Stolarek J., Williams E. J. J. *Exp. Bot.* 18, 1967, 1—16. 3. Kitasato H. J. *Gen. Physiol.*, 52, 1968, 60—87. 4. Лялин, О. О., Ктикторова Н. Н. "Физиол. раст.", 16, 1969, № 2, 261—270. 5. Кларксон Д. Транспорт ионов и структура растительной клетки. М., "Мир", 1972, 363. 6. Абуталыбов М. Г., Мельников П. В., Ганиев В. М. *Изв. АН Азерб. ССР, серия биол.*, 1980, № 4, 23—28. 7. Pallaghy C. K., Lüttge U. L. *Pflanzenphysiol.*, 62, 1970, 417—428. 8. Slagwan C. L. *Amer. Zoologist*, 10, 1970, 377—392. 9.

Мағаладә микроэлектрод тәтбиг етмәклә али су биткиләриндә олан *Frianca bogotensis* биткиси көк эпидермис һүңејрәләриниң электрогенезинә кәлсәмун тәсире өјрәниләмишдир. 0,25 нормадә олан Йогланд-Арнон I гидә мәһулуңдә бечәриләмиш биткиләрин олдуглары мүнһтдән вә һүңејрәләрин глафыңдан кәлсәмун чыхарылмасы көк һүңејрәләриниң деполаризасиясына сәбәб олмашудр. Бу шәрәнтдә гидә мүнһтиңдә кәлсәмун концентрасиясының артырылмасы көк һүңејрәләриндә мембран потенциалының E_m гаңуңауғуң оларат артмасына сәбәб олмашудр. Энергетик процессләрин ингибиторларыңдан истифадә етмәк вә биткиләри мүнхәлиф рН шәрәнтиңдә бечәрмәклә протон насосларының иштиракы илә кәлсәмун тәсире вә мембран потенциалың артмасының актив электрогенез процесси илә әләғәдәр олдугу исбат олуңур.

THE ROLE OF CALCIUM IN REGULATION OF ELECTROGENESIS OF PLANT CELLS

The effect of calcium on membrane potential (MP) of root epidermis cells of the aquatic plant *Trianea bogotensis* was investigated by microelectrode technique.

The exception of calcium from the nutrition solution with its simultaneous extrusion from the cells wall caused depolarization of MP of root cells, while concentration doubling—hyperpolarization within acid reaction medium.

Our results indicate that generation of MP, induced increase of the concentration of calcium in the media correlated with the activation of the electrogenic proton pump by these ions.

УДК 591.484+617.7:617.721

МЕДИЦИНА

З. А. АЛИЕВА, Н. Б. ШУЛЬПИНА, Г. В. ГРАЧЕВА

КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЛЕЧЕНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ИРИДОЦИЛИАРНОЙ ДИСТРОФИИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. Г. Гасановым)

Хроническая иридоцилиарная дистрофия относится к малоизученным заболеваниям переднего отдела сосудистого тракта глаза, которые объединяют в группу увеопатий. Впервые данная патология в развитой форме описана в 1906 г. Fuchs в виде одностороннего процесса с триадой симптомов (преципитаты на задней поверхности роговицы, гетерохромия, катаракта), получившего впоследствии по имени автора название синдрома Фукса. Исследованиями последующих лет выявлено много новых сведений по характеристике заболевания.

Ряд авторов (Дике — Elder, 1949) поддерживает воспалительную теорию возникновения и развития процесса, придавая большое значение хроническим инфекциям, в первую очередь туберкулезу. Однако большее число исследователей, в частности отечественных (Архангельский, 1963, 1969; Шмелева, 1963, 1969; Мирошникова, 1969), является сторонником нейродистрофической теории и придает основное значение дистрофическим процессам, нарушениям нейровегетативной системы, именуемым как «дизрафический статус» и происходящим вследствие нарушения развития спинного мозга на уровне циллоспинального центра.

При анализе существующих взглядов на происхождение передних увеопатий, к которым относится иридоцилиарная дистрофия (синдром Фукса), есть все основания согласиться с мнением Д. Б. Волошинова (1975), полагающего, что их следует считать полиэтиологичными заболеваниями, в основе которых лежат нейровегетативные и нейротрофические расстройства переднего отдела сосудистой оболочки глаза.

В настоящей статье представлен анализ многолетних клинических исследований данной патологии у 210 больных иридоцилиарной дистрофией в различных вариантах ее проявления.

Заболевание, как показали наблюдения, начинается с изменения цвета радужной оболочки (гетерохромия) в виде ее посветления на одном из глаз. Происходит это большей частью в детском или юношеском возрасте, причем заболевают обычно лица со светлыми (голубыми или серыми) глазами. Редкими клиническими случаями являются варианты гетерохромии обратного типа, так называемой инвертной, когда изменение цвета радужки происходит в сторону ее потемнения. Это свойственно глазам с карими радужками. Гетерохромия является следствием глубоких нейротрофических расстройств, о чем свидетельствует, в частности, сопутствующее им снижение чувствительности роговицы. Изменение цвета радужной оболочки возникает обычно незаметно и развивается

постепенно, не сопровождаясь болевыми ощущениями и зрительными расстройствами, что отодвигает сроки обращения заболевшего к офтальмологу. Гетерохромия прямого типа, когда радужная оболочка становится светлее, сопровождается истончением мезодермальной ткани. При биомикроскопии отмечаются разрежение трабекулярного переплета, расширение и углубление лакун и крипт, что позволяет различить просвечивающий задний пигментный листок радужной оболочки и сфинктер зрачка. Становятся видимыми собственные сосуды радужки, в частности места просвечивает ее малый артериальный круг и веточки, расположенные радиально по направлению к зрачковому отверстию. На этом фоне появляется мириада, сопровождающийся ослаблением зрачковых реакций, что свидетельствует об угнетении не только трофической, но и двигательной иннервации радужки. Явно изменяется пигментная кайма зрачка. Она обесцвечивается и подвергается деструкции. Параллельно с изменением радужной оболочки или несколько позже появляются признаки вовлечения в процесс цилиарного тела. Об этом свидетельствует преципитация на задней поверхности роговицы, отличающаяся своеобразным расположением и видом.

Отложения разного количества имеют обычно диссеминированную локализацию и одинаково находятся как в нижних, так и в центральных и верхних отделах роговой оболочки. Преципитаты могут иметь различную форму — от точечной до звездообразной и характеризуются фестончатыми краями и ажурностью. Просвечивают при исследовании в проходящем свете. Гранулы пигмента в преципитатах бывают редко. Видимо, это связано с тем, что в состав дистрофической преципитации не входят лейкоциты, лимфоциты, фибрин; клетки пигментного эпителия цилиарного тела, как это бывает при циклите. Между преципитатами на энтодели роговой оболочки можно видеть мелкоточечные элементы и тонкие нитчатые структуры. При этом во влаге передней камеры обнаруживается мелкоклеточная беспигментная взвесь, видимая при конвекционных перемещениях жидкости. Биохимическими исследованиями у таких больных в камерной жидкости выявляется повышенное содержание белка.

Дистрофический процесс в иридоцилиарной зоне сопровождается выраженными изменениями стекловидного тела, которые проявляются нитчатой деструкцией его волокнистого остова с одновременным разжижением основной массы геля. На начальных стадиях процесса волокна уплотняются, грубеют и в то же время расщепляются. На них появляются мелкие беловатые отложения. При этом прозрачность стекловидного тела существенно не меняется и острота зрения не снижается. В более тяжелых случаях нитчатая деструкция сочетается с зернистым распадом фибриллярных элементов. При биомикроскопии выявляются отдельные обрывки фибрилл, хаотично плавающие в разжиженной массе геля. Об уменьшении вязкости стекловидного тела свидетельствует увеличение скорости перемещения плотных структур фибриллярного остова. Со временем на участках пересечения огрубевших фибрилл появляются хлопьевидные и вуалеподобные образования серо-белого цвета различной величины, перемежающиеся с массой точечных включений в жидкой части стекловидного тела. На этой стадии процесса помутнения центральных отделов стекловидного тела вызывает жалобы больных на затуманивание зрения, и к этому времени обычно относится первый визит пациента к офтальмологу. Нарушение биохимического состава внутриглазной жидкости не может не сказаться на обменных процессах в хрусталике, пита-

ние которого как бессосудистого образования осуществляется контактным путем за счет окружающей его влаги. Хрусталик начинает мутнеть, и при гистомикроскопическом исследовании в нем выявляется дистрофия субкапсулярного эпителия, что нарушает нормальную функцию образования полноценных хрусталиковых волокон.

В ростковой зоне самых «молодых» волокон под задней капсулой хрусталика развивается чашеобразная катаракта, несущая в себе все признаки катаракт осложненного типа. Процесс начинается с явлений гидратации указанной субкапсулярной корковой зоны, о чем свидетельствует появление здесь цветной переливчатости, которую можно видеть при биомикроскопическом исследовании в зеркальном поле, а уже вслед за этим возникают помутнения серого цвета в виде точек и штрихов, чередующихся с большим количеством субкапсулярных вакуолей. Это приводит помутнению в целом пестрый пористый вид. Несколько позже подобные изменения наблюдаются и под передней капсулой хрусталика. Со временем они распространяются в более глубокие слои коркового вещества. При этом мутнеет и ядерная часть линзы. Какой-либо закономерности появления и созревания катаракты в зависимости от возраста не наблюдается. Так, нами катарактальные изменения констатированы у пациентов в возрасте от 17 до 64 лет (82% случаев). Другим процессом, осложняющим течение иридоцилиарной дистрофии, является вторичная глаукома, которая может развиваться спустя годы и даже десятилетия после начала заболевания. По данным различных авторов, (Huber, 1961; Меркулов, 1971), частота возникновения глаукомы колеблется от 4 до 27%. Наши наблюдения позволили констатировать глаукоматозный процесс в 36% случаев. В основе патогенеза глаукомы лежит ретенция оттока внутриглазной жидкости в области трабекулярного переплетения с прогрессирующим ухудшением легкости оттока по мере развития процесса. Об этом свидетельствуют результаты тонографических, гониоскопических и гистомикроскопических исследований. На фоне открытого камерного угла, по данным большинства исследователей, имеет место выраженный склероз трабекулярной зоны, облитерация межтрабекулярных щелей. Это сопровождается уменьшением коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости, что вполне объяснимо с позиций изменения трабекулярной зоны, а также снижением образования влаги дистрофически измененным цилиарным телом. С последним фактом, видимо, можно связать субкомпенсированное течение глаукомы при подъеме внутриглазного давления в пределах 28—36 мм рт. ст., не сопровождающееся болевым синдромом и резким сужением поля зрения. Суточная кривая изменяется по обратному типу, реже встречаются ее прямой и смешанный типы. Состояние некомпенсации внутриглазного давления редко переходит в декомпенсацию (острый приступ). Больных с иридоцилиарной дистрофией и сопутствующими осложнениями в виде катаракты и вторичной глаукомы приходится наблюдать и лечить многие годы, даже десятилетия. Иногда, несмотря на лечение, которое, естественно, не может носить радикального характера, процесс проходит все стадии развития.

Для обеспечения правильной диагностики, динамического наблюдения за больным, контроля за лечением и течением заболевания, а также статистического учета можно рекомендовать рабочую схему, в которую включены стадии заболевания и соответствующая каждой из них клиническая симптоматика со стороны отделов глаза, вовлеченных в процесс.

Таблица I

Схема клинического течения хронической иридоцилиарной дистрофии

Стадия дистрофии	Состояние роговой оболочки	Состояние радужной оболочки	Состояние угла передней камеры	Состояние стекловидного тела	Осложненная катаракта	Вторичная глаукома
Начальная	Небольшое количество преципитатов. Чувствительность не нарушена	Гетерохимия прямого или обратного типа. Истончение мезодермальных листков, особенно глубокого, мидриаз	Не изменен	Огрубление фибриллей, их нитчатая деструкция, разжижение геля. Отложение округлых серо-белых частиц на волокнах стромы	—	—
Развитая	Заметная диссеминированная преципитация, чувствительность снижена	Гетерохромиа, просветление сосудистого дерева радужки, дистрофия пигментной каймы зрачка. Мидриаз, ослабление зрачковых реакций	Скрытый угол с признаками склероза трабекул, депигментации. Полосы цилиарного тела	Нитчатая и зернистая деструкция, хлопьевидные и вуалеподобные наложения на фибриллах. Активная подвижность анатомических структур	Цветная переливчатость под задней капсулой хрусталика, вакуоли, серо-белые помутнения коры (вид пемзы)	Уменьшение продукции и оттока внутриглазной жидкости, периодическое повышение офтальмотонуса
Далеко зашедшая	Преципитация и выраженное снижение чувствительности. (Изменения в 96% случаев)	Гетерохромиа, деструкция задних пигментных листков, сквозное просвечивание ткани (симптом решета). (Изменения в 83% случаев)	Угол разной ширины, вплоть до закрытого. Возможны гонимосинехии и синехиальная блокада угла	Те же изменения. (Изменения в 82% случаев).	Субкапсулярно-корковая катаракта различной степени зрелости, (в 71% случаев)	Симптомокомплекс глаукомы ретенционного типа (в 36% случаев)

Схема составлена на основании наблюдения за больными хронической иридоцилиарной дистрофией из различных географических районов страны, в том числе и Азербайджана, в сроки до семи лет.

В течении заболевания выделены три стадии. Среди симптомов, характеризующих иридоцилиарную дистрофию, по нашим данным, самой частой оказалась преципитация, что, возможно, обусловлено тщательностью проводимого биомикроскопического исследования роговицы. Далее идут гетерохромия и деструкция стекловидного тела. Среди осложнений, значительно снижающих зрительные функции, первое место занимает катаракта (табл. 1), второе — глаукома (см. выше).

Общность некоторых симптомов со стороны радужки, цилиарного и стекловидного тела при хронической иридоцилиарной дистрофии и хроническом серозном иридоциклите вызывает необходимость проведения дифференциальной диагностики указанных процессов. В практической работе мы предлагаем с этой целью пользоваться составленной нами дифференциально-диагностической схемой. В основу схемы положены клинические признаки одного и другого процессов, выявленные на основании большого количества наблюдений, верифицированных гистомикроскопическими исследованиями биоптатов тканей, полученных при оперативных вмешательствах (радужка, склера), а также исследованиями энуклеированных глаз (табл. 2).

В основу лечения иридоцилиарной дистрофии положен патогенетический подход к ней, как и к нейродистрофическому процессу. Взгляд прошлых лет на данную увеопатию, как на эндогенный вяло текущий увеит туберкулезной этиологии в течение длительного периода времени диктовал назначение массивной специфической терапии (стрептомицин, ПАСК, фтивазид и т. д.), которая, не оказывая какого-либо положительного действия на течение процесса, вызывала лишь сенсibilизацию организма больного. Лечение передней увеопатии как генерализованного дистрофического заболевания иридоцилиарной зоны должны быть направлены на улучшение трофики пораженных тканей и проницаемости сосудистой стенки. Эти задачи в системе комплексного лечения выполняют прежде всего витамины и витаминсодержащие вещества, являющиеся катализаторами обмена веществ, без которых не могут функционировать ферменты, входящие в состав тканей и жидких сред организма, и полноценно осуществляться процессы внутриклеточного обмена. Для этой цели более всего подходят витамины группы В. Используются следующие витамины: витамин В₁ применяется внутрь по 0,01—0,02 г 3 раза в день или внутримышечно (5%-ный раствор тиаминхлорида или 6%-ный — тиаминбромид) по 1 мл (20—30 инъекций на курс лечения). Являющаяся производным витамина В₁ кокарбоксилаза назначается внутримышечно по 50—100 мг ежедневно (на курс до 30 инъекций). Широко применяется также витамин В₂ в виде 1%-ного раствора рибофлавина-моноклеотида внутримышечно (по 0,5 мл 30 инъекций на курс). Для улучшения состояния сосудистой стенки широко используется витамин В₃ (никотиновая кислота, витамин РР). Витамин В₆, влияющий на белковый и жировой обмен, которые страдают при увеопатиях, назначается внутрь по 0,01 г 2—3 раза в день или внутримышечно по 1 мл 5%-ного раствора также курсами. Витамин В₁₂ назначается как препарат, влияющий избирательно на структуры нервной ткани и улучшающий ее функциональное состояние. Его применяют курсами — по 15—20 инъекций из расчета 200 мкг через день. Широко применяется также рутин — витамин Р. Он

Дифференциально-диагностическая схема хронической иридоцилиарной дистрофии и хронического серозного иридоциклита

Хроническая иридоцилиарная дистрофия	Хронический серозный иридоциклит
Основная, часто единственная жалоба на затуманивание и последующее снижение зрения	В анамнезе боли, светобоязнь, покраснение глаза
Глазное яблоко без инъекции сосудов	Перикорнеальная или смешанного типа инъекция, усиливающаяся при осмотре
Чувствительность роговой оболочки понижена	Чувствительность роговой оболочки не нарушена.
Преципитация диссеминированного характера. Преципитаты светлые, полупрозрачные, без заметной динамики в процессе наблюдения за ними	Преципитаты непрозрачные, располагаются в нижних отделах роговицы, образуя фигуру трехугольника; по мере регресса процесса пигментируются и рассасываются
Радужная оболочка пораженной стороны светлее, истончена. В ткани просвечивают собственные сосуды и спинкер зрачка	Радужная оболочка более темна за счет избыточного кровенаполнения, ее рисунок и рельеф ступенчаты. Возможно появление новообразованных сосудов.
Анизокория (зрачок на пораженной стороне шире), реакции на свет, конвергенцию и аккомодацию вялые. Деструкция пигментной каймы зрачка	Анизокория (зрачок на пораженной стороне уже), реакции на свет, конвергенцию и аккомодацию ослаблены или отсутствуют
Угол передней камеры чаще открыт, трабекулярная зона склерозирована, полоса цилиарного тела обесцвечена, войлочного вида	Угол передней камеры разной степени открытия, возможны гонимосинехии разной высоты прикрепления и разного вида, вплоть до синехиальной блокады угла, новообразованные сосуды
Плавающие помутнения стекловидного тела. При биомикроскопии: огрубение волокон стромы, их нитчатый и зернистый распад с отложениями белого цвета на полках. Смещаемость структур при движениях глаза повышена. Калейдоскопическая смена биомикроскопических картин	Помутнение стекловидного тела диффузного характера, смещаемость структур при движениях глаза понижена
Осложненная катаракта и вторичная глаукома развиваются чаще	Осложненная катаракта и вторичная глаукома развиваются реже

снижает повышенную проницаемость сосудистой стенки и назначается в сочетании с аскорбиновой кислотой. Рутин применяют по 0,01 г 2—3 раза в день. Аскорбиновая кислота как регулятор проницаемости капиллярной стенки применяется по 0,05—0,01 г 3 раза в день, внутримышечно — в виде 5%-ного раствора аскорбата натрия по 2 мл.

Для улучшения трофики можно рекомендовать внутримышечные инъекции 2%-ного раствора новоканна по 3—5 мл. Курс лечения включает 10 инъекций. Обычно назначают 2—3 таких курса с перерывом между ними в две недели. Целесообразно назначение анаболических стероидов, в частности неробола, по 0,005 г 2 раза в день, биогенных стимуляторов — стекловидного тела в инъекциях по 2 мл ежедневно (на курс до 25 инъекций). Местно применяются капли рибофлавина с аскорбиновой кислотой (0,002 г рибофлавина и 0,05 г аскорбиновой кислоты)

на 10 мл 3%-ного раствора глюкозы) 2—3 раза в день. При необходимости для нормализации офтальмотонуса назначают те же средства, что и при глаукомах.

Естественно, что приведенные лечебные комплексы не могут оказывать на дистрофический процесс радикального воздействия. Однако они способствуют его стабилизации и более длительному сохранению зрительных функций.

Радикальная помощь больным выражается в микрохирургическом лечении таких осложнений иридоцилиарной дистрофии, как complicating cataract and secondary glaucoma (evidently, on the background of the above complex of therapeutic effects). This question will be devoted to a separate communication.

Поступило 20. X. 1982

Институт физиологии АН
Азерб. ССР.

З. А. Алиева, М. Б. Шульпина, Г. В. Грачева

ХРОНИКИ ИРИДОСИЛИАРНОЙ ДИСТРОФИИ КЛИНИКА ХУСУСИЈАТЛАРИ ВЭ МУАЛИЧЭСИ

Мәғаләдә хроник иридосилиар дистрофија илә хәстәләмиш 210 нәфәр хәстә үзәриндә једди-ил әзниндә апарылмыш мүшәһидә материаллары верилмишдир. Нәмин мүшәһидәләрә әсасән хәстәлијин нејродистрофик тәбиәти һағғында мүләһизә ирәли сүрүләр. Көзүн бујнуз вә гүзәһли гишасында, өн камераларын бучағында, шүшәјә-бәһзәр чисимдә баш верән дәјишикликләр тәсвир едиләр вә көзүн көстәрилән анатомик һиссәләринин хәстәлијә мәрүз галмасы һаллары фанзлә көстәриләр.

Әсас диггәт иридосилиар дистрофијанын мүрәккәбләмиш формалары, јә'ни бүтүн һалларын 71%-дә гејдә алынән компликат катаракт вә 36% мүшәһидә едилән тәкяр глаукома үзәриндә чәмләшдирилмишдир. Иридосилиар дистрофијанын кедишиндә башланғыч, инкишаф етмиш вә лап ағырлашмыш мәрһәләләр мүәјјәнләшдирилмишдир.

Мүәллифләр иридосилиар дистрофија вә хроник сероз иридоциклитин дифференциал диагностикасынын схемини дә вермишләр. Чүнки бир сыра һалларда көстәрилән хәстәликләрин симптомларында мүәјјән охшарлығлар мүшәһидә олунур.

Әлдә едилән мә'луматлар әсасында иридосилиар дистрофијанын дәрман мүаличә системи ишләниб һазырланмышдыр.

Z. A. Alieva, N. B. Shulpina, G. V. Gracheva

CLINICAL PECULIARITIES AND THERAPY OF CHRONIC IRIDOCILIARY DYSTROPHY

The study presents clinical observations on 210 patients with chronic iridociliary dystrophy during seven years. The obtained results give grounds to suggest the neurodystrophic nature of the disease. The changes of cornea and iris membranae, angle of anterior chamber and vitreous body are described with per cent determination of lesion frequency of mentioned anatomic parts of eye. The particular attention is given to complications of iridociliary dystrophy, especially to complicating cataract ascertained in 71% and secondary glaucoma occurred in 36% cases. The initial, developmental and terminal stages of iridociliary dystrophy are revealed. The authors also offer differential-diagnostic scheme of iridociliary dystrophy and chronic serous iridocyclitis, so far as mentioned diseases have in most cases some community of symptomatology. The system of medicament treatment of iridociliary dystrophy is devised on the ground of the obtained data.

УДК III

И. А. АГАЕВ

ФИЛОСОФИЯ

К ВОПРОСУ ОБ АНТИКРЕАЦИОНИСТСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ КОСМОЛОГИИ И АНТРОПОЛОГИИ «БРАТЬЕВ ЧИСТОТЫ» (ихван ас-сафа')

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

В средневековой философии мусульманского Востока центральной была проблема соотношения мира и бога. «Вопрос об отношении мышления к бытию, — писал Ф. Энгельс, — о том, что является первичным: дух или материя, — этот вопрос, игравший, впрочем, большую роль и в средневековой схоластике, вопреки церкви принял более острую форму: создан ли мир богом или он существует от века?» [1]. В отличие от схоластической философии западноевропейского средневековья, выступавшей в большинстве случаев в качестве основного орудия теологии, арабо-мусульманская философия в целом отрицала творение мира во времени, но свою точку зрения по данному вопросу ее представители выражали в форме, вуалирующей ее антикреационистскую сущность. Последнее, на наш взгляд, заслуживает особого внимания, требует от современного исследователя определенных навыков для его адекватного понимания.

Одним из наиболее ранних памятников философской мысли народов мусульманского Востока, в котором вопреки господствовавшим тогда религиозным представлениям утверждается вечность мира, его несотворенность во времени, можно считать энциклопедию X в., известную под названием «Трактаты Братьев чистоты и Верных друзей». Касаясь онтологических взглядов философов-энциклопедистов, являвшихся авторами «Трактатов», А. К. Закуев пишет: «Мусульманские теологи утверждали, что мир создан богом во времени, а ближневосточные философы признавали предвечность и вечность его. По данному вопросу «Братья чистоты» (т. е. «Чистые братья». — И. А.) приводят различные мнения разных философов, но своего собственного мнения почти никогда не высказывают. Вероятно, они поступали так в целях предосторожности» [2]. Такая точка зрения, однако, не вполне соответствует действительности. «Чистые братья» не только достаточно определенно высказывают свою точку зрения на вопрос о сотворенности ли извечности мира, как бы становясь на позицию креационизма, но и с большим энтузиазмом отстаивают ее, подчеркивая, во-первых, то, что бог создал мир «единым разом», а во-вторых, то, что все их рассуждения о свойственных миру движениях имеют своей целью вскрыть «несостоятельность точки зрения тех, кто высказывается за предвечность мира» [3].

Но как же согласовать эти утверждения «Чистых братьев» с от-

становимой ими же эманатистской концепцией, подразумевающей «равную вечность» мира и бога?

Сделать это можно лишь путем адекватной интерпретации используемых энциклопедистами технических терминов, которые в своем лексическом непосредственном значении указывают на одну идею, а в специальном, философском — на другую. Что касается сотворения мира «единым разом» (*даф'атан вахидатан*), то это выражение, уже само по себе имеющее отнюдь не «ортодоксальный» смысл (ведь творение мира заняло, по представлениям Корана и его официальных исламских исследователей-мутакаллимов, вполне определенный отрезок времени), встречается также и у других мыслителей мусульманского средневековья, причем у тех из них, кто придерживался именно антикреационистских воззрений, оно обозначало, как пишет А. В. Сагадеев, «творение во вневременной вечности» и указывало таким образом на как бы собранную в одну точку длительность, а под словом «творение» подразумевались иерархическая структура бытия, ее «нисхождение» от абсолютного единства и постоянства к данному в нашем опыте множественному и переменчивому миру» [4].

Что же касается противопоставления ими предвечного (*кадим*) бога миру его творений, не обладающему самому по себе свойством предвечности, что из контекста рассуждений «Братьев чистоты» явствует, что под «предвечностью» они подразумевают неизменность, а под обратностью, т. е. лишенностью этого свойства, — изменчивость, пребывание в постоянном движении. Таким образом, адекватное толкование этих терминов, которое было доступно, разумеется, лишь ограниченному кругу книжников, позволяло энциклопедистам пропагандировать свои в значительной степени пантеистические воззрения без ущерба для религиозных убеждений «широкой публики» (*авамм*).

Антикреационистский характер, по существу, носили и рассуждения «Братьев» о своего рода эволюционном происхождении жизни на земле: разнообразные растения, животные, как и минералы, согласно их натурфилософским представлениям, возникали во временной последовательности, причем более сложные образования и организмы возникали из менее сложных, а переход от последних к первым опосредовался промежуточными формами.

Лишь формальную связь с господствующими религиозными представлениями имеет и учение «Чистых братьев» о происхождении людей. В полном соответствии с Кораном они признавали Адама праотцом людей. Но они говорят не об одном, а о двух Адамах — об Адаме небесном и Адаме земном. Первый — абстрактный символ человечества, второй — собственно человечество, возникшее во времени и претерпевающее историческое развитие. Если бы земной Адам (т. е. реальное человечество) был создан богом из глины, то его первое пребывание на Земле не определялось бы никакими климатическими и природными условиями. Между тем он появился, согласно «Братьям», в результате соразмерного смешения четырех элементов, а это могло произойти не где угодно, но лишь в определенном месте — на Востоке, в районе экватора. «Братья» помещают земной рай на Яхонтовой горе (*Джабал йакут*), на о-ве Цейлон. Здесь Адам и Ева вели первоначально беззаботный образ жизни, пока дьявол (*Азазил*) не совратил их и они не оказались низвергнутыми к подножию горы, где нет «ни воды, ни дерева, ни приюта». Милостивый бог, чтобы не дать своим

творениям умереть с голоду, посылает к ним ангелов, которые обучают их различным способам добывания средств к существованию.

Все это — при минимальном знакомстве со способом мышления авторов «Трактатов» — не может быть воспринято иначе, как аллегорическое указание на развитие в естественных условиях. Ангелы олицетворяют здесь, в частности, благоприятные для человека силы природы (враждебные ему силы соответственно воплощает дьявол). Поэтому характерно, что дальнейшее развитие человечества описывается «Братьями» как переход его от ступени дикости ко все более и более высоким ступеням цивилизованности.

Более того, в «Трактатах чистых братьев» есть рассуждения, где прямо говорится об эволюционном развитии и самого космоса: из «универсальной первоматерии», т. е. «абсолютного тела», через какое-то огромное количество времени стали выкристаллизовываться прозрачные небесные сферы, которые расположились концентрически, после чего «выделились четыре стихии, расположились в надлежащем порядке и образовали определенную систему»⁵. Из них, в свою очередь, в известной последовательности стали возникать минералы, растения, животные и человек.

Литература

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., изд. 2, 21, 283.
2. Закуев А. К. Философия «Братьев чистоты». Баку, 1961, 32.
3. Раса ил ихван ас-сафа 3. Каир, 1928, 314.
4. Сагадеев А. В. «Чистые братья» — энциклопедисты X века. «Наука и религия», 1980. № 5, 45.
5. Раса' ил ихван ас-сафа 3, 331.

Институт Востоковедения
АН Азерб. ССР

Поступило 19. XII 1983

И. А. Агаев

«САФЛЫГ ГАРДАШЛАРЫ»НЫН КОСМОЛОЖИ ВЭ АНТРОПОЛОЖИСИНИН АНТИКРЕАЦИОН ИСТИГАМЭТИ ҺАГГЫНДА

Ихван әс-сәфанын («Сафлыг гардашлары») трактатлары кими танынан X әср энциклопедиясы мусәлман Шәргиндә фәлсәфи фикрин илкин абидәләриндән бири са-
жылыр.

Һаким дини тәсәввүрләрин әксия «Сафлыг гардашлары» сәнки креационизм гар-
шы бир мөвгә тутараг, мүнәввир терминләрин мүнәввир шәһин юлу илә дүнйанын јара-
дылмасы вә ја әбидилији, јер үзәриндә варлыглары бир нөв төкәмүл јолу илә әмәлә
кәлмәси һаггында өз бахышларыны кифәјәт гәдәр ајдын шәкилдә ифадә едир.

I. A. Agayev

TO THE QUESTION OF ANTICREATIONISTIC DIRECTION OF COSMOLOGY AND ANTHROPOLOGY OF "BROTHERS OF PURITY"

One of the earliest monuments of philosophical conceptions of Muslim East is the encyclopaedia of the X h century, which is known as «The Treatises of Brothers of Purity» («Rasa'il ihvan as-safa»). In spite of prevailing religious notions, the encyclopaedia «Brothers of Purity» by means of adequate interpretation of some terms quite definitely states its point of view on the creation of the eternity of the world, on the evolutionary character of life, as if taking the position of an i-creationism.

Г. А. ГЕНБУЛЛАЕВ

К ПРОИСХОЖДЕНИЮ ЭТНОНИМА ИНГИЛОЙ

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

Ингилой (от азерб. «йенгелой» — в связи с отсутствием фонемы «й» в грузинском языке)¹ — название этнической группы Азербайджана, проживающей компактно и смешанно с азербайджанцами, аварцами и цахурами в Закатальском, Кахском и Белоканском районах. Представители этой группы (в основном мусульмане, незначительная часть — христиане) говорят на одном из восточных диалектов грузинского языка [9]².

Еще с XIX в. существует мнение, что ингилойцы по этнической принадлежности являются грузинами [14, 24], принявшими в начале XVII в. исламскую религию³, в связи с чем возник этноним *ингилой* (якобы от азерб. *йенги* — «новый» и *йол* — «путь», т. е. «новообращенный»).

Однако происхождение этнонима *ингилой* от предполагаемого «йенгийол» (букв. «новый путь»), на наш взгляд, ничем не аргументировано, ибо ни грузинский «ингило», ни азербайджанский «йенгелой» для этой этнической группы не является самонаименованием. По полевым данным, азербайджанцы ингилойцев называют *гелой*. Исходя из определения Ф. Энгельса, что «собственное имя является одним из древнейших характерных черт племени» [1], вряд ли будет справедливым при объяснении происхождения этнонима *ингилой* оставить в стороне этноним *гелой* — инонаименование ингилойцев. По нашему мнению, следует отказаться от традиционного мнения, что компонент «лой» в этнониме *ингилой* восходит к азербайджанскому «йол» — «путь». По-видимому, это народная этимология. Есть основание считать, что этот этноним образовался от азербайджанского «йени» — «новые» и инонаименования *гелой* у азербайджанцев (с. Илису Кахского района). *гелой* — у аварцев, *гелаву* — у цахур для обозначения ингилойцев.

Таким образом, компонент «йени» (а не «йенги», как считали до сих пор), т. е. «новые», добавлен азербайджанцами к этнониму *гелой*

¹ Этноним *ингилой* в древних источниках не засвидетельствован, он упоминается только в литературе XVIII в. В XVIII в. возникло и название *Саингило* («Страна ингилойцев») [22]. Это связано с тем, что этноним *ингилой* был не самонаименованием, а лишь инонаименованием, данным азербайджанцами (как показывает азербайджанское слово «йени» — «новый» в этом этнониме) его носителям (см. ниже).

² Живущие в настоящее время в Кахе ингилойцы по вероисповеданию в основном христиане, а в Закатальском и Белоканском районах — мусульмане. Начало принятия мусульманами-ингилойцами Каха христианства относится к 1850 г., хотя этот процесс начался еще в 1822 г. [5].

³ В «Истории Азербайджана» отмечено, что «в начале XVII века авары при содействии Аббаса I подчинили себе синглоев (принявших ислам грузин)» [17].

после принятия его носителями — христианами новой религии — ислама в начале XVII в., в результате чего и возник этноним *йенгелой* (вернее, *йенгелой*) — «новые гелой-и».

Компонент «гелой» можно было бы связать с древним этнонимом *гел*, носители которого, по сообщению Страбона (I в.), жили «между амазонками и албанцами»⁴. Это же повторяет и Плутарх (II в.), говоря, что между амазонками и албанами обитают гел-и и лег-и⁵. Страбон гелов упоминает рядом с легами, которые в форме *леки* (от этнонима *лег* и морфемы «i») в древнегрузинских источниках обозначают народы Дагестана в целом [20]. В трудах грузинского писателя Евфимия Святогорца (X в.) этнонимом *леки* названы албаны [15].

Считают, что гелы жили «в горах Кавказа» [2] или «на Северном Кавказе» [13]. По-видимому, прав К. Алиев, по мнению которого гелы жили в Южном Дагестане [3]. Это подтверждается тем, что этноним *гел* в армянском источнике VII в. упоминается в форме *хел*⁶ [4] рядом с этнонимами *шилби*⁷ и *тчиго*⁸, т. е. примерно там, где в настоящее время живут ингилойцы — по соседству с цахурами и аварцами. В этой связи правильным является и мнение К. В. Тревер [26], которая считает, что компонент «амазонки» в сообщении Страбона «не что иное, как искаженный этнический термин *Alazwoves* — «аллазоны» — обитатели местности по р. Алазани». Таким образом, современные ингилойцы (древние гелы) уже два тысячелетия живут на одном и том же месте — на р. Алазани.

Однако этническая и языковая принадлежность гелов Албании (современных ингилойцев) до сих пор окончательно не выяснена.

В. Дондуа считает, что «кахи (или часть кахов) и эры являлись позднейшими ингилойцами» [8], а по В. Л. Гукасяну, «по всей вероятности, на основе удинского диалекта этой зоны в средних веках образовался ингилойский диалект грузинского языка» [7]. Однако с их мнением трудно согласиться, поскольку ингилойцы имеют свое самостоятельное название, тогда как *уди* и *хэр* — это самоназвания современных удин и крызцев — хапутлинцев. Предки ингилойцев жили на территории албанской области — Эрети. Входившие в разные времена (см. подробно [22, 23, 25]) в состав Грузии ингилойцы — обитатели Эрети под влиянием грузино-православной церкви приняли грузинский язык, вследствие чего возник ингилойский диалект грузинского языка. Еще Н. Я. Марр отмечал, что в раннесредневековой Албании халкедонство подготовило почву для господства грузин и западная албанская часть, «так сказать Грузинская Албания, действительно и огрузинилась: это древняя область Эретия, позднее вошедшая в предел Кахетии» [19]. С. Т. Еремян также считал, что Эрети было названием огрузинившейся части Албании [10].

⁴ Страбон, X: V, 1: Этноним *гел*, к которому восходит современный топоним *Гилан*, античными авторами отмечен также у юго-западного побережья Каспия (Страбон, XI, 7, 1; Плиний, I V, 48; Птолемей, VI (2, 5), рядом с амардами, кадусами и анариками. К. В. Тревер [26] и З. И. Ямпольский [27] считают указанные этнонимы идентичными, с чем согласиться, по нашему мнению, нельзя.

⁵ Плутарх, гл. 35.

⁶ «Х» в русской транскрипции обычно является эквивалентом звонкого спиранта древнеармянского «г» (напр. *Агван* — Ахван, т. Албания).

⁷ Ср: этноним *силв* в античных источниках — самоназвание части современных аварцев.

⁸ Ср. этноним *йихьбы* — самоназвание современных цахуров.

В свете вышесказанного можно допустить, что гелы — предки ингилойцев были каким-то кавказоязычным племенем в северо-западной Албании, которое в результате особенностей религиозного развития в раннем средневековье огузизировалось по языку.

Интересно, что названия, объясняющиеся в связи с грузинским языком, отсутствуют в местах расселения ингилойцев. Но есть древние топонимы, в которых отражен, по-видимому, именно этноним *гел*. К ним относятся Гелда — название албанского горного племени у Птолемея (II в.)⁹ и Гелаву — название области в Албании у Гевонда (VIII в.) [18]¹⁰.

Топоним *Гелда*¹¹, в котором выделяется этноним *гел* и неизвестный (вероятно, кавказоязычный) формат «да» можно сопоставить с топонимом *Голода*, которым аварцы в прошлом обозначали часть территории современного Закатальского района [15]¹², где в настоящее время живут также и ингилойцы. Гевонд называет область Гелаву рядом с Шеки к северу от р. Куры, что дает возможность предположить, что это название, включающее этноним *гел*, обозначало место в северо-западной Албании, где обитали ингилойцы. Привлекает внимание и то, что топоним *Гелаву* у Гевонда созвучен с этнонимами *гелюу* и *гелаву*, которыми цахуры и аварцы северо-западного Азербайджана называют ингилойцев.

Итак, можно сделать следующие выводы.

1. Этноним *ингилой* в связи с принятием гелами-христианами исламской религии в XVII в. образовался от азербайджанского «йени» («новые») и этнонимов *гелюу*, *гелюу* и *гелаву*, восходящих к самоназванию ингилойцев «гел» со значением «новые», т. е. «новообращенные гелы».

2. Самоназвание ингилойцев «гели» восходит к античному этнониму *гел* в Албании, а ингилойцы являются потомками древних гелов.

3. Гелы в древности жили в северо-западной Албании, где расселены современные ингилойцы; этноним нашел отражение в топонимах *Гелда* и *Гелаву*.

4. Под влиянием грузинской церкви гелы, языковая и этническая принадлежность которых до сих пор остается невыясненной, постепенно ассимилировались и приняли грузинский язык.

Литература

1. Энгельс Ф. Происхождение семьи, частной собственности и государства. М., 1980.
2. Алиев И. Г. История Минди. Баку, 1960.
3. Алиев К. О населении древней Албании. «ДАН Азерб. ССР», 1959, №2.
4. Армянская география VII в.: по Р. Х. СПб., 1877.
5. Фон Плотто А. Природа и люди Закатальского округа «Сб. сведений о Кавказских горцах», вып. IV. Тифлис, 1872.
6. Бакиханов А. Гюлистан-Ирам. Баку, 1926.
7. Гукасян В. Л. Кавказский языковой ареал и вопрос субст-

⁹ Птолемей, кн. V, XI, 2. Впервые топоним *Гелда* с этнонимом *гел* связал И. Г. Алиев [2].

¹⁰ С. Т. Еремян также считал, что этноним *гел* отражен в топониме *Гелаву* [11], но *Гелаву* он ошибочно связал с современным с. Калва, где в недалеком прошлом жили не ингилойцы, а таты (Ахсунский район).

¹¹ С. А. Ковалевский считает, что *Гелда*, — это древнее название Дербента [16]; см. также [26].

¹² А. Бакиханов отмечал, что *Голода* до XVIII в. была названием верхней части Илису (Кахский район) и Джара (Закатальский район) [6]. По П. К. Услару, *Голодой* назывался Джаро-Белоканский округ (см.: Услар П. К. Этнография Кавказа. Языкознание, III. Тифлис, 1889, с. 68).

рата. В кн.: «Лингвистическая география и проблема истории языка», ч. I. Нальчик, 1981.

8. Дондуа В. Некоторые замечания на коллективный труд «История армянского народа». Соч., т. III. Тбилиси, 1953.

9. Джангидзе В. Т. Ингилойский диалект в Азербайджане. Тбилиси, 1978.

10. Еремян С. Т. Экономика и социальный строй Албании III—VII вв. В кн.: «Очерки истории СССР III—IX вв.», М., 1958.

11. Еремян С. Т. Страна «Махелония» надписи Кааба-и Зардуршт. ВДИ, 1967, № 4.

12. ЗКОИРГО, кн. XIV, вып. I: Тифлис, 1880.

13. Ельницкий Л. А. Скифы евразийских степей. Новосибирск, 1977.

14. Кахетия. Тифлис, 1891.

15. Кекелидзе К. С. Вопросы классификации и географического распределения народов в древнегрузинской литературе. В кн.: «Этюды по истории древнегрузинской литературы», т. I. Тбилиси, 1956 (на груз. яз.).

16. Ковалевский С. А. Карта Птолемея в свете исторической географии Прикаспия. «Изв. Всесоюз. геогр. о-ва», 1953, № 1.

17. История Азербайджана, т. I. Баку, 1958.

18. История халифов вардакета Гевонда, писателя VIII в., пер. К. Патканова. СПб., 1862.

19. Марр Н. Я. Аркаун-монгольское название христиан в связи с вопросом об армянских халедонитах. «Византийский временник», т. XII, № 1. СПб., 1906.

20. Мровели Леонти: Жизнь картлийских царей, пер. с древнегрузинского Г. В. Цулая. В., 1979.

21. Мухелишвили Д. Л. Из исторической географии Восточной Грузии (Шаки и Гогарина). Тбилиси, 1982.

22. Папуашвили Г. Т. Царство ранов и кахов (VIII—XI вв.). Тбилиси, 1982 (на груз. яз.).

23. Папуашвили Г. Т. Вопросы истории Эрети. Тбилиси, 1970 (на груз. яз.).

24. Пасербский А. Очерк Закатальского округа. «КК» на 1865 г.

25. Петрушевский И. П. Джаро-белокаские волные общества в I трети XIX столетия. Тифлис, 1934.

26. Тревер К. В. Очерки по истории и культуре Кавказской Албании. М.—Л., 1959.

27. Ямпольский З. И. К вопросу об общности древнейшего населения Атропатены и Албании. Тр. Ин-та истории и философии АН Азерб. ССР, т. IV. Изд-во АН Азерб. ССР, 1954.

Институт истории
АН Азерб. ССР

Поступило 31. V 1983

Г. Э. Гебюллаев

ЈЕНКИЛОЈ ЕТНОНИМИНИН МӘНШӘЈИ НАГГЫНДА

Индија гәдәр белә бир фикир мөвчуд иди ки, Азербайжаным шимал-гәрб зонасында јашајан христиан јенкилојларын XVII әсрдә Ислам дининә кечмәси илә әлагәдар олараг «јенкилој» этнонимин Азербайжан дилиндәки «јенкијол» сөзүнүн фонетик шәклидир. Лакин мәгаләдә јени фикир ирәли сүрүлүр: өз-өзләринин «ели» адландыран јенкилојларын индики ады «јени» сөзүндән вә еранин әвәлләриндә Албанијадә јашамыш кел тәјфасынын адындан ибарәтдир.

G. A. Geybullayev

ABOUT ORIGIN OF ETHNONYM ENGİLOY

There is such an opinion, that the ethnonym *engiloy* was taken from Azerbaijanian word *yengiloy* as a newly-converted word after the adoption by Christian-engiloyses the Islam in the XVII century. In the article it is shown, that the ethnonym *engiloy* consists of Azerbaijanian word *yeni* (new) and self-named by engiloyses *geli* which ascends to ancient ethnonym *gel* in Albania.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријаазиллат

- Т. М. Кәримов. Ярымсиглидрдә жүксәк тәртибли еллиптик тәликләр үчүн Заремба мәсәләсинин һәллиниң сонсузлугда тәбиәти һаггында 3
- М. Б. Раһимов, З. И. Нүсәјнов. Тоположи фәзасында Банан фәзасынын ендоморфизмлар чәбриһә тәсир едән операторларын функционал һесабы вә онун тәтбиғи һаггында 7
- В. М. Мурадов. Чох комплексли дәјишән функцијаларын полиномларла ән јахшы јахынлашмасы һаггында 11

Астрономија

- Л. Б. Сирулник. Күнәшдә бә'зи гејри-стационар һадисәләрин магнит гидродинамик модели 15

Механика

- М. Ч. Чаббаров, Н. Н. Гулијев. Дағ мә'дәнләринин анизотроплугу нәзәрә алынмагда гују диварларынын дајаныглыгынын тәдгиги 20

Ярымкечиричиләр физикасы

- М. И. Әлијев, Г. И. Сәфәрәлијев. Компенсација олунмуш GaSb-дә жүкдашычыларын потенциал гејри-бирчынслиликләрдән сәпилмәси 24
- А. Г. Абдуллајев, С. К. Ханчанов, Т. Г. Фуфајева, К. Н. Гасимова. Рентген фотоэлектрон спектроскопик метод илә ZnSe электрон структурунун тәдгиги 29
- А. К. Мәмәдов, Е. Ј. Салајев, Н. С. Сејидли. $Cd_xHg_{1-x}Te$ ($0,25 < x < 0,3$) монокристалларында магнитконцентрација эффекти 32
- Н. Ә. Чамалов, Б. Ш. Бархалов, Ј. С. Фејзијев, Ч. Ш. Абдинов. $Bi_2Te_3-Bi_2Se_3$ бәрк мөһлулу монокристалларынын бә'зи контакт материаллары илә ајрылма сәрһәддиндә адкезија вә elektrik һадисәләринин тәдгиги 36
- А. В. Горшков, Ф. А. Зантов, Ф. К. Исајев, Г. М. Шалјанина, С. Б. Шанкин, И. С. Асатулова. $Cd_{0,2}Hd_{0,8}Te$ системиндә галајын миграција вә дахилолма механизмләри 40

Физики кимја

- Н. Ф. Мусајева, А. Ә. Нәсәнова, М. Ј. Саламова, М. С. Салахов. Гексахлорсиклопентадијенин һәлгәви дијенофилләрдә дијен конденсәшмәси реакцијасынын кинетика вә механизми 44

Үзви кимја

- М. И. Рүстәмов, С. М. Ибраһимова, А. Т. Худијев, Г. Т. Фәрһадова. Кел әсасында алынмыш сеолит тәркибли катализаторларын хасијәтләринә келин чөкдүрмә шәраитинин тәсирин 47

Кеокимја

- А. М. Дадашов, Ј. Б. Галант, С. А. Мәмәдова. Касдағ колчедан-полиметал јатагынын газлылығы 51

Кеолокија

- Р. Н. Абдуллајев, Н. В. Мустафајев, О. Д. Бағырбәјова, М. А. Мустафајев. Шамхор антиклинорисиндә интрузив магматизмин тәкамүлү һаггында (Кичик Гафгаз) 56

Кенотика

- Академик И. К. Абдуллајев, Л. Ә. Ширијева, Т. З. Велијева. Јени 168 хромосомлу тоз хартут формаларынын векетатив вә кенератив органдарынын өјрәшилмәси 60

Торпагшүнаслыг

- С. Ә. Әлијев, Ф. Н. Аббасов, Ч. Ә. Нәчијев. Әкин дөвријјәсиндә Абшеронун боз-гонур торпагларынын микробиологи сәчијјәси 65

Битки физиолокијасы

- М. Н. Абуталыбов, В. М. Әлизадә, В. М. Гәнијев. Битки һүчә-рәләринин электрокенеизмин тәизиминдә калсиумун иштиракы 70

Тибб

- З. А. Әлијева, М. Б. Шулпина, Г. В. Грачева. Хроник иридо-силлар дистрофијанын клиник хусусијәтләри вә мұаличәси 74

Фәлсәфә

- Н. А. Агајев. «Сафлыг гардашлары»нын космологи вә антроположисинин антикреасион истигамәти һаггында 81

Топонимика

- Г. Ә. Гејбуллајев. Јенкилој этнониминин мәншәји һаггында 84

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- Т. М. Керимов. О поведении бесконечности решения задачи Зарембы для эллиптического уравнения высокого порядка в полуболлиндре 3
- М. Б. Рагимов, З. И. Гусейнов. О функциональном исчислении отображений топологического пространства в алгебру эндоморфизмов банахова пространства и его приложения 7
- В. М. Мурадов. О наилучшем полиномиальном приближении аналитических функций многих комплексных переменных 11

Астрономия

- Л. Б. Цирульник. Манитогидродинамическая модель некоторых нестационарных явлений на солнце 15

Механика

- М. Д. Джаббаров, Г. Г. Кулнев. Исследование устойчивости стенок скважин с учетом анизотропии горных пород 20

Физика полупроводников

- М. И. Алиев, Г. И. Сафаралиев. Рассеяние носителей тока на потенциальных неоднородностях в компенсированном p -GaSb 24
- А. Г. Абдуллаев, С. К. Ханджанов, Т. Г. Фуфаева, Г. Н. Касимова. Исследование электронной структуры ZnSe методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии 29
- А. К. Мамедов, Э. Ю. Салаев, Г. С. Сендли. Магнитоконцентрационный эффект в монокристаллах $Cd_xHg_{1-x}Te$ ($0,25 < x < 0,3$) 32
- Н. А. Джамалов, Б. Ш. Бархалов, Я. С. Фейзинов, Д. Ш. Абдинов. Исследование адгезионных и электрических явлений на границе раздела монокристаллов твердого раствора с некоторыми контактными материалами 36
- А. В. Горшков, Ф. А. Зантов, Ф. К. Исаев, Г. М. Шаляпина, С. Б. Шангин, И. С. Асатурова. Механизмы миграции и внедрения олова в $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ 40

Физическая химия

- Н. Ф. Мусаева, А. А. Гасанова, М. С. Салахов. Кинетика и механизм реакции диеновой конденсации гексахлорциклопентадиена с циклическими диенофилами 44

Органическая химия

- М. И. Рустамов, С. М. Ибрагимова, А. Т. Худиев, Г. Т. Фархадова. Влияние условий осаждения геля на свойства цеолитсодержащих катализаторов, полученных на его основе 47

Геохимия

- А. М. Дадашев, Ю. Б. Галант, С. А. Мамедова. Газоносность каздагского колчеданно-полуметаллического месторождения 51

Геология

- Р. Н. Абдуллаев, Г. В. Мустафаев, О. Д. Багирбекова, М. А. Мустафаев. К эволюции интрузивного магматизма Шамхорского поднятия (Малый Кавказ) 56

Почвоведение

- С. А. Алиев, Ф. Г. Аббасов, Д. А. Гаджиев. Микробиологическая характеристика серо-бурых почв Апшерона в севообороте 65

Физиология растений

- М. Г. Абуталыбов, М. В. Али-заде, В. М. Ганиев. Участие кальция в регуляции электрогенеза растительных клеток 70
- З. А. Алиева, Н. Б. Шульпина, Г. В. Грачева. Клинические особенности и лечение хронической придоцилиарной дистрофии 74

Философия

- И. А. Агаев. К вопросу об антикреационистской направленности космологии и антропологии «Братьев чистоты» 81

Топонимика

- Г. А. Гейбуллаев. К происхождению этнонима ИНГИЛОЙ 84

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

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

11. Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть вписаны четко. Следует избегать громоздких обозначений, применяя, например, дробные показатели степени вместо радикалов, а также $\exp$. Занумерованные формулы обязательно выключаются 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, H рукоп.).

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

Следует избегать знаков типа $\sim$ (волна), $\odot$, $\otimes$, $\boxtimes$; $\square$ $\square^\circ$, $\diamond$, $\vee$ $\wedge$

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

$$h \times \pounds, \text{ff}, \text{f}, \text{e}$$

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

14. Цитируемая литература проводится общим списком на отдельной странице: ссылки в тексте даются порядковым номером в круглых скобках над строкой (например, 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.

Сдано в набор 07. 05. 1984 г. Подписано к печати 31. 07. 1984 г. ФГ 19007.
Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта
литературная. Печать высокая. Усл. печ. лист. 7,47. Уч. изд. лист. 6,41.
Усл. кр.-отиск. 7,47. Тираж 615. Заказ 813. Цена 70 коп.

Издательство «Эли».

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

Типография «Красный Восток» Государственного комитета Азербайджанской ССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 80.