

11-768

1

Азәрбајчан ССР  
Елмләр Академијасы  
Академия наук  
Азербайджанской ССР

ISSN 0002-3078

# МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

●  
ҶИЛД

XLII

ТОМ  
●



1986

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 достижения 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 соображения приоритета. Для этого необходимо специальное решение редколлегии.

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

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

5. Авторы должны 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 ВИНИТИ.

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 редакцией. Доработанный текст автор должен вернуть вместе с первоначальным экземпляром статьи, а также ответом на все замечания. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

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

(Продолжение на третьей странице обложки)

АЗЭРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ  
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

# МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

## ТОМ XLII ЧИЛД



«ЕЛМ» НƏШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»  
БАКЫ—1986—БАКУ





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

© Издательство «Элм», 1986 г.

С. Р. МУСАЕВ, Т. М. ЭФЕНДИЕВ

### ПОСТРОЕНИЕ СКАЛЯРНЫХ ТЕРМИНАЛЬНЫХ ПАР МЕТОДОМ ИТЕРАЦИИ ПИКАРА—РАКОВЩИКА

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

Метод итерации (последовательных приближений) впервые был применен к отысканию решения дифференциального уравнения Пикаром в 1890 г. [5], а затем в 1962 г. Раковщик [2] оригинально приспособил его для построения допустимых пар, реализующих управляемость.

Пусть задано нелинейное скалярное дифференциальное уравнение

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x, u), \quad (1)$$

где  $t \in [t_0, T]$ ,  $x = x(t)$  — неизвестная скалярная функция, описывающая поведение объекта, а  $u = u(t)$  — скалярное допустимое управление.

Определение 1.

Функция  $u = u(t)$ , определенная на отрезке  $[t_0, T]$ , называется допустимым управлением, если:

а)  $|u(t)| \leq N$ , где  $N$  — заданная константа

б)  $u(t)$  — кусочно-непрерывная, непрерывна слева в точках разрыва, а также в концах отрезка  $[t_0, T]$ .

Функция  $f(t, x, u)$  определена в области  $D_f = D_t \times D_x \times D_u$ , где  $D_t = [t_0, T]$ ,  $D_x = \{x : |x - x_0| \leq c\}$ ,  $D_u = [-N, N]$ . Далее заданы две точки  $(t_0, x_0)$  и  $(T, X)$  из  $D_t \times D_x$  и условия:

$$x(t) |_{t=t_0} = x_0 \quad (2)$$

$$x(t) |_{t=T} = X \quad (3)$$

Определение 2.

Допустимое управление  $u(t)$  вместе с соответствующим ему  $P$ -решением задачи Коши (1—2)  $x(t)^*$  называется допустимой парой.

Определение 3.

Допустимая пара называется реализующей управляемость, если ее траектория  $x(t)$  удовлетворяет условию (3).

\*  $P$ -решение — это решение задачи Коши (1—2) в смысле Л. С. Понтрягина, оно непрерывно и кусочно дифференцируемо [1].

**Определение 4.**  
Система (1)–(3) называется управляемой, если существует хотя бы одна допустимая пара, реализующая управляемость.

**Теорема 1.**

Пусть выполнены условия:

1°. Функция  $f(t, x, u)$  непрерывна в  $D_f$ .

2°. Функция  $f(t, x, u)$  удовлетворяет в  $D_f$  условию Липшица по  $x$  с постоянной  $k > 0$ .

$$|f(t, x_1, u) - f(t, x_2, u)| \leq k |x_1 - x_2|.$$

3°. Функция  $f(t, x, u)$  строго монотонна по  $u$  в  $D_f$ . Для определенности, в дальнейшем будем полагать, что она монотонно возрастает.

4°. Для  $\forall t \in D_t$  и  $\forall x \in D_x$  будет

$$f(t, x, -N) \leq \frac{X - x_0}{T - t_0} \leq f(t, x, N)$$

тогда

а) система (1)–(3) управляема;

б) допустимая пара, реализующая управляемость, строится методом итерации Пикара–Раковича (ИПР);

в) управление искомой допустимой пары кусочно-постоянно;

г) на каждой  $n$ -ой итерации  $u_n$  можно вычислить методом половинного деления [4].

Выполнение утверждений а), б), в) дано в [1], покажем выполнение утверждения г). При построении итерации Пикара–Раковича, на каждой итерации требовалось решить нелинейное скалярное уравнение:

$$\varphi(u) = \int_{t_0}^T f(t, x(t), u) dt - (X - x_0) = 0 \quad (4)$$

относительно  $u$  при фиксированном  $x(t)$ . В [1] показано существование корня, с другой стороны, из 3° следует монотонность функции  $\varphi(u)$ . Из обоих этих обстоятельств следует, что, во-первых, корень единственный, а, во-вторых, функция  $\varphi(u)$  принимает на концах отрезка  $[-N, N]$  значения разных знаков. А это значит, что корень уравнения (4) можно найти методом половинного деления [4].

На множестве допустимых пар введем функционал

$$\Phi(x(t), u(t)) = x(T). \quad (5)$$

Пусть  $g$  — вещественная функция вещественного переменного. Рассмотрим функционал:

$$g(\Phi(x(t), u(t))) = g(x(T)).$$

**Определение 5.**

Допустимая пара называется терминальной, если она минимизирует функционал (6) на множестве всех допустимых пар.

Введем множества:

$$S_1 = \{x(T): (x(t), u(t)) \text{ — допустимая пара}\}$$

$$S_2 = \{X: x \text{ — удовлетворяет условию 4°}\}.$$

**Теорема 2.**

Пусть выполнены условия 1–3° теоремы 1, а также:

4°.  $S_1 \neq \emptyset$  (из этого следует, что  $S_2 \neq \emptyset$ );

$$5°. \min_{y \in S_1} (g(y)) = \min_{y \in S_2} (g(y))$$

Тогда:

а) терминальная пара существует;

б) она строится методом ИПР;

в) терминальное управление кусочно-постоянно;

г) на каждой  $n$ -ой итерации  $u_n$  можно вычислить методом половинного деления.

**Определение 6.**

Допустимая пара, реализующая управляемость, называется ИПР-оптимальной по быстродействию, если она минимизирует  $T - t_0$  на множестве всех допустимых пар, реализующих управляемость, которые можно построить методом ИПР (в данном случае с помощью теоремы 1).

Из условия 4° теоремы 1 имеем:

$$\frac{X - x_0}{T - t_0} \leq \min_{t, x} f(t, x, N) \quad (7)$$

или

$$T - t_0 \geq \frac{X - x_0}{\min_{t, x} f(t, x, N)}. \quad (8)$$

Таким образом ИПР-оптимальное по быстродействию время равно

$$T_{\text{ИПР}} - t_0 = \frac{X - x_0}{\min_{t, x} f(t, x, N)} \quad (9)$$

Очевидно, что если  $T$  взять в соответствии с (9), то условие 4° не нарушится. Теперь, после того как  $T_{\text{ИПР}}$  выбрано, ИПР-оптимальным по быстродействию, то пару можно построить методом ИПР (с помощью теоремы 1).

Заметим, что формула (9) дает оценку сверху для  $T_{\text{опт}}$  по быстродействию:

$$T_{\text{опт}} - t_0 \leq \frac{X - x_0}{\min_{t, x} f(t, x, N)}.$$

**Литература**

1. Мусаев С. Р., Эфендиев Т. М. Вопросы математической кибернетики и прикладной математики, IV. — Баку, Элм, 1980, с. 134–146.



Тогда при каждом натуральном  $n$  можно построить многочлен  $P_n(z)$  степени  $\leq n$  такой, что для любых  $z \in \Gamma$  будет выполняться неравенство

$$|(f)(z) - P_n(z)| \leq M \left( d^{2+\beta} \left( z, \frac{1}{n} \right) + d^2 \left( z, \frac{1}{n} \right) |z - z_0|^\beta \right),$$

где  $d \left( z, \frac{1}{n} \right)$  — расстояние от точки  $z \in \Gamma$  до линии уровня  $\Gamma_{1+\frac{1}{n}}$ .

Для доказательства этой теоремы, следуя В. И. Белому [4], построим полиномы  $P_n(z)$  в следующем виде

$$P_n(z) = -\frac{1}{2\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} j_{nk}(t) dt \int_{CG} \frac{(f_0 y)(\xi) y_{\xi}^{-1}}{(\xi - z)^2} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\xi - z}{\xi_t - z} \right)^m \right]^2 d\sigma_{\xi},$$

где

$$j_{nk}(t) = \frac{i}{b_{nk}} \left( \frac{\sin \frac{nt}{2}}{\sin \frac{t}{2}} \right)^{2(k+1)},$$

$$b_{nk} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \left( \frac{\sin \frac{nt}{2}}{\sin \frac{t}{2}} \right)^{2(k+1)} dt,$$

$$\bar{\xi} = \psi \left[ \Phi(z) \left( 1 + \frac{1}{n} \right) \right], \quad \xi_t = \psi \left[ \Phi(z) \left( 1 + \frac{1}{n} \right) e^{-it} \right]; \quad |t| < \pi,$$

$\psi$  — обратная к  $\Phi$  функции.

Пусть  $z_1$  — произвольная точка границы  $\Gamma$ .  $z \in G, |z - z_1| \leq \frac{1}{2} d \left( z_1, \frac{1}{n} \right) = \frac{d}{2}$ . Известно, что

$$|f(z) - P_n(z)| \leq |f(z) - f(z_1) - P_n(f - f(z_1); z)| + M d \left( z_1, \frac{1}{n} \right)$$

$$f(z) - f(z_1) - P_n(f - f(z_1); z) = -\frac{1}{\pi} \iint_{G_d} N(\xi) d\sigma_{\xi} +$$

$$+ \frac{1}{2\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} j_{nk}(t) dt \int_{G_d} N(\xi) \left[ -2 \sum_{r=2}^m (-1)^r \binom{m}{r} \left( \frac{\xi - z}{\xi_t - z} \right)^r + \right.$$

$$\left. + \sum_{r=2}^{2m} (-1)^r \binom{2m}{r} \left( \frac{\xi - z}{\xi_t - z} \right)^r \right] d\sigma_{\xi} +$$

$$+ \frac{1}{2\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} j_{nk}(t) dt \int_{CG \setminus G_d} N(\xi) \left[ -2 \left( \frac{\bar{\xi}_t - \xi}{\bar{\xi}_t - z} \right)^m + \left( \frac{\bar{\xi}_t - \xi}{\bar{\xi}_t - z} \right)^{2m} \right] d\sigma_{\xi} = \sum_{i=1}^3 I_i,$$

8

где  $G_d = \{ \xi : \xi \in CG; |\xi - z_1| < d \}$  и  $\frac{(f_0 y)(\xi) - f(z_1)}{(\xi - z_1)^2} y_{\xi} = N(\xi)$ . При всех  $u \in G$  определена функция  $F_1(u) = \int_{\Omega} [f(t) - f(z_1)] dt$ . Выполним ее QC-продолжение  $\bar{F}_1(u)$  в расширенную плоскость (см. [4]). Полагая  $C_d = \{ \xi : |\xi - z_1| = d \}, \forall z \in G, |z - z_1| < \frac{d}{2}$ , имеем

$$I_1 = -\frac{1}{\pi} \iint_{G_d} N(\xi) d\sigma_{\xi} = |f(z) - f(z_1)| -$$

$$- \frac{1}{2\pi i} \left( \int_{C_d \cap CG} + \int_{C_d \cap \bar{G}} \right) \frac{\bar{F}_1(\xi) - \bar{F}_1(z_1)}{(\xi - z_1)^2} d\sigma_{\xi}$$

Пусть  $\xi \in C_d \cap \bar{G}$ . Соединим  $\xi$  и  $z_1$  в области  $\bar{G}$  спрямляемой кривой  $l(\xi, z_1)$ , для которой  $\text{mes } l(\xi, z_1) < M |\xi - z_1|$ .

$$|\bar{F}_1(\xi) - F_1(z_1)| = \left| \int_{l(\xi, z_1)} [f(t) - f(z_1)] dt \right| \leq$$

$$\leq \int_{l(\xi, z_1)} |t - z_1|^2 \cdot \max \{ |t - z_0|^\beta, |z_1 - z_0|^\beta \} dt$$

Возможные случаи а)  $|t - z_0| > |z_1 - z_0|$ , б)  $|z_1 - z_0| \geq |t - z_0|$ . Рассмотрим случай а). Так как  $|t - z_0| \leq |t - z_1| + |z_1 - z_0|$ , то имеем

$$|\bar{F}_1(\xi) - F_1(z_1)| \leq \int_{l(\xi, z_1)} |t - z_1|^\alpha (|t - z_1| + |z_1 - z_0|)^\beta dt \leq$$

$$\leq \int_{l(\xi, z_1)} |t - z_1|^\alpha (|t - z_1|^\beta + |z_1 - z_0|^\beta) dt \leq$$

$$\leq (\text{mes } l(\xi, z_1))^\alpha ((\text{mes } l(\xi, z_1))^\beta + |z_1 - z_0|^\beta) \text{mes } l(\xi, z_1) \leq$$

$$\leq M (|\xi - z_1|^{2+\beta} + |\xi - z_1|^\alpha |z_1 - z_0|^\beta) |\xi - z_1| \leq$$

$$\leq M \left( d^{2+\beta} \left( z_1, \frac{1}{n} \right) + d^\alpha \left( z_1, \frac{1}{n} \right) |z_1 - z_0|^\beta \right) d \left( z_1, \frac{1}{n} \right)$$

Очевидно, что в случае б) имеем

$$|\bar{F}_1(\xi) - F_1(z_1)| \leq d^\alpha \left( z_1, \frac{1}{n} \right) |z_1 - z_0|^\beta d \left( z_1, \frac{1}{n} \right) \leq$$

$$\leq M \left( d^{2+\beta} \left( z_1, \frac{1}{n} \right) + d^\alpha \left( z_1, \frac{1}{n} \right) |z_1 - z_0|^\beta \right) d \left( z_1, \frac{1}{n} \right)$$

Пусть  $\xi \in C_d \cap CG$ . Учитывая, что  $y(\xi) \in G$  (7.33) (см. [4], стр. 357) и соединяя  $y(\xi)$  с точкой  $z_1$  кривой  $l(y(\xi), z_1)$ , удовлетворяющей условию

$$\text{mes } l(y(\xi), z_1) \leq M |y(\xi) - z_1|$$

аналогично предыдущему, получим

$$|F_1(y(\xi)) - F_1(z_1)| \leq M \left( d^{2+\beta} \left( z_1, \frac{1}{n} \right) + d^\alpha \left( z_1, \frac{1}{n} \right) |z_1 - z_0|^\beta \right) d \left( z_1, \frac{1}{n} \right).$$

Легко видеть, что

$$|f(z) - f(z_1)| \leq M \left( d^{2+\beta} \left( z_1, \frac{1}{n} \right) + d^\alpha \left( z_1, \frac{1}{n} \right) |z_1 - z_0|^\beta \right)$$

9

Теперь оценим  $I_1$ .

$$|I_1| \leq M \left( d^{a+\beta} \left( z_1, \frac{1}{n} \right) + d^a \left( z_1, \frac{1}{n} \right) |z_1 - z_0|^\beta \right) + \\ + \frac{8 M d \left( z_1, \frac{1}{n} \right) \left( d^{a+\beta} \left( z_1, \frac{1}{n} \right) + d^a \left( z_1, \frac{1}{n} \right) |z - z_0|^\beta \right)}{2\pi d \left( z_1, \frac{1}{n} \right)} \leq \\ \leq M \left( d^{a+\beta} \left( z_1, \frac{1}{n} \right) + d^a \left( z_1, \frac{1}{n} \right) |z_1 - z_0|^\beta \right)$$

Нетрудно получить аналогичную оценку для  $I_2$  и  $I_3$ . Отсюда приходим к неравенству

$$|f(z) - P_n(z)| \leq M \left( d^{a+\beta} \left( z_1, \frac{1}{n} \right) + d^a \left( z_1, \frac{1}{n} \right) |z_1 - z_0|^\beta \right)$$

при всех  $z \in G$ ,  $|z - z_1| < d \left( z_1, \frac{1}{n} \right) / 2$ , из которого и следует утверждение теоремы.

#### Литература

1. Мамедханов Дж. И. В сб. Теория кубатурных формул и вычислительная математика.—Новосибирск: Наука, 1980, с. 164—167.
2. Дзядык Б. К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами.—М.: Наука, 1977.
3. Беллинс-и9й П. П. Общие свойства квазиконформных отображений.—Новосибирск: Наука 1974.
4. Белый В. И.—Мат. сб., т. 102(144), № 3, 1977, с. 331—351.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 15. X 1984

Ч. И. Маммэдханов, А. А. Мусаев

#### КВАЗИКОНФОРМ СЭРХЭДЛИ ОБЛАСТЛАРДА ЧОХХЭДЛИЛЭРЛЭ ЛОКАЛ ЈАХЫНЛАШМАЛАР

Мэгалэдэ квазиконформ сэрхэдли областларда чоххэддилэрлэ локал Јахынлашма һаггында дүз теоремни исбат схемн верилмишдир.

Dj. I. Mamedkhanov, A. A. Musaev

#### LOCAL POLYNOMIAL APPROXIMATION IN DOMAINS WITH QUASI-CONFORMAL BOUNDARY

In the article the method of proof of straight local theorem polynomial approximation in domain with quasi-conformal boundary is given.

Чл.-корр. АН Аз ССР М. Г. ГАСЫМОВ

#### ОБ ОТСУТСТВИИ СОБСТВЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОДНОЙ ДВУПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

Пусть  $A_j$  и  $B_j$ ,  $j = \overline{0,3}$ , являются вполне непрерывными операторами в сепарабельном гильбертовом пространстве  $H$ . Пусть для заданных чисел  $\lambda$  и  $\mu$  следующие уравнения

$$(A_0 + \lambda A_1 + \lambda^2 A_2 + \mu A_3)x = x \quad (1)$$

$$(B_0 + \lambda B_1 + \lambda^2 B_2 + \mu B_3)y = y. \quad (2)$$

одновременно имеют ненулевые решения  $x \neq 0$  и  $y \neq 0$  из  $H$ . Тогда  $(\lambda, \mu)$  называется собственным значением,  $(x, y)$ —собственным элементом двухпараметрической задачи (1)—(2).

При выполнении определенных условий задача (1)—(2) исследована в работе Дж. Э. Аллахвердиева и Р. М. Джабарзаде [1], где утверждается кратная полнота в определенном смысле системы собственных элементов этой задачи. Здесь мы строим пример, который опровергает основные результаты работы [1]. А именно, в нашем примере все условия теоремы из [1] выполняются, однако задача (1)—(2) не имеет ни одного собственного значения, и поэтому нельзя утверждать о какой-нибудь полноте системы собственных элементов задачи (1)—(2).

Пример. В пространстве  $H \equiv l_2 = \{x/x = (x_1, x_2, \dots)\}$  определим следующие операторы:

$$a) A_2 x = (q^2 x_1, q^4 x_2, \dots, q^{2n} x_n, \dots),$$

$$B_2 x = (\alpha_1^2 q^2 x_1, \alpha_2^2 q^4 x_2, \dots, \alpha_n^2 q^{2n} x_n, \dots)$$

где  $\alpha_n$  и  $q$ —рациональные числа,  $0 < q < 1$ ,  $\alpha_n = 1 + \beta_n$ ,  $0 < \beta_{n+1} < \beta_n$ ,  $n = 1, 2, \dots$ ,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \beta_n q^{-n} = 0; \quad (3)$$

$$б) A_1 = B_1 = 0; \quad в) A_3 = A_2, \quad B_3 = B_2;$$

$$д) A_0 x = (\tau_1 x_1, \tau_2 x_2, \dots, \tau_n x_n, \dots),$$

$$B_0 x = (\gamma_1 x_1, \gamma_2 x_2, \dots, \gamma_n x_n, \dots),$$

где  $\tau_n$ —иррациональные и  $\gamma_n$ —рациональные числа, а последовательности

$$\{\tau_n q^{-2n}\} \text{ и } \{\gamma_n q^{-2n}\} \quad (4)$$

ограничены. Покажем, что задача (1)—(2) не имеет ни одного собственного значения  $(\lambda, \mu)$ .

Предположим противное. Тогда существуют элементы  $x \in l_2$  и  $y \in l_2$ ,  $x = (x_1, \dots, x_n, \dots)$ ,  $y = (y_1, \dots, y_n, \dots)$ ,  $x_n \neq 0$ ,  $y_n \neq 0$  и  $(\lambda, \mu)$



такие, что выполняются (1)–(2). Следовательно, для  $\lambda$  и  $\mu$  имеют место следующие соотношения

$$\tau_{n_0} + (\lambda^2 + \mu) q^{2n_0} = 1 \quad (5)$$

$$\gamma_{m_0} + (\lambda^2 + \mu) q^{2m_0} = 1. \quad (6)$$

Отсюда вытекает, что число  $\lambda^2 + \mu$  одновременно будет рациональным и иррациональным числом. Получили противоречие.

В обозначениях работы [1] знак  $\lambda_k(C)$  обозначает последовательность характеристических чисел оператора  $(CC^*)^{1/2}$ . Поэтому очевидно, что  $\lambda_k(A_2^{1/2}) = q^{-k}$ ,  $\lambda_k(B_2^{1/2}) = \alpha_k^{-1} q^{-k}$ .

**Предложение.** Построенная двухпараметрическая задача удовлетворяет всем условиям основной теоремы из работы [1] при  $p=1$  и  $\delta=1$  (в условиях теоремы из [1]  $p, \delta$  являются фиксированными числами из  $(0, 1]$  и  $(0, 2)$ , соответственно). Действительно,

1)  $A_j, B_j$  ( $j=0, 1, 2, 3$ ) вполне непрерывные операторы, причем  $A_2 > 0, B_2 > 0$ ;

2) для любого  $x \in l_2$  и  $M > 0$  имеют место соотношения:

$$(A_1 x, x) \equiv 0 < M(A_2 x, x),$$

$$(B_1 x, x) \equiv 0 < M(B_2 x, x);$$

3) поскольку  $0 < q < 1$ , сходятся ряды ( $p=1$ )

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{|\lambda_k(A_2^{1/2})|^{2-2p}}{|\lambda_{k+1}(A_2^{1/2}) - \lambda_k(A_2^{1/2})|^2} = \sum_{k=1}^{\infty} (1-q)^{-2} q^{2k+2},$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{|\lambda_k(B_1^{1/2})|^{2-2p}}{|\lambda_{k+1}(B_2^{1/2}) - \lambda_k(B_2^{1/2})|^2} = \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_{k+1} \left(1 - \frac{\alpha_{k+1}}{\alpha_k} q\right)^{-2} q^{2k+2} <$$

$$< \frac{\alpha_1}{(1-q)^2} \sum_{k=1}^{\infty} q^{2k+2};$$

4)  $A_3$  и  $B_3$  — одновременно положительные;

$$5) \lim_{k \rightarrow \infty} \{\lambda_k(A_2^{1/2}) - \lambda_k(B_2^{1/2})\} = \lim_{k \rightarrow \infty} \beta_k q^{-k} = 0,$$

$$\lambda_k(A_2^{1/2}) \neq \lambda_k(B_2^{1/2}), \quad k=1, 2, \dots;$$

6) операторы ( $\delta=1$ )  $B_3 B_2^{-1} = E$  и  $A_3 A_2^{-1} = E$  ограничены, операторы  $A_1 A_2^{-1} = 0, B_1 B_2^{-1} = 0$ , а ограниченность операторов

$$A_0 A_2^{-1} x = (\tau_1 q^{-2} x_1, \dots, \tau_n q^{-2n} x_n, \dots)$$

$$B_0 B_2^{-1} x = (\gamma_1 \alpha_1^{-1} q^{-2} x_1, \dots, \gamma_n \alpha_n^{-1} q^{-2n} x_n, \dots)$$

вытекает из ограниченности последовательностей из (4).

Таким образом приведенная двухпараметрическая задача удовлетворяет всем условиям теоремы из [1], однако не имеет ни одного собственного элемента. Поэтому утверждение теоремы из [1] о кратной полноте системы собственных элементов задачи типа (1)–(2) является ошибочным.

## Литература

Аллахвердиев Д. Э., Джабар-заде Р. М. Докл. АН АзССР, 1979, т. 35, № 6, с. 16–20.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 17. VII 1984

М. К. Гасымов

## ИКИ ПАРАМЕТРЛИ БИР МЭСЭЛЭНИН МӘХСУСИ ЭДЭДЛЭРИНИН ОЛМАМАСЫ БАГГЫНДА

Магаләдә гурулмуш ики параметрли спектрал мәсәләдә [1] ишинин эсас нәтижәсинин сәһв олдуғу кәстәрилир.

M. G. Gasimov

## ABSENCE OF EIGENELEMENTS OF TWO-PARAMETRIC PROBLEMS

Two-parametric spectral problems indicating the fallibility of the [1] results are constructed.



Р. Б. ШАФИЗАДЕ, К. Р. АЛЛАХВЕРДИЕВ, Ф. И. АЛИЕВ, С. С. БАБАЕВ,  
М. А. НУРИЕВ

### ДЛИННОВОЛНОВОЙ ИК-СПЕКТР И ФОТОПРОВОДИМОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК $\text{CuInSe}_2$

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

В настоящее время большое место в полупроводниковой технике занимают сложные алмазоподобные соединения. К ним относится и соединение  $\text{CuInSe}_2$ , которое является перспективным материалом для нелинейной оптики, светодиодов, для видимой и ИК-областей спектра [1], а также преобразователей солнечной энергии, электролюминесцентных диодов и. т. д.

Однако все эти свойства относятся к массивным образцам. В тонких пленках свойства соединения  $\text{CuInSe}_2$  изучены крайне недостаточно. В частности, не исследованы условия образования тонких пленок ( $\sim 1000 \text{ \AA}$ )  $\text{CuInSe}_2$  и их оптические и фотоэлектрические свойства.

Целью настоящей работы является получение тонких монокристаллических пленок  $\text{CuInSe}_2$ , исследование их оптических, фотоэлектрических свойств и сравнение их с данными для объемных образцов.

Соединение  $\text{CuInSe}_2$  синтезировалось сплавлением отдельных элементов, взятых в стехиометрическом составе, в вакуированных и отпаянных кварцевых ампулах. Выращивание монокристаллов осуществлялось методом Бриджмена.

Тонкие пленки  $\text{CuInSe}_2$  получались вакуумным осаждением синтезированного вещества. Навеска испарялась в вакууме  $\sim 10^{-5}$  мм рт. ст. из вольфрамовой навитой конической спирали. Скорость осаждения около  $20 \text{ \AA/сек}$ . Монокристаллические пленки  $\text{CuInSe}_2$  образуются на подложках из свежих сколов монокристаллов каменной соли, находящихся при температуре  $450^\circ\text{C}$ , при этом плоскость (100)  $\text{CuInSe}_2$  ориентируется параллельно (001)  $\text{NaCl}$ .

Электроннограмма (рис. 1), полученная на приборе ЭР-100 при напряжении 75 кВ, индицируется на основе известной тетрагональной решетки с параметрами  $a=b=5,77 \text{ \AA}$ ,  $c=11,5 \text{ \AA}$  [2].

Спектры длинноволнового (ИК) отражения для эпитаксиальных пленок  $\text{CuInSe}_2$  на подложке  $\text{NaCl}$  были получены на спектрометре FIS-3 [с разрешением в диапазоне частот  $400-100 \text{ см}^{-1}$  не хуже  $2 \text{ см}^{-1}$ . Частоты LO и TO фононов определены из анализа спектров отражения с использованием соотношений Крамерса-Кроннига

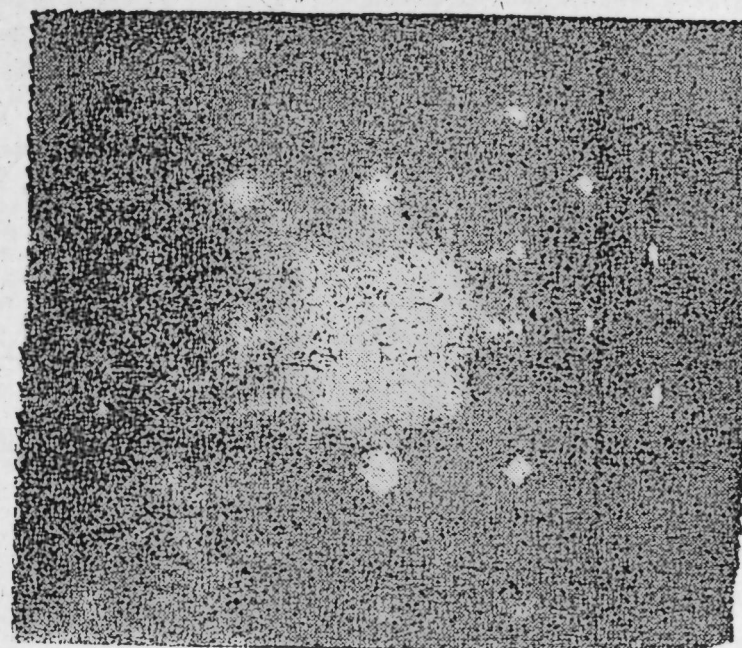


Рис. 1. Электроннограмма от монокристаллической пленки  $\text{CuInSe}_2$

Спектры ИК-отражения эпитаксиальных пленок  $\text{CuInSe}_2$  (рис. 2, б) показали, что помимо полос отражения, присущих  $\text{CuInSe}_2$ , наблюдаются еще и дополнительные линии. Для установления природы этих линий были отдельно сняты спектры ИК-отражения массивного монокристаллического  $\text{CuInSe}_2$  и  $\text{NaCl}$  (рис. 2а, в).

Сравнение спектров ИК-отражения (рис. 2а, б, в) позволило установить, что на максимумы ИК-спектра тонких монокристаллических пленок  $\text{CuInSe}_2$ , полученных на поверхности монокристалла  $\text{NaCl}$ , существенно влияет спектр  $\text{NaCl}$ . Определенные из анализа этих спектров частоты LO и TO фононов показывают, что полосы отражения монокристаллов  $\text{CuInSe}_2$  в областях частот  $180-190$  и  $214-230 \text{ см}^{-1}$  наблюдаются и в спектрах эпитаксиальных слоев (рис. 3), что свидетельствует о совершенстве полученных монокристаллических пленок.

На рис. 4 представлен спектр распределения fotocувствительности пленок  $\text{CuInSe}_2$ . Как видно, в широкой области энергий ( $1,4-0,5 \text{ мкм}$ ) наблюдается заметная фотопроводимость с максимумом в районе  $1 \text{ мкм}$ . Если определить ширину запрещенной

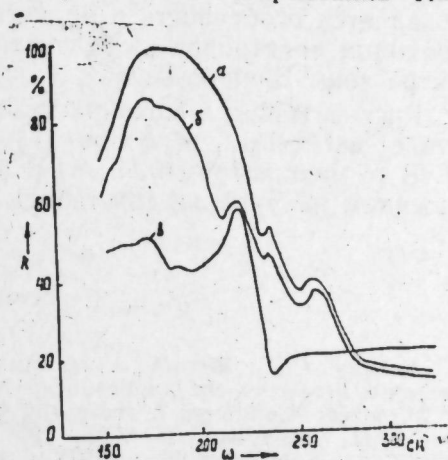


Рис. 2. Спектры длинноволнового ИК-отражения: а— $\text{NaCl}$ ; б—эпитаксиальной пленки  $\text{CuInSe}_2$ ; в—массивного монокристаллического  $\text{CuInSe}_2$



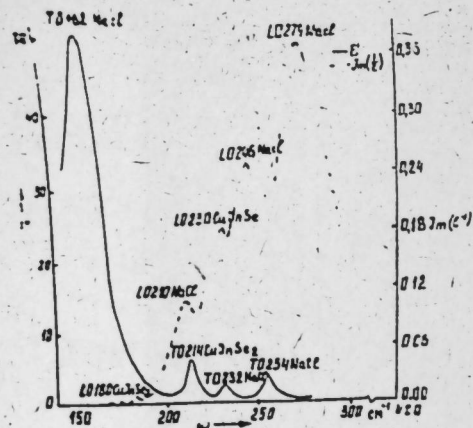


Рис. 3. Спектральная зависимость функции диэлектрических потерь  $\text{Im}(-1/\epsilon)$  и мнимой части диэлектрической проницаемости  $\epsilon_2$  для эпитаксиальных пленок  $\text{CuInSe}_2$  на  $\text{NaCl}$  подложке.

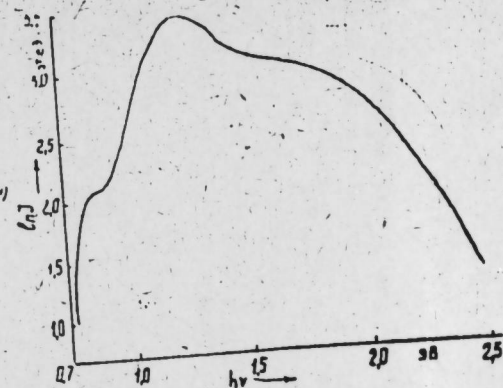


Рис. 4. Распределение фотопроводимости эпитаксиальных пленок  $\text{CuInSe}_2$ .

зоны  $\text{CuInSe}_2$ , по максимуму фототока, то  $E_d = 1,24$  эВ, а по полуспаду в длинноволновой области спектра получается  $E_d = 1,06$  эВ. Полученные значения  $E_d$  удовлетворительно согласуются с литературными данными как для массивного монокристаллического [3], так и для пленочного  $\text{CuInSe}_2$  при 300 К [4].

За областью фундаментального поглощения  $h\nu > E_d$  с увеличением энергии фотонов, падающих на поверхность кристалла, фоточувствительность заметно падает, что, по-видимому, связано с понижающим вкладом поверхностной рекомбинации. Как видно из рис. 4, в глубине фундаментального поглощения в спектре фотопроводимости проявляется особенность в области 1,5 эВ, которую можно объяснить переходом электронов из валентной подзоны в зону проводимости в центре зоны Бриллюэна [5].

Рост фототока в монокристаллических пленках  $\text{CuInSe}_2$ , как и в случае массивных объектов [6], начинается со значения энергии 0,7 эВ (с максимумом 0,85 эВ) и поэтому его можно объяснить поглощением на уровнях собственных дефектов решетки  $\text{CuInSe}_2$ .

#### Литература

1. Shay J. L., Wernik J. H. Ternary Chalcopyrite Semiconductors: Growth Electronic Properties and Applications.—N. Y., 1976.
2. Hahn H., Frank G., Klingner W., Meyer A.—Störger Z. anorg. allg. Chem., 1953, 271, p. 153.
3. Жузе В. П., Сергеева В. И., Шприм Е. Л.—ЖТФ, 1958, т. 28, с. 2093.
4. Kazmerski L. L. and Shieh C. C.—Thin Solid Films, 1977, v. 41, p. 35—41.
5. Shay J. L. and Kasper H.M.—Physical Review Letters, 1972, v. 29, N 17, p. 1162.
6. Mora S. and Romeo N.—Journal of Applied Physics, 1977, v. 48, N11, p. 4826.

ИФАН АзССР

Поступило 16. X. 1984

Р. Б. Шәфизадә, К. Р. Аллаһвердијев, Ф. И. Әлијев, С. С. Бабајев,  
М. Ә. Нуријев.

#### $\text{CuInSe}_2$ МОНОКРИСТАЛ НАЗИК ТӘБӘГЭЛЭРИНИН УЗУНДАЛҒАЛЫ ИГ СПЕКТРИ ВӘ ФОТОКЕЧИРИЧИЛИЈИ.

Мәғаләдә  $\text{CuInSe}_2$  монокристал назик тәбәгәси бирләшмәнин  $450^\circ\text{C}$  температур-лу  $\text{NaCl}$  монокристалы үзәригә бухарландырма вә чөкдүрмә үсулу илә алынмасы көстәрилишдир.  $\text{NaCl}$ -ла бирликдә бу тәбәгәнин  $100\text{--}400\text{ cm}^{-1}$  областында спектри алынмыш вә уҗғун массив монокристал нүмунәләрин спектрләри илә мугајисә едилмишдир. LO вә TO фононларыннын тезлији һесаблинмышдыр.

$\text{CuInSe}_2$  тәбәгәсинин фототәссаслығынын пәјланма әјрисиндән гадаған олунмуш золагын ени  $E_g = 1,06$  еВ тәјин едилмишдир.

R. B. Shafizade, K. R. Allakhverdiyev, F. I. Aliyev, S. S. Babayev,  
M. A. Nuriyev

#### THE LONG-WAVE INFRA-RED SPECTRUM AND PHOTOCONDUCTIVITY OF MONOCRYSTALLINE FILMS $\text{CuInSe}_2$

The epitaxial monocrystalline films of  $\text{CuInSe}_2$  with (100)  $\text{CuInSe}_2$ , 11(001)  $\text{NaCl}$  orientation was obtained by the method of vacuum deposition of synthesized  $\text{CuInSe}_2$  on single crystals of  $\text{NaCl}$  at  $T_s = 450^\circ\text{C}$ .

The long-wave infra-red reflection spectrum from epitaxial films  $\text{CuInSe}_2$  within the frequency range of  $400\text{--}100\text{ cm}^{-1}$  is compared with the spectrum from the bulk  $\text{CuInSe}_2$  and  $\text{NaCl}$  single crystals. The frequencies of LO and TO phonons are determined from the Kramers—Kronig relationship.

From the spectra of photosensitivity the band gap for epitaxial  $\text{CuInSe}_2$  films is determined:  $E_g = 1.06$  eV.



З. А. ВЕЛИЕВ, В. Б. ШИКИН

О ПРОХОЖДЕНИИ ТОКА ЧЕРЕЗ ДИСЛОКАЦИОННЫЙ БАРЬЕР

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Н. А. Гулиевым)

Задача о свойствах вольт-амперной характеристики (ВАХ) при прохождении тока через границу двух зерен полупроводника или границу биокристалла решается обычно в одномерном приближении [1-3]. Такое приближение оправдано, если локализованные электронные состояния на вершине барьера являются двумерными (размазаны вдоль границы). В действительности, эти состояния на обсуждаемых границах часто имеют дислокационное происхождение, возникая на оборванных связях в ядрах краевых дислокаций, сетка которых и образует границу. Двумерная сеть заряженных дислокаций, имеющая характерный масштаб ячейки  $d$ , проявляет себя как однородная заряженная плоскость на расстояниях  $|x| \gg d$  (ось  $ox$  направлена по нормали к границе). Однако при расчете ВАХ приходится использовать информацию не только об асимптотических свойствах поля этой сетки на расстояниях  $|x| \gg d$ , но и о структуре поля в области  $|x| < d$ . В связи с этим возникает необходимость обсуждения влияния ячеистой структуры сетки заряженных дислокаций на свойства ВАХ.

Теория ВАХ для барьера, имеющего седловые точки, изложенная в [4] справедлива в определенных пределах, не допускающих, в частности, предельного перехода к одномерной теории ВАХ. В связи с этим представляет интерес несколько иной подход к задачам о свойствах дислокационного барьера в условиях, когда влияние дислокационной структуры на свойства ВАХ можно считать малым. Используемый формализм удобен также для исследований ВАХ при наличии внешнего магнитного поля. Такая задача для барьера, имеющего седловые точки, в литературе обсуждается впервые.

А. Теперь приступим к вычислению ВАХ. Для простоты предположим, что дислокации на вершине барьера расположены равноудаленно и параллельно друг другу. Разложим интересующую нас величину в ряды Фурье

$$\begin{aligned} n(x; y) &= \sum n_k(x) \cos kqy; & j_x &= \sum j_{xk} \cos kqy; \\ \varphi(x; y) &= \sum \varphi_k(x) \cos kqy; & j_y &= \sum j_{yk} \sin kqy. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь:  $n(x; y)$  — объемная плотность электронов;  $j_x$  и  $j_y$  — соответствующие компоненты электронного тока через барьер,  $\varphi(x; y)$  — электростатический потенциал системы;  $q = 2\pi/d$ .

Попробуем теперь удовлетворить уравнению неразрывности

$$\text{div } \vec{j} = 0; \quad \vec{j} = -\mu T \nabla n - e \mu n \nabla \varphi \quad (2)$$

( $\mu$  — подвижность электронов,  $T$  — температура) приближенно, ограничившись конечным (для простоты двумя) количеством гармоник в разложениях (1). Нулевая гармоника  $dj_{x0}/dx = 0$  или

$$j_{x0} = \text{const} = -[T\mu n_0' - e\mu(n_0\varphi_0' + \frac{1}{2}n_1\varphi_1)']; \quad n' \equiv dn/dx \quad (3)$$

Влияние конечной скваженности на нулевую гармонику [проявляется при наличии слагаемого  $n_1\varphi_1'$ . Первая гармоника

$$\begin{aligned} \frac{\partial j_{1x}}{\partial x} + \frac{\partial j_{1y}}{\partial y} &= 0; \\ \bar{\varphi}_1'' - q^2\varphi_1 &= -4\pi en_1/\epsilon; \\ \varphi_1|_{\pm\infty} &= 0; \quad \varphi_1'|_{+0} - \varphi_1'|_{-0} = 4\pi en_1/\epsilon, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $n_{s1}$  — Фурье коэффициент поверхностной плотности электронов  $n_s$  на дислокационном барьере. Нулевые граничные условия для  $\varphi_1$  на больших расстояниях верны в меру выполнения неравенства  $R_0 \gg d$ , которое предполагается выполненным ( $R_0$  — радиус Рунда отдельной дислокации). Что касается первого из уравнений (4), то записанное в явном виде оно принимает вид:

$$\begin{aligned} -Tn_1'' - en_1\varphi_0' - [en_1\varphi_0'' - en_0\varphi_1' - en_0\varphi_1'' + q^2(Tn_1 + en_0\varphi_1)] &= 0 \\ n_1|_{\pm 0} &= 0; \quad n_1|_0 = -[e\varphi_1(0)/T] \cdot n_0(0) \end{aligned} \quad (5)$$

Нулевые граничные условия для  $n_1$  на больших расстояниях  $x \gg d$  верны, как и в случае  $\varphi_1(x)$  при выполнении условия  $R_0 \gg d$ . Что касается второго граничного условия и (5), то оно эквивалентно очевидному требованию  $J_y|_0$ , которое должно выполняться на вершине барьера.

Полезно отметить, что в отсутствие полного тока через барьер условие  $J_y = 0$ , выполняющееся теперь тождественно, сводится к требованию

$$n_1(x) = -[e\varphi_1(x)/T] \cdot n_0(x), \quad (6)$$

обращается в ноль и величина  $J_x^{(1)} = 0$ , причем равенство  $j_x^{(1)} = 0$  выполняется автоматически в меру выполнения соотношений (3) — (5).

Система (4) — (5) должна быть дополнена определением коэффициента заполнения  $f$  дислокационных уровней на вершине барьера. Однако в омической области, исследованием тока в которой мы ограничимся ниже, влиянием тока  $j$  на  $f$  следует пренебречь. В омической области можно использовать связь  $n_1(x)$  и  $\varphi_1(x)$ , в результате соотношение (3) для  $n_0(x)$  приобретает следующий вид:

$$\begin{aligned} dn_0/dx + [en_0(x)/T] \cdot \left( \varphi_0' - \frac{1}{2} \frac{e}{T} \varphi_1' \varphi_1 \right) + j/e\mu &= 0; \\ n_0|_{x=-R_1} = n_0|_{x=+R_1} = n_d; \quad \varphi_0|_{x=-R_1} = 0; \quad \varphi_0|_{x=+R_1} = -V; \\ R_{1,2} = R_0(1 \pm V/4\varphi_{s0}); \quad \varphi_{s0} = \pi en_{s0}^2/2en_d, \end{aligned} \quad (7)$$

может быть проинтегрировано ( $V$  — разность потенциалов на берегах барьера). Используя в связи с этим стандартные рассуждения, имеющие место в теории ВАХ для одномерного барьера, нетрудно получить следующее выражение для тока:



$$j_{x0} = e\mu n_a V \int_{-R_1}^{R_1} \exp \left[ \frac{e\varphi_0(x)}{T} - \frac{e^2\varphi_1^2(x)}{T^2} \right] dx \quad (8)$$

$$\varphi_1 = - (4\pi en_{s1}/\epsilon q) \cdot \exp(-|x|q).$$

При определении  $\varphi_1(x)$  учтено, что правая часть уравнения (4) для  $\varphi_1(x)$  с помощью соотношения (5) приводится к виду  $\varphi(x) \times \times L_D^{-2} \exp \left[ -\frac{e\varphi_0}{T} \right]$ . ( $L_D^{-2} = 4\pi e^2 n_a / \epsilon T$ ) и оказывается малой по сравнению со слагаемым  $q^2\varphi_1$ . Таким образом эффективно величина  $\varphi_1$  описывается уравнением  $\psi_1'' - q^2\varphi_1 = 0$ .

Б. ВАХ в магнитном поле вычисляется путем обобщения, развитой в пункте А, теории. Присутствие магнитного поля налагает дополнительные ограничения на исследование поставленной задачи.

Одним из этих ограничений является то, что наряду с четными членами ( $\sim \cos kqy$ ) Фурье разложение  $n(x; y)$  и  $\varphi(x; y)$  содержит и нечетные члены ( $\sim \sin kqy$ ) разложения, т. е.

$$n(x; y) = \sum [n_k(x) \cos kqy + v_k(x) \sin kqy]; \quad (9)$$

$$\varphi(x; y) = \sum [\varphi_k(x) \cos kqy + \psi_k(x) \sin kqy].$$

Уравнения диффузии при наличии магнитного поля выглядят как [5]:

$$\vec{j} = -e\mu n(x; y) \nabla \varphi - \mu T \nabla n - \frac{\mu_H}{c} [\vec{j} \vec{H}], \quad (10)$$

где  $\mu_H$  — подвижность электронов при наличии магнитного поля.

Рассмотрим случай, когда  $\vec{H} \parallel OZ$ , т. е. направлено по оси дислокации. Как и в случае  $H=0$  исследуем условие  $div j = 0$ . Нулевая гармоника  $\partial j_{x0} / \partial x = 0$ , или

$$j_{x0} = \text{const} = \left[ 1 + \left( \frac{\mu_H H}{c} \right)^2 \right]^{-1} \cdot \left\{ -e\mu n_0(x) \varphi_0'(x) - \frac{1}{2} e\mu n_1 \varphi_1 - \right. \\ \left. - \frac{e}{2} \mu v_1 \psi_1' - \mu T n_0'(x) + \frac{e}{c} \mu \mu_H H \left[ \frac{1}{2} q n_1(x) \psi_1(x) - \frac{1}{2} q v_1(x) \varphi_1(x) \right] \right\} \quad (11)$$

Влияние магнитного поля на нулевую гармонику проявляется наличием слагаемых, пропорциональных  $v_1(x) \psi_1'(x)$  и магнитному полю  $H$ .

Действуя аналогично тому, как и в случае  $H=0$  для  $j_{x0}$ , получим следующие выражения:

$$j_{x0} = \frac{e\mu n_a V}{1 + (\mu_H H/c)^2} \times \\ \times \int_{-R_1}^{R_1} \exp \left[ \frac{e\varphi_0(x)}{T} - \frac{e^2\varphi_1^2}{4T^2} + \left( \frac{\mu_H H}{c} \right)^2 \frac{e^2\varphi_1^2}{4T^2} \cdot (qL_D)^{-2} \left( 1 - \exp \left( -\frac{e\varphi_0(x)}{T} \right) \right) \right] dx \quad (12)$$

В. Теперь сделаем соответствующие выводы и определим область применения нашей теории.

а. Учет конечной скваженности между дислокациями уменьшает высоту потенциального барьера на величину  $(e\varphi_1/2T)^2$ , т. е. способствует увеличению плотности тока.

б. Учет магнитного поля двойко влияет на ВАХ. Во-первых увеличивает высоту потенциального барьера  $\left( \frac{e\varphi_1}{2T} \right)^2 (qL_D)^{-2} \cdot \left( \frac{\mu_H H}{c} \right)^2$  во-вторых, меняет наклон линии ВАХ. Обе эти причины приводят к уменьшению плотности тока.

Заметим, что в пределе  $d/R_0 \ll 1$  и  $\left( \frac{\mu_H H}{c} \right)^2 \rightarrow 0$  из (12) мы получим результат одномерной теории [1—3].

Область применимости выражений (8) и (12) органичена требованиями:

$$\varphi_1 \ll \varphi_0; n_1 \ll n_0; e\varphi_1(0)/T \ll 1.$$

В развернутом виде эти неравенства выглядят так:

$$\delta = d/R_0 \ll 1; \delta_1 = d \cdot R_0/L_D^2 < 1.$$

Учитывая неравенство  $R_0 \gg L_D$ , нетрудно видеть, что соотношение  $dR_0/L_D^2 < 1$  нарушается раньше, чем  $d/R_0 \ll 1$ . Это утверждение имеет простой физический смысл. Как только отношение  $e\varphi_1/T$  начинает превышать единицу, теряется пространственная однородность тока, пересекающего барьер. Токковые линии группируются на перевальных точках потенциального барьера с минимальной высотой и область описания этого эффекта "расслоения" с помощью теории возмущений становится невозможной. В то же время неравенство  $\varphi_1 \ll \varphi_0$  может быть выполнено еще с хорошей точностью.

#### Литература

1. Taylor W. E., Odell N. H., Fan H. Y. — Phys. Rev., v. 88, 1952, № 15, P. 867
2. Гольдман Е. И., Ждан А. Г. — ФТП, т. 10, вып. 10, 1976, с. 1839.
3. Гольдман Е. И., Ждан А. Г., Гуляев И. Б., Садовирский В. Б. — ФТП, т. 10, вып. 11, 1966, с. 20890
4. Дошанов К. М., Шамирзаев С. Х. — ФТП, т. 12, вып. 12, 1978, с. 2323.
5. Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников. — М.: Наука, 1977 с. 652.

ИФАН АзССР

Поступило 19. II 1984.

З. А. Валиев, В. Б. Шикин

#### ДИСЛОКАСИЈА ЧЭПЭРЛЭРИНДЭН ЧЭРЭЈАНЫН КЕЧМЭСИ

Мэгалэдэ жарымкечиричи кристалларда дислокасијаларын жаратдыгы чэпэрлэрдэн чэрэјанын кечмэсиндэн бэһс едилир.

Чэрэјан сыхлыгы үчүн аналитик ифадэ алынмышдыр. Алынган ифадэ чэрэјан сыхлыгынын дислокасијалар арасындакы мэсафэдэн, харичи електрик вэ магнит сәһэлэриндэн нечэ дәјишдијини тэдгиг етмэјэ имкан верир.

Z. A. Valiev, V. B. Shikin

#### THE CURRENT PASSING ACROSS THE DISLOCATION BARRIER

The current passing in semiconductors with the charged dislocation is investigated. It is obtained that the current density is a function of a distance among the charged dislocations and, applied magnetic field.



А. Г. АБДУЛЛАЕВ, Б. А. ГЕЗАЛОВ, Ф. Д. КАСИМОВ,  
В. М. МАМИКОНОВА

### ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ, СФОРМИРОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ ЭПИТАКСИАЛЬНОГО НАРАЩИВАНИЯ

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

В [1] сообщалось об индуктивных эффектах, наблюдаемых в аморфных халькогенидных переключателях вблизи порогового напряжения и в области отрицательного сопротивления. Представляет интерес исследование аналогичных явлений в переключающих элементах на основе пленок поликристаллического кремния (ПК), локально сформированных в едином эпитаксиальном процессе совместно с монокристаллическими пленками [2, 3].

Вольт-емкостные характеристики исследовались на измерителе полных проводимостей транзисторов Л2-7 с генератором ГКЗ-40 при комнатной температуре в диапазоне частот 0,465–15 МГц.

На рис. 1 представлены типичные кривые зависимостей емкости пленок ПК в высокоомном состоянии от напряжения смещения при различных частотах измерительного сигнала, из которых видно, что при напряжениях, близких к пороговому напряжению переключения при обеих полярностях смещения, величина емкости свой знак с положительного на отрицательный. С увеличением частоты напряжение инверсии знака емкости возрастает.

Следует отметить, что при обеих полярностях смещения резко уменьшению емкости предшествует область напряжений, при которой происходит возрастание емкости.

Исследование  $C-V$  характеристик пленок ПК в низкоомном состоянии показало, что во всем исследованном частотном диапазоне емкость имеет отрицательные значения, причем с возрастанием напряжения смещения номиналы ее уменьшаются по модулю (рис. 2).

Полученные экспериментальные результаты объясняются на основе барьерной модели проводимости [4], согласно которой на границах зерен пленок ПК существуют

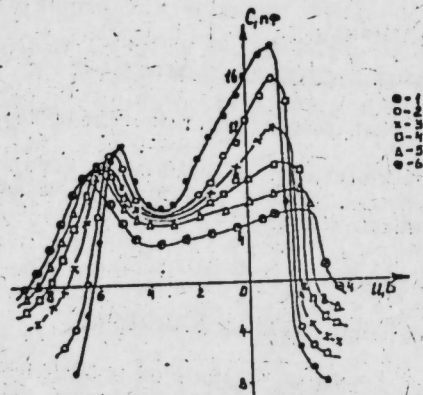


Рис. 1. Вольт-емкостные характеристики переключающих элементов на пленке ПК в высокоомном состоянии на различных частотах: 1—6—0,465; 1; 3; 5; 7; 10 МГц соответственно.

глубокие ловушечные уровни, захватывающие свободные носители из объема зерна, вследствие чего в приграничных областях зерен возникают потенциальные барьеры. В высокоомном состоянии при обратном напряжении смещения емкость пленки ПК определяется емкостью обедненных слоев на границах зерен, которая уменьшается при увеличении смещения за счет их расширения (рис. 1, левая часть). При увеличении напряжения происходит последовательный пробой потенциальных барьеров, что приводит к увеличению емкости за счет вклада емкости подвижных носителей, инжектируемых в области обедненных слоев [5]. Дальнейшее увеличение напряжения приводит к резкому уменьшению емкости и переходу ее к отрицательным значениям.

В [6] было показано, что в обратно смещенных  $p-n$  переходах, содержащих глубокие генерационно-рекомбинационные уровни, в пробойной области емкостный характер реактивной составляющей проводимости меняется на индуктивный, что обусловлено захватом и генерацией носителей глубокими уровнями.

В пленках ПК, инжектированные в результате пробоя в область обедненных слоев свободные носители, начинают захватываться глубокими ловушками, согласно модели, предложенной в [6]. Пока частота захвата мала и удовлетворяет условию  $1/\tau < \omega$ , емкость остается положительной. При повышении уровня инжекции частота захвата увеличивается и приближается к частоте измерительного сигнала  $\omega$ , что приводит к увеличению количества носителей, захваченных ловушками. Поскольку емкость определяется изменением заряда подвижных носителей с напряжением, захват ловушками уменьшает их концентрацию, а следовательно и емкость. При определенном уровне инжекции частота захвата становится равной частоте измерительного сигнала и реактивная составляющая проводимости в этой точке обращается в нуль. Дальнейшее повышение уровня инжекции приводит к условию  $1/\tau > \omega$ , при котором величина отрицательной емкости увеличивается. Повышение частоты измерительного сигнала  $\omega$  увеличивает уровень инжекции, необходимый для достижения резонансной частоты, вследствие чего напряжение инверсии знака емкости возрастает.

Вследствие прямого смещения описанные явления наблюдались при меньших напряжениях, поскольку здесь не происходит расширения барьерных слоев (рис. 1, правая часть).

В низкоомном состоянии потенциальные барьеры в пленке ПК отсутствуют, поэтому уровень инжекции достаточно высок. При этом реактивная составляющая проводимости, по-видимому, обусловлена перезарядкой глубоких ловушек. Согласно графикам, приведенным на рис. 2, емкость пленок в низкоомном состоянии принимает только

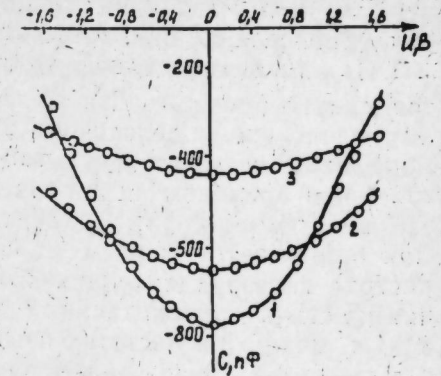


Рис. 2. Вольт-емкостные характеристики переключающих элементов на пленке ПК в низкоомном состоянии: 1—3—0,465; 5; 10 МГц соответственно



отрицательные значения, следовательно, частота перезарядки глубоких уровней  $1/\tau$  больше частоты измерительного сигнала  $\omega$ .

Из измеренных значений отрицательной емкости и активной составляющей проводимости по формуле  $C^-/g = \beta\tau$ , приведенной в [7], вычислено время релаксации глубоких уровней, которое оказалось порядка 10 нс. Этот результат находится в хорошем согласии с собственным временем переключения из высокоомного состояния пленок ПК в низкоомное [3]. Коэффициент  $\beta$  при высоких уровнях инжекции принимается равным единице, что соответствует максимальной частоте перезарядки уровней. Следовательно, в низкоомном состоянии достичь положительных значений емкости, согласно условию  $\omega > 1/\tau$ , можно на частотах свыше 20 МГц.

Отрицательная емкость полупроводниковых структур является эквивалентом индуктивности и, согласно [6], связана с последней соотношением  $C^- = 1/\omega^2 L$ , где  $\omega$  — круговая частота, равная  $2\pi f$ . Вычисления показывают, что значения индуктивностей в пленке ПК с площадью  $3 \cdot 10^{-3}$  мм<sup>2</sup> на частоте 10 МГц находятся в диапазоне 20–170 мкГн, что на два порядка выше, чем индуктивность спиральной тонкопленочной катушки на основе серебра с площадью 50 мм<sup>2</sup>.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что переключающие пленки ПК представляют собой функциональный элемент, обладающий нелинейной вольт-емкостной характеристикой управляемой напряжением и частотой.

#### Литература

1. Гасанов Л. С., Дешевой А. С., Петровский В. И. — Электронная техника, серия VI, 1971, № 3, с. 31–34.
2. Касимов Ф. Д., Искендер-заде З. А., Абдуллаев А. Г., Мамиконова В. М. — Изв. АН АзССР, серия физ.-тех. и матем. наук, 1982, № 4, с. 76–79.
3. Abdullajev A. G., Kasimov F. D., Vetkhov V. A., Mamikonova V. M. — Thin Solid Films, 1984, 112, № 2, p. 121–125.
4. Mandurah M. M., Saraswat K. S., Kamins T. J. — IEEE Trans. Electron Devices, 1981, ED-28, p. 1163–1171.
5. Абдуллаев Г. Б., Искендер-заде З. А. Некоторые вопросы физики электронно-дырочных переходов. — Баку: Элм, 1971, 216 с.
6. Авакьянц Г. М., Гринберг И. С., Мурыгин В. И. — Радиотехника и электроника 1962, № 7, с. 1214–1222.
7. Агаев А. М., Захваткин Г. В., Иглицын М. И., Первова Л. Я., Фистуль В. И. — Материалы конференции «Физика p-n переходов». — Рига, 1966, с. 7–13.

Поступило 16. IV. 1984

А. Г. Абдуллаев, Б. А. Көзәлов, Ф. Ч. Гасымов, В. М. Мамиконова

#### ЕПИТАКСИЈА ПРОСЕЦИНДӘ ФОРМАЛАШАН ПОЛИКРИСТАЛ СИЛИСИУМ НАЗИК ТӘБӘГЭЛЭРИНИН ЕЛЕКТРОФИЗИКИ ХАССЭЛЭРИ

Мәгаләдә монокристал тәбәгәлэрин эпитаксија просесиндә локал јетишдирилмиш поликристал силисиум назик тәбәгәси әсасында һазырланмыш чевиричилэрин волт-фарад характеристикаларынын тәдгигиндән бәһс олунур.

Поликристал силисиумун дәнэлэри сәрһәддиндә дәрин сәвијјэлэрин кенерасија вә рекомбинасија просеслэри илә бағлы олан тутумун ишарәсинин инверсијаја уғрамасы еффеќти ашкар едилмишдир.

Нәтичә чыхарылмышдыр ки, поликристал силисиум локал тәбәгәси кәркинлик вә волт-фарад характеристикасынын тәзлийиндән асылы олан иќи дајаңглы кечиричилик һалына малик функционал элементдир.

A. G. Abdullajev, B. A. Gezatov, F. D. Kasimov, V. M. Mamikonova

#### ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF THE POLYCRYSTALLINE SILICON FILMS FORMED IN A PROCESS OF THE EPITAXIAL GROWTH

The volt-capacitance characteristics of switches on the base of poly-Si films locally prepared in a process of epitaxial growth of mono-Si films were investigated.

It is found, that poly-Si films exhibit an inductive behaviour due to recharge of deep traps of grain boundaries.

Conclusion was made that poly-Si film represents functional elements with two stable states of conductivity, volt-capacitance characteristics of which depended on the voltage and frequency.



Ш. В. МАМЕДОВ, Э. Ш. НУРИЕВ, Я. Г. РАГИМОВ, В. А. АЛЕКПЕРОВ,  
С. А. АБАСОВ

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ШЕЛКОВЫХ НИТЕЙ**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ч. М. Джуварлы)

В работах [1, 2] изучено влияние селена на свободнорадикальные процессы в натуральном шелке. Показано, что селен, входя в структуру фиброина шелка, приводит как к замедлению процессов образования свободных радикалов и окислительной деструкции в нем, так и к изменению его молекулярной и надмолекулярной структуры. Также установлено, что введение селена приводит к замедлению скорости диффузии кислорода в фиброин шелка при старении под действием электрического разряда и УФ-облучения и он действует как превентивные антиоксиданты при высоких температурах. Известно, что натуральный шелк как прекрасный электроизоляционный материал, используется в высоковольтной технике. При эксплуатации, он подвергается одновременному воздействию электрических полей, разрядов, механических напряжений, кислорода и влаги—происходит старение и разрушение изоляции. Поэтому, изучение механической и электрической прочности натурального шелка при условиях, близких к эксплуатационным и нахождение способов упрочнения его представляет большую практическую ценность. В литературе имеется ряд работ, где приводятся данные об измерении механической прочности натурального шелка, однако об изучении ее изменений при модифицировании фиброина и под действием разрядов, фактически, нет сведений.

В данной работе изложены результаты изменения механической прочности и долговечности коконной нити под действием разрядов, полученной от гусениц, подкормленных селеном (опытные) и неподкормленных (контрольные), в зависимости от времени воздействия и напряжения разряда

Воздействие электрических разрядов на шелковые нити осуществлялось в атмосфере воздуха при комнатной температуре в специальной ячейке, описанной в [3].

После того, как шелковая нить подвергалась воздействию поля, снимали временную зависимость механической прочности. Толщина нити варьировалась в пределах от 60 до 85 мкм.

Измерение временной зависимости прочности как состарившейся, так и не состарившейся нити было проведено на разрывной установке, которая позволяла в течение всего опыта поддерживать постоянно механического напряжения. Для каждого отдельного измерения

температура поддерживалась постоянной с помощью терморегулятора.

Для выяснения влияния длительности воздействия электрического разряда на временную зависимость механической прочности, проводились измерения зависимости долговечности от механического напряжения опытных и контрольных образцов, предварительно подвергнутых воздействию электрических разрядов при  $U_{ст.} = 4$  кВ в течение  $t_{ст.} = 1 \div 4$  ч.

На рис. 1 показана зависимость механической прочности опытного и контрольного образцов от времени старения при  $U_{ст.} = 4$  кВ и  $\tau = 1$  с. Как видно, с увеличением времени старения, происходит уменьшение прочности. Для опытного образца прочность всегда больше, чем у контрольного, т. е. скорость изменения прочности для опытного образца, в зависимости от времени старения, меньше, чем у контрольного. Прочность при  $t_{ст.} = 4$  ч уменьшилась

на 80 % для контрольного, и на 45 % для опытного образца, при прочих равных условиях ( $\tau = const$  и  $T = const$ ).

На рис. 2 показана зависимость механической прочности указанных нитей от напряжения разряда  $U_{ст.}$  при  $t_{ст.} = 1$  ч, при прочих равных условиях ( $\tau = const$ ,  $T = const$ ). Как видно, при постоянном времени электрического старения, с увеличением величины электрического напряжения  $U_{ст.}$  прочность падает. Если относительное уменьшение механической прочности контрольных образцов, после воздействия разрядов, напряжением  $U_{ст.} = 7$  кВ составляет 85%, прочность опытных образцов при том же условии уменьшается только на 50%.

Зная величину  $\alpha$  из временных зависимостей прочности и используя соотношение  $\alpha = \gamma / R T$  [4] ( $\gamma$ —структурно-чувствительный коэффициент, а  $\alpha$ —угол наклона в зависимости  $\tau = f(\sigma)$ ), вычислили значения параметра  $\gamma$  для опытных и контрольных шелковых нитей, предва-

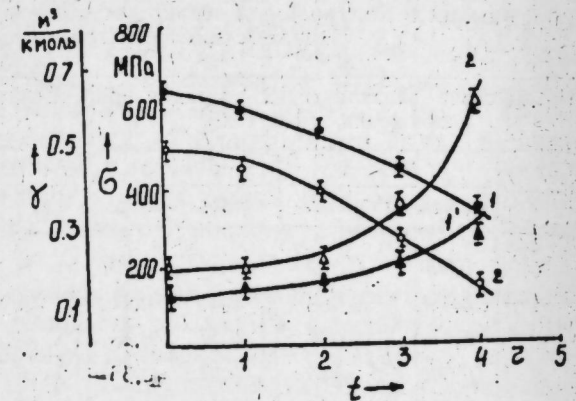


Рис. 1 Зависимость механической прочности опытной (1) и контрольной (2) шелковой нити и структурно чувствительного коэффициента (1'—опытный, 2'—контрольный) от времени электрического старения  $U_{ст.} = 4$  кВ

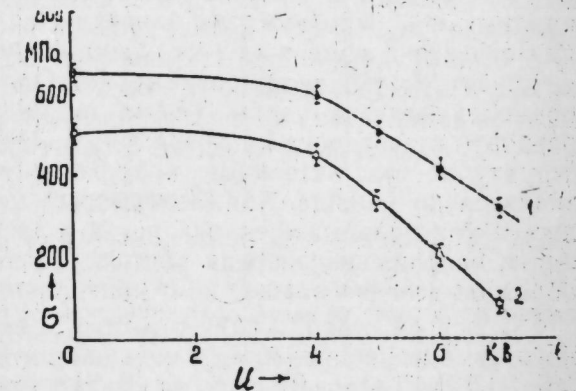


Рис. 2 Зависимость механической прочности опытной (1) и контрольной (2) шелковой нити от напряжения разряда  $t_{ст.} = 1$  ч.



Значения структурно-чувствительного коэффициента  $\gamma$  и параметра  $\alpha$  для опытных и контрольных шелковых нитей, предварительно подвергнутых воздействию электрических разрядов

Воздействие электрических разрядов при напряжении $U_{ст} = 4$ кВ				Воздействие электрических разрядов в течение $t_{ст} = 1$ ч					
$t_{ст}, ч$	$\alpha, МПа^{-1}$		$\gamma, м^3/кмоль$		Напряжение разряда, $U_{ст}, кВ$	$\alpha, МПа^{-1}$		$\gamma, м^3/кмоль$	
	опытн.	конт.	опыт.	конт.		опыт.	конт.	опыт.	конт.
0	0,060	0,079	0,14	0,20	0	0,06	0,079	0,14	0,20
1	0,065	0,086	0,16	0,21	4	0,065	0,086	0,16	0,21
2	0,070	0,096	0,17	0,23	5	0,078	0,119	0,19	0,29
3	0,086	0,145	0,21	0,36	6	0,09	0,200	0,22	0,49
4	0,112	0,253	0,27	0,62	7	0,12	0,490	0,29	1,19

риательно подвергнутых воздействию электрических разрядов при различных значениях  $t_{ст}$  и  $U_{ст}$ . (см. таблицу).

Из таблицы и рис. 1, 2 видно, что изменения прочностных свойств опытных и контрольных шелковых нитей после электрического старения связаны с изменением структурно-чувствительного коэффициента  $\gamma$ , характеризующегося равномерностью распределения напряжения по молекулярным цепям. Также видно, что прочность опытных образцов (без воздействия разрядов) больше чем контрольных, так как структурно-чувствительный коэффициент  $\gamma$  для опытного образца значительно меньше. Ход зависимостей механической прочности опытных и контрольных шелковых нитей в зависимости от времени старения и напряжения разряда почти одинаковый, но прочность опытных образцов всегда больше, чем контрольных.

С другой стороны, для опытных образцов скорость относительного изменения прочности уменьшается при электрическом старении (рис. 1, 2). Следовательно, на основе рис. 1, 2 и данных, приведенных в таблице, можно заключить, что стойкость опытных шелковых нитей к воздействию электрических разрядов увеличивается.

Из таблицы также видно, что изменение механической прочности при воздействии электрических разрядов связано с изменением  $\gamma$ . Для наглядности, на рис. 1 показана также зависимость структурно-чувствительного коэффициента от продолжительности воздействия разрядов.

Видно, что уменьшение механической прочности в зависимости от времени воздействия разрядов коррелирует с увеличением  $\gamma$ . Аналогичная картина будет наблюдаться и в случае зависимости этих параметров ( $\alpha, \gamma$ ) от величины напряжения разряда. Уменьшение  $\gamma$  связано с увеличением неоднородности материала.

Увеличение механической прочности шелковой нити при введении селена в структуру шелка (при  $U_{ст.} = 0; t_{ст.} = 0$ ) связано с тем, что [5] образуются химические связи в цепях и межмолекулярные связи между цепями полимера на границе агрегатов, образованных регулярным расположением групп макромолекул фибрина. Это приводит к уменьшению коэффициента перенапряжения, а следовательно,

структурно-чувствительного коэффициента  $\gamma$ . Можно предположить, что при этом также образуются межмолекулярные диселенидные связи, где, по аналогии с функцией серы в белках, миграция энергии и заряда. Активные частицы захватываются атомами селена и останавливается дальнейшее течение процесса разрушения. С другой стороны, диселенидные мостикидают дополнительный вклад в энергию связи макромолекул фибрина.

Известно, что под действием электрических разрядов в полимерах, в том числе натуральном шелке, происходят окислительно-деструктивные процессы.

Наблюдаемое в данном случае замедление скорости окислительно-деструктивных процессов и скорости убывания механической прочности опытных образцов (образцы с селенолом) согласуется с предыдущими данными [1, 2] из ЭПР исследований, где было установлено, что скорость накопления свободных радикалов для опытных образцов существенно меньше по сравнению с контрольными.

Таким образом, при введении селена в структуру фибрина шелка, он становится более устойчив к действию электрических разрядов т. е. замедляется развитие окислительных реакций. Такое антиокислительное действие селена связано с характером его распределения в окисляющемся полимере и с изменением его надмолекулярной структуры. Кроме этого, селен образует дополнительные боковые разветвления в аморфных прослойках фибрина шелка и приводит к замедлению скорости диффузии кислорода, что отражается на темпе уменьшения механической прочности действием разрядов.

#### Литература

1. Абдуллаев Г. Б., Бакиров М. Я., Мамедов Ш. В., Халилов З. М., Шукюров Ю. Г., Юсифов Э. Ю.—Докл. АН АзССР, т. XXXIV, 1978, 11, 20. 2. Шукюров Ю. Г.—Дисс. . . канд. физ.-матем. наук АГУ, 1934. 3. Бакиров М. А., Малин В. П., Абасов С. А. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики.—Баку: Элм, 1975, 293 с. 4. Регель В. Р., Слуцкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел.—М.: Наука, 1974, 560 с. 5. Абдуллаев Г. Б., Бакиров М. Я., Мамедов Ш. В., Абасов С. А., Шукюров В. Г.—Изв. АН АзССР, серия физ.-тех. и матем. наук, 1930, № 12.

Институт физики АН АзССР

Поступило 29. III 1985

Ш. В. Маммэдов, Е. Ш. Нуријев, Ј. Г. Раһимов, В. Э. Элакбэров,  
С. А. Абасов

#### ЕЛЕКТРИК БОШАЛМАСЫНЫН ИПЭК САПЫН МӨҢКЭМЛИЖИНЭ ТӘСИРИ

Мәгаләдә селенолла модификасия олунмуш ипэк сапын механики мөһкәмлижиниң вә һашама мүддәтининиң електрик бошалмасынын тәсириндән дәјишмәси гејд едилір. Көстәрилмишдиң ки, ипэк сапын тәркиби һиссәсини тәшкил едән фибриноә селенол, вурулдугда, онун електрик бошалмасынын тәсириңә гаршы давамлылығы артыр вә оксидләшмә просеси эәифләјир.

Sh. V. Mamedov, E. Sh. Nuriev, Ya. G. Ragimov, V. A. Alékerov, S. A. Abasov

#### ELECTRIC DISCHARGE EFFECT ON SILK MECHANICAL DURABILITY

Alterations in mechanical durability and life-time of selenium-modified silk thread under the electrical discharge effect are studied in the article. Selenium introduction into silk fibroin structure is shown to make it more discharge-proof, i. e. oxidative process is retarded.











Т. С. Ахундов, М. В. Иманова, А. Ч. Таиров

НАТРИУМ-ХЛОРИД 20 вэ 50 г/л КОНЦЕНТРАЦИЈАЛЫ СУЛУ  
МЭҖЛУЛЛАРЫНЫҢ ТЕРМИКИ ХАССЭЛЭРИ

Мәгаләдә бир литр мәһлулда 20 вэ 50 г натриум-хлор дузу олан сулу мәһлу-  
лун сыхлығынын вэ доҗмуш бухар тәзјигинин тәчрүби үсулла тәдгигинин нәтичә-  
ләри верилмишдир. Өлчмәләр 598,15 К вэ 40 МПа тәзјигә гәдәр апарылмышдыр.

T. S. Akhundov, M. V. Imanova, A. D. Tairov

THERMAL PROPERTIES OF AQUEOUS SOLUTIONS OF SODIUM CHLORATE AT  
CONCENTRATION OF 20 AND 50 g/l

The results of experimental density and pressure studies of saturated  
vapour of aqueous sodium chlorate solution containing 20 and 50 gr of salt in a  
litre of solution are delivered. The measurements are carried on up to 598.15 K and  
pressure 40 MPa.

АЗӘРБАЈҖАН ССР ЕЛМЛӘР АҚАДЕМИЈАСЫНЫҢ МӘРҖУЭЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLII ЧИЛД

№ 1

1986

УДК 678:624.074.4.001

БИОМЕХАНИКА

Р. Ю. АМЕНЗАДЕ, А. Н. АЛИЗАДЕ

К ПРОБЛЕМЕ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ КРУПНЫХ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

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

Проблеме математического моделирования динамики крупных  
кровеносных сосудов как деформируемых оболочек с протекающей  
жидкостью посвящена довольно обширная литература [1, 2, 3]. Сти-  
мулом для исследования являются те обстоятельства, которые могут  
помочь понять нормальные функции сердечно-сосудистой системы,  
предсказать реакцию на их изменения и предложить методы хирургичес-  
кого вмешательства. Для этого необходимо создать соответствующую  
исчерпывающую модель, являющуюся довольно точным имитатором  
кровеносных сосудов. В этой связи целью данного сообщения является  
попытка предложить модель участка сосуда, рассматриваемого как  
неоднородная по толщине замкнутая толстостенная деформируемая  
оболочка с протекающей в ней жидкостью.

Уравнения движения стенки. Из обширного эксперимен-  
тального материала следует, что отношение толщины сосудов  $h$  к ее  
максимальному радиусу  $R$  порядка  $1/6 \div 1/10$ , т. е. строго говоря  
теория тонких оболочек в этом случае непригодна. Поэтому пред-  
ставляется целесообразным вектор перемещения задавать следующи-  
ми соотношениями

$$\tilde{u}_\alpha = u_\alpha(x^1, x^2, t) + z\psi_{0\alpha}(x^1, x^2, t) + z^2\psi_{1\alpha}(x^1, x^2, t) \quad (1,1)$$

$$\tilde{u}_3 = w(x^1, x^2, t) + z\psi_3(x^1, x^2, t) \quad (1,2)$$

При написании (1, 1) и (1, 2) введены координаты  $(x^1, x^2, z)$ , где  
 $z$ —координата по толщине, а  $x^1$  и  $x^2$ —криволинейные координаты  
срединой поверхности. Знак  $\sim$  относится к величинам, определен-  
ным в любой точке оболочки, а без—к ее срединой поверхности;  
 $\psi_{0\alpha}$ ,  $\psi_{1\alpha}$  и  $\psi_3$ —сдвиги. Здесь и в дальнейшем будет использована тен-  
зорная запись, которая позволит довольно просто получать конкрет-  
ные уравнения, учитывающие различного рода геометрические не-  
совершенства сосудов, такие, как, например, овальность, искривле-  
ние, сужение и др. Греческие индексы будут принимать значения  
1 и 2. Принято считать, что при пульсации радиальные перемеще-  
ния стенок сосудов порядка  $R/20$ , или  $R/20h \sim \tilde{u}_3/h \sim 0,3 \div 0,5$ . Таким  
образом, для описания ряда эффектов, связанных с интенсивным уве-  
личением расхода крови, необходим также учет геометрической не-  
линейности в радиальном направлении, что эквивалентно следующе-  
му неравенству  $|\tilde{u}_3| \gg |\tilde{u}_\alpha|$ . Прейдем теперь к обсуждению вопроса,



связанного с выводом соответствующих компонентов тензора деформации. Эта необходимость вызвана тем, что в случае толстостенности недопустимо введение предположения о неизменности метрики  $zb_{\alpha\beta} \ll 1$ ,  $b_{\alpha\beta}$  — коэффициенты второй квадратичной формы) по координате  $z$  для базиса криволинейной системы координат, связанной с оболочкой. Иными словами, базис рассматриваемой оболочки не деформируется. Однако последнее, в силу разложений (1, 1) и (1, 2) не исключает правомочности представления вектора перемещения произвольной точки оболочки в виде

$$\vec{R}_\alpha = \vec{r}_\alpha + z\vec{n}_\alpha, \quad \vec{R}_3 = n, \quad (1, 3)$$

где  $\vec{r}$  — вектор точки срединной поверхности, а  $\vec{n}$  — нормаль. В отличие от теории тонких оболочек, величина  $z$  в (1, 3) сохраняется. Однако последнее, в силу разложений (1, 1) и (1, 2) не исключает правомочности представления вектора перемещения произвольной точки оболочки в виде

$$\vec{u} = u^2 \vec{r}_\alpha + u^3 \vec{n} \quad (1, 4)$$

Далее, произведя выкладки, аналогичные [4], после ряда преобразований для компонент тензора деформации будем иметь

$$\begin{aligned} \epsilon_{\alpha\beta} &= \frac{1}{2} \{ (\tilde{u}_\alpha^2 - u^2 b_\alpha^2) (q_{\gamma\alpha} - z b_\alpha^\gamma q_{\gamma\alpha}) + (\tilde{u}_\alpha^3 - u^3 b_\alpha^3) (q_{\beta\alpha} - z b_\alpha^\beta q_{\beta\alpha}) + \\ &+ \left[ (\tilde{u}^3)^2 b_\alpha^\gamma b_{\gamma\beta} + \frac{\partial \tilde{u}^3}{\partial x^\alpha} \frac{\partial \tilde{u}^3}{\partial x^\beta} \right] \} \quad (1, 5) \\ \epsilon_{3\alpha} &= \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial \tilde{u}^1}{\partial z} (q_{\gamma\alpha} - z b_\alpha^\gamma q_{\gamma\alpha}) + b_{\gamma\alpha} u^\gamma + \frac{\partial \tilde{u}^3}{\partial x^\alpha} + \left( \frac{\partial \tilde{u}^3}{\partial z} \frac{\partial \tilde{u}^3}{\partial x^\alpha} \right) \right] \\ \epsilon_{33} &= \frac{1}{2} \left[ 2 \frac{\partial \tilde{u}^3}{\partial z} + \left( \frac{\partial \tilde{u}^3}{\partial z} \right)^2 \right] \end{aligned}$$

Здесь и в дальнейшем запятая означает ковариантную производную. Теперь необходимо в полученные соотношения подставить разложения (1, 1) и (1, 2) и удерживать члены со степенями  $z^3$ , так как линейные части (1, 5) определены с той же точностью. Окончательно получаем, что, хотя вектор перемещения определен с точностью до  $z^2$ , компоненты тензора деформации определяются с точностью до  $z^3$ . Последнее обстоятельство предопределялось равенством (1, 3). Полученные разложения по  $z$  приводят к необходимости для физически линейных законов компоненты тензора напряжения записывать в виде

$$\begin{aligned} \sigma^{\alpha\beta} &= N_0^{\alpha\beta} + z N_1^{\alpha\beta} + z^2 N_2^{\alpha\beta} + z^3 N_3^{\alpha\beta} \\ \sigma^{3\alpha} &= Q_0^{3\alpha} + z Q_1^{3\alpha} + z^2 Q_2^{3\alpha}; \quad \sigma^{33} = \sigma = \text{const} \end{aligned}$$

Для получения физических соотношений и уравнений движения воспользуемся вариационным принципом [5], возможность применения которого для расчета неоднородных по толщине оболочек показана в [9]. В этом функционале независимыми варьируемыми величинами являются  $u_\alpha$ ,  $w$ ,  $\psi_{0\alpha}$ ,  $\psi_{1\alpha}$ ,  $\psi_3$ ,  $N_0^{\alpha\beta}$ ,  $N_1^{\alpha\beta}$ ,  $N_2^{\alpha\beta}$ ,  $Q_0^{3\alpha}$ ,  $Q_1^{3\alpha}$  и  $Q_2^{3\alpha}$ . Известно [7], что нелинейность упругих свойств материала стенки в физиоло-

гическом диапазоне незначительно сказывается на поведении сосуда при распространении пульсовой волны. Поэтому закон упругости запишем в виде

$$\epsilon_{ij} = A_{ijkl}(x^1, x^2, z) \sigma^{km},$$

а плотность материала оболочки  $\rho$  также будем считать функцией  $x^1, x^2, z$ . Отметим, что нейрогенные и гуморальные факторы в данной модели не учитываются, так как они в конечном итоге влияют на механические параметры системы.

Наконец, проделав выкладки, подобные [8], можно получить нелинейные уравнения движения и физические соотношения для неоднородной линейно-упругой анизотропной толстостенной оболочки. Следует заметить, что даже в случае тонкостенности они имеют весьма сложный вид [8]. Используя функционал [9], аналогично можно вывести физические соотношения для неоднородной линейно вязкоупругой оболочки, что весьма важно, так как вязкоупругие свойства стенок оказывают большее влияние, чем вязкость жидкости, на скорость затухания импัลса, расход жидкости, перемещения стенок и давление. Необходимо подчеркнуть, что при получении физических соотношений указанными вариационными методами от механических характеристик требуется их интегрируемость. Таким образом, случай кусочного включения (в частности, многослойности оболочки [7]) нужно моделировать введением функций с интегрируемыми особенностями.

Уравнения движения жидкости. Исследования показали, что кровь является суспензией форменных элементов — эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов, находящихся в биологической плазме. Однако механическое поведение крови определяется эритроцитами, составляющими почти половину ее объема, и плазмой. В крупных кровеносных сосудах при малых скоростях течения влияние неоднородной структуры незначительно, что объясняется малым размером включений [10]. В этой связи обычно кровь моделируют однородной несжимаемой ньютоновой жидкостью. С увеличением скорости течения начинает играть роль не только размер включений, но и их плотность, что приводит к „расслоению“ в области движения. Поэтому в качестве физической модели крови уместно принять неоднородную несжимаемую вязкую ньютонову жидкость, а ее течение считать ламинарным. Для описания движения жидкости введем криволинейную систему координат  $y^i$  ( $i=1, 3$ ). Здесь  $y^1$  и  $y^2$  — соответственно продольная и азимутальная координаты, а  $y^3$  — от оси течения. Заметим, что координаты  $x^1$  и  $x^2$  совпадают с  $y^1$  и  $y^2$  только в том случае, когда линии тока параллельны координатным осям оболочки (например, в слабоискривленной цилиндрической [11]). Используя общепринятые обозначения, во введенной системе координат определяющие соотношения и уравнения движения неоднородной среды запишем в виде [12]

$$p^{kj} = -p g^{kj} + \mu (y^1, y^2, y^3) g^{kn} g^{lm} (v_{m,n} + v_{n,m})^*$$

\* Модели жидкости с моментными напряжениями не привели к качественным новым результатам, а эффекты от них для крупных кровеносных сосудов [2] незначительны.



$\rho_0(y^1, y^2, y^3) \frac{dv^k}{dt} = p^{kj}$ ;  $d/dt = \partial/\partial t + v^k \Delta_k$  — производная Стокса. В этом случае полная система уравнений гидродинамики примет вид

$$\rho_0 \frac{dv^k}{dt} = -g^{kj} \nabla_j p + \mu \Delta v^k + \frac{\partial \mu}{\partial y^j} (\nabla^k v^j + \Delta^j v^k)$$

$$\nabla_m v^m = 0; \quad \frac{d\rho_0}{dt} = 0.$$

Кинематические граничные условия. На границе раздела жидкости и оболочки необходимо задавать условия сопряжения, которые заключаются в равенстве скоростей движения стенки и жидкости. В силу (1, 1) и (1, 2) они запишутся следующим образом:

$$\left. \frac{du_a}{dt} \right|_{z=-h/2} = \left( \frac{du_a}{dt} - \frac{h}{2} \frac{d\psi_{0a}}{dt} + \frac{h^2}{4} \frac{d\psi_{1z}}{dt} \right) \Big|_{z=-\frac{h}{2}} = v_a|_{y^3=f(y^1, y^2)}$$

$$\left. \frac{du_3}{dt} \right|_{z=-h/2} = \left( \frac{dw}{dt} - \frac{h}{2} \frac{d\psi_3}{dt} \right) \Big|_{z=-h/2} = v_3|_{y^3=f(y^1, y^2)}$$

Здесь  $y^3=f(y^1, y^2)$  — уравнение поверхности  $z=-h/2$  в системе координат  $y^1$ . Кроме того, на оси  $y^3=0$  должно выполняться условие ограниченности искомых гидродинамических величин.

Усилия, действующие на стенку. На оболочку вдоль осей  $x^1, x^2$  и  $z$  действуют усилия  $T^1, T^2$  и  $T^3$ , наличие которых обусловлено гидродинамическим воздействием. Они определяются через вычисленные на поверхности контакта  $P^{ij}$  по формулам

$$T^i = p^{ij} e_j, \quad \text{где } e_i = \cos(\vec{n}, \vec{e}_i), \text{ а } e_i \text{ — орт оси } y^i.$$

Действие окружающей среды можно моделировать системой сил, заданных на внешнем контуре оболочки  $z=h/2$ .

Заключение. Таким образом, уравнения движения оболочки и жидкости с учетом кинематических граничных условий и усилий, действующих на оболочку, описывают динамическое поведение крупных кровеносных сосудов. Отметим, что абсолютное большинство моделей сосудов являются частными случаями предложенной здесь модели. Совместное решение уравнений гидроупругости может быть осуществлено применением комбинации численных и аналитических методов. Понимая, что вследствие замкнутости артериальной системы в ней существуют волны, распространяющиеся в обоих направлениях, и имея в виду экспериментальные данные о характере изменения осредненного пульсирующего давления и расхода жидкости в начальном сечении сосуда, можно проследить за распространением пульсовой волны, определить давление, расход и перемещения стенок в любом фиксированном сечении. Как было отмечено в [7, 13, 14], для космической физиологии представляет интерес выявить влияние длительных или ударных нагрузок на процесс кровообращения. В этом случае в уравнения движения необходимо ввести массовые силы. Дальнейшие исследования должны проводиться совместно с проведением соответствующих экспериментов с целью выявления механических и реологических свойств крупных сосудов и крови.

## Литература

1. Педли Т. Гидродинамика крупных кровеносных сосудов. — М.: Мир, 1933, с. 400.
2. Гидродинамика кровообращения. — М.: Мир, 1971, с. 269.
3. Каро К. Педли Т. и др. Механика кровообращения. — М.: Мир, 1931, с. 624.
4. Вольмир А. С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. — М.: Наука, 1972, с. 432.
5. Амензаде Р. Ю., Асланов Г. М. — Докл. АН СССР, 1978, т. 239, № 6, с. 1302—1304.
6. Амензаде Р. Ю., Ализаде А. Н., Преображенский И. Н. — МКМ, № 3, 1983, с. 546—548.
7. Вольмир А. С., Герштейн М. С. — МП, № 2, 1970, с. 373—379.
8. Амензаде Р. Ю., Ализаде А. Н., Дамиров Н. Г. — В кн.: Материалы второй Всесоюз. научно-технич. конф. «Прочность, жесткость и технологичность изделий из композиционных материалов», т. 1, 1934, с. 35—40.
9. Амензаде Р. Ю., Ализаде А. Н. — Докл. АН СССР, т. 30, 1976, № 6, с. 1303—1305.
10. Бранков Г. Основы биомеханики. — М.: Мир, 1981, с. 254.
11. Амензаде Р. Ю. — Докл. АН. АзССР, т. 30, 1974, № 10, с. 12—16.
12. Седов Л. И. Механика сплошной среды. — М.: Наука, т. 1, 1970, с. 492.
13. Перин В. В., Баваский Р. М., Волков Ю. Н., Газенко О. Г. Космическая кардиология. — Л., 1967.
14. Амензаде Р. Ю. — Докл. АН СССР, т. 241, 1978, № 1, с. 44—47.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 19. IV 1985

Р. Ю. Эмензаде, А. Н. Элизаде

### БӨҮК ГАН ДАМАРЛАРЫНЫН ГИДРОДИНАМИК МОДЕЛИНИН ГУРУЛМАСЫНА ДАИР

Бөүк ган дамаларынын бир киссесине ичарисинде сыхылмаган гејри-бирчине Нјутон мајеси ахан ве деформасијаланан галындиварлы өртүк кими бахараг гидро-динамик модели таклиф едилер.

Бу моделъ асасан кинематик сәрһад шөртләри ајдынлашдырылыр ве ган дама-рынын диварына тәсир едән гүввәләр үчүн дүстурлар чыхарылыр.

R. Yu. Amenzade, A. N. Alyzade

### TO THE CONSTRUCTION PROBLEM OF THE BIG BLOOD VESSELS HYDRODYNAMICAL MODEL

The model of big blood vessels considered as nonhomogeneous thick deformable shell with flowing nonhomogeneous nonsqueezable Newtonian liquid is proposed. On base of this model the kinematic boundary conditions are discussed and formulas for efforts acting to the wall are deduced.



[Акад. Г. Б. ШАХТАХТИНСКИЙ, Р. Н. ЮСУБОВ, Ф. А. ГАДЖИЕВ,  
Г. М. РЗАЕВ, Ч. Д. ЭФЕНДИЕВ, Ф. Г. АЛИЕВ

### ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ОБОЖЖЕННОГО КОЛЛЕКТИВНОГО КОНЦЕНТРАТА РУД

Гидрометаллургическая технология имеет большие возможности при решении проблемы комплексного использования сырья и охраны окружающей среды, особенно при переработке полиметаллического сырья [1, 2]. В этом отношении целесообразно перерабатывать полиметаллические руды по этому направлению.

Полиметаллические руды относятся к труднообогатимым, поэтому предпочтение при его переработке отдается коллективному концентрату или самой руде.

Работ, посвященных переработке коллективного концентрата, в литературе мало. В зависимости от характера исходного сырья применяют различные методы: электротермический, вельцевания, взвешенной плавки, а в гидрометаллургии—сульфатизация, автоклавный и солянокислый методы переработки коллективных концентратов [1, 3]. Из указанных методов предпочтение отдается гидрометаллургической технологии переработке этого сырья при атмосферном давлении в обычной аппаратуре. Процесс выщелачивания проводился раствором разбавленной серной кислоты и по классификации Е. В. Маргулиса он относится к обычному выщелачиванию [5].

Данная работа посвящена изучению условий извлечения основных компонентов в раствор, из ранее гранулированного обожженного коллективного концентрата руд [4] с последующим установлением оптимального режима процесса выщелачивания.

Первая серия опытов посвящена изучению влияния концентрации серной кислоты (50—200 г/л) на степень извлечения меди, цинка и железа в раствор. Результаты анализов приведены на рис. 1. Как видно из кривых, при переходе концентрации серной кислоты с 50 на 100 г/л, степень извлечения цинка и меди в раствор повышает-

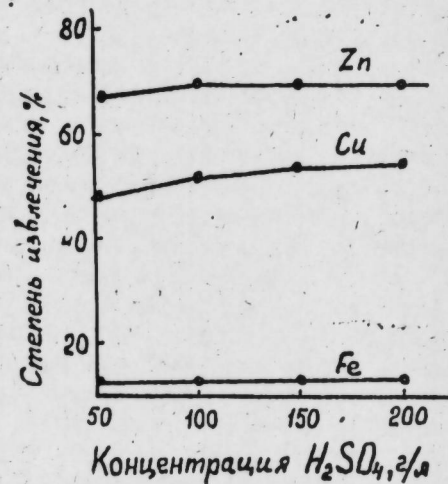


Рис. 1. Влияние концентрации серной кислоты на степень извлечения компонентов в р-р (т-ра—25°C; время—60 мин, Т:Ж=10.)

ся незначительно, а при 200 г/л почти не влияет. Она остается на том же уровне.

На основе этих опытов можно сказать, что увеличение концентрации серной кислоты от 100 до 200 г/л при комнатной температуре почти не влияет на степень извлечения основных компонентов в раствор. Исходя из этого, далее изучалось влияние температуры на степень извлечения металлов в процессе выщелачивания. Сначала изучалось влияние нагрева раствора при концентрации кислоты 150 г/л. Результаты этих исследований (рис. 2, кр. 1, 2, 3), показали, что с повышением температуры до 90°C степень извлечения Cu, Zn, Fe увеличивается и достигает 68, 72 и 35% соответственно.

Таким образом, предварительными опытами установлено, что при выщелачивании обожженного коллективного концентрата раствором серной кислоты концентрацией 150 г/л, с повышением температуры до 90°C не удается достичь высокого извлечения меди и цинка в раствор. В этой связи нами исследовалось влияние температуры при выщелачивании обожженного материала более концентрированным раствором серной кислоты, т. е. с 200 г/л. Из кр. 4, 5, 6 (рис. 2) видно, что при выщелачивании раствором кислоты указанной концентрации степень извлечения металлов после температуры 60°C сильно увеличивается и при 90°C достигает 88% Cu, 82% Zn, 50% Fe. Однако повышение концентрации кислоты больше 200 г/л при температуре 90°C увеличивает переход железа в раствор, что является нежелательным, поэтому 200 г/л серной кислоты в наших случаях считаем оптимальными.

Далее исследовалось влияние продолжительности выщелачивания на степень извлечения меди и цинка в раствор. Опыты проводились при кислотности раствора 200 г/л, т-ре 90°C, отношении Т:Ж смеси 1:10. Результаты этих исследований приведены на рис. 3. Из кривых видно, что с повышением времени в интервале 60—180 мин степень извлечения меди, цинка и железа увеличивается, при 120 мин достигает 98% Cu, Zn, а железа—60%. При дальнейшем продлении продолжительности выщелачивания степень извлечения указанных металлов почти не изменяется (кроме железа, а это не желательно), поэтому 120 мин является оптимальным временем.

Наконец, изучалось влияние отношения Т:Ж смеси на степень перехода компонентов в раствор. Исследование проводилось при найденных оптимальных условиях и результаты приведены на рис. 4.

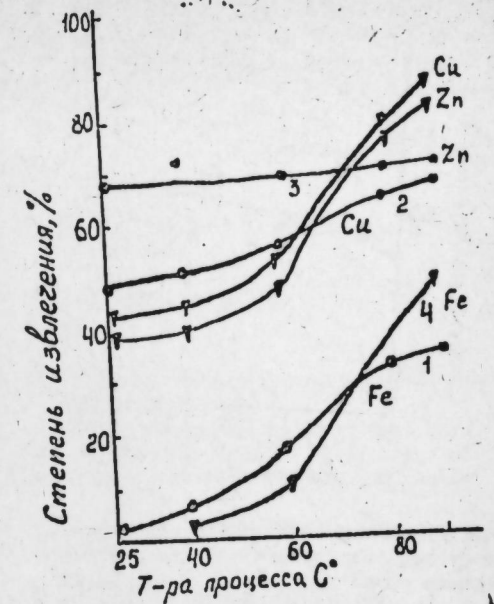


Рис. 2. Зависимость степени извлечения меди, цинка и железа от т-ры при выщелачивании р-ром серной к-ты 100 и 200 г/л. Время выщелачивания—60 мин.



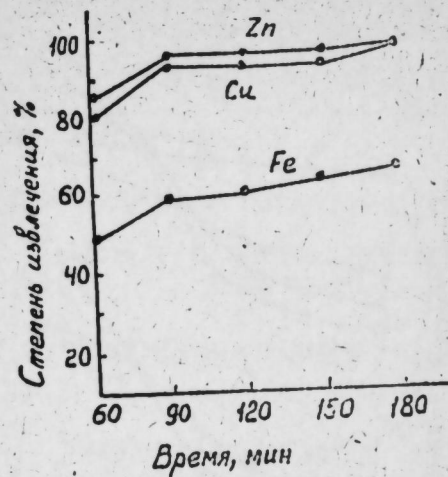


Рис. 3. Влияние времени выщелачивания на степень извлечения меди, цинка и железа (т-ра р-ра 90°C, конц. к-ты 200 г/л, Т:Ж=10)

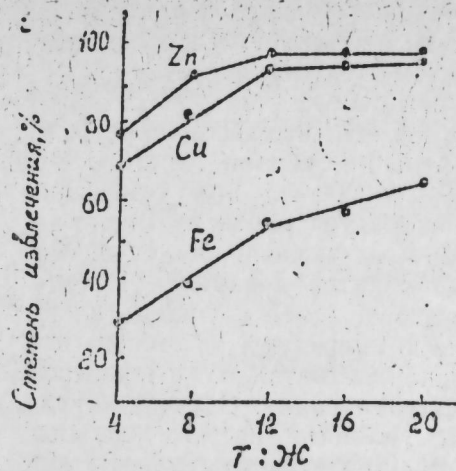


Рис. 4. Влияние соотношения Т:Ж на степень извлечения цинка, меди и железа (т-ра р-ра 90°C, конц. к-ты 200 г/л, время—120 мин) в р-р.

Отношение Т:Ж смеси изменялось от 1:4 до 1:20 и выяснилось, что при отношении 1:10÷12 происходит максимальный переход меди и цинка в раствор.

В результате выщелачивания обожженного коллективного концентрата руд при оптимальных условиях (концентрация серной кислоты—200 г/л, т-ра р-ра—90°C, продолжительность выщелачивания—120 мин, отношение Т:Ж 1:10) получен сернокислотный раствор, содержащий (г/л): меди—2,55, цинка—21,68, железа—16,35. Степень извлекаемости указанных компонентов составляет: меди—98,4%, цинка—98,2%, железа—74,3%.

Таким образом, установлено, что сернокислотным выщелачиванием при найденных оптимальных условиях медь и цинк практически полностью извлекаются из обожженного коллективного концентрата в раствор. Это в целом положительно сказывается на конечных результатах переработки с извлечением ценных компонентов.

#### Выводы

1. Определены условия выщелачивания обожженного коллективного концентрата раствором серной кислоты 200 г/л, т-ра р-ра 90°C, продолжительность выщелачивания—120 мин, соотношение Т:Ж 1:10.
2. Установлено, что при оптимальных условиях степень извлечения Cu, Zn достигает соответственно 98,41, 98,24%.

#### Литература

1. Снурников А. П. Комплексное использование сырья в цветной металлургии.—М.: Металлургия, 1977, 271 с. 2. Цветная металлургия.—М.: Наука, 1976, с. 224—227. 3. Цифт А. Л., Ермилов В. В., Тараскин Д. А. и др. Технологическая схема гидрометаллургической переработки сульфидного коллективного концентрата.—

Труды Ин-та металлургии и обогащения АН Каз. ССР, т. XXX, 1969, с. 65—72, 4. Маргулис Е. В.—Изв. вузов «Цветная металлургия», 1983, №1, с. 44—54. 5. Шахтахтинский Г. Б., Юсубов Р. Н., Гаджиев Ф. А., Рзаев Г. М., Эфендиев Ч. Д.—Тез. республиканск. научно-технич. конференции по охране окружающей среды, 1982, с. 15—16.

Институт неорганической и физической химии АН АзССР

Поступило 23. I 1985

Г. Б. Шахтахтинский, Р. Н. Юсубов, Ф. А. Гаджиев, Г. М. Рзаев, Ч. Ч. Эфендиев, Ф. Г. Әлиев

#### КОЛЛЕКТИВ КОНЦЕНТРАТЫ ЖАНЬҒЫНЫН МӘҢЛУЛА ЈУЈУЛМАСЫ

Мәғаләдә јандырылмыш коллектив концентратынын сульфат туршусу илә мәһлула јујулуб чыхарылмасынын оптимал шәраитиндән данышылып.

Мүәјјән олунмушдур ки, јаныгы 200 г/л сульфат туршусу мәһлулу илә, 90°C температурда, 2 саат мүддәтиндә, бәрк вә мәје гарышыларынын 1:10 нисбәти шәраитиндә е'мал етдикдә, мис 98,4%, синк 98,2%, дәмир исә 60,0% мәһлула кечир.

Г. Б. Шахтахтинский, Р. Н. Юсубов, Ф. А. Гаджиев, Г. М. Рзаев, Ч. Ч. Эфендиев, Ф. Г. Әлиев

#### LEACHING OF ROASTED COLLECTIVE CONCENTRATE

The optimum conditions of leaching of collective concentrate of sulphuric acid are stated in this article.

It is found that at processing of the roasted concentrate by the concentration of 200 g/l of sulphuric acid at the temperature of 90°C during 2 hours the conditions of solid-to-liquid ratio are 1:10, 93.4% Cu.



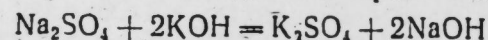
Ю. А. ЛАЙНЕР, Т. Д. ИСРАФИЛОВ, Ф. Г. ГАХРАМАНОВ, И. З. ЗАКИЕВ

### КОНВЕРСИЯ СУЛЬФАТНЫХ СОЛЕЙ РАСТВОРОМ АЛЮМИНАТА КАЛИЯ

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

Алунит—комплексное сырье, целесообразность использования которого зависит от экономичности переработки и использования продуктов. В экономическом балансе технологии комплексной переработки алунитов существенное место занимает экономика использования и переработки щелочных сульфатов алунита. От того, насколько экономически эффективно перерабатываются и используются щелочные сульфаты алунита в народном хозяйстве в значительной степени зависит технико-экономическая эффективность комплексной переработки алунита в целом.

Смесь щелочных сульфатов алунита, выделяемая при упарке оборотных алюминатных растворов глиноземного производства, на Кировабадском алюминиевом заводе используется в двух целях: одна часть щелочных сульфатов идет для компенсации потерь каустической щелочи (в технологическом цикле глиноземного производства путем термической каустификации во вращающихся печах по методу Пенякова, остальная часть сульфатной смеси перерабатывается на сульфат калия и раствор NaOH методом конверсии в КОН



Каустификация сульфатов по методу Пенякова экономически не оправдана и связана с большими производственными и энергетическими затратами. Кроме того, она способствует накоплению калийной щелочи в алюминатных растворах, что приводит к целому ряду дополнительных осложнений в технологических процессах глиноземного цеха.

1. Уменьшается растворимость сульфатных солей в алюминатных растворах, что приводит к выпадению последних вместе с гидратом при выкручивании. Поэтому алюминатные растворы разбавляют на КирАзе до 95 г/л  $\text{Na}_2\text{O}_k$  вместо проектной концентрации 125 г/л  $\text{Na}_2\text{O}_k$ . Это приводит к увеличению потоков растворов глиноземного производства на всех основных гидрохимических переделах по сравнению с проектной схемой, а также к росту количества упариваемой воды.

2. В результате увеличения удельного потока растворов мощность технологических переделов глиноземного производства уменьшается по сравнению с проектной.

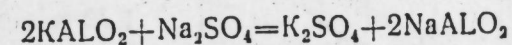
3. Увеличивается растворимость  $\text{SiO}_2$  в алюминатных растворах. По сравнению с чисто натриевым алюминатным раствором, присутст-

вие в растворе до 30% калийной щелочи повышает равновесную концентрацию  $\text{SiO}_2$  в 1,5 раза, а накопление ее в растворе до 60% — повышает концентрацию в 2 раза.

Щелочные сульфаты, выделяемые из алюминатного раствора при комплексной переработке алунитов, содержат до 60—70% сульфата калия, что предопределяет целесообразность переработки этих сульфатов полностью на сульфат калия, являющийся хорошим удобрением для сельского хозяйства, особенно для ценных субтропических культур.

Наша страна располагает запасами природного сырья для производства сульфата калия (на Западной Украине—полиминеральные сульфатно-калийные руды Прикарпатья и полигалиты). Однако переработка этих руд связана со значительными эксплуатационными затратами. Наиболее перспективными источниками сырья, из которых может быть организовано производство самого дешевого сульфата калия в нашей стране, являются щелочные сульфаты алунитов, выделяемые из упаренных алюминатных растворов глиноземного производства при комплексной переработке алунитов.

При усовершенствованном варианте, разработанном Московским институтом стали и сплавов и Институтом металлургии им. А. А. Байкова АН СССР, где предусматривается сернокислотная ветвь, после выщелачивания квасцового спека получается раствор алюмината калия, который направляют на конверсию сульфата натрия из основной ветви



Переработка сульфатной смеси на сульфат калия по этому способу сводится к двукратной конверсии сульфатной смеси раствором алюмината калия из сернокислотной ветви путем репульпации в мешалках по противоточной схеме при температуре около 60°C.

Раствор NaOH (с содержанием 78,5%  $\text{Na}_2\text{O}$ ), полученный в результате конверсии сульфатной смеси раствором  $\text{KAlO}_2$  из сернокислотной ветви, используется в глиноземном цехе для компенсации производственных потерь каустической щелочи. Сульфат калия после второй стадии конверсии с целью отмывки от щелочи промывается путем орошения горячим раствором сульфатных солей при фильтрации. Отмытый сульфат калия после фильтрации сушится и поступает на склад как готовый продукт с содержанием 95,5—98,5%.

Для определения оптимальных условий переработки сульфатов по этому методу нами были выполнены лабораторные исследования по изучению закономерности замещения калия в растворе натрием из сульфатной смеси в зависимости от перечисленных факторов:

1. Влияние количества молей  $\text{K}_2\text{O}$  в исходном растворе  $\text{KAlO}_2$  ( $\text{K}_2\text{O}_p$ ) на 1 моль  $\text{Na}_2\text{O}$  в исходной сульфатной смеси (рис. 1)

$$K = \frac{\text{K}_2\text{O}_p}{\text{Na}_2\text{O}_{\text{ссл}}}$$

где  $\text{K}_2\text{O}_p$ —количество молей  $\text{K}_2\text{O}$  в исходном растворе  $\text{NaO}_{\text{ссл}}$ —количество молей  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ссл}}$  в исходной сульфатной смеси.

2. Влияние изменения молярного соотношения  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  в исходном растворе (рис. 2) [1].



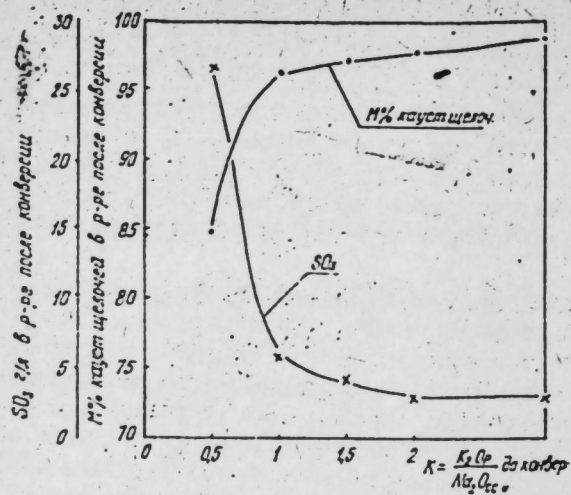


Рис. 1. Влияние исходного отношения  $K = \frac{K_2O}{Na_2O}$  на молярную долю каустической щелочи и количество  $SO_2$  после конверсии.

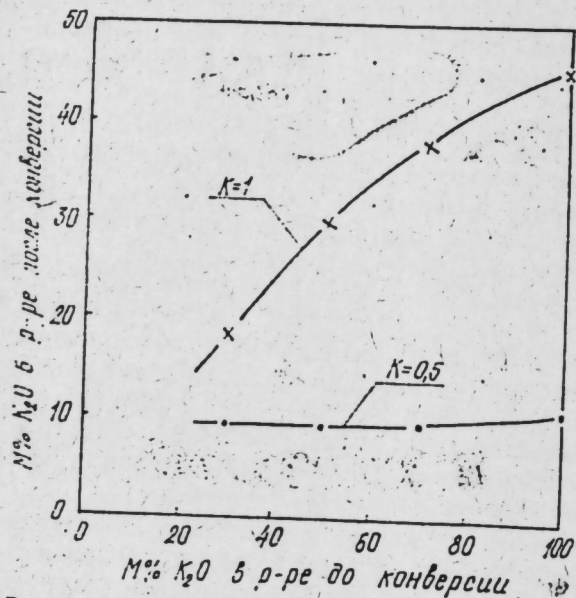


Рис. 2. Влияние молярной доли  $K_2O$  в исходном р-ре на молярную долю  $K_2O$  в р-ре после конверсии.

При исследовании влияния перечисленных факторов на результат конверсии кроме изучаемого фактора, все остальные остаются постоянными и имеют следующие значения:

1. Отношение  $K = \frac{K_2O}{Na_2O} = 1$
2. Концентрация  $K_2O$  в исходном растворе — 200 г/л.
3. Т-ра обработки — 60°C.
4. Продолжительность конверсии — 60 мин.
5. Каустический модуль исходного раствора  $\alpha = 2$ .
6. Молярная доля  $K_2O$  в исходном растворе — 100%.

В результате исследований влияния перечисленных факторов на степень замещения калия в растворе натрием из сульфатной смеси получены данные, показывающие, что двухстадийной конверсией сульфатной смеси КирАза раствором алюмината калия получен практически чистый сульфат калия и раствор алюмината, содержащий 78,5%  $Na_2O$  и 21,5%  $K_2O$ .

#### Литература

Лайнер А. И., Лайнер Ю. А., Исрафилов Т. Д. Конверсия сульфата натрия раствором алюмината калия. — Изв. высших учебн. заведений. Цветная металлургия 1976, № 5.

АзПИ им. Ч. Ильдрима

Поступило 4. I 1983

Ж. А. Лайнер, Т. Д. Исрафилов, Ф. Г. Гәһрәманов, И. З. Зәкијев

#### СУЛФАТ ДУЗЛАРЫНЫН КАЛИУМ-АЛУМИНАТ МӘҤЛУЛУ ИЛӘ КОНВЕРСИЈАСЫ

Мәгаләдә Кировабат алюминум заводунда аралыг мәһсул кими алынган  $Na_2SO_4$  вә  $K_2SO_4$  дузлары гатышыгындан калиум-алюминат мәһлулу илә конверсија етмәклә гәләви ( $NaOH$ ) вә күбрә ( $K_2SO_4$ ) алмаг үсулунун арашдырылмасындан данышылып. Апарылан арашдырмалар көстәрир ки, бу үсулла тәмиз күбрә вә 78,5%  $Na_2O$ , 21,5%  $K_2O$  тәркибли гәләви мәһлулу алмаг олар.

Yu. A. Lainer, T. D. Israfilov, F. G. Gahramanov, I. Z. Zakiyev

#### THE CONVERSION OF SULFATES WITH POTASSIUM ALUMINATE

By the conversion of potassium aluminate with the mixtures of sodium sulfates, the way of obtaining acrimonious ( $NaOH$ ) and potash fertilizers ( $K_2SO_4$ ) is studied in Kirovabad aluminium plant.  $Na_2SO_4$  (sodium sulfate and  $K_2SO_4$  (potassium sulfate) are obtained here as the intermediate products.

The investigations show that it is possible to obtain the pure and acrimonious (78.5%  $Na_2O$ , 21.5%  $K_2O$ ) fertilizers by this way.



Ф. В. АЛИЕВ, Э. Н. АМИРБЕКОВ, А. Д. КУЛИЕВ, В. Я. ДАНИУЦЕВСКИЙ,  
В. И. ЯКЕРСОН

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВАРАЩЕНИЙ В МАГНИЙ-ЦИНК-ФЕРРИТНЫХ, МАГНИЙЖЕЛЕЗОАЛЮМИНИЕВЫХ И ЦИНКЖЕЛЕЗОАЛЮМИНИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

(Представлено *жидизлик* и АН Азәрбајджанскі ССР Т. Н. Шихтхатинским)

Железосодержащие катализаторы, в частности ферритные, обладают высокой активностью в реакциях парциального окисления.

В настоящей работе была поставлена задача изучения механизма формирования магний и цинкжелезосодержащих катализаторов и изменений, происходящих в процессе реакции.

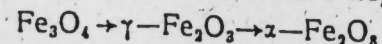
Магний- и цинкферритные катализаторы синтезированы для процесса окислительного дегидрирования бутенов и обладают в данной реакции гораздо большей активностью и селективностью, чем другие окисные контакты.

Исследование, проведенное методом рентгенофазного анализа и ИК-спектроскопии [1], показывает, что свежеприготовленные магний и цинкжелезные катализаторы без носителя, полученные совместным осаждением оксалатов соответствующих металлов [2], состоят из ферритов Mg или Zn,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (в случае катализатора ZnO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и MgO (в случае катализатора MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Для выявления фазовых превращений, происходящих в Mg и Zn-ферритных катализаторах при обработке их в реакционной (смесь бутенов + O<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O с объемным отношением 1:1:20 в течение 3 ч при 400–500°C) и восстановительной средах (смесь бутенов—3 ч при 400–500°C), был проведен термографический анализ.

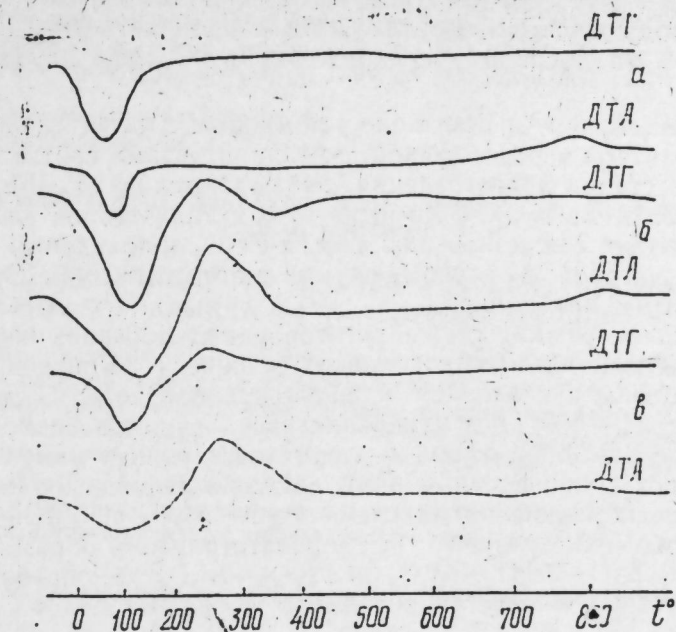
На дериватограммах катализаторов ZnO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (рис. 1), обработанных реакционной смесью, проявляются экзоэффекты при 250–270° (с увеличением веса), 340–360° (с потерей веса) и 520° (без изменения веса образца).

Эффекты при 250–270 и 520° связаны с переходами:



соответственно [3], а эффект при 340–360°—с удалением кокса, образующегося в результате обработки катализатора реакционной смесью.

Обработка образцов MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и ZnO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> смесью бутенов приводит к появлению на дериватограммах этих образцов дополнительного экзотермического пика при 340°, сопровождающегося увеличением веса. Этот интенсивный пик может быть связан с окислением восстановленного при обработке бутенами железа, входящего в состав ферритной фазы.



Дериватограммы ZnO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: а—до обработки; б—после обработки реакционной смесью; в—после обработки смесью бутенов.

В ИК-спектре катализатора ZnO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> присутствуют полосы поглощения 338, 420 и 555 см<sup>-1</sup>, а в ИК-спектре MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—полосы при 440 и 595 см<sup>-1</sup>.

Согласно [4, 5], полосы поглощения 420, 555 и 440, 595 см<sup>-1</sup> следует отнести к колебаниям в [MO<sub>6</sub>], соответственно в ферритах цинка и магния, а полосу 338 см<sup>-1</sup>—к колебаниям [MO<sub>4</sub>] в феррите цинка. После обработки катализаторов смесью бутенов полосы поглощения в ИК-спектре при 420, 555 см<sup>-1</sup> (ZnO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и 440 и 595 см<sup>-1</sup> (MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) смещаются в низкочастотную область на 20 см<sup>-1</sup>, а полоса при 338 см<sup>-1</sup> не меняет своего значения. Такое смещение может быть связано с восстановлением железа, находящегося в ферритах магния и цинка в октаэдрической координации. Действительно, поскольку ионный радиус Fe<sup>3+</sup> (0,67 Å) меньше ионного радиуса Fe<sup>2+</sup> (0,83 Å), то при замене в структуре феррита Fe<sup>3+</sup> на Fe<sup>2+</sup> полосы поглощения, соответствующие колебаниям связи Fe—O, должны сдвигаться в сторону меньших частот.

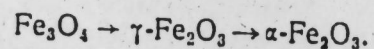
Таким образом, в состав магний- и цинкжелезных катализаторов, полученных осаждением через оксалаты с последующим прокаливанием при 500° и характеризующихся составом MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2,65:1 и ZnO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,86:1 (мольные отношения), входят шпинельные фазы. Избыток окиси магния в магнийжелезных по сравнению со стехиометрическим предопределяет появление фазы MgO, а избыток Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в цинкжелезных катализаторах—фазы  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ . В восстановительных условиях фаза  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  переходит в фазу Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Восстановительная среда в первую очередь затрагивает ионы трехвалентного



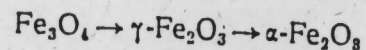
железа, находящиеся в ферритах магния и цинка в октаэдрической координации по кислороду с переходом их в ионы двухвалентного железа.

В случае магний- и цинкжелезалоюминиевых катализаторов, полученных пропиткой промышленной  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  нитратами соответствующих металлов на стадии приготовления, наблюдаются фазы  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  и  $\text{ZnO}$ ,  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ . Обработка этих катализаторов реакционной смесью приводит к исчезновению фазы  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  и появлению шпинельной фазы, которой в данном случае могут быть  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и ферриты магния или цинка.

На дериватограммах свежеприготовленных образцов наблюдаются эндоэффекты при  $110\text{--}130^\circ$ , сопровождающиеся уменьшением веса, которые связаны с удалением адсорбированной воды, и экзоэффект в интервале  $600\text{--}800^\circ$  без изменения веса, существование которого можно объяснить образованием алюминатов цинка или магния. На это указывают и проведенные нами рентгенографическое и дериватографическое исследования систем  $\text{MgO}\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZnO}\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  [4]. Следует особо отметить, что на дериватограммах образцов  $\text{MgO}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  до обработки реакционной смесью и в восстановительной среде нет пиков, связанных с переходом



Следовательно, фаза  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  в свежеприготовленных образцах отсутствуют. После обработки реакционной смесью катализатора  $\text{ZnO}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  на дериватограмме проявляется экзоэффект при  $260^\circ$ , сопровождающийся увеличением веса, и очень слабый эффект при  $520^\circ$  без изменения веса. Эти экзоэффекты относятся к переходам



Для образцов  $\text{Mg}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  на кривых ДТА наблюдаются аналогичные экзоэффекты, кроме того, там же обнаруживается сильный экзоэффект в области  $300\text{--}400^\circ$ , который связан с выгоранием углистых отложений. В последнем случае практически не удается наблюдать увеличения веса, связанного с переходом  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , так как для этих образцов потеря веса, связанная с этим фактом весьма значительна ( $\sim 40\%$  от общей потери веса) и превышает увеличение веса за счет окисления  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Следует отметить, что количество углистых отложений на образцах  $\text{MgO}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  больше, чем на  $\text{ZnO}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$ , хотя условия обработки для всех образцов были одинаковыми. Обработка этих катализаторов смесью бутенов приводит к увеличению интенсивности пиков, связанных с выгоранием углистых отложений. Потеря веса в этом случае для  $\text{MgO}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$  составляет  $50\%$ , а для  $\text{ZnO}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3$   $20\text{--}25\%$ . На фоне сильных экзоэффектов от горения кокса не удается наблюдать более слабые экзоэффекты, связанные с окислением железа, входящего в состав ферритной фазы.

#### Литература

1. Алиев Ф. В., Амирбеков Э. Н., Кулиев А. Д., Данюшевский В. Я., Ниссенбаум В. Д., Якерсон В. И., Рубинштейн А. М.—Кинетика и катализ, 1981, т. 22, № 5 с. 1313—1317.
2. Кулиев А. Д. Дисс. канд. хим. наук.—Баку: ИНХП АН АЗССР

1978, с. 133. 3. Иванова В. П., Касатова Б. К., Красавина Т. Н., Розанова Е. Л., Термический анализ минералов и горных пород.—Л.: Недра, 1974, с. 48. 4. Амирбеков Э. Н., Алиев Ф. В., Данюшевский В. Я., Кулиев А. Д., Якерсон В. И., Рубинштейн А. М.—Кинетика и катализ, 1981, т. 22, № 5, с. 1317—1323.

Институт теоретических проблем  
химической технологии АН АЗССР

Поступило 27. VII 1983

Ф. В. Элиев, Е. Н. Эмирбэјов, А. Д. Гулиев, В. Я. Данюшевский,  
В. И. Якерсон

#### МАГНЕЗИУМ, СИНК-ДЭМИР ВЭ МАГНЕЗИУМ, СИНК-ДЭМИР-АЛУМИНИУМ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ФАЗА ЧЕВРИЛМЭЛЭРИНИН ТЭДГИГИ

Мәгәләдә магнезиум, синк-дәмир вә магнезиум, синк-дәмир-алүминиум катализаторларында реакция мүнһитинин вә бутенләрин гарышыгынын тәсириндәи асылы слараг баш верән фаза чеврилмәләри һагында мәлүмат верилир ( $\text{C}_4\text{H}_8 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ )

Кәстәрилмишдир ки, феррит фазасы магнезиум вә синк-дәмир катализаторларында синтез мәрһәләсиндә әмәлә кәлир. Бутенләрин мүнһитиндә бу фазанын тәркибиндәки  $\text{Fe}^{2+}$  ионларынын мигдары артыр.

Магнезиум вә синк-дәмир-алүминиум катализаторларында реакция мүнһитинин тәсирин алтында чохкомпонентли шпинел фазасы јараныр.

F. V. Aliev, E. N. Amirbekov, A. D. Kuliev, V. Ya. Danyushevski, V. I. Yakerson

#### STUDY OF PHASE CONVERSIONS IN MAGNESIUM-, ZINC-FERRITE, MAGNESIUM-IRON-ALUMINA AND ZINC-IRON-ALUMINA CATALYSTS

Phase conversions in magnesium-, zinc-ferrite, magnesium-iron-alumina and zinc-iron-alumina catalysts were studied in interaction with the reaction medium of  $\text{C}_4\text{H}_8 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$  and the mixture of  $\text{C}_4\text{H}_8$ . The ferrite phase is formed at the synthesis stage in the case of  $\text{MgO}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}\text{--}\text{Fe}_2\text{O}_3$  catalysts and interaction with the mixture of butenes leads to increase in  $\text{Fe}^{2+}$  content in the phase. In interaction with the reaction medium spinel phase is formed in the case of magnesium- and zinc-iron-alumina catalysts and is multicomponent.



Ф. Д. ГАСАНОВ

**О ХАРАКТЕРЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СРЕДНЕПЛИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

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

Геохимические исследования среднеплиоценовых отложений Южно-Каспийской впадины и, в частности, изучение распределения в них малых элементов, выполненные нами, позволяют детальнее рассмотреть особенности их формирования, характер процессов, происходящих на водосборных площадях, распределение сносимого материала в областях аккумуляции в зависимости от фациальных условий и учесть роль второстепенных источников питания.

Для выяснения этих вопросов использованы данные по количественному определению ряда химических элементов методом рентгено-спектрального анализа. Были определены Sr, Ba, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (общ.), Mn, Cr и V в породах отдельных стратиграфических горизонтов и в целом по ПТ из нефтегазовых и газоконденсатных месторождений Апшеронского и Бакинского архипелагов и КТ из месторождения б. Жданова и б. ЛАМ. Нами рассмотрено распределение этих элементов по типам пород и горизонтам. Как видно из табл. 1, часть из указанных элементов (Sr, Ba, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (общ.), V) на площадях Нефтяные Камни представлена в больших количествах в песчаниках и убывает в глинистых алевролитах, а Mn наоборот, уменьшается в песчаниках. Упорядоченно ведут себя Sr и Ba, уменьшаясь от глинистых алевролитов к алевролитовым глинам и суглинкам, а Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (общ.), Mn, Sr, Ba, V уменьшается от алевролитовых глин к суглинкам.

Общий характер изменения содержания этих элементов показан в табл. 1 и на рис. 1, 2.

Таблица 1

Элементы	Песчаники	Глинистый алевролит	Алевролитовая глина	Суглинок
Sr	0,041	0,074	0,032	0,029
Ba	0,247	0,306	0,161	0,060
V	0,010	0,071	0,004	0,014
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (общ.)	0,099	1,198	6,907	0,930
Mn	0,042	0,033	0,037	0,026
Cr	0,008	0,008	0,009	0,012

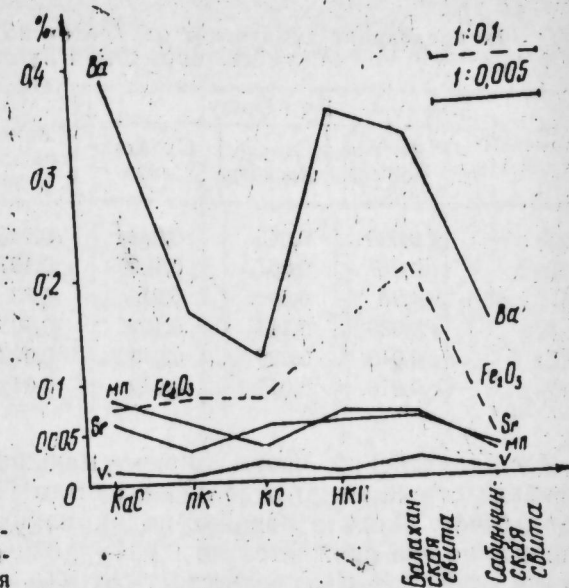


Рис. 1. Распределение химических элементов в отложениях продуктивной толщи месторождения Нефтяные Камни

Распределение отмеченных элементов по разрезу ПТ месторождения Нефтяные Камни показано в табл. 2, из которой видно, что содержание Sr уменьшается от KaC и PK, а затем возрастает к балаханской свите.

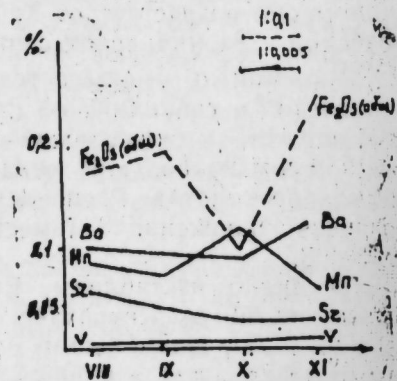


Рис. 2. Распределение химических элементов в отложениях красноцветной толщи месторождения б. Жданова

Таблица 2

Элементы	KaC	PK	KC	HKI	Балаханская	Сабуническая
Sr	0,059	0,034	0,052	0,058	0,058	0,036
Ba	0,394	0,173	0,125	0,353	0,334	0,152
V	0,010	0,007	0,016	0,008	0,020	0,005
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (общ.)	1,45	1,53	1,52	2,67	4,02	0,82
Mn	0,062	0,048	0,027	0,052	0,046	0,021
Cr	0,008	0,007	0,006	0,006	0,008	0,008



Таблица 3

Распределение химических элементов по разрезу и типам пород в месторождении Булла-море

Элементы	По разрезу			По типам пород			
	Свита перерыва	Сабунчинская	Сураханская	Глинистый алевролит	Глина	Хлидолит	Суглинок
Sr	0,030	0,046	0,044	0,043	0,032	0,050	0,038
Ba	0,067	0,267	0,109	0,197	0,065	0,071	0,161
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (общ.)	4,26	6,80	6,91	5,63	7,21	7,91	8,48
Mn	0,030	0,114	0,122	0,103	0,101	0,108	0,101
Cr	0,010	0,009	0,010	0,009	0,009	0,011	0,010
V	0,010	0,013	0,012	0,012	0,013	0,012	0,012

От балаханской свиты вновь уменьшается к сабунчинской. Содержание стронция по отдельным свитам ПТ большей частью составляет 0,058%. Лишь в породах подкирмакинской и сабунчинской свит содержание его снижается до 0,034—0,036%. Содержание Ва уменьшается от КаС к КС, возрастает от КС к НКГ и уменьшается от НКГ в сабунчинской свите. В целом по разрезу барий подвержен более резким изменениям. Несколько иначе ведет себя Мп. Его содержание уменьшается от КаС к КС, а потом возрастает к балаханской свите и опять уменьшается от балаханской к сабунчинской свите. А в целом распределение марганца несколько сходно с распределением стронция. В отличие от указанных элементов содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (общ.) закономерно возрастает от КаС к балаханской и уменьшается от балаханской к сабунчинской свите.

Закономерно уменьшается V от КаС к ПК, от КС к НКГ, от балаханской к сабунчинской свите. Возрастает его содержание от ПК к КС, от НКГ к балаханской свите.

В целом наибольшие концентрации ванадия наблюдаются в глинистых алевролитах. Распределение некоторых химических элементов в разрезе отложений ПТ месторождения Булла-море представлено в табл. 3.

Как видно из таблицы, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (общ.) закономерно сверху—вниз убывает от 6,91% в сураханской свите до 4,26% в свите „перерыва“ (VII горизонт). Наименьшим содержанием при этом отличаются глинистые алевролиты, а наибольшим—суглинки. В распределении других элементов четкая закономерность не наблюдается. По сравнению с разрезами месторождения Нефтяные Камни здесь ванадия, стронция, бария меньше, а марганца—больше.

На площади б. Жданова (табл. 4) содержание V, Мп, Ва, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (общ.) возрастает от глинистых алевролитов к песчанисто-алевритовым глинам и уменьшается от песчанисто-алевритовых глин к пескам. Поведение Мп полностью отличается от этих элементов и в тех породах, где содержание их высокое, Мп представлен в минимальных количествах.

По отдельным горизонтам КТ площади б. Жданова содержание Sr, Ва уменьшается от VIII к X горизонту, а от X к XI горизонту возрастает.

Таблица 4

Распределение химических элементов в месторождении б. Жданова, %

Элементы	По разрезу				По типам пород		
	VIII	IX	X	XI	Глинистый алевролит	Песчано-алевритовая глина	Песок
Sr	0,060	0,040	0,030	0,032	0,038	0,030	0,083
Ba	0,100	0,095	0,080	0,130	0,087	0,182	0,087
V	0,010	0,010	0,007	0,010	0,009	0,014	0,012
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (общ.)	3,505	3,807	1,910	4,860	3,055	6,83	5,24
Mn	0,069	0,059	0,093	0,043	0,048	0,062	0,057
Cr	0,007	0,007	0,005	0,008	0,057	0,009	0,007

Содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (общ.) возрастает от VIII к IX, уменьшается от IX к X и возрастает от X к XI горизонту. Содержание Мп уменьшается от VIII горизонта к IX, возрастает от IX к X и уменьшается от X к XI.

В отложениях КТ содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (общ.) обратно пропорционально содержанию Мп. По мере увеличения Мп убывает содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (общ.), и наоборот.

Из всего изложенного материала видно, что в распределении малых элементов в различных стратиграфических комплексах и типах пород продуктивной толщи приапшеронского шельфа и красноцветной толщи притуркменского шельфа имеются некоторые отличия. Стронция, бария и марганца в породах VIII—XI горизонтов КТ несколько меньше, чем в породах ПТ. Содержание общего железа в породах КТ месторождения б. Жданова несколько выше, чем в породах ПТ приапшеронского шельфа.

Концентрация стронция по отдельным горизонтам среднеплиоценовых отложений в разрезе месторождений, расположенных по обоим бортам впадины, несколько колеблется, что связано с условиями осадконакопления.

Накопление бария на площади б. Жданова приурочено к песчано-алевролитовым глинам и песчаникам. Максимум же накопления стронция сдвинут к глинисто-алевролитовым породам, отлагавшимся вдали от прибрежной зоны.

Коэффициенты концентрации бария на площадях Нефтяные Камни и Булла-море в различных типах пород выражаются более высокими значениями для песчаников и алевритовых глин и меньшими—для суглинков. Глинисто-алевритовые породы Нефтяных Камней характеризуются еще более высокими концентрациями бария, что связано с повышенным накоплением его в прибрежных частях водоемов. Эти данные могут быть использованы для корреляции разрезов отложений ПТ и КТ.

Судя по распределению малых элементов, можно сделать вывод, что в целом песчаники во всех районах распространения отложений ПТ и КТ образовались в прибрежных или мелководных частях бассейна осадконакопления. Алевролиты по сравнению с песчаниками несколько богаче малыми элементами, но все же в целом и они от-



лагались в мелководных частях бассейна. Глинистые алевролиты более обогащены малыми элементами, в частности, стронцием и барием. Судя по всему, песчаники и алевролиты отлагались в пресноводном бассейне, но в окислительных условиях.

Институт геологии

Поступило 4. VI 1985

Ф. Д. Гасанов

**ЧӘНУБИ ХЭЗЭР ЧӨКӘКЛИЈИНДӘ ОРТА ПЛИОСЕН ЧӨКҮНТҮЛӘРИНДӘ БЭ'ЗИ НАДИР ЭЛЕМЕНТЛӘРИН ПАЛАНМА СЭЧИЈҖӘСИ ҺАГГЫНДА**

Мәғаләдә Нефт дашлары, Булла-дәниз, Жданов банкасы Јатағларындан кәтүрүлмүш сүхур нүмунәләриндә стронциум, барийум, ванадийум kimi гәләви торпағ вә надир элементләр вә дәмр оксиди, манган, хромкими дәмр анләви элементләрин тәҗининдән бәһс едилр, онларын орта плиосен чөкүнтүләриндә кәсилмш үзрә вә сүхурларын литоложи тәркибинә керә паланмасы изаһ едилр. Бунун әсасында мүәллиф бә'зи палеогеографик нәтичәләр чыхарыр.

F. D. Gasanov

**ON THE CHARACTER OF SOME SMALL ELEMENTS DISTRIBUTION IN MIDDLE PLIOCENE DEPOSITS OF SOUTH-CASPIAN DEPRESSION**

On the basis of the study of Neftyanje Kamni, Bulla-sea, b. Zhdanov cor<sup>o</sup> samples the character of some small elements distribution (strontium, barium and vanadium) and elements of ferrum family (manganese, chromium, ferrum) in Middle Pliocene deposits of South-Caspian depression is revealed and paleogeographic conclusions are made.

УДК 541.427

ХИМИЯ НЕФТИ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

Чл.-корр. АН АзССР К. И. САДЫХОВ, А. Н. АГАЕВ, С. М. ВЕЛИЕВА

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛКИЛФЕНОЛСУЛЬФОНАТОВ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ**

Для улучшения эксплуатационных свойств моторных масел широко применяют сульфонатные присадки. Определенное влияние на физико-химические и функциональные свойства указанных присадок оказывает природа катиона, содержащегося в их структуре [1]. Так магнийсодержащие сульфонаты по сравнению с кальциевыми и бариевыми имеют пониженную зольность, что в свою очередь позволяет снизить зольность смазочных масел, предназначенных для двигателей внутреннего сгорания [2].

Данная статья посвящена получению кальций- и магнийсодержащих сульфонатных присадок и исследованию их функциональных свойств. В качестве исходного сырья для синтеза присадок использован алкилфенол, полученный алкилированием фенола фракцией альфа-олефинов C<sub>20</sub>—C<sub>28</sub> высокотемпературной олигомеризации этилена. Сульфированием алкилфенола олеумом с последующей нейтрализацией продукта сульфирования гидратом окиси кальция или магния получены соответствующие нейтральные сульфонаты. Физико-химическая характеристика полученных присадок представлена в табл. 1, из данных которой видно, что при близком содержании активного компонента зольность сульфоната магния ниже зольности сульфоната кальция.

Таблица 1

Физико-химическая характеристика алкилфенолсульфонатов кальция и магния

Показатели	Присадка	
	кальциевая	магниевая
Вязкость при 100°C, мм <sup>2</sup> /с	48,7	46,3
Щелочное число, мг КОН/г	20,0	17,0
Содержание активного компонента, масс. %	82,1	83,3
Зольность сульфатная, масс. %	12,0	9,2
Содержание, масс. %		
кальция	3,3	—
магния	—	1,49
Степень чистоты, мг/100 г	240	210
Растворимость в масле	Полная	
Содержание механических примесей, масс. %	0,06	0,02



Таблица 2  
Функциональные свойства алкилфенолсульфонатов кальция и магния

Показатели	Масло М-11 с 5%-ной присадкой	
	кальциевой	магниевой
Моющие свойства на установке ПЗВ (ГОСТ 5726—53), баллы	0	0
Диспергирующие свойства при 250°C [3], отн. ед.	55	62
Коррозия свинца в приборе ДК-2 (ГОСТ 20502-75), г/м <sup>2</sup>	75	50
Стабильность по индукционному периоду осадкообразования (ГОСТ 11063-77), ч	35	38
Защитные свойства, % пораженной поверхности пластин из стали Ст. 10		
термовлагокамера Г-4, 200 ч	0,5	0,5
морская вода, 20 ч	2,0	2,5
вытеснение НВч, 4 ч	2,0	3,0

Присадки также различаются по содержанию металла и вязкости. Изучение функциональных свойств проведено для 5%-ных растворов сульфонов в масле М-11. Защитные свойства присадок оценивали по коррозии пластинок из стали Ст. 10, покрытых пленками 5%-ных растворов в масле М-6 в агрессивных средах (термовлагокамера Г-4 морская вода, бромистоводородная кислота) по ГОСТу 9.054-75.

Результаты испытаний представлены в табл. 2. Из данных таблицы видно, что алкилфенолсульфонаты кальция и магния обладают хорошими функциональными свойствами, хотя и наблюдаются некоторые различия.

Так, алкилфенолсульфонат магния по моющим, диспергирующим антикоррозионным свойствам несколько превосходит алкилфенолсульфонат кальция, а по антиокислительным и защитным уступает последнему.

Таким образом, синтезированные алкилфенолсульфонаты кальция и магния являются эффективными присадками к смазочным маслам, обладающим моющими, диспергирующими, антиокислительными, антикоррозионными и защитными действиями.

#### Литература

1. Милованов В. Д., Карельский В. И., Шехтер Ю. Н., Школьников В. М., Шаринова Л. М.—Нефтепереработка и нефтехимия, № 7, 1977, с. 12.
2. Монин С. В., Павлова Т. В.—Химия и технология топлив и масел, № 3, 1978, с. 61.
3. Главатти Е. Р., Рабинович И. Л., Главатти О. Л.—Химия и технология топлив и масел, № 3, 1976, с. 60—62.

Институт химии присадок АН АзССР

Поступило 5. XII 1983

К. И. Садыхов, Э. Н. Агаев, С. М. Вэлиева

#### КАЛСИУМ ВЭ МАГНЕЗИУМ АЛКИЛФЕНОЛСУЛФОНАТЛАРЫНЫН СИНТЕЗИ ВЭ ТЭДГИГИ

Магалэдэ фенолун C<sub>20</sub>—C<sub>28</sub> фраксиялы α-олефинларла алкиллэшмэсигэн алынган алкилфенол эсасында нейтрал калсиум вэ магниезиум сулфонатларынын синтези вэ

58

тэдгигинин нэтичэлэри верилмишдир. Мүэҗҗэн едилмишдир ки, алынмыш ашгарлар јүксэк јујучу, оксидлэшмэјэ гаршы муһафизээдичи хассэлэринэ маликдир.

K. I. Sadykhov, A. N. Agaev, S. M. Velieva

#### SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF Ca AND Mg ALKYLPHENOLSULPHONATES

This article presents the results of research on synthesis of neutral Ca and Mg sulphonates based on alkylphenol obtained by alkylation of phenol with C<sub>20—28</sub> α-olefins. It is found that the additives possess high detergent, antioxidant and anticorrosive properties.



С. Г. РУСТАМОВ

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
МИНГЕЧАУРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

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

Основными морфометрическими элементами, характеризующими любой водоем, являются его геометрические размеры, а именно: площадь зеркала, длина береговой линии и ее извилистость, длина и ширина водохранилища, объем воды, средний уклон дна между изобатами и средний уклон склонов.

Для определения морфометрических характеристик требуется наличие батиметрической карты, составленной на основании топографической съемки и промеров глубин. Все эти показатели не остаются постоянными, в зависимости от режима уровней изменяются. Для каждого водоема существуют определенные зависимости между уровнем (или глубиной), площадью зеркала и объемом водной массы. Эти графические зависимости в науке получили название кривые площадей и объемов или батиграфические кривые. При этом форма кривых определяется формой котловины водоема. Батиграфические кривые позволяют оценить площадь зеркала и объем воды или объем отдельных ее слоев для любого уровня. Такие кривые имеют большое практическое значение и используются при различных гидрологических и водно-балансовых расчетах.

Точность определения морфометрических характеристик зависит от масштаба плана или карты, степени подробности съемки, планиметрирования, раствора измерителя и т. п.

Первые кривые объемов и площадей Мингечаурского водохранилища на р. Куре построены в 1932 г. по данным мензульной съемки, а в 1945 г. путем планиметрирования крупномасштабной карты подвергались окончательному уточнению (рис. 1). До настоящего времени эти кривые использовались при практических расчетах. Однако, учитывая протекающие в водохранилище процессы, т. е. его заиление и динамику переработки берегов, они должны пересоставляться и уточняться на основе данных последних съемок.

Известно, что для создания Мингечаурского водохранилища в его чаще располагалось более 20 населенных пунктов, озера-старицы, возвышенности, впадины леса и др. В 1953—1955 гг., в связи со становлением водохранилища, все они были затоплены. Безусловно, они в известной мере оказывали влияние как на глубины водохранилища, так и на его емкость.

Первая батиметрическая карта Мингечаурского водохранилища была составлена институтом географии АН АзССР в 1957 г. при от-

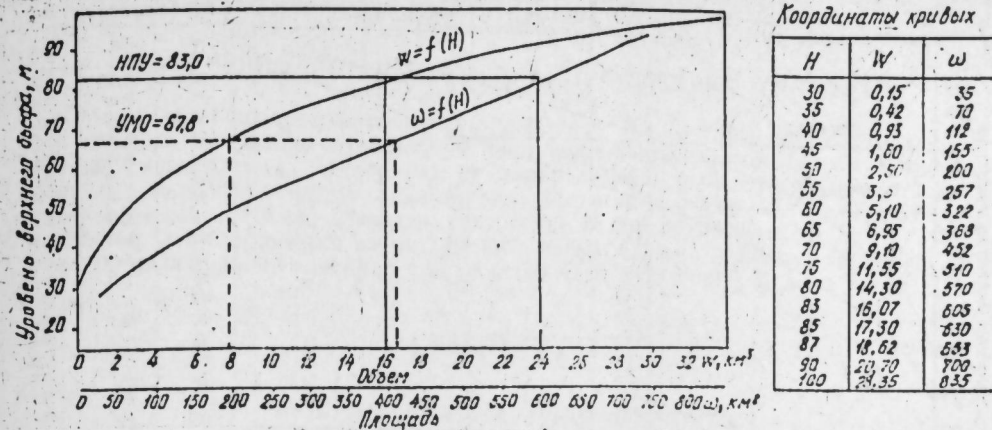


Рис. 1. Кривые объемов и площадей Мингечаурского водохранилища (1945 г.)

метке уровня 80 м с дальнейшим ее пересоставлением для отметки НПУ, равной 83 м. Она была составлена на основе промеров глубин, произведенных через каждые 2 км в 25 створах, включающих 168 промерных точек [1].

На этой карте обращает на себя внимание наличие двух впадин, расположенных в центральной части—первая, а вблизи плотины водохранилища—вторая. Глубины в обеих впадинах были более 50 м. Вторая впадина являлась наиболее глубокой, глубина ее превышала 75 м. Мелководье и отмели характерны для устьевых участков, впадающих в водохранилище рек Куры, Алазани и Иори. Здесь глубины преимущественно были меньше 10 м и наблюдались процессы дельтообразования и появления баров. Особенно следует отметить, что если глубина р. Алазани в приустьевой части превышала 2 м, то в ее дельте она едва достигала 0,5 м. Средняя глубина в начальный период становления водохранилища равнялась 26 м при полном объеме его 16,07 км<sup>3</sup> (полезный объем—7,4 км<sup>3</sup>) и площади 605 км<sup>2</sup>.

В целях выявления происходивших изменений за период эксплуатации водохранилища (16 марта—3 апреля 1982 г.) производилась повторная батиметрическая съемка. Промерные работы при этом производились в 26 створах, включающих 331 промерную точку. На основе полученных данных составлены две карты, отражающие глубины водохранилища и отметки дна.

Сопоставление карт глубин 1957 и 1982 гг. показывает, что за прошедшие 30 лет изменились все основные морфометрические элементы водохранилища. За истекший период площадь его увеличилась до 620 км<sup>2</sup> (на 15 км<sup>2</sup>), а объем уменьшился до 14,5 км<sup>3</sup>, т. е. на 1,5 км<sup>3</sup>. В среднем ежегодное уменьшение объема водохранилища вследствие его заиления составляло 50 млн м<sup>3</sup>. Если процесс заиления продолжится с такой же интенсивностью, то примерно через



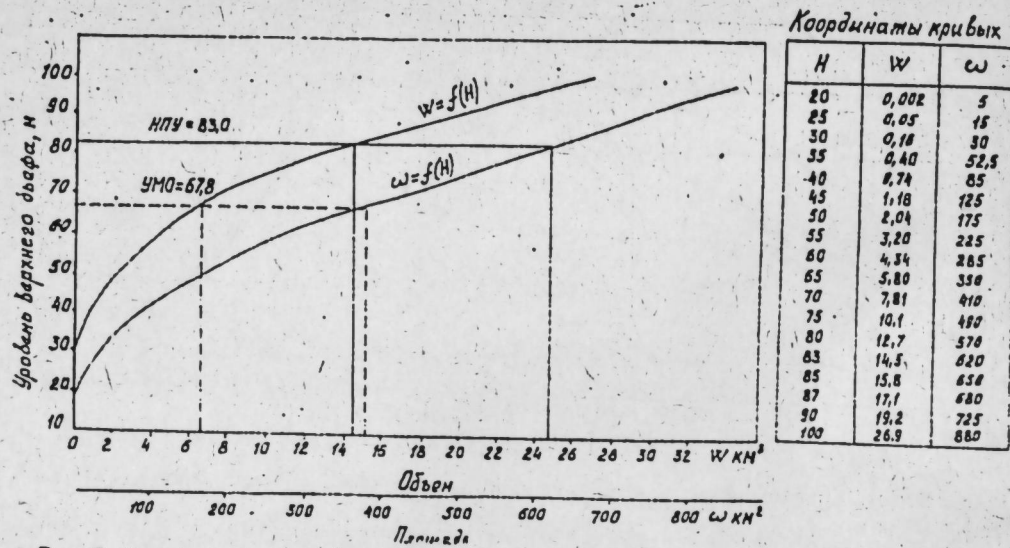


Рис. 2. Кривые объемов и площадей Мингечаурского водохранилища (1982 г.)

300 лет водохранилища не будет. Однако создаваемые выше Мингечаура, на Куры и ее притоках—Алазани и Иори, гидроузлы окажут существенное влияние на процессы заиления в сторону его уменьшения за счет ограничения поступающих в него наносов. Это приведет к значительному продлению сроков заиления водохранилища.

На основе результатов съемки 1982 г. построены новые кривые объемов и площадей водохранилища (рис. 2), которые должны быть положены в основу дальнейшего планирования использования его вод, а также при производстве гидрологических расчетов и составлении прогнозов.

В соответствии с новой батиметрической картой при НПУ наибольшая глубина, достигающая 69 м, расположена по-прежнему вблизи плотины. Средняя глубина водохранилища в настоящее время равна 23 м. Наибольшая ширина, достигающая почти 20 км, расположена по створу р. Алазани. Наибольшая длина от Ханабадской дамбы до устья Куры равна 75, от плотины до устья р. Алазани—46, до устья Куры—63 и до устья Иори—58 км. Длина береговой линии равна 210 км, а коэффициент извилистости ее—2,38.

#### Литература

Рустамов С. Г., Заманов Х. Д. Режим глубин Мингечаурского водохранилища.— Докл. АН АзССР. 1958, № 11.

Институт географии

Поступило 1. II 1984

С. Г. Рустамов

### МИНКЭЧЕВИР СУ АНБАРЫНЫН МОРФОМЕТРИК ҮНСҮРЛЭРИ

Мәгаләдә су анбарынын истисмары дөвүрдә (193—1982) морфометрик үнсүрләрнн дәјишмәси изаһ олунур. 1982-чи илин март—апрел ајларында апарылмыш дәринлик планалмасына әсасланараг су анбарларынын Јени батиграфик әјриләри вә дәринлик хәритәләри тәртиб едилмишдир. Тәдгигат көстәрир ки, 30 ил әрзиндә су анбарынын һәчми 1,5 км³ азалмыш, саһәси исә 15 км² артмышдыр. Һазырда су анбарынын һәчми 14,5 км³, саһәси 620 км², максимал дәриндији 69 м, орта дәринлији 23 м, максимал ени (Алазан чајы хәтти боју) 20 км-ә чатыр.

S. G. Rustamov

### MORPHOMETRICAL CHARACTERISTICS OF THE MINGECHAUR RESERVOIR

On the basis of making a survey in March—April 1982 the present bathymetric curve and morphometric characteristics of reservoir are given.



А. М. РУСТАМОВА, Д. Д. АХУНДОВА,  
чл.-корр. АН АзССР У. К. АЛЕКПЕРОВ, Р. А. БАБАЕВ

### АНТИМУТАГЕННЫЙ ЭФФЕКТ ЭКСТРАКТА ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

В связи с наличием в окружающей среде мутагенов и канцерогенов особую актуальность приобретают исследования по антимутагенезу как одному из реальных путей нейтрализации генетических последствий загрязнения среды обитания. Практические разработки показали принципиальную возможность антимутагенной модификации действия средовых промышленных продуктов на модели лабораторных животных и пестицидов—на сельскохозяйственные растения [1].

Особый интерес представляют данные по наличию антимутагенных свойств у различных растений, в том числе используемых в пищу. Так, Т. Када с сотрудниками [5] исследовали генетический эффект экстрактов из 59 видов овощей и фруктов в условиях индукций мутаций, образующихся в пище различными пиролизатами. Результаты исследований показали, что антимутагенное действие с высокой эффективностью проявляют экстракты 11 из 59 продуктов: капусты, зеленого перца, баклажан, яблок, лопуха, лука, имбиря, мяты, ананаса, брокколи. На примере экстракта капусты установлено, что антимутагенный фактор имеет молекулярный вес 43000 и обладает пероксидазной активностью. Приведенные данные свидетельствуют о широком распространении антимутагенных свойств у компонентов различных пищевых продуктов. Эти свойства могут быть характерны и для злаков, имеющих высокое содержание токоферолов, обладающих антимутагенной активностью [3]. Экспериментально это подтверждено в опытах с микроорганизмами [10], однако влияние их на эукариоты не изучено.

В связи с этим исследовано влияние водного экстракта проросших семян пшеницы (сорт Бол-Бугда) на индуцированную мутабельность хромосом в клетках костного мозга бедренных костей белых беспородных крыс. Индукцию мутаций проводили фтористым натрием, являющимся распространенным средовым мутагеном. Животные со средним весом 180—200 г были разделены на 6 групп. В течение 21 дня крысы содержались на общевиварном рационе. В дополнение к последнему 2 группы ежедневно в течение двух недель получали водный экстракт проросших семян пшеницы сорта Бол-Бугда рег ос (1 мл на крысу). На 14-й день крысам 3—4 групп был введен химический мутагенфтористый натрий (20 мг F<sup>-</sup> на крысу). Забивку животных с соблюдением норм инвазии производили через 24 ч. после воздействия испытываемого вещества. Результаты экспериментов при-

### Действие экстракта пшеницы на индуцированную мутабельность хромосом

№ п/п	Варианты опыта	Кол-во изучен. крыс	Кол-во изучен. анафаз	Нормальн. анафазы	Изменение анафазы		
					число	%	td
1	Контроль	10	2367	2260	107	4,52±0,42	
2	Контроль-экстракт	10	2387	2310	77	3,22±0,35	2,36
3	NaF	10	2313	1920	393	16,99±0,77	
4	NaF +экстракт	10	2079	1901	178	8,56±0,61	8,60

ведены в таблице, из которой видно, что однократное острое воздействие фтористым натрием приводит к существенному увеличению уровня мутабельности. В частности, в этом варианте опыта доля клеток с абберрациями хромосом составила 16,99 ± 0,24% по сравнению с 4,52 ± 0,42% в контроле, что свидетельствует о мутагенности фтористого натрия.

Профилактическое введение экстракта из проростков пшеницы с высокой достоверностью снижает частоту индуцированных мутаций.

В настоящее время существуют различные точки зрения на формулировку термина антимутаген. Первоначально антимутагенами предположительно считали агенты, обладающие способностью снижать частоту индуцированных мутаций [4]. В более поздней редакции те же авторы определяют в качестве антимутагенных агентов те, которые снижают уровень не только индуцированных, но и спонтанных мутаций [8], выделяя таким образом в качестве основного отличительного признака антимутагенов способность этих модификаторов подавлять спонтанное мутирование. Указанное свойство антимутагенов представляется весьма важным, хотя условие подавления антимутагенами спонтанного мутирования не всегда выдерживается, в некоторых работах в качестве антимутагенов классифицируются агенты, подавляющие лишь индуцированную мутабельность [6].

Принимая во внимание изложенное, представлялась необходимой оценка влияния исследуемого экстракта на спонтанную мутабельность крыс. В связи с этим в экспериментах были использованы крысы, имеющие высокий уровень спонтанной мутабельности, поскольку показано, что это условие является важным для проявления антимутагенных свойств [2]. Эксперименты показали, что экстракт из проростков семян пшеницы достоверно снижает также спонтанную мутабельность, хотя в этом случае эффективность модификатора значительно ниже.

Анализ спектра структурных аббераций хромосом показал, что мутагенное действие фтористого натрия не сопровождается изменением относительной доли отдельных категорий аббераций. Антимутагенное действие экстракта проростков семян пшеницы также не вызывает заметных изменений в спектре аббераций (рисунок).

В настоящее время показано, что значительное число продуктов питания и их компонентов обладают мутагенными свойствами [9]. По приведенным подсчетам, человек с пищей получает натуральные "пестициды", являющиеся нормальными метаболитами растений в количестве, в 10 тыс. раз превышающем поступление синтетических пестицидов. В связи с этим, дальнейшее выявление компонентов пищи,





Спектр структурных aberrаций хромосом в клетках костного мозга крыс при действии экстракта пшеницы: 1—контроль; 2—контроль + экстракт; 3—химический мутаген NaF; 4—химический мутаген NaF + экстракт

обладающих антимуtagenными свойствами и способностью нейтрализовать эффект генотоксичных продуктов, содержащихся в них, представляет большой интерес.

#### Литература

1. Алекперов У. К. Антимутагены и проблема защиты генетического аппарата.— Баку: Элм, 1979, 114.
2. Алекперов У. К. Антимутагенез: теоретический и практический аспекты.— М: Наука, 1984.
3. Алекперов У. К., Ахундова Д. Д.— Генетика, 1974, 10, № 7, с. 12—17.
4. Ризр Р., Михаэлис А. Генетический и цитогенетический словарь.— М: Колос, 1967, с. 607.
5. Kada T.— Environmental Cleaning by Microorganisms, 1974—1977, 1978, p. 695—698.
6. Kada T.— In: Environmental Mutagens and Carcinogens /Ed. Sugimura T., Kondo S., Takebe H.). Tokyo, New York, 1982, p. 355—359.
7. Morita R., Hara M., Kada T.— Agric. Biol. Chem., 1978, 42, № 6, p. 1235—1238.
8. Rieger R., Michaelis A., Grun M. Glossary of Genetics and Cytogenetics: VEB Gustav Fischer Verlag.— Jena, 1976, p. 647.
9. Stich H. F., Wu C., Powrie W.— In: Environmental Mutagens and Carcinogens /Ed. Sugimura T., Kondo S., Takebe H.). Tokyo, New York, 1982, p. 347—355.
10. Zdzienicka M., Hryniewicz M., Pienkowska and T. Szymczyk.— Mutation Research, 1982, 97, № 3, p. 236.

Институт ботаники

Поступило 23. V 1984

А. М. Рустамова, Д. Д. Ахундова, У. К. Алекперов, Р. А. Бабаев

#### БУҒДАНЫН ЧҮЧЭРТИСИНДЭН АЛЫНЫШ ЭКСТРАКТЫН АНТИМУТАКЕН ТӘСИРИ

Мәгаләдә „Бол-Бурда“ сортундан алынмыш экстрактын чинс олмажан ағ сичовуларын буд сүмүлүнүн, сүмүк илији һүчәрәләриндә спонтан вә натриум фторла индуксија едилмиш хромосом дәјишмәләринә тәсириндән бәһс олунур.

Тәчрүбәнин нәтижәсиндән мәлум олмушдур ки, истифадә олунан экстракт спонтан вә индуксија едилмиш һүчәрәләрдәки хромосом дәјишмәләринин миғдарыны жүксәк сәвијәдә ашағы салыр.

A. M. Rustamova, D. D. Akhundova, U. K. Alekperov, R. A. Babayev

#### ANTIMUTAGENIC EFFECT OF EXTRACT OF GERMINATED WHEAT SEEDS

The effect of germinated wheat seeds (Bol-Bugda variety) extract on spontaneous and Na F-induced mutability of chromosomes in marrow cells of white mongrel rat high bones is studied. Preventive treatment with the given extract is obviously shown to reduce frequency of spontaneous and induced mutations.



УДК 581.9 (479.24) : 582.635.3 : 551. 782. 23

ПАЛЕОБОТАНИКА

Р. А. ФАТАЛИЕВ

РОД *FICUS* В САРМАТСКОЙ ФЛОРЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

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

В семействе *Moraceae* род *Ficus* L.—самый крупный. Он насчитывает 700—800 (по некоторым данным до 1000) видов вечнозеленых, реже листопадных деревьев, кустарников и лиан, из которых преобладающее большинство произрастает на низменности и только несколько видов поднимается по склонам гор тропической зоны до высоты 2000 м [1, 9, 13].

Листья фикусов цельные и лопастные, цельнокрайные и пильчатозубчатые, большей частью на толстых коротких черешках. Пластинка листа симметричная, редко асимметричная, чаще эллиптическая с округлым, округло-клиновидным и клиновидным, реже с яйцевидным и сердцевидным основанием. Верхушка острая, часто оттянутая в длинный колючик и округлая. Для всех видов характерно наличие, по крайней мере, одной пары супротивных (у асимметричных листьев—слегка смещенных) вторичных жилок, отходящих от самого основания и достигающих следующей пары. Главная жилка толстая у основания, быстро утончающаяся к верхушке. От нее (кроме вторичных) отходят также от 1 до 8 промежуточных жилочек [2].

Ареал рода *Ficus* охватывает тропические и субтропические области всего земного шара и ограничен 35° северной и южной широт, простираясь от Азии, Южного Китая и Японии до архипелага Туамоту и от юга США через Центральную Америку до Аргентины. Многие виды встречаются и в более высоких широтах—Китае, Южной Африке [1, 9, 13]. За пределы указанного ареала далеко выходит листопадный *F. carica* L.—единственный представитель рода, входящий и в состав природной флоры СССР (Закавказье и Средняя Азия).

Ископаемые остатки рода *Ficus* (отпечатки листьев и соплодия) в основном свойственны тропическим и субтропическим флорам позднемеловой и палеогеновой эпох Евразии и Северной Америки. В СССР принадлежность большинства находок к этому роду сомнительна [2].

В третичной флоре Азербайджана род *Ficus* представлен тремя олигоценовыми видами [4], из которых только *F. arcinervis* сохранился до позднего миоцена и обнаружен автором в составе сарматской флоры—Казахский район, гора Катар, южный склон, отложения среднего (херсонского) горизонта верхнего сармата [5—8].

Следует отметить, что *F. arcinervis* является новым видом для неогеновой флоры СССР.

Нами приводится описание листового отпечатка этого вида фикуса, которое дополняет иллюстративный материал, опубликованный в издании "Ископаемые цветковые растения СССР" [4, с. 37, рис. 20, фиг. 2; табл. 13, фиг. 2—4].

1840. *Phyllites arcinervis* Rossmässler, p. 29, tab. 3, fig. 15.  
1856. *F. arcinervis* (Rossm.) Heer, p. 64, tab. LXX, fig. 24 e; tab. LXXXII, fig. 4.  
1866. *Ettlingshausen*, p. 70, tab. XXI, fig. 6.  
1872. *Ettlingshausen*, p. 185, tab. VI, fig. 5—7.  
1943. *Weyland*, p. 106, tab. XVIII, fig. 5; tab. XIX, fig. 1.  
1966. Касумова, стр. 33, табл. VII, фиг. 4.

Тип: отпечаток листа из отложений аквитана (верхний эоцен?—нижний олигоцен) Старе Седло (Altsattel) на р. Влтаве в Чехословакии, описанный и изображенный Россмеслером [14].

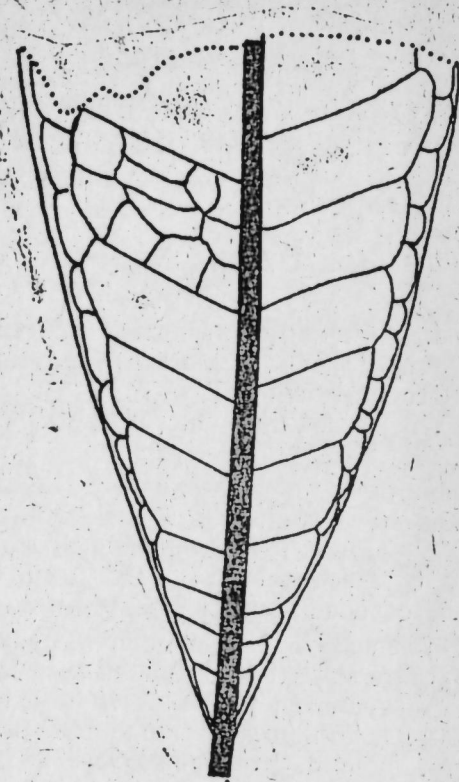
Исследованный материал: отпечаток листа на образце №К/807 А с противоотпечатком 807 Б.

Описание. Сохранился отпечаток и противоотпечаток нижней половины кожистого листа шириной 1,8 и длиной—2,7 см, достигавшего в полном виде, вероятно, 5,5—7,5 см. Лист линейнопродолговатый, цельнокрайный, постепенно суживающийся (до 0,5 см) к вытянутому, клиновидному основанию с черешком 0,4 см длины.

Жилкование брахиодромное. Главная жилка мощная, прямая, вдавленная в пластинку. От нее отходят 8 пар вторичных жилок. Первые две пары базальных жилок супротивные, а остальные преимущественно очередные. Вторичные жилки тонкие и одинаковые по всей длине, прямые или слегка дуговидные, расположенные на расстоянии 0,2—0,6 см друг от друга. Угол их отхождения колеблется от 25 (базальная пара) до 90° и уменьшается до 75° в средней части отпечатка. От главной жилки (между вторичными) отходят также 1—2 очередных, слегка извилистых и ветвящихся у окончания промежуточных жилочек. Базальная пара, остальные вторичные жилки, а также промежуточные жилочки примерно на расстоянии 0,1—0,2 см от края соединяются дуговидными анастомозами. Дуги анастомозов не сплошные и в зависимости от числа промежуточных жилочек распадаются на 2—3 части. Далее следует один ряд отчетливо выраженных полигональных ячеек неправильной формы, наиболее крупные из которых располагаются в углах между дугами вторичных жилок. За ячейками первого ряда иногда развиты едва заметные ячейки второго ряда, вытянутые вдоль края и заполняющие все оставшееся пространство. Третичные жилки нежные, перпендикулярные вторичным и промежуточным, образуют в соединении с ними крупные полигональные ячейки неправильной формы, внутри которых заметна более мелкая сеть жилочек последующего порядка (рисунок).

Сравнение. Несмотря на неполноту описанного отпечатка листа, сохранившаяся нижняя половина с деталями третичного жилкования характеризуется достаточными диагностическими признаками, свойственными виду *F. arcinervis*. Достоверные находки этого вида известны из палеогеновых отложений Западной Европы (Швейцария, ФРГ, Югославия, ЧССР) и только в аквитанской флоре Загорья в Югославии он представлен полными отпечатками, на крупном из которых заметны детали жилкования [11, t. VI, fig. 6], а меньшие по размерам [11, t. VI, fig. 5, 7] соответствуют катарской форме.





Отпечаток листа *Ficus arcinervis* (Rossm.) Heer (обр. № К/807А, ×3). Казахский р-н, гора Катар, верхне-сарматские отложения

Геер [12], впервые установивший принадлежность этой ископаемой формы к роду *Ficus* считает, что она наиболее близка к современному виду *F. cuspidata* Reinw. (горные леса Суматры и Явы). Изучение современных фикусов по материалам гербария и оранжерей Ботанического института АН СССР (Ленинград) показало, что *F. arcinervis* проявляет сходство с *F. cuspidata* только по форме и размерам листовой пластинки, а сильные вторичные жилки последнего, отходящие под углом  $90^\circ$ , соединяются почти прямыми анастомозами [4, табл. 13, фиг. 5]. В то время как другой азиатский вид *F. elastica* Roxb. (по характеру вторичных жилок, углом их отхождения и образованными ими дуговидным анастомозам) стоит гораздо ближе к *F. arcinervis*, хотя имеет иную сеть третичного жилкования. Возможно, что существует и более близкий в морфологическом отношении вид, но фрагментарность ископаемого отпечатка и недостаточность сравнительного материала по роду *Ficus* не позволяют ответить на этот вопрос более конкретно.

Установление рода *Ficus* в сарматской флоре западного Азербайджана представляет значительный палеоботанический и историко-географический интерес. Этот факт свидетельствует о том, что в позднемiocеновое время на территории Восточного Закавказья еще существовали благоприятные условия, позволявшие фикусам и другим вечнозеленым древесным растениям сохраняться в некоторых лесных фитоценозах.

## Литература

1. Грудзинская И. А. Семейство Moraceae. В кн.: Жизнь растений, т. 5 (1).—М.: Просвещение, 1980.
2. Ильинская И. А. Род *Ficus* L. В кн.: Основы палеонтологии, голосеменные и покрытосеменные.—М., 1963.
3. Касумова Г. М. Флора олигоценых отложений северо-восточных предгорий Малого Кавказа (Азербайджан) и ее стратиграфическое значение.—Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1966.
4. Кутузкина Е. Ф. Род *Ficus* L. В кн.: Ископаемые цветковые растения СССР, т. 2.—Л.: Наука, 1982.
5. Фаталиев Р. А. Верхнесарматская флора горы Катар в междуречье Куры и Иори.—Дисс. канд. биол. наук. Л., 1964.
6. Фаталиев Р. А.—Докл. АН АзССР, 1969, № 11, 49—52.
7. Фаталиев Р. А. Докл. СССР, 1970, т. 190, № 1, с. 198—199.
8. Фаталиев Р. А. Бот. ж. АН СССР, № 1, 1975, с. 84—86.
9. Corner E. J. H.—Reinwardtla, 1958, v. 3, part 3.
10. Ettingshauser C.—Denkschr. Kaiser. Akad. Wissensch., mathem. naturw. Kl., Theil 1, Bd XXVI, 1866.
11. Ettingshausen C.—Denkschr. Kaiser. Akad. Wissensch., mathem.-naturw. Kl., Bd XXXII, 1872.
12. Heer O. Flora tertiarla Helvetia. Die tertäre Flora des Schweiz, Bd II.—Winterthur, 1856.
13. Krüssler E. A. Die Verstelnerungen des Braunkohlensandsteins aus der Gegend von Altsattel in Böhmen.—Dresden und Leipzig, 1840.
15. Weyland H. Paläontographica, Bd LXXXVII, Abt. B., 1943.

Институт ботаники

Поступило 10. II 1984

Р. А. Фаталиев

### FICUS ЧИНСИ АЗЭРБАЙЧАНЫН САРМАТ ФЛОРАСЫНДА

Республикамызын Үчүнчү дөвү флорасында *Ficus* чинсинин үч олигоцен нөвү мэлумдур. Бунлардан *F. arcinervis* сармат флорасынын тәркибиндә дә ашкар едилмишдир. Мәгаләдә Күр вә Иори чајларарасы сәһәдә тапылмыш бу нөвүн јарпаг изинин тәсвири вә шәкли верилдир. Морфоложи хүсусијәтләринә кәрә, *F. arcinervis* мәсир *F. cuspidata* Reinw. нөвүнә јахындыр.

R. A. Fataliev

### THE GENUS FICUS IN THE SARMATIAN FLORA OF AZERBAIJAN

In the Tertiary flora of Azerbaijan three oligocene *Ficus* species are known. Among them *F. arcinervis* in Sarmatian flora (Kura-Iori Interstream region) is found. Description and illustration of leaf impression are given. Morphologically *F. arcinervis* is very similar to modern species *F. cuspidata* Reinw.



М. А. КАСУМОВ

**ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРАСИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА**

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

Одной из актуальных задач остается изыскание новых источников растительного сырья для использования в различных отраслях народного хозяйства. Чем разнообразнее условия произрастания растений, а следовательно, чем богаче флора, тем большее число видов может быть использовано человеком. Из свыше 4000 видов высших растений Азербайджана более 1500 обладают красильными свойствами. Выявленное нами число видов красильных растений составляет 36% всех видов флоры Азербайджана [1—6]. Ими приводятся се-

Таблица 1

Количество видов, родов и семейств красильных растений во флоре Азербайджана

Название крупных семейств родов	Число видов	% к общему числу видов
ROSACEAE	33	183
ASTERACEAE	57	150
LABIATAE	20	101
FABACEAE	33	79
RANUNCULACEAE	13	73
RUBIACEAE	5	58
POLYGONACEAE	3	49
EUPHORBIACEAE	5	42
LILIACEAE	9	37
SCROPHULARIACEAE	5	37
MALVACEAE	7	30
PAPAVERACEAE	6	28
CAPRIFOLIACEAE	6	28
SALICACEAE	2	27
SOLANAACEAE	9	24
CHENOPODIACEAE	3	24
GERANIACEAE	1	23
VIOLACEAE	1	22
SAXIERAGACEAE	6	21
ONAGRACEAE	3	20
UMBELLIFERAE	6	19
BORAGINACEAE	10	17
ERICACEAE	4	16
BETULACEAE	3	15
GUTTIFERAE	1	15
Остальные семейства (86)	251	1129
		75,59

**Жизненные формы красильных растений, распространенных в пределах Азерб. ССР**

Жизненные формы	Число видов	% к общему к-ву видов
Деревья	120	8,0
Кустарники	262	17,5
Полукустарники	122	8,1
Травянистые многолетники	690	46,0
Двулетники	70	4,0
Однолетники	236	15,7
ИТОГО:	1500	100,0

мейства, в которых встречаются красильные растения (всего сто одиннадцать). Наибольшее количество родов и видов красильных растений встречается в 25 семействах (табл. 1). Кроме того, изучены жизненные формы указанных растений (табл. 2).

Суммируя изложенное, можно сказать, что на долю этих 25 семейств приходится 75,3% всех красильных растений флоры Азербайджана, на остальные 86 семейств приходится 371 вид, т. е. 24,7%. Некоторые роды (*Rosa* L., *Salix* L., *Quercus* L., *Rumex* L., *Polygonum* L., *Ranunculus* L., *Papaver* L., *Potentilla* L., *Geranium* L., *Euphorbia* L., *Hypericum* L., *Salvia* L., *Galium* L., *Artemisia* L.) содержат более 10 видов красильных растений. Другие—всего лишь один вид, но имеющий широкий ареал и большие запасы. К таковым относятся: *Punica granatum* L., *Juglan regia* L., *Peganum harmala* L., *Cotinus coggygria* Scop, *Rhus coriaria* L., *Glycyrrhiza glabra* L., *Origanum vulgare*, др. Одни виды красильных растений имеют обширные ареалы, другие—встречаются в узких пределах.

- |                           |               |
|---------------------------|---------------|
| 1. Сем. POLYPODIACEAE     | (в. 2) род 1  |
| 2. Сем. GINKGOACEAE       | (в. 2) род 1  |
| 3. Сем. TAXACEAE          | (в. 1) род 1  |
| 4. Сем. PINACEAE          | (в. 5) род 2  |
| 5. Сем. CUPRESSACEAE      | (в. 18) род 5 |
| 6. Сем. LYCOPODIACEAE     | (в. 3) род 2  |
| 7. Сем. COMMELINACEAE     | (в. 1) род 1  |
| 8. Сем. LILIACEAE         | (в. 37) род 9 |
| 9. Сем. AMARYLLIDACEAE    | (в. 4) род 3  |
| 10. Сем. DIOSCOREACEAE    | (в. 1) род 1  |
| 11. Сем. IRIDACEAE        | (в. 13) род 2 |
| 12. Сем. ORCHIDACEAE      | (в. 11) род 4 |
| 13. Сем. SALICACEAE       | (в. 24) род 2 |
| 14. Сем. JUGLANDACEAE     | (в. 4) род 3  |
| 15. Сем. BETULACEAE       | (в. 15) род 3 |
| 16. Сем. FAGACEAE         | (в. 14) род 3 |
| 17. Сем. ULMACEAE         | (в. 10) род 3 |
| 18. Сем. MORACEAE         | (в. 6) род 3  |
| 19. Сем. CANNABACEAE      | (в. 3) род 2  |
| 20. Сем. URTICACEAE       | (в. 8) род 3  |
| 21. Сем. LORANTHACEAE     | (в. 1) род 1  |
| 22. Сем. SANTALACEAE      | (в. 4) род 1  |
| 23. Сем. ARISTOLOCHIACEAE | (в. 3) род 1  |
| 24. Сем. POLYGONACEAE     | (в. 49) род 3 |



25. Сем. CHENOPODIACEAE	(в. 24) род 3
26. Сем. AMARANTHACEAE	(в. 2) род 2
27. Сем. NYCTAGINACEAE	(в. 2) род 1
28. Сем. PHYTOLACCEACEAE	(в. 1) род 1
29. Сем. CERATOPHYLLACEAE	(в. 1) род 1
30. Сем. RANUNCULACEAE	(в. 73) род 13
31. Сем. BERBERIDACEAE	(в. 44) род 2
32. Сем. MAGNOLIACEAE	(в. 1) род 1
33. Сем. CALYCANMNACEAE	(в. 1) род 1
34. Сем. LAURACEAE	(в. 1) род 1
35. Сем. PAPAVERACEAE	(в. 28) род 6
36. Сем. CRUCTFERAE	(в. 13) род 4
37. Сем. CAPPARIDACEAE	(в. 1) род 1
38. Сем. RESEDACEAE	(в. 6) род 1
39. Сем. CRASSULACEAE	(в. 1) род 1
40. Сем. SAXIFRAGACEAE	(в. 21) род 6
41. Сем. EUCOMMIACEAE	(в. 1) род 1
42. Сем. PLAMANACEAE	(в. 1) род 1
43. Сем. ROSACEAE	(в. 183) род 33
44. Сем. FABACEAE	(в. 79) род 33
45. Сем. GERANIACEAE	(в. 23) род 1
46. Сем. OXALIDACEAE	(в. 2) род 1
47. Сем. TROPAEOLACEAE	(в. 1) род 1
48. Сем. ZUDOPHYLLACEAE	(в. 3) род 2
49. Сем. RUTACEAE	(в. 7) род 4
50. Сем. SIMARUBACEAE	(в. 1) род 1
51. Сем. MELLACEAE	(в. 1) род 1
52. Сем. POLYGALACEAE	(в. 1) род 1
53. Сем. EUPHORBIACEAE	(в. 45) род 5
54. Сем. CALLITRICHACEAE	(в. 2) род 1
55. Сем. BUXACEAE	(в. 2) род 1
56. Сем. EMPETRACEAE	(в. 1) род 1
57. Сем. ANACARDIACEAE	(в. 4) род 3
58. Сем. AGULFOLIACEAE	(в. 6) род 1
59. Сем. ACERACEAE	(в. 9) род 1
60. Сем. SAPINDACEAE	(в. 1) род 1
61. Сем. HIPPOCASTANACEAE	(в. 1) род 1
62. Сем. BALSAMINACEAE	(в. 2) род 1
63. Сем. RHAMNACEAE	(в. 10) род 5
64. Сем. VITACEAE	(в. 4) род 2
65. Сем. TILIACEAE	(в. 4) род 1
66. Сем. MALVACEAE	(в. 30) род 7
67. Сем. BOMBACACEAE	(в. 4) род 1
68. Сем. THEACEAE	(в. 1) род 1
69. Сем. GUTTIFERACEAE	(в. 15) род 1
70. Сем. ELATINACEAE	(в. 1) род 1
71. Сем. FRANKENIACEAE	(в. 2) род 1
72. Сем. TAMARICACEAE	(в. 10) род 3
73. Сем. CISTACEAE	(в. 7) род 2
74. Сем. VIOLACEAE	(в. 22) род 1
75. Сем. PASSIFLORACEAE	(в. 1) род 1
76. Сем. DATISCACEAE	(в. 1) род 1
77. Сем. THYMELAEACEAE	(в. 6) род 1
78. Сем. ELAEAGNACEAE	(в. 5) род 1
79. Сем. LYTHRACEAE	(в. 2) род 1
80. Сем. MYRTACEAE	(в. 12) род 2
81. Сем. PUNICACEAE	(в. 1) род 1
82. Сем. ONAGRACEAE	(в. 20) род 3
83. Сем. ARALIACEAE	(в. 3) род 1
84. Сем. UMBELLIFERAE	(в. 19) род 6
85. Сем. CORNACEAE	(в. 4) род 2
86. Сем. PYROLACEAE	(в. 62) род 1
87. Сем. ERICACEAE	(в. 16) род 4

88. Сем. PHYMBAGINACEAE	(в. 7) род 3
89. Сем. ERENACEAE	(в. 2) род 1
90. Сем. OLEACEAE	(в. 9) род 5
91. Сем. GENTIANACEAE	(в. 2) род 2
92. Сем. APOCYNACEAE	(в. 5) род 3
93. Сем. ASCLEPIADACEAE	(в. 7) род 3
94. Сем. CONVULVULACEAE	(в. 4) род 3
95. Сем. BORAGINACEAE	(в. 17) род 10
95. Сем. VERBENACEAE	(в. 1) род 1
97. Сем. LABIATAE	(в. 115) род 20
98. Сем. SOLANACEAE	(в. 24) род 9
99. Сем. SCROPHULARIACEAE	(в. 37) род 5
100. Сем. BIGNONIACEAE	(в. 2) род 2
101. Сем. PEDALIACEAE	(в. 1) род 1
102. Сем. MARTYNIACEAE	(в. 1) род 1
103. Сем. ORBANENACEAE	(в. 1) род 1
104. Сем. RUBIACEAE	(в. 53) род 5
105. Сем. GLOBULARIACEAE	(в. 4) род 1
106. Сем. CAPRIFOLIACEAE	(в. 27) род 6
107. Сем. VALERIANACEAE	(в. 30) род 5
108. Сем. DIPSACACEAE	(в. 11) род 2
109. Сем. CUCURBITACEAE	(в. 4) род 2
110. Сем. CAMPANULACEAE	(в. 61) род 7
111. Сем. ASTERACEAE	(в. 150) род 57

Красильные растения встречаются во всех типах растительности: на лугах (пойменных и горных), в лесах (горных), степях (равнинных и горных); нередко можно встретить в садах и парках или как сорняки (среди посевов и посадок).

#### Выводы

1. Растения, используемые для изготовления красок, принадлежат к различным семействам, родам и видам высших (цветковых) и низших растений.

2. Из 1500 изученных нами видов 157 являются эндемиками Кавказа, 81—эндемиками Азербайджана, 176—культурными видами, 1324—дикорастущими, относящимися к 111 семействам и 358 родам.

3. К семействам, имеющим большое число видов красильных растений, относятся: Rosaceae, Astreraceae, Labiatae, Fabaceae, Ranunculaceae, Rubiaceae, Polygonaceae, Euphorbiaceae, Liliaceae, Scrophylaceae, Malvaceae, Papaveraceae и др.

4. Нами установлено, что более 100 видов имеют в Азербайджане промышленные запасы.

5. По жизненным формам красильных растений Азербайджана на первом месте стоят травянистые многолетники (690 видов), на втором—кустарники (262 вида), на третьем—однолетники (236 видов), затем—полукустарники (122 вида) и деревья (120 видов). На долю двулетников приходится 70 видов.

#### Литература

1. Касумов М. А. Красильные растения Азербайджана и их использование в ковровом производстве. Дисс. канд. биол. наук.—Баку, 1973.
2. Касумов М. А. Красильные растения Азербайджана и применение их в народном хозяйстве.—Баку: Элм, 1974.
3. Касумов М. А. Перспективные красильные растения Азербайджана. у Изв. АН АзССР, серия биол. наук, 1978, № 5.
4. Касумов М. А. Красильные раст—



ния Нахичеванской АССР.— Баку: Элм, 1981. 5. Касумов М. А. Красильные расте-  
ния Азербайджана.—Баку: Азернешр, 1980 (на азерб. яз). 6. Касумов М. А. Кра-  
сильные растения Азербайджана и их использование в ковровом производстве. Тез-  
исследования международного симпозиума по искусству восточных ковров.—Баку: Элм, 1983.

Нах. КЗОС

Поступило 20. V 1985

М. Ә. Гасымов

### АЗЭРБАЙЧАНЫН БОЈАГ БИТКИЛЭРИНИН ФЛОРА ТЭРКИБИ

Азербайжан флорасында јажылан 4200 али биткилер невуни, и 1500-ден чоху бојаг  
табиетли хусусијјетэ маликдир. Булардан 1324 неву јабаны, 176 неву мэдэни, 157  
неву Гафгаз, 81 неву Азербайжан үчүн ендемик олуб, 111 фэсилэ вэ 358 чинс дахи-  
линде бирлэшэрэк үмуми флоранын 36%-ни тэшкил едир.

М. А. Kasumov

### FLORISTIC COMPOSITION OF THE TINCTORIAL PLANTS OF THE AZERBAIJAN SSR

Among 4200 species of higher plants of Azerbaijan more than 1500 species pos-  
sess tinctorial properties. Out of 1500 species studied 1324 are wild plants, 176 are  
cultured species, 157 are Caucasian endemics and 81 are endemics of Azerbaijan. All  
species belong to 111 families and 358 genera.

З. ӘСКЭРЛИ

### „НАДАНЛЫГ“ ПЈЕСИНИН ЖАНРЫ

(Азербайжан ССР ЕА академики М. Ч. Чафаров тэгдим етмишдир)

Азербайжан драматургијасынын тэшэккүл вэ инкишаф тарихи,  
ајры-ајры классик драматургларын јарадычылыг јолу, бэдни-естетик  
бахышлары вэ сэнэткарлыг хусусијјетлери барэдэ бир сыра санбаллы  
монографик тэдгигатларын јазылмасына бахмајараг, М. Ф. Ахундов,  
Н. Вэзиров, Ә. һагвердијев, Ч. Мэммэдгулузэдэ кими сэнэткарларын  
бэдни-драматуржи ирсинин бир чох аспектлери јенэ дэ ејрэнилмэ-  
миш галыр. Бу јазычыларын јарадычылыгы, хусусилэ әдэби-тарихи  
истигамэтдэ даһа этрафлы тэдгиг олундуғу һалда, поетика, жанр  
бахымындан нэзэри-естетик тәһлилинэ чох аз вэ надир һалларда фи-  
кир верилмишдир. Нәтичэдэ исэ драматургија тарихиндэ хусуси  
мөвгеји олан бир сыра әсэрлэрин драматик жанры мүүјәйләшдирил-  
мәмишдир. Тәсадүфи дејил ки, Ч. Чаббарлынын „Севил“, „Алмаз“,  
„Јашар“, „1905-чи илдэ“, М. Ибраһимовун „Һәјат“, „Мадрид“, „Мә-  
һәббәт“, С. Вурғунун „Фәрһад вэ Ширин“, „Инсан“, И. Әфәндијевин  
„Баһар сулары“, „Мәһв олмуш күндәликләр“ кими драматик әсэрлери  
чох заман конкрет жанры илэ јох, үмуми шәкилдэ пјес адландыры-  
лыр вэ ајрылыгда онлардан, мäsälән, „драм“, јахуд „фачнә“ кими  
дејил, үмуми һалда „пјес“ вэ ја „әсәр“ кими данышылыр. Белә әсэр-  
ләрден бири дэ көркәмли јазычы вэ ичтиман хадим Нәриман Нә-  
римановун „Наданлыг“ пјесидир.

Әсәр һаггында индијә гэдәр аз јазылмамышдыр. Көркәмли әд-  
бијатшүнас Ф. Көчәрлидән башланмыш бу күнә кими бир сыра дра-  
матургија мütәхәссислери, хусусилэ нәримановшүнас алимләр „На-  
данлыг“ын идеја-мәзмун хусусијјетлери барэдэ кениш сөһбәт  
ачмышлар. Бунунла белә әсэрин жанры этрафында һалә дэ ихти-  
лафлар мөвчуддур. Бир гисм тэдгигатчылар ону „гарышыг нөвдән  
олан бир драм әсэри“ [1] „завјазкасы вэ развјазкасы тракик олан  
гарышыг вэ мүрәккәб бир жанрда јазылмыш пјес“ адландырыр [2],  
башгалары комедија кими тәһлил едирләр [3]. Һәтта Н. Нәримано-  
вун драматургијасы һаггында ән јахшы монографик тэдгигатын мүү-  
лифи Т. Әһмәдов да „Наданлыг“а бир дөфә драм демәјинә бахмајар-  
раг, бүтөвлүкдә ону комедија кими тәһлил едир [4]. Әсэрин жанры  
барэдэ үчүнчү фикир исэ бундан ибарәтдир ки, „тракик вэ комик  
үнсүрлери олса да, жанр мүрәккәблији ашкар дуулса дэ әсәр жанр-  
ча даһа чох (курсив бизимдир—З. Ә.) драмдыр“ (Б. Мэммәдзәдә)  
[5]. Ајдын көрүнүр ки, нисбәтән ирәли кетмәјинә бахмајараг, әслиндә  
бу фикир дэ „Наданлыг“ы комедија кими тәһлил едәнләрә бир кү-  
зәштдир. Булардан башга, әсэрин жанры үзәриндә кениш дајанма-  
дан ону гејдсиз-шәртсиз сурәтдә драм сајан [6], үмуми шәкилдә



„пјес“ адландыран [7], һабелә тамамилә әсассыз олараг, „диалог вә монолог формасында јазылмыш һекајә“ [8] һесап едән мүәллифләр дә олмушдур.

„Наданлыг“ комедијадырмы? Комедија дејилсә нә үчүн? Мә’лум-дур ки, драматик нөвүн жанларыны әсасән конфликттә’јин едир вә драматуркијанын жанрлары да „драматик конфликтин хүсусијјәтләриндән асылы“ сурәтдә јараныр: конфликтсиз драматик әсәрин маһијәтинин ачан һәрәкәтин инкишафы јохдур [9]. Бәдии конфликтин һәлли үсулундан асылы олараг, драматик нөвүн жанрлары — комедија, драм, фачиә, фарс, водевил вә с. јараныр. Демәли, „Наданлыг“ын жанрыны дүзкүн тә’јин етмәк үчүн илк нөвбәдә онун конфликтини дүзкүн мүәјјәнләшдирмәк лазым кәлир. Әсәрдәки мүнәгишә вә наразылыглар мүхтәлиф олса да, үмуми мәнзәрә ајдындыр вә бу ајдынылыгда конфликт чох тез сечилир: кәһнәлән адәт вә бу адәтлә јашамаг истәмәјән кәнчлик арасындагы тоггушма пјесдә әсас зиддијәт киими тәсвир олунар. Әлбәттә, белә бир зиддијәт башга драматик жанрларын да конфликтинин әсасында дајана биләр вә мәсәлән, М. Ф. Ахундовун „Мүсјә-Жордан вә дәрвиш Мәстәли шаһ“, Н. Вәзировун „Мүсибәти-Фәхрәддин“ әсәрләринин конфликтини үмуми һалда „чүрүмүш адәтлә чәмијјәтдәки јенилик арасында мүбаризә“ [10] шәклиндә тәзаһүр едир. Бу әсәрләрин конфликтини бир-бириндән ајыран спесифик чәһәт онларын мәркәзиндә дајанан зиддијәтләрин бәдии-драматик һәлли формасындадыр. „Наданлыг“ да тәсвир олуан авамлыг, маарифә лагәјдлик нә М. Ф. Ахундовун әсәриндә олдуғу киими комик јүксәклијә, нә дә Н. Вәзировун пјесиндәки тракик һалда галдырылыр. Бурада конфликт—пјесин әсас гәһрәманы илә онун әһәтә олундуғу наданлыг арасында зиддијәт естетик маһијәтинә кәрә һәлләдиләндир. Конфликтин әсасында гејри-ади характер дајанмыр, һадисәләр өз ади ахарында, нормал гајдасында давам едир. Тракик вә комик әсәрләрдән фәргли олараг, „Наданлыг“ын тәсвир объекти фачиәвиликлә комиклик арасында орта һәддир, јалныз драм жанрына мәхсус бир мәрһәләдир. Әсәрин сүжетиндә „күлүш доғуран ксмик мүбаризә“ (В. Белински) вә ситуасијалар, јахуд кәскин тракик зиддијәтләр јохдур. Бүтүн бу атрибутлар пјесин драм жанрынын норматив чәрчивәсиндән кәнара чыхмаға гојмур. Лакин Н. Нәримановун јарадычылығына һәср олунмуш бә’зи мәгаләләрдә бу фикрин әксинә дә раст кәлирик. Мәсәлән, билаваситә „Наданлыг“ пјесинин идеја вә жанр хүсусијјәтләринин тәһлилинә һәср олунмуш сон мәгаләләрин бириндә охујуруг: „Һадисәләр комик конфликтдә башлајыр, инкишаф етдирилир, һәрәкәт вә вәзијјәтләрин комиклијиндә әјаниләшир. Образларын дүшүнчә тәрзинин, дүнабахышынын комиклији онларын мүкалимәләриндә вә һәрәкәтләриндә ифадә олунар...“ [11].

Билаваситә „Наданлыг“ пјесинин идеја-бәдии мәзмуну илә ујгун кәлмәјән бу фикир тамамилә әсассыздыр. Чүнки Н. Нәримановун әсәриндә һадисәләр һеч дә „комик конфликтлә“ башламыр вә тәбии ки, „образларын дүшүнчә тәрзи“, һәјата бахышы да комик тәрздә јох, ади драм чәрчивәсиндә тәгдим олунур. Әсәр мәктәбә, мүасир тәһсилә гаршы лагәјд олан кәнд чамааты бәрәдә Мәһәммәд ағанын шикајәти илә башлајыр вә Өмәрин өлүмү илә сонә чатыр. Галан бүтүн һиссәләр наданлыг фонунун тәчәссүмүндән, „бу демоник гүввәнин“ (К. Маркс) инсанлара кәтирдији соснал бәлаларын әһәтәли

тәсвириндән ибарәтдир. Демәли, әсәр идејасына, соснал гајәсинә, бәдии-естетик тутумуна кәрә һеч дә комик мәзмунә малик дејилдир.

Бәдии әсәрин жанры онун пафосу илә дә сых бағлыдыр. Башга әдәби нөвләрдә олдуғу киими, драматик нөвүн дә әсас жанрлары һәм дә өзүнүн пафосуна кәрә бир-бириндән ајрылыр. Фачиә вә комедијадан фәргли олараг, драм өз „пафосуна кәрә һәмишә драматикдир“ [12], онун мәзмунуна комик, јахуд тракик пафос тамам јаддыр. „Наданлыг“ әсәриндә дә беләдир. Бурадагы пафос пјесин конфликтини илә сых бағлыдыр, онун тәләбләриндән јараныр. Башга сөзлә, Нәримановун әсәринин конфликтини комик олмадығы киими пафосу да комик дејилдир. Бурада тәсвир олунан бәдии вә соснал мүһит, персонажларын һәммин мүһитдә баш верән һадисәләрә мүнәсибәти, онларын дахили-мө’нәви дүналары, әхлаги дүшүнчәләри, кечирдикләри һиссә, һәјәчан вә дујғулары комик планда верилмир, әксинә, әсәрин әввәлиндә, лап биринчи кәлишдә Мәһәммәд ағанын сөзләри, вәситәсилә ачыг вә ајдын ифадә олунан драматик пафос сүжетин инкишафы боју даһа да күчләнмир, ән һәһәјәтдә исә өлүмлә, ганла нәтичәләнир. Бүтүн бу хүсусијјәтләринә кәрә „Наданлыг“ әсәрини комедија һесап етмәк елми-нәзәри бахымдан әсассыз кәрүнүр.

Драматик жанрын дүзкүн мүәјјәнләшдирилмәсиндә гәһрәманын да хүсуси әһәмијјәти вардыр. Гәһрәманын характерчә комик, тракик вә драматик олмасы драматик нөвүн әсас жанрларыны—комедија, фачиә вә драмы шәртләндирир. Даһа доғрусу, драматик әсәрин конфликтини гәһрәманын мөвгејиндән, чәрәјән едән һадисәләрә мүнәсибәтиндән, мүбаризә үсулларындан асылы сурәтдә формалашыр.

„Наданлыг“ын гәһрәманы характер етибарилә комикдирми? Әсәри комедија һесап едән мүәллифләр бу мәсәлә бәрәдә фикир сөјләмирләр. Әкәр „Наданлыг“ комедијадырса, онда онун гәһрәманы да характеринә кәрә комик олмалыдыр, һалбуки пјесдә нә Мәһәммәд аға комик сурәтдир, нә дә Өмәр. Һәтта бу кәнчләрин мүбаризә апардығы тәрәфин нүфузлу нүмајәндәләри дә (Һачы Абдулла, Ағакиши, Нијазәли вә б.) комик планда тәсвир олунмур. Бу һалда пјеси „кәскин тәнгиди характерә малик комедија“ [13] сәјмаг үчүн һансы әсас вардыр?! Ахы, онун драматик крифликтини вә бәдии пафосу киими әсас персонажларынын характери дә комик дејил, драматикдир. Тәсадүфи дејил ки, Н. Нәриманов өзү дә әсәрини комедија јох, мәһз драм адландырмашдыр.

Бә’зи тәдгигатчылар „Наданлыг“ пјесинин жанрча икили олдуғуну иддиә едәркән Өмәрин өлүмүнә истинад едирләр. Мәсәлән, филолокија елмләри намизәди Н. Оручәли јазыр: „Бу үчпәрдәли (?) пјесин (јә’ни „Наданлыг“ын—З. Ә.) һадисәләри сон епизодлара гәдәр өз мәзмунуна мүвафиг кәлән бир әдәби формада—комедија вә фачиә јох, тәмиз драм жанры аспектиндә чанландырылыр... Амма Өмәрин ән һәһәјәтдә гәфләтән өлдүрүлмәси әсәрә нә исә бир нөв фачиә сәчијјәси вермәкдәдир“ [14]. Доғрудур, пјесдә Өмәрин өлүмү тә’сирли верилир вә бүтөвлүкдә мөвчуд әхлаг нормаларынын пучлуғуну, һәгигәт, әдаләт идеаллары бахымындан јарамазлығыны сүбүт едир. Лакин бу өлүм естетик зәрурәтдән доған һадисә киими баш вермир. Фәч’и өлүмүндән фәргли олараг, Өмәрин өлүмү сүжетин әввәлиндән һадисәләрин бүтүн кедиши, мәнтиги нәтичәси киими һазырланмыр, һәтта әсәрин сон мәчлисиндә Вәддини сөјләдији: „Ону бир күлләјә гурбан елијәрәм“, „Бу һирсли вахтымда әлимә дүшә, гарны-



ны балыг гарны кимјаррам“ ифадэләри дә Өмәрүчүн гачылмаз өлүм акты кими сәсләнмир. Эсәрин финалында гәһрәманын өлүмү тракик зәрурәт кими јох, ади, тәсәдүфи һадисә кими баш верир. Мәһз буна көрә Өмәрин өлүмүнә әсәсләнб, „Наданлыг“ пјесини фачиә сәјмаг да елми чәһәтдән инандырычы көрүнмүр;

Эсәрин һәм идеја-мәзмун, һәм дә бәдни-драматик бахымдан жанр мүјјәнедичи хүсусијјәтләринин һамысы—конфликт, пафосу, гәһрәманын характери вә с. ону фачиә, јахуд комедија јох, драм сәјмағын даһа дүзкүн вә әсәслы олдуғуну көстәрир.

### Әдәбијјат

1. *Фиридун бәј Көчәрли*. Сечилмиш әсәрләри. —Бақы, 1933, с. 38. 2. *Әли Султанлы*. Азәрбајҗан драматургијасынын инкишаф тарихиндән, —Бақы, 1934, с. 175. 3. *Мирзә Ибраһимов*. Бөјүк ингилабчы-јазычы. —Нәриман Нәриманов. Сечилмиш әсәрләри, Бақы, 1973, с. 3—17. 4. Бах: *Тејмур Әһмәдов*. Нәриман Нәримановун драматургијасы. —Бақы, 1971, с. 53—77. 5. „Азәрбајҗан драматургијасынын инкишаф јоллары. —Елми әсәрләр топлусу, Бақы, АДУ нәшријјаты, 1982, с. 88. 6. *Мир Чәләл, Фиридун һүсејнов*. XX әср Азәрбајҗан әдәбијјаты. — Бақы, 1981. 7. *Халид Әлимирзәјев*. Нәриман Нәримановун драматургијасында идеал вә гәһрәман — Бах: „Азәрбајҗан драматургијасынын инкишаф јоллары“, Елми әсәрләр топлусу, Бақы АДУ нәшријјаты, 1982, с. 51—54; *Надир Вәлихәнов*. Азәрбајҗан маарифчи-реалист әдәбијјаты. —Бақы, Елм; 1983, с. 30—35. 8. *А. Линин*. Нәриман Нәримановун драмлары үзәриндә мүшаһидәләрим. — „Азәрбајҗаны өјрәнмә јолу“, 3-чү сәјы, 1930, с. 38. 9. *Н. М. Федь*. Искусство комедии. —М., 1978, с. 113. 10. *Г. Јашар*. Фачиә вә гәһрәман. —Бақы, 1935, с. 61. 11. *В. Пашајев*. Халг сәадәти наминә. —Азәрб. ССР ЕА Хәбәрләри. Әдәбијјат, дил вә инчәсәнәт сәријјасы, 1980, № 3, с. 45. 12. *Г. Н. Поспелов*. Теория литературы. —М., 1978, с. 261. 13. *В. Пашајев*. Көстәрилән мәгаләси, с. 45. 14. *Һ. Оручәли*. һәјати ахтарышлар, бәдни тапынтылар. —Бақы, 1979, с. 82.

Азәрб. ССР ЕА Низами адына  
Әдәбијјат Институту

Алынмышдыр  
28III. 1984

### З. Аскерли

#### ЖАНР ПЬЕСЫ „НЕВЕЖЕСТВО“

Пьеса видного азербайджанского писателя и общественного деятеля Наримана Нариманова „Невежество“ является одним из оригинальных произведений национальной драматургии, идейно-художественные особенности которого рассматривались во многих литературоведческих трудах. Такие видные исследователи литературного творчества Наримана Нариманова, как Ф. Кочарли, А. Султанлы, М. Ибрагимов, Т. Ахмедов и другие, считали „Невежество“ комедией, а некоторые трагедией.

Автор статьи, подробно анализируя жанровые особенности пьесы, приходит к выводу, что „Невежество“ Н. Нариманова ошибочно считать трагедией или комедией. Эта пьеса по своему идейному и поэтическому содержанию является драмой.

Z. Askerly

#### THE GENRE OF PLAY „IGNORANCE“

The play of „Ignorance“ by Nariman Narimanov, the prominent Azerbaijan writer and public benefactor, is one of the original works of nation drama, ideological and artistic peculiarity of which is regarded in literary criticism.

Such eminent investigators of literary creation of Nariman Narimanov as F. Kocharli, A. Sultanly, M. Ibragimov, T. Akhmedov and others consider „Ignorance“ a comedy, but some—a tragedy.

The author of this article analyses the genre peculiarity of play in detail and comes to the conclusion, that it is the error to consider it a tragedy or a comedy. This play is a drama by ideological and poetical contents.

## МҮНДӘРИЧАТ

### Ријазиијат

С. Мусәјев, Т. М. Әфәндијев. Пикар-Раковшик итерасијасы үсулу илә скалјар терминал чүтүн гурулмасы . . . . . 3  
Ч. И. Мәммәдханов, А. А. Мусәјев. Квазиконформ сәрһәдли областларда чоһәдлиләрлә локал јахынлашмалар . . . . . 7  
М. К. Гасымов. Ики параметрли бир мәсәләнни мәхсуси әдәдләринин олмамасы һагғында . . . . . 11

### Јарымкечиричиләр физикасы

Р. Б. Шәфизадә, К. Р. Аллахвердијев, Ф. И. Әлијев, С. С. Бабајев, М. Ә. Нуријев.  $Cu Zn Se_2$  монокристал назик тәбәгәләринин узундалғалы ИГ спектри вә фотокечиричилији . . . . . 14  
З. А. Вәлијев, В. Б. Шикин. Диолокасија чәпәрләриндән чәрәјанын кеҷмәси . . . . . 18

### Физика

А. Һ. Абдуллајев, Б. А. Көзәлов, Ф. Ч. Гасымов, В. М. Мамиконова. Епитаксија просесиндә формалашан поликристал силисиум назик тәбәгәләринин электрофизики хассәләри . . . . . 22

### Полимерләр физикасы

Ш. В. Мәммәдов, Е. Ш. Нуријев, Ј. Г. Рәһимов, В. Ә. Әләкбаров, С. А. Абасов. Електрик бошалмасынын ипәк сапын мөһкәмлијинә тәсири . . . . . 26

### Енеркетика

Т. С. Ахундов, М. В. Иманова, А. Ч. Таиров. Натриум-хлорун 20 вә 50 г/л концентрасијалы сулу мөһлулларынын термики хассәләри . . . . . 30

### Биомеханика

Р. Ј. Әмәнзадә, А. Н. Әлизадә. Бөјүк ган дамарларынын гидродинамик моделинин гурулмасына даир . . . . . 35

### Гејри-үзви кимја

Һ. Б. Шаһтахтински, Р. Н. Јусубов, Ф. А. һачыјев, Һ. М. Рзајев, Ч. Ч. Әфәндијев, Ф. Г. Әлијев. Филзчај коллектив концентраты јанығынын мөһлулла јујулмасы . . . . . 40  
Ј. А. Јајнер, Т. Д. Исрафилов, Ф. Г. Гәһрәманов, И. З. Зәкијев. Сульфат дузларынын калниум-алүминат мөһлулу илә конверсијасы . . . . . 44  
Ф. В. Әлијев, Е. Н. Әмирбәјов, А. Д. Гулијев, В. Ј. Данјушевски, В. И. Јакерсон. Магнезиум, синк-дәмир вә магнезиум, синк-дәмир-алүминиум катализаторларында фаза чеврилмәләринин тәдгиги . . . . . 48

### Кеокимја

Ф. Д. һәсәнов, Чәнуби Хәзәр чөкәклијиндә орта плиосен чөкүнтүләриндә бәзи надир элементләрин пәјланма сәчијјәси һагғында . . . . . 52

### Нефт кимјасы вә нефт кимјасы синтези

К. И. Садыхов, Ә. Н. Ағајев, С. М. Вәлијева. Калсиум вә магнезиум алкилфенолсульфонатларынын синтези вә тәдгиги . . . . . 57



<b>Гидрологија</b>	
С. Н. Рустамов. Минкэчевир су анбарынын морфометрик үнсүрлэри . . . . .	60
<b>Кенетика</b>	
А. М. Рустамова, Д. Д. Ахундова, У. К. Элэкбэров, Р. А. Бабајев. Бугданын чүчэртисиндэн алынмыш экстрактын антимутокен тэсири . . . . .	64
<b>Полеботаника</b>	
Р. А. Фэтэлијев. Ficus чинси Азэрбајчанын сармат флорасында . . . . .	68
<b>Биткичилик</b>	
М. Э. Гасымов. Азэрбајчанын бојаг биткилэринин флора тэркиби . . . . .	72
<b>Эдэбијјатшүнаслыг</b>	
З. Эскэрли. «Наданлыг» пјесинин жапры . . . . .	77

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Математика.</b>	
С. Р. Мусаев, Т. М. Эфендиев. Построение скалярных терминальных пар методом итерации Пикара-Раковщика . . . . .	3
Дж. И. Мамедханов, А. А. Мусаев. Локальная полиномиальная аппроксимация в областях с квазиконформной границей . . . . .	7
М. Г. Гасымов. Об отсутствии собственных элементов одной двупараметрической задачи . . . . .	11
<b>Физика полупроводников</b>	
Р. Б. Шафизаде, К. Р. Аллахвердиев, Ф. И. Алиев, С. С. Бабаев., М. А. Нурiev. Длинноволновой ИК-спектр и фотопроводимость монокристаллических пленок $CuSe_2$ . . . . .	14
З. А. Велиев, В. Б. Шикин. О прохождении тока через дислокационный барьер . . . . .	18
<b>Физика</b>	
А. Г. Абдуллаев, Б. А. Гезалов, Ф. Д. Касимов, В. М. Мамиконова. Электрофизические свойства пленок поликристаллического кремния, сформированных в процессе эпитаксиального наращивания . . . . .	22
<b>Физика полимеров</b>	
Ш. В. Мамедов, Э. Ш. Нурiev, Я. Г. Рагмиев, В. А. Алекперов, С. А. Абасов. Влияние электрических разрядов на механическую прочность шелковых нитей . . . . .	26
<b>Энергетика</b>	
Т. С. Ахундов, М. В. Иманова, А. Д. Таиров. Термические свойства водных растворов хлористого натрия при концентрациях 20 и 50 г/л . . . . .	30
<b>Биомеханика</b>	
Р. Ю. Амензаде, А. Н. Ализаде. К проблеме построения гидродинамической модели крупных кровеносных сосудов . . . . .	35
<b>Неорганическая химия</b>	
Г. Б. Шахтагинский, Р. Н. Юсубов, Ф. А. Гаджиев, Г. М. Рзаев, Ч. Д. Эфендиев, Ф. Г. Алиев. Выщелачивание обожженного коллективного концентрата руд . . . . .	40
Ю. А. Лайнер, Т. Д. Исрафилов, Ф. Г. Гахраманов, И. З. Закиев. Конверсия сульфатных солей раствором алюмината калия . . . . .	44
Ф. В. Алиев, Э. Н. Амирбеков, А. Д. Кулиев, В. Я. Данюшевский, В. И. Якерсон. Исследование фазовых превращений в магний-, цинк-ферритных, магнийжелезоалюминиевых и цинкжелезоалюминиевых катализаторах . . . . .	48
<b>Геохимия</b>	
Ф. Д. Гасанов. О характере распределения некоторых малых элементов в среднеплиоценовых отложениях Южно-Каспийской впадины . . . . .	52



## Химия нефти и нефтехимический синтез

К. И. Садыхов, А. Н. Агаев, С. М. Веллева. Синтез и исследование алкилфенолсульфонатов кальция и магния . . . . . 57

### Гидрология

С. Г. Рустамов. Морфометрические характеристики Мингечаурского водохранилища . . . . . 60

### Генетика

А. М. Рустамова, Д. Д. Ахундова, У. К. Алекперов, Р. А. Бабаев. Антимутагенный эффект экстракта проростков пшеницы . . . . . 64

### Палеоботаника

Р. А. Фаталиев. Род *Ficus* в сарматской флоре Азербайджана . . . . . 68

### Растениеводство

М. А. Касумов. Флористический состав красильных растений Азербайджана . . . . . 72

### Литературоведение

З. Аскерли. Жанр пьесы «Невежество» . . . . . 77

Сдано в набор 15/XI—85 г. Подписано к печати 29. 01. 86 ФГ 06021  
Формат бумаги 70×100<sup>1/16</sup> Бумага типографская № 1. Гарнитура  
шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. лист 6,82 Усл.  
кр.-отт. 6,82. Уч.-изд. лист 5,83. Тираж 580. Заказ 1657 Цена 70 коп.

Издательство «Элм»  
370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Глав-  
ное здание  
Бакинская типография № 3 Государственного комитета Азербай-  
джанской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной  
торговли, Баку, ул. Али Таги-заде, 4

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 включаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края строки. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

$R^n, r_n$

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

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходные начертания (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 ~ (волна), ⊙, ⊕, ⊗; □, ▢, ▣, ▤, ▥, ▧, ▨, ▩, ▪, ▫, ▬, ▭, ▮, ▯, ▰, ▱, ▲, △, ▴, ▵, ▶, ▷, ▸, ▹, ►, ▻, ▼, ▽, ▾, ▿, ▽, ▿ (крышки) над и под буквами, а также знаков:

h X c, f, f, d

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 фамилия 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.

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



70

гэн.  
хон.

Индекс  
76355