

9

Азәрбајчан ССР
Елмләр Академијасы
Академия наук
Азербайджанской ССР

ISSN 0002-3078

МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

ЧИЛД

XLI

ТОМ



1985

4465

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

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

Будучи органом срочной информации, журнал «ДАН Азерб. ССР» принимает и отбирает к печати статьи, объем которых допускает их публикацию в установленные 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 ВИНТИ.

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

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

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

8. В «Докладах» публикуются статьи, занимающие не более 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 наклейки на мелованной бумаге. Наклейки даются только для микрофотографий большого увеличения. Штриховые рисунки (карты, схемы и т. п.) на наклейках не печатаются, а даются на кальке. Текст и графический материал представляются в двух экземплярах. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и графиках недопустимо. Рисунки должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей фотографии представляются на глянцевой бумаге. Подписи к рисункам должны быть напечатаны в 2-х экземплярах через два интервала на отдельной странице. На обороте рисунков мягким карандашом указываются фамилии авторов, название статьи и номер рисунка.

(Продолжение на третьей странице обложки)

МӘ'РУЗЭЛЭР ДОКЛАДЫ

ТОМ ХЛІ ЧИЛД

№ 9

„ЕЛМ“ НЭШРИЯТИ

Центральная

БИБЛИОТЕКА

Азербайджанской ССР

**ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ РАССЕЯНИЯ ДЛЯ
УРАВНЕНИЯ ШТУРМА—ЛИУВИЛЛЯ С ЛИНЕЙНО-УБЫВАЮЩИМ
ПОТЕНЦИАЛОМ**

1. В данной работе решаются прямая и обратная задачи теории рассеяния для оператора L , порожденного дифференциальным выражением $l(y) = -y'' - [x - p(x)]y$ и граничным условием $y(0) = 0$ в $L_2(0, \infty)$ в предположении, что вещественная и непрерывно дифференцируемая на $[0, 8)$ функция $p(x)$ на $[0, \infty)$ удовлетворяет условию:

$$\int_0^{\infty} (1+x^4) |p(x)| e^{x\sqrt{2x}} dx < \infty. \quad (1)$$

2. Равенство Парсеваля при $p(x) = 0$. В случае $p(x) = 0$ функция

$$\psi_0(x, \lambda) = \sqrt{x+\lambda} H_{1/3}^{(1)} \left\{ \frac{2}{3} (x+\lambda)^{3/2} \right\} \quad (2)$$

является решением уравнения $y'' + xy + \lambda y = 0$ и при $\text{Im} \lambda > 0$ функция $\psi_0(x, \lambda) \in L_2(0, \infty)$. Пусть $\varphi_0(x, \lambda)$ — решение того же уравнения с начальными условиями $\varphi_0(0, \lambda) = 0, \varphi_0'(0, \lambda) = 1$. Тогда имеет место равенство Парсеваля [1].

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_0(x, \lambda) \varphi_0(t, \lambda) K_0(\lambda) d\lambda = \delta(x-t), \quad (3)$$

где

$$K_0(\lambda) = \frac{3}{\pi \lambda \left| H_{1/3}^{(1)} \left(\frac{2}{3} \lambda^{3/2} \right) \right|^2}. \quad (4)$$

3. Оператор преобразования с условием на бесконечности
Теорема 1. Пусть выполняется условие из п. 1. Тогда при любом λ с $\text{Im} \lambda > 0$ уравнение $l(y) = \lambda y$ имеет решение $\psi(x, \lambda)$, представимое в виде

$$\psi(x, \lambda) = \psi_0(x, \lambda) + \int_0^{\infty} K(x, t) \psi_0(t, \lambda) dt, \quad (5)$$

где ядро $K(x, t)$ является решением задачи

$$K'_{xx} - K'_{tt} + (x-t)K = K(x, t)p(x), \quad (6)$$

$$K(x, x) = \frac{1}{2} \int_x^{\infty} p(\alpha) d\alpha \quad (7)$$

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

© Издательство „Элм“ 1985

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

$$K(x, t) = 0 \quad x > t, \quad \lim_{x+t \rightarrow \infty} K(x, t) = \lim_{x+t \rightarrow \infty} \frac{\partial T(x, t)}{\partial t} = 0, \quad (8)$$

и также справедливы следующие оценки

$$|K(x, t)| \leq \frac{1}{2} \rho_0 \left(\frac{x+t}{2} \right) \exp \left[\rho_1 \left(\frac{x+t}{2} \right) \right], \quad (9)$$

$$\left| \frac{\partial K(x_1, x_2)}{\partial x_1} + \frac{1}{2} \rho \left(\frac{x_1+x_2}{2} \right) \right| \leq \rho_1 \left(\frac{x_1+x_2}{2} \right) \times \\ \times \exp \left[\rho_1 \left(\frac{x_1+x_2}{2} \right) \right], \quad (i=1, 2), \quad (10)$$

где

$$\rho_j(x) = \int_x^\infty (1+\alpha^j) e^{\alpha^2 x} |\rho(\alpha)| d\alpha, \quad (j=\overline{0, 4}). \quad (11)$$

Для доказательства теоремы надо исследовать задачу (7)–(8)–(9), используя функцию Римана уравнения (6) при $p(x) = 0$, которая построена в [2].

4. Разложение по собственным функциям оператора L

Теорема 2. Пусть $\varphi(x, \lambda)$ — решение уравнения $l(y) = \lambda y$ с начальными условиями $\varphi(0, \lambda) = 0$, $\varphi'(0, \lambda) = 1$ и выполняются условия из п. 1. Тогда имеет место равенство Парсеваля

$$\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x, \lambda) \varphi(t, \lambda) \frac{K_0(\lambda) |\psi_0(0, \lambda)|^2}{|\psi_0(0, \lambda)|^2} d\lambda = \delta(x-t). \quad (12)$$

Полагая

$$U(x, \lambda) = \varphi(x, \lambda) \psi_0(0, \lambda) \overline{\psi_0^{-1}(0, \lambda)}, \quad \lambda \in (-\infty, \infty) \quad (13)$$

замечаем, что функция $U(x, \lambda)$, $\lambda \in (-\infty, \infty)$ является „обобщенной“ нормированной собственной функцией непрерывного спектра оператора L . Поэтому полагая

$$S(\lambda) = \frac{\psi_0(0, \lambda) \overline{\psi_0(0, \lambda)}}{\psi_0(0, \lambda) \psi_0(0, \lambda)} \quad (14)$$

находим, что при всех вещественных значениях λ имеет место

$$U(x, \lambda) = U_0(x, \lambda) + \int_x^\infty K(x, t) U_0(t, \lambda) dt \quad (15)$$

$$U_0(x, \lambda) = \psi_0(x, \lambda) \overline{\psi_0(0, \lambda)} S(\lambda) - \overline{\psi_0(x, \lambda)} \psi_0(0, \lambda). \quad (16)$$

Из этой формулы вытекает, что асимптотика при $x \rightarrow \infty$ функции $U(x, \lambda)$ полностью определяется $S(\lambda)$. Эту функцию назовем функцией рассеяния оператора L . Можно доказать, что

а) Функция рассеяния $S(\lambda)$ определена на всей вещественной оси, унитарна $\overline{S(\lambda)} = S^{-1}(\lambda)$ и $|\psi_0(0, \lambda)|^2 [S(\lambda) - 1]$ принадлежит $L_2[-\infty, +\infty; K_0(\lambda)]$.

б) Интегральное уравнение

$$\int_{-\infty}^{\infty} V(\lambda) U_0(x, \lambda) K_0(\lambda) d\lambda = 0, \quad x \in [0, \infty), \quad (17)$$

имеет единственное нулевое решение из $L_2[(-\infty, \infty); K_0(\lambda)]$.

5. Основное уравнение для ядра $K(x, t)$. Умножим обе части равенства (15) на $\overline{U_0(t, \lambda)} K_0(\lambda)$, затем проинтегрируем по λ от $-\infty$ до $+\infty$. Учитывая равенство Парсеваля (12), после несложных преобразований, получим основное интегральное уравнение типа В. А. Марченко [3]:

$$F(x, t) + K(x, t) + \int_x^\infty K(x, \xi) F(\xi, t) d\xi = 0. \quad (18)$$

где

$$F(x, t) = F_1(x, t) + \overline{F_1(x, t)} \quad (19)$$

$$F_1(x, t) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\psi_0(x, \lambda) \psi_0(t, \lambda) [1 - S(\lambda)] \overline{\psi_0(0, \lambda)}}{\psi_0(0, \lambda) \overline{W_0(\lambda)}} d\lambda, \quad (20)$$

$$W_0(\lambda) = \psi_0(0, \lambda) \overline{\psi_0'(0, \lambda)} - \psi_0'(0, \lambda) \overline{\psi_0(0, \lambda)}. \quad (21)$$

Функцию $F(x, t)$ назовем функцией перехода. Она играет важную роль при решении обратной задачи. Справедливы

Лемма 1. Функция перехода $F(x, t) \in F_2(0, \infty)$ имеет непре-

рывные частные производные F'_x, F'_t , удовлетворяющие условию

$$|F'_x| + |F'_t| \leq \gamma \left(\frac{x+t}{2} \right),$$

где $\gamma(x)$ — убывающая и интегрируемая функция на $(0, \infty)$.

Лемма 2. При каждом фиксированном $x = x_0$ основное уравнение (18) является уравнением типа Фредгольма и имеет единственное решение из $L_2[x_0, \infty)$.

6. Основная теорема. Пусть функция $S(\lambda)$ определена на вещественной оси и удовлетворяет следующим условиям:

1° а) $\overline{S(\lambda)} = S^{-1}(\lambda)$, $-\infty < \lambda < +\infty$

б) Функция $|\psi_0(0, \lambda)|^2 [S(\lambda) - 1] \in L_2[-\infty, +\infty; K_0(\lambda)]$.

2°. Для функции $F(x, t)$, определенной формулами (19)–(20), имеет место $F(x, t) \in L_2(0, \infty)$, существуют непрерывные частные производные F'_x, F'_t , удовлетворяющие условию:

$$|F'_x| + |F'_t| \leq \gamma \left(\frac{x+t}{2} \right),$$

где $\gamma(x)$ — убывающая и интегрируемая функция на $[0, \infty)$:

3°. Однородное уравнение

$$\varphi(t) + \int_{x_0}^{\infty} F(\xi, t) \varphi(\xi) d\xi = 0$$

имеет лишь тривиальное решение из $L_2(x_0, +\infty)$.

Тогда $S(\lambda)$ является функцией рассеяния оператора типа L , указанного в п. 1 с потенциалом $p(x) \in L_1(0, \infty)$.

Решение обратной задачи заключается в восстановлении потенциала $p(x)$ по известной функции $S(\lambda)$. Как видно, при решении обратной задачи между необходимыми и достаточными условиями имеется „разрыв“, который устраняется для финитных потенциалов.

Литература

1. Титчмарш Э. Ч. Разложения по собственным функциям, т. 1, — М., 1960, 2. Мустафаев Б. А. — Изв. АН АзССР, 1978, № 5, 23—25. 3. Марченко В. А. Спектральная теория Штурма—Лиувилля.— Киев, 1973. 4. Гасымов М. Г. — Докл. АН СССР, 1963, т. 150, 15, 271—274.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 10. IV 1984

М. Г. Гасымов, Б. А. Мустафаев

ЯРЫМОХДА ХЭТТИ АЗАЛАН ПОТЕНСИАЛЛЫ ШТУРМ—ЛИУВИЛЛ
ТЭНЛИЖИ ҮЧҮН СЭПИЛМЭ НЭЗЭРИЛЖЭСИННИН ТЭРС МЭСЭЛЭСИ

Мәгаләдә $l(y) = -y'' - (x - p(x))y$ ифадәси вә $y(0) = 0$ сәрһәд шәрти илә $L_2(0, \infty)$ фәзасында әмәлә кәлән L оператору үчүн $p(x)$ функцијасынын кәсилмәз вә $(1+x^2) \exp(x\sqrt{2x}) p(x) \in L_1(0, \infty)$ шәртләри дахиллидә сәпилмә нәзәрилжәсинин дүз вә тәрс мәсәләси өјрәниллишидир.

M. G. Gasymov, B. A. Mustafaev

THE INVERSE PROBLEM OF THE SCATTERING THEORY FOR
SHTURM—LEUWILL EQUATION WITH LINEAR DECREASING POTENTIAL
ON THE SEMI-AXIS

In this article the authors investigated direct and inverse problems of the scattering theory for operator L into $L_2(0, \infty)$, derived by differential statement $l(y) = -y'' - [x^2 - p(x)]y$ and boundary condition $y(0) = 0$ in supposing that the real and continuous differentiable function $p(x)$ and $(1+x^2) \exp(x\sqrt{2x}) p(x) \in L_1(0, \infty)$.

З. И. ГУСЕЙНОВ

ОБ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА С. А. ЧАПЛЫГИНА
В РЕШЕНИИ СИНГУЛЯРНЫХ ЗАДАЧ

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

В настоящей работе в отличии от [1], с помощью другой модификации метода Чаплыгина доказывается существование чаплыгинского приближенного решения сингулярной задачи Коши, из которой следует разрешимость задачи в классе непрерывных функций.

Как показано в [1; 2], сингулярная задача Коши разрешима в случае существования двухстороннего нулевого чаплыгинского приближения. Ниже, в предположении существования нулевого чаплыгинского приближения, строятся следующие приближения. Построение нулевого чаплыгинского приближения для сингулярной задачи будет приведено в дальнейших сообщениях.

Отметим, что модификационный метод Чаплыгина, примененный в [1, 2] малоэффективен, так как для его применения нужно на каждом шагу находить экстремумы функций по всеусложняющимся областям.

Рассмотрим сингулярную задачу Коши

$$y_i' = f_i(x, y_1, \dots, y_n), \quad (1)$$

$$y_i(0) = 0, \quad (i = \overline{1, n}) \quad (2)$$

в области $D: 0 < x \leq a, |y_i| \leq b_i$.

Преположим, что правые части (1) и их производные в области D удовлетворяют условиям:

$$|f_i(x, y_1, \dots, y_{i-1}, 0, y_{i+1}, \dots, y_n)| \leq \psi(x), \quad (3)$$

$$|f_{iy_k}'(x, y_1, \dots, y_n)| \leq P_k(x), \quad (i; k = \overline{1, n}; i \neq k), \quad (4)$$

$$\omega_i(x) \leq f_{iy_j}'(x, y_1, \dots, y_n) \leq \omega_i(x) + P_i(x), \quad (5)$$

где $\psi(x), P_i(x) (i = \overline{1, n})$ — неотрицательные суммируемые, каждая из $\omega_i(x)$ либо суммируема, либо несуммируема и отрицательна на $[0, a]$ функции.

Отметим, что из условий (3), (4), (5) следуют условия теоремы существования и единственности, приведенной в [2].

Прежде чем перейти к построению двухсторонних чаплыгинских приближений, которые монотонно и равномерно сходятся к решению задачи (1)—(2), приведем следующую вспомогательную лемму.

Лемма. Пусть существуют такие функции

$$v_i^{(2)}(x), u_i^{(0)}(x) \in C_{[0, a]}^1, \text{ что } u_i^{(0)}(0) = v_i^{(0)}(0) = 0, |v_i^{(0)}(x)| < b_i,$$

$|u_i^{(0)}(x)| < b_i$ при $x \in [0, a]$ и $\forall x \in [0, a]$ выполняются следующие условия

$$v_1^{(0)}(x) - f_1[v^{(0)}(x)] - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^n P_k(x) |v_k^{(0)}(x) - u_k^{(0)}(x)| = \varphi_1^{(0)}(x) \geq 0, \quad (6)$$

$$u_1^{(0)}(x) - f_1[u^{(0)}(x)] + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^n P_k(x) |v_k^{(0)}(x) - u_k^{(0)}(x)| = \psi_1^{(0)}(x) \leq 0, \quad (7)$$

где

$$f_1[v^{(0)}(x)] = f_1(x, v_1^{(0)}(x), \dots, v_n^{(0)}(x)), \quad f_1[u^{(0)}(x)] = f_1(x, u_1^{(0)}(x), \dots, u_n^{(0)}(x)).$$

Тогда $\forall x \in [0, a]$ выполняются неравенства

$$u_1^{(0)}(x) < v_1^{(0)}(x). \quad (8)$$

Отметим, что из леммы следует справедливость неравенства $u_1^{(0)}(x) < u_1(x) < v_1^{(0)}(x)$, где $u_1(x)$ — решение задачи (1) — (2).

Построение первых приближений. Пусть $v_1^{(0)}(x)$ и $u_1^{(0)}(x)$ — «верхние» и «нижние» чаплыгинские приближения задачи (1) — (2). Первые «верхние» и «нижние» приближения строятся следующим образом:

$$v_1^{(1)}(x) = v_1^{(0)}(x) - \sigma_1^{(1)}(x), \quad (9)$$

$$u_1^{(1)}(x) = u_1^{(0)}(x) + \delta_1^{(1)}(x), \quad (10)$$

где $\sigma_1^{(1)}(x)$, $\delta_1^{(1)}(x)$ — решения следующих линейных дифференциальных уравнений:

$$\sigma_1^{(1)'} - \omega_1(x) \sigma_1^{(1)} - \varphi_1^{(0)}(x) = 0, \quad (11)$$

$$\delta_1^{(1)'} - \omega_1(x) \delta_1^{(1)} + \psi_1^{(0)}(x) = 0 \quad (12)$$

с начальными условиями $\sigma_1^{(1)}(0) = \delta_1^{(1)}(0) = 0$.

Отсюда, в силу (6), (7) и (9), (10) утверждаем, что $v_1^{(0)}(x) \geq v_1^{(1)}(x)$, $u_1^{(1)}(x) \geq u_1^{(0)}(x)$ при всех $x \in [0, a]$.

Пусть $\gamma_1^{(0)}(x) = v_1^{(0)}(x) - u_1^{(0)}(x)$. Подставим $\gamma_1^{(0)}(x)$ вместо $\sigma_1^{(1)}(x)$ и $\delta_1^{(1)}(x)$ в левой части уравнения (11) и (12). Тогда в силу (4), (5), (6), (7) легко получить неравенства:

$$\gamma_1^{(0)'} - \omega_1(x) \gamma_1^{(0)} - \varphi_1^{(0)}(x) > 0,$$

$$\gamma_1^{(0)'} - \omega_1(x) \gamma_1^{(0)} + \psi_1^{(0)}(x) > 0.$$

Отсюда утверждаем, что $u_1^{(0)}(x) < v_1^{(1)}(x) < v_1^{(0)}(x)$ и $u_1^{(0)}(x) < u_1^{(1)}(x) < v_1^{(0)}(x)$. Преобразуя выражения $(v_1^{(1)} - u_1^{(1)})' - \omega_1(x)(v_1^{(1)} - u_1^{(1)})$, получим справедливость неравенства $v_1^{(1)}(x) \geq u_1^{(1)}(x)$ для всех $x \in [0, a]$.

Значит $u_1^{(0)}(x) < u_1^{(1)}(x) < v_1^{(1)}(x) < v_1^{(0)}(x)$ при $x \in [0, a]$. Легко показать, что построенные приближения $v_1^{(1)}(x)$ и $u_1^{(1)}(x)$ удовлетворяют условиям леммы. Принимая во внимание замечание к лемме, имеем неравенство $u_1^{(1)}(x) < u_1(x) < v_1^{(1)}(x)$, где $u_1(x)$ — решение задачи (1) — (2).

Построение $(q+1)$ -го приближения. Пусть построена «верхние» и «нижние» q -го приближения $v_1^{(q)}(x)$, $u_1^{(q)}(x)$. Тогда $(q+1)$ -го «верхние» и «нижние» приближения будем строить, исходя из следующих соотношений:

$$v_1^{(q+1)}(x) = v_1^{(q)}(x) - \sigma_1^{(q+1)}(x), \quad (13)$$

$$u_1^{(q+1)}(x) = u_1^{(q)}(x) + \delta_1^{(q+1)}(x), \quad (14)$$

где $\sigma_1^{(q+1)}(x)$, $\delta_1^{(q+1)}(x)$ — решения линейных дифференциальных уравнений:

$$\sigma_1^{(q+1)'} - \omega_1(x) \sigma_1^{(q+1)} - \varphi_1^{(q)}(x) = 0,$$

$$\delta_1^{(q+1)'} - \omega_1(x) \delta_1^{(q+1)} + \psi_1^{(q)}(x) = 0$$

с начальными условиями $\sigma_1^{(q+1)}(0) = \delta_1^{(q+1)}(0) = 0$, где

$$\varphi_1^{(q)}(x) = v_1^{(q)'}(x) - f_1[v^{(q)}(x)] - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^n P_k(x) |v_k^{(q)}(x) - u_k^{(q)}(x)| \geq 0,$$

$$\psi_1^{(q)}(x) = u_1^{(q)'}(x) - f_1[u^{(q)}(x)] - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^n P_k(x) |v_k^{(q)}(x) - u_k^{(q)}(x)| \leq 0,$$

$$f_1[v^{(q)}(x)] = f_1(x, v_1^{(q)}(x), \dots, v_n^{(q)}(x)), \quad f_1[u^{(q)}(x)] = f_1(x, u_1^{(q)}(x), \dots, u_n^{(q)}(x)).$$

Аналогично предыдущему, можно доказать, что функции $v_1^{(q)}(x)$, $u_1^{(q+1)}(x)$ непрерывно дифференцируемы и удовлетворяют условиям:

$$u_1^{(q)}(x) \leq u_1^{(q+1)}(x) < v_1^{(q+1)}(x) < v_1^{(q)}(x), \quad (15)$$

$$\varphi_1^{(q+1)}(x) = v_1^{(q+1)'}(x) - f_1[v^{(q+1)}(x)] - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^n P_k(x) |v_k^{(q+1)}(x) - u_k^{(q+1)}(x)| \geq 0,$$

$$\psi_1^{(q+1)}(x) = u_1^{(q+1)'}(x) - f_1[u^{(q+1)}(x)] + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^n P_k(x) |v_k^{(q+1)}(x) - u_k^{(q+1)}(x)| \leq 0,$$

$$v_1^{(q+1)}(0) = u_1^{(q+1)}(0) = 0, \quad (t = \overline{1, n}).$$

Сходимость приближений. Докажем теперь, что построенные приближения (13), (14) монотонно и равномерно сходятся к решению задачи (1) — (2) и условиями (3), (4), (5) устанавливаются оценки, характеризующие быстроту сходимости.

Монотонность последовательности $\{u_1^{(q)}(x)\}$, $\{v_1^{(q)}(x)\}$ следует из (15). Докажем равномерную сходимость приближений.

Очевидно, что $\gamma_1^{(q)}(x)$ является решением линейного дифференциального уравнения

$$\gamma_1^{(q)'} - \omega_1(x) \gamma_1^{(q)} = \gamma_1^{(q-1)'}(x) - \omega_1(x) \gamma_1^{(q-1)}(x) - \varphi_1^{(q-1)}(x) + \psi_1^{(q-1)}(x).$$

Решение этого уравнения с начальным условием $\gamma_1^{(q)}(0) = 0$ имеет вид

$$\gamma_1^{(q)}(x) = \int_0^x \exp \left\{ \int_t^x \omega_1(\xi) d\xi \right\} \left[\left(\frac{\partial \tilde{f}_1}{\partial y_1} - \omega_1(t) \right) \gamma_1^{(q-1)}(t) + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^n P_k(t) |\gamma_k^{(q-1)}(t)| + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 1}}^n \left(P_k(t) |\gamma_k^{(q-1)}(t)| + \frac{\partial \tilde{f}_1}{\partial y_k} \gamma_k^{(q-1)}(t) \right) \right] dt.$$

Учитывая (4), (5), имеем

$$\gamma_i^{(q)}(x) < 3 \int_0^x \exp \left\{ \int_t^x \omega_1(\xi) d\xi \right\} \cdot \sum_{k=1}^n P_k(t) \gamma_k^{(q-1)}(t) dt.$$

Отсюда имеем

$$\gamma_i^{(q)}(x) \leq \begin{cases} (3K)^q \gamma \cdot \frac{\left(\int_0^x \sum_{k=1}^n P_k(t) dt \right)^q}{q!}, & \text{если } \omega_1(x) \text{ — суммируема,} \\ 3^q \gamma \cdot \frac{\left(\int_0^x \sum_{k=1}^n P_k(t) dt \right)^q}{q!}, & \text{если } \omega_1(x) \text{ — несуммируема и} \\ & \text{отрицательна,} \end{cases}$$

где $\gamma = \max_k \max_{0 < x < a} \gamma_k^{(0)}(x)$, $K = \max_i \exp \left\{ \int_0^a \omega_1(\xi) d\xi \right\}$.

Таким образом доказана следующая

Теорема. Пусть правая часть уравнения (1) в области D удовлетворяет условиям (3), (4), (5). Тогда существуют последовательность приближения (13), (14) монотонно и равномерно сходящиеся к решению задачи (1)–(2).

Литература

1. Гусейнов З. И.—Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова, серия физ.-мат. наук, 1963, № 1, 51–64.
2. Чечик В. А.—Труды Московск. матем. об-ва, 1959, т. 8., 176–189.
3. Витюк А. Г.—Дифференциальные уравнения, т. 1, 1965, № 7, 923–928.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 18. IV 1984

З. И. Гусейнов

СИНГУЛЈАР МЭСЭЛЭНИН ҺЭЛЛИНДЭ С. А. ЧАПЛЫКИН ҮСУЛУНУН МҮЭЈЈЭН МОДИФИКАСИЈАСЫНЫН ТЭТБИГИ

Мәгаләдә ади дифференциал тәңликләр системи үчүн гојулмуш сингулјар Коши мәсәләсинин тәғриби һәллини тапмағ үчүн Чаплыкин үсулунун мүәјјән модификасијасы тәтбиғ олуңур. Гурулмуш „Јухары“ вә ашағы“ Чаплыкин јакышлашмаларынын мәсәләнин һәллине мүнтәзәм јығылмасы көстәрилди.

Z. I. Guseinov

ON A MODIFICATION OF CHAPLIGIN SOLUTION METHOD FOR SINGULAR PROBLEMS

In this article some modifications of Chaplign's method of approximative solutions for singular Cauchy problem are used. Uniform convergent for approximate solutions of this problem is proved.

М. М. МИРЗОЯН

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ НОРМАЛЬНОЙ ЭКВИМОРФНОЙ ФУНКЦИИ

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

1. Пусть $D: |z| < 1$ — единичный круг, $\Gamma: |z| = 1$ — единичная окружность, Ω — сфера Римана. Пусть $h: D \rightarrow D$ — такой гомеоморфизм единичного круга D на себя, что отображения h, h^{-1} равномерно непрерывны относительно гиперболической метрики единичного круга $d\sigma = \frac{1}{1-|z|^2} |dz|$. Такие гомеоморфизмы принято называть эквиморфизмами. В работе Х. Э. Мехия [1] введено понятие эквиморфной функции и доказано, что множество эквиморфных функций строго содержит в себе множество квазиконформных функций [2,3].

Эквиморфной функцией называется внутреннее отображение (в смысле Стоилова) $f: D \rightarrow \Omega$, которое допускает представление $f = g \circ h$, в котором $h: D \rightarrow D$ — эквиморфизм и $g: D \rightarrow \Omega$ — мероморфная функций не тождественно равная постоянной.

Для произвольных точек a и b круга D и произвольного подмножества $S \subset D$ неевклидово расстояние $\sigma(a, b)$ между точками a и b , расстояние $\sigma(a, S)$ между a и S определяются формулами:

$$\sigma(a, b) = \frac{1}{2} \ln \frac{1+u}{1-u}, \text{ где } u = \left| \frac{a-b}{1-\bar{a}b} \right|,$$

$$\sigma(a, S) = \inf_{b \in S} \sigma(a, b)$$

Следуя В. И. Гаврилову (см. [4] с. 409, [5] с. 386), последовательность точек $\{z_n\}$ круга D , $\lim_{n \rightarrow \infty} |z_n| = 1$, называют P -последовательностью для произвольной функции $f: D \rightarrow \Omega$, если для любой бесконечной подпоследовательности $\{z_{n_k}\}$ и любого числа $\varepsilon > 0$ функция $f(z)$ принимает в объединении неевклидовых кругов

$$D(z_{n_k}, \varepsilon) = \{z \in D: \sigma(z_{n_k}, z) < \varepsilon\}$$

бесконечно часто каждое значение $w \in \Omega$, кроме, быть может, двух значений.

2. Пусть $\zeta = e^{i\theta}$ — произвольная точка на окружности $\Gamma: |z| = 1$. Назовем правым путем, оканчивающимся в точке $\zeta \in \Gamma$ всякую жорданову кривую $L^+(\zeta)$, которая задается непрерывной на $[0, 1)$ функцией $z = z(t)$ со свойствами:

$$1) z(t) \in \left\{ z \in D : 0 < \arg z < \theta + \frac{\pi}{6}, |z - \zeta| < \frac{1}{2} \right\}, t \in [0, 10);$$

$$2) \lim_{t \rightarrow 1} z(t) = \zeta;$$

3) $\arg z(t) \rightarrow 0$ монотонно стремится к нулю при $t \rightarrow 1$.

Для произвольных действительных чисел α и q , $0 < \alpha < \infty$, $q \geq 0$ и произвольной точки $\zeta = e^{i\theta} \in \Gamma$, назовем правым q -путем $L_q^+(\zeta, \alpha)$ в точке $\zeta = e^{i\theta}$ всякий правый путь $L^+(\zeta) : z = z(t)$, $0 \leq t < 1$, оканчивающийся в точке ζ , для которого $\lim_{t \rightarrow 1} \frac{1 - |z(t)|}{|\arg z(t) - \theta|^{q+1}} = \alpha$.

Обозначим через $L_q^-(\zeta, \alpha)$, $0 < \alpha < \infty$, $q \geq 0$ и назовем левым q -путем в точке ζ образ правого q -путем $L_q^+(\zeta, \alpha)$ при симметрии относительно радиуса $h(\zeta, 0)$ круга D в точке ζ . Объединение правых и левых q -путей $L_q^+(\zeta, \alpha)$ и $L_q^-(\zeta, \alpha)$, оканчивающихся в точке $\zeta \in \Gamma$, назовем q -путем в точке ζ и обозначим через $L_q(\zeta, \alpha)$.

Для произвольных α, β, q , $0 < \alpha < \beta < \infty$, $q \geq 0$ и произвольной точки $\zeta = e^{i\theta}$ назовем правым q -углом с вершиной в точке $\zeta = e^{i\theta}$ и обозначим через $\Delta_q^+(\zeta, \alpha, \beta, \delta)$ подобласть круга D , ограниченную правыми q -путями $L_q^+(\zeta, \alpha)$, $L_q^+(\zeta, \beta)$, оканчивающимися в точке $\zeta = e^{i\theta}$ и окружностью $|z - \zeta| = \delta$, $0 < \delta < \frac{1}{2}$, где δ достаточно малое положительное число.

Обозначим через $\Delta_q^-(\zeta, \alpha, \beta, \delta)$ и назовем левым q -углом с вершиной в точке $\zeta \in \Gamma$, образ правого q -угла $\Delta_q^+(\zeta, \alpha, \beta, \delta)$ с той же вершиной при симметрии относительно радиуса $h(\zeta, 0)$. Объединение правого и левого q -угла $\Delta_q^+(\zeta, \alpha, \beta, \delta)$, $\Delta_q^-(\zeta, \alpha, \beta, \delta)$ назовем q -углом с вершиной в точке ζ и обозначим через $\Delta_q(\zeta, \alpha, \beta, \delta)$ или просто $\Delta_q(\zeta)$, если нас не интересуют размеры этого угла.

3. Пусть $f : D \rightarrow \Omega$ — произвольная комплекснозначная функция и S — любое подмножество круга D , имеющее предельную точку ζ на окружности Γ . Обозначим через $C(f, \zeta, S)$ совокупность всех значений $w \in \Omega$, для которых в S можно выбрать такие последовательности точек $\{z_n^{(w)}\}$, что $\lim_{n \rightarrow \infty} z_n^{(w)} = \zeta$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} f(z_n^{(w)}) = w$. Множество $C(f, \zeta, S)$ называется предельным множеством функции f в точке ζ по множеству S .

Пусть A — произвольное множество неотрицательных чисел. Точку $\zeta \in \Gamma$ отнесем к множеству $J_A(f)$ и назовем обобщенной точкой Жюлиа, если в каждом q -углу $\Delta_q(\zeta)$, $q \in A$ с вершиной в точке ζ функция $f(z)$ принимает бесконечно часто каждое значение $w \in \Omega$, кроме, быть может, двух значений. Точку $\zeta \in \Gamma$ отнесем к множеству $I_A^*(f)$, если для любого q -пути $L_q(\zeta, \alpha)$, $0 < \alpha < \infty$, $q \in A$ в точке ζ имеем $C(f, \zeta, L_q(\zeta, \alpha)) = \Omega$ и ни один q -путь $L_q(\zeta, \alpha)$ не содержит ни одной P -последовательности для функции $f(z)$.

Комплекснозначную функцию $f(z)$ называют нормальной функцией в круге D , если нормально в смысле Монтеля семейство $\{f(S(z))\}$, где $S(z)$ — дробно-линейное отображение круга D на себя.

Жорданову кривую L_ζ , лежащую в круге D и оканчивающуюся в точке $\zeta \in \Gamma$, называют линией Жюлиа для функции $f(z)$, $f; D \rightarrow \Omega$, если при любом $\epsilon > 0$ в $\bigcup_{a \in L_\zeta} D(a, \epsilon)$ функция $f(z)$ принимает бес-

конечно часто каждое значение из сферы Римана Ω , кроме, быть может, двух значений.

Справедлива следующая лемма.

Лемма. Пусть $f(z)$ — произвольная нормальная эквиморфная функция в круге D и L_ζ — произвольная жорданова кривая, лежащая в D и оканчивающаяся в точке $\zeta \in \Gamma$. Для того, чтобы L_ζ была линией Жюлиа функции $f(z)$, необходимо и достаточно, чтобы $C(f, \zeta, L_\zeta) = \Omega$.

В случае нормальной мероморфной функции $f(z)$ этот результат был установлен в работе [6].

С помощью этой леммы доказывается следующая теорема.

Теорема 1. Для произвольной нормальной эквиморфной в круге D функции $f(z)$ и для произвольного счетного и ограниченного множества A неотрицательных чисел справедливы разложения:

$$\Gamma = J_A(f) \cup E, I_A(f) = I_A^*(f),$$

где E — множество 1 категории (по Бэру) на Γ .

Замечание. В случае $A = \{0\}$ и $f(z)$ — мероморфная функция, теорема 1 была доказана в работе [6] (см. [6], теорема 2).

Справедлива следующая теорема.

Теорема 2. Для произвольной эквиморфной в круге D функции $f(z)$ и для произвольного счетного множества неотрицательных чисел, множество $J_A(f)$ имеет тип G_δ на Γ .

Автор признателен В. Г. Гаврилову за обсуждение статьи и ценные замечания.

Литература

1. Мехия Х. Э. — Докл. АН СССР, т. 265, 1979, № 1.
2. Lehto O., Virtanen K. I. — Berlin—Heidelberg—New York: Springer Verlag, 1973.
3. Vaisala J. — Acad. Scient. Fenn. Ser. A, 266, 1959.
4. Гаврилов В. И. — Матем. сб., 1965, т. 67, 109, № 3.
5. Гаврилова В. И. — Матем. сб., 1966, т. 71, 113, № 3.
6. Гаврилов В. И. — Вест. МГУ, серия матем. механ., 1976, № 4.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Поступило 28. IX 1983

М. М. Мирзоян

НОРМАЛ ЕКВИМОРФ ФУНКЦИЈАНЫН ГИЈМЭТЛЭРИНИН БӨЛҮНМЭСИ

Мэгалэдэ ваһид D даирэсиндэ нормал эквиморф функцијалар нэзэрдэн кечириллр. Хүсуси һалда ашағыдакы тэклифин доғрулуғу көстэриллр:

D даирэсиндэ ихтијари нормал эквиморф $f(z)$ функцијасы, $f : D \rightarrow \Omega$ нэ мәнфи олмајан ихтијари һесаби мәнһауд A чоһлуғу үчүн ашағыдакы ажрылыш доғрудур.

$$\Gamma = J_A(f) \cup E, J_A(f) = I_A^*(f)$$

$J_A(f)$ — Жүлини үмумиләшмиш нөгтәләр чоһлуғу оһанда, $I_A^*(f)$ — Плесснер нөгтәләри чоһлуғунун алт чоһлуғу, E, Γ — дэ биринчи категоријалы чоһлуғдур.

М. М. Mirzoyan

VALUES DISTRIBUTION OF NORMAL EQUIMORPHIC FUNCTION

The main result of the paper states that the set of tangential Plessner points coincides with the set of tangential Julia points for a normal equimorphic function of first category in the sense of Noshiro.

Акад. Ф. Г. МАКСУДОВ, Р. Ю. АМЕНЗАДЕ, А. И. АЛИЗАДЕ

ОБ ОДНОМ ДИНАМИЧЕСКОМ ВАРИАЦИОННОМ МЕТОДЕ ТЕОРИИ НЕОДНОРОДНЫХ ПО ТОЛЩИНЕ АНИЗОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК

Неоднородные по толщине оболочки, являясь элементами многих ответственных конструкций, могут подвергаться различного рода динамическим воздействиям. Весьма важно в этой связи создание приближенных, в частности, вариационных методов расчета.

Предметом данной работы является формулировка динамического вариационного принципа для расчета неоднородных по толщине тонкостенных анизотропных нелинейной-упругих оболочек с учетом гипотезы Кирхгофа-Лива. В дальнейшем, где это не будет специально оговорено, будем использовать общепринятые обозначения [1, 2].

1. Оболочечный вариационный принцип получим из трехмерной динамической задачи неоднородной теории упругости [3]. При рассмотрении любого анизотропного закона нелинейной теории упругости соотношения между скоростями напряжений и деформаций являются линейными, что обусловлено независимостью неходного закона от скорости напряжений и деформаций. Отметим, что под скоростью понимается деформирование по некоторому параметру нагружения.

Рассмотрим процесс движения неоднородной анизотропной среды объема V , ограниченного некоторой поверхностью G на отрезке времени t_0, t_1 . В нашем случае он описывается задачей

$$\nabla_l [\sigma^{ll} (\delta_j^k + \nabla_j u^k)] = \rho \frac{\partial^2 u^k}{\partial t^2}, \quad \forall p \in V \quad (1,1)$$

$$\dot{\varepsilon}_{ij}^{\Phi} = A_{ijkl} \dot{\sigma}^{kl}; \quad \varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} (\nabla_i u_j + \nabla_j u_i + \nabla_l u^k \nabla_l u_k) \quad (1,2)$$

$$\bar{T}^k = \sigma^{ll} (\delta_j^k + \nabla_j u^k) u_l; \quad \forall p \in S_1 \quad (1,3); \quad u_k = \bar{u}_k, \quad \forall p \in S_2 \quad (1,4)$$

$$u_k(p, t_0) = u_{k0}(p); \quad u_k(p, t_1) = u_{k1}(p), \quad \forall p \in V, \quad (1,5)$$

которую можно сформулировать с помощью вариационной теоремы следующим образом: стационарное значение функционала ($\delta J = 0$)

$$J = \int_{t_0}^{t_1} \int_V \left(\dot{\varepsilon}_{ij} \dot{\sigma}^{ij} + \sigma^{ll} \nabla_l u^k \nabla_l u_k - \frac{1}{2} \dot{\varepsilon}_{ij}^{\Phi} \dot{\sigma}^{ij} - \frac{1}{2} \rho \frac{\partial \dot{u}_l}{\partial t} \frac{\partial \dot{u}_l}{\partial t} \right) dV dt = \\ - \int_{t_0}^{t_1} \int_{S_1} \bar{T}^l \dot{u}_l dS dt - \int_{t_0}^{t_1} \int_{S_2} (\dot{u}_l - \dot{\bar{u}}_l) \bar{T}^l ds dt \quad (1,6)$$

при условиях (1,2), (1,3) и (1,5) приводит к уравнению (1,1) и граничным условиям (1,4). За независимые варьируемые величины при-

нимаются σ^l и u . Доказательство данной теоремы аналогично [3] и поэтому здесь не приводится. Необходимо отметить, что в качестве уравнения Эйлера получены независимо друг от друга уравнения движения в напряжениях и физические соотношения. Этот факт и предопределил возможность применения функционала (1,6) для формулировки динамического вариационного принципа теории неоднородных по толщине оболочек.

2. В случае преобразования функционала (1,6) в оболочечный необходимо принять некоторые допущения, связанные с представлениями теории тонких оболочек. Следуя [2], перемещения произвольных точек оболочки с учетом гипотезы Кирхгофа-Лива запишем в виде

$$\tilde{u}_a = u_a(x^1, x^2, t) - z \nabla_a w(x^1, x^2, t); \quad \tilde{u}_3 = w, \quad (2,1)$$

где u_a и w — перемещения точек срединной поверхности соответственно вдоль координатных линий x^1, x^2 и нормали. Здесь и далее будем считать, что греческие индексы принимают значения 1 и 2, а ∇_a — двумерный оператор ковариантного дифференцирования. Знак \sim соответствует величинам, относящимся к любой эквидистантной поверхности. С учетом (2,1) компоненты тензора деформации представим в виде

$$\tilde{\varepsilon}_{a\beta} = \varepsilon_{a\beta} + z \varepsilon_{a\beta}^z = \frac{1}{2} (\nabla_a u_\beta + \nabla_\beta u_a - 2b_{a\beta} W + \nabla_a W \nabla_\beta W) - z \nabla_a \nabla_\beta W \quad (2,2)$$

где $b_{a\beta}$ — коэффициент второй квадратичной формы. Отметим, что приведенное соотношение является наиболее простым в нелинейной теории оболочек. Однако использование более сложных соотношений не приведет к принципиальным трудностям и поэтому не является целью статьи.

В силу тонкостенности, приняв линейный закон распределения напряжений по толщине

$$\sigma^{a\beta} = \frac{1}{2h} N^{a\beta} + \frac{3}{2h^3} z M^{a\beta} \quad (2,3)$$

первый член функционала после интегрирования по z примет вид

$$\int_{t_0}^{t_1} \int_V \dot{\varepsilon}_{ij} \dot{\sigma}^{ij} dV dt = \int_{t_0}^{t_1} \int_S (N^{a\beta} \dot{\varepsilon}_{a\beta} + M^{a\beta} \dot{\varepsilon}_{a\beta}^z) dS dt \quad (2,4)$$

Преобразование второго члена аналогично и поэтому здесь не приводится. Для записи третьего (физического) члена функционала остановимся на рассмотрении "жестко-неоднородной" оболочки. Под ней будем подразумевать такую упругую оболочку, для которой можно принять силовые гипотезы Кирхгофа-Лива. Тогда для рассматриваемой модели оболочки

$$- \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} \int_V A_{ijkl}(p) \dot{\sigma}^{ij} \dot{\sigma}^{kl} dV dt = - \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} \int_S A_{a\beta\gamma\delta}^{(0)}(S) \dot{N}^{a\beta} \dot{N}^{\gamma\delta} + \\ + A_{a\beta\gamma\delta}^{(1)}(S) \dot{N}^{a\beta} \dot{M}^{\gamma\delta} + A_{a\beta\gamma\delta}^{(2)}(S) \dot{M}^{a\beta} \dot{M}^{\gamma\delta} dS dt \quad (2,5)$$

Здесь для сокращения записи введены следующие обозначения

$$A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(\kappa^*)} (N^{ij}, M^{ij}) = \int_{-h}^h z^\kappa A_{\alpha\beta\gamma\Gamma} (S, z, N^{ij}, M^{ij}) dz; \quad (\kappa = 0, 1, 2) \quad (2,6)$$

$$A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(0)} = \frac{1}{4h^2} A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(0^*)}; \quad A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(1)} = \frac{3}{2h^4} A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(1^*)}; \quad A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(2)} = \frac{9}{4h^6} A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(2^*)}$$

Назовем $A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(\kappa^*)}$ приведенными по толщине коэффициентами линейности κ -го порядка. Используя соотношения (2,1), четвертому члену функционала придадим вид

$$\frac{1}{2} \int_{t_0}^1 \int_V \rho(p) \frac{\partial \dot{u}_i}{\partial t} \frac{\partial \dot{u}^i}{\partial t} dV dt = -\frac{1}{2} \int_{t_0}^1 \int_S \left\{ \rho_0(S) \left[\frac{\partial \dot{u}_\alpha}{\partial t} \frac{\partial \dot{u}^\alpha}{\partial t} + \left(\frac{\partial w}{\partial t} \right)^2 \right] - 2\rho_1(S) \frac{\partial \dot{u}^\alpha}{\partial t} \nabla_\alpha \frac{\partial \dot{w}}{\partial t} + \rho_2(S) \nabla_\alpha \frac{\partial \dot{w}}{\partial t} \times \nabla^\alpha \frac{\partial \dot{w}}{\partial t} \right\} dS dt, \quad (2,7)$$

где $\rho_\kappa(S)$ определяется выражением

$$\rho_\kappa(S) = \int_{-h}^h z^\kappa \rho(S, z) \quad (\kappa = 0, 1, 2) \quad (2,8)$$

Преобразование поверхностных интегралов в контурные не зависит от неоднородности и аналогично, например, [4]. Отметим, что поверхностные силы в нелинейной теории оболочек выписываются с учетом равенств (1,3) и (2,2), Они имеют вид

$$\tilde{T}^\alpha = \frac{1}{2h} T^\alpha + z \frac{3}{2h^3} M^\alpha; \quad T^\alpha = N^{\alpha\beta} n_\beta; \quad M^\alpha = M^{\alpha\beta} n_\beta$$

$$\frac{1}{2h} T^\alpha = (-\nabla_\beta M^{\alpha\beta} + N^{\alpha\beta} \nabla_\beta w) \cdot n_\alpha$$

Тогда поверхностный характерный интеграл имеет вид

$$\int_{t_0}^1 \int_{S_T} \tilde{T}^i \tilde{u}_i dS dt = \int_{t_0}^1 \int_{L_X} \int_{-h}^h \left[\left(\frac{1}{2h} T^\alpha + z \frac{3}{2h^3} M^\alpha \right) (u_\alpha - z \nabla_\alpha w) + \frac{T^\alpha}{2h} w \right] dl dz dt = \int_{t_0}^1 \int_{L_T} [T^\alpha u_\alpha - M^\alpha \nabla_\alpha w + T^\alpha w] dl dt \quad (2,9)$$

Тогда оболочечный функционал окончательно запишем в следующей форме

$$J = \int_{t_0}^1 \int_S \left\{ \dot{N}^{\alpha\beta} \dot{\epsilon}_{\alpha\beta} + \dot{M}_{\alpha\beta} \dot{\kappa}_{\alpha\beta} + \frac{1}{2} N^{\alpha\beta} \nabla_\alpha \dot{w} \nabla_\beta \dot{w} - \frac{1}{2} [A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(0)} \times \dot{N}^{\alpha\beta} \dot{N}^{\gamma\Gamma} + A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(1)} \dot{N}^{\alpha\beta} \dot{M}^{\gamma\Gamma} + A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(2)} \dot{M}^{\alpha\beta} \dot{M}^{\gamma\Gamma}] - \frac{1}{2} \left[\rho_0 \times \left[\frac{\partial \dot{u}_\alpha}{\partial t} \frac{\partial \dot{u}^\alpha}{\partial t} + \left(\frac{\partial w}{\partial t} \right)^2 \right] - 2\rho_1 \frac{\partial \dot{u}^\alpha}{\partial t} \nabla_\alpha \frac{\partial w}{\partial t} + \rho_2 \nabla_\alpha \frac{\partial w}{\partial t} \nabla^\alpha \frac{\partial w}{\partial t} \right] \right\} dS dt - \int_{t_0}^1 \int_{L_1} (\tilde{T}^\alpha \dot{u}_\alpha + \tilde{M}^\alpha \nabla_\alpha \dot{w} + \tilde{T}^\alpha \dot{w}) dl dt - \int_{t_0}^1 \int_{L_1} [(\dot{u}_\alpha - \tilde{u}_\alpha) \tilde{T}^\alpha +$$

$$+ (\dot{w} - \tilde{w}) \tilde{T}^\alpha + M^\alpha (\nabla_\alpha \dot{w} - \nabla_\alpha \tilde{w})] dl dt \quad (2,10)$$

независимыми варьируемыми величинами в котором являются $N^{\alpha\beta}$, $M^{\alpha\beta}$, \dot{u}_α и \dot{w} .

3. Очевидно, что уравнениями Эйлера функционала (2,10) являются уравнения движения, физические соотношения и граничные условия неоднородной по толщине анизотропной оболочки, которые имеют вид

$$\left[-\nabla_\beta N^{\alpha\beta} + \rho_0 \frac{\partial^2 u^\alpha}{\partial t^2} - \rho_1 g^{\alpha\beta} \nabla_\beta \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \right] = 0 \quad (3,1)$$

$$\left[-b_{\alpha\beta} N^{\alpha\beta} - \nabla_\beta (N^{\alpha\beta} \nabla_\alpha w) - \nabla_\alpha \nabla_\beta M^{\alpha\beta} + \rho_0 \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \nabla_\alpha \left(\rho_1 \frac{\partial^2 u^\alpha}{\partial t^2} \right) - \nabla^\alpha \rho_2 \nabla_\alpha \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \right] = 0 \quad (3,2)$$

$$\dot{\epsilon}_{\alpha\beta} = A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(0)} \dot{N}^{\gamma\Gamma} + \frac{1}{2} A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(1)} \dot{M}^{\gamma\Gamma}; \quad \kappa_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(1)} \dot{N}^{\gamma\Gamma} + A_{\alpha\beta\gamma\Gamma}^{(2)} \dot{M}^{\gamma\Gamma} \quad (3,3)$$

$$\tilde{T}^\alpha = T^\alpha; \quad \tilde{M}^\alpha = M^\alpha; \quad \tilde{T}^\alpha = T^\alpha; \quad \forall l \in L_1 \quad (3,4)$$

$$\tilde{w} = \dot{w}; \quad \tilde{u}_\alpha = \dot{u}_\alpha; \quad \nabla_\alpha \tilde{w} = \nabla_\alpha \dot{w}; \quad \forall l \in L_2 \quad (3,5)$$

Полученная система является дифференциальной относительно производных по параметру нагружения. Для решения этой системы поставим начальные условия. Следуя [3], за начальные условия возьмем напряженно-деформированное состояние оболочки в момент начала нагружения и при граничных условиях в этот же момент. Получаемая после интегрирования система описывает движение нелинейно-упругой оболочки при больших прогибах.

Из анализа физических соотношений (3,3) следует, что при неоднородности деформации и кривизны, в отличие от однородного случая, зависят одновременно от усилий и моментов. Вид уравнений движения позволяет сделать вывод, что в рассматриваемом случае они зависят от введенной величины ρ_1 . Отметим, что в случае однородности ($\rho = \text{const}$) присутствует в уравнениях движения с множителем h^3 , и поэтому соответствующими членами следует пренебречь. В общем случае о порядке ρ_2 судить невозможно в силу того, что фигурирует не сама величина, а ее производная. Весьма целесообразно заметить, что в отсутствие ускорений продольных перемещений, в отличие от однородного случая, не представляется возможным ввести функцию напряжений. Случай кусочного включения (в частности, многослойности оболочки) можно моделировать введением функции с интегрируемыми особенностями, что обусловлено осредненностью по толщине механических характеристик. Отметим, что получение уравнений Эйлера в дифференциальной форме позволяет при решении конкретных задач применять эффективные численные методы, что связано с линейностью соотношений между скоростями напряжений и деформации.

Литература

1. Амензаде Ю. А. Теория упругости. — М., 1976. 2. Амензаде Ю. А. Курс общей теории тонких упругих оболочек. — Баку: Маариф, 1982. 3. Амензаде Р. Ю., Асла-нов Г. М. — Докл. АН СССР, 1978, т. 239, № 6.

Институт математики
и механики АН АзССР,
АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 21. IX 1984

Ф. Г. Максудов, Р. Ю. Амензаде, А. Н. Элизадэ

ГАЛЫНЛЫҒЫ БОЈУ ГЕЈРИ-ХӘТТИ АНИЗОТРОП ӨРТҮКЛӘР
НӘЗЭРИЈҖӘСИННИН ДИНАМИК ВАРНАСИЈА ҮСУЛУ ҺАГГЫНДА

Мәғаләдә еластики вә һәндәси гејри-хәтти назик диварла анизотроп лөвһә үчүн Кирххов-Лјав һипотезини нәзәрә алараг динамик варнасија принципини шәрһи ве-риллр.

Өртүјүн варнасија принципи назикдиварлы лөвһәләр нәзәријҖәсинни бәзи фәрзиј-ләринә әсаһанараг гејри-хәтти еластиклик нәзәријҖәсинни үчөлчүлү динамик мәсә-ләләринә әсәһән чыхарылыр.

F. G. Maksudov, R. Yu. Amenzade, A. N. Alizade

ABOUT ONE DYNAMIC VARIATION METHOD OF THE THEORY OF
DIFFERENT FROM THE THICKNESS POINT OF VIEW ANIZOTRON CASINGS

The chief object of the article is the definition of dynamic variation principle for calculating thin-walled anizotron non-linear flexible casings with different thick-ness taking into account Kirchhoff—Lyav supposition and geometry non-linear principle. Casing variation principle comes from 3-sized dynamic assignment of different kind flexibility theory by means of introducing allowances linked with the conceptions of the thin casing theory.

Г. Г. КУЛИЕВ

К ТЕОРИИ УСТОЙЧИВОСТИ НЕСЖИМАЕМЫХ ТЕЛ
ПРИ РАВНОМЕРНОМ БОКОВОМ ДАВЛЕНИИ

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

Исследуется устойчивость положения упругого равновесия одно-связных изотропных несжимаемых тел, которые помещены без трения между абсолютно жесткими стенками, когда расстояние между послед-ним не изменяется. На одной из боковых поверхностей приложено рав-номерное давление в виде «мертвой», а на другой — «следящей» нагруз-ки. За счет неизменяемости расстояния между стенками при боковом сжатии появляется осевая сжимающая сила, которая может стать при-чиной неустойчивости [1]. Исследование выполняется в общей форме для всех вариантов трехмерной линеаризованной теории упругой устой-чивости при конечных и малых докритических деформациях. Аналогич-ные задачи, когда на боковых поверхностях тела заданы или «мертвые» или «следящие» нагрузки, рассмотрены ранее [1—4].

Рассмотрим задачу об устойчивости полосы ($0 \leq x_1 \leq l$; $-h \leq x_2 \leq h$), которая при $x_1 = 0$; l соприкасается без трения с абсолютно жесткими стенками, когда расстояние между ними не изменяется. К боковой поверхности $x_2 = h$ приложено равномерное давление в виде «мертвой» нагрузки, а к боковой поверхности $x_2 = -h$ — «следящей». Исследуется случай плоской деформации в плоскости x_1, x_2 . Предполагается, что интенсивности «мертвой» и «следящей» нагрузок в докритическом состоянии равны, т.е. в полосе реализуется всесто-роннее равномерное сжатие. При этом компоненты тензора напряже-ний и вектора перемещений в докритическом состоянии для теории конечных и малых деформаций являются такими же, как [1,4].

Основные уравнения и граничные условия задачи в рамках ли-неаризованной теории можно представить, исходя из [4], в виде

$$\lambda_0 u_{\alpha,\alpha} + \mu_0 (u_{\alpha,1\alpha} + u_{1,\alpha\alpha}) + p_{,1} = 0, \quad (1)$$

$$u_{1,1} = 0, \quad (2)$$

$$\left[(\mu_0 - S_0) \frac{\partial u_2}{\partial x_1} + \mu_0 \frac{\partial u_1}{\partial x_2} \right]_{x_1=h} = 0; \quad \left[(2\mu_0 - S_0) \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + p \right]_{x_1=h} = 0, \quad (3)$$

$$\left[\mu_0 \left(\frac{\partial u_2}{\partial x_1} + \frac{\partial u_1}{\partial x_2} \right) \right]_{x_1=-h} = 0; \quad \left[2\mu_0 \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + p \right]_{x_1=-h} = 0, \quad (4)$$

$$u_1|_{x_1=0;l} = 0; \quad \left[(\mu_0 - S_0) \frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \mu_0 \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right]_{x_1=0;l} = 0. \quad (5)$$

Величины λ_0 , μ_0 и S_0 определяются через упругие потенциалы [4].

Условия (5) понимаются в интегральном смысле, и первое из них обеспечивает выполнение достаточных условий применимости статического метода исследования [4,5]. В связи с этим используем представление общих решений уравнения (1) для общей формы потери устойчивости в виде

$$\begin{aligned} u_1 &= \beta^2 [(A + B + D\beta x_2) \operatorname{sh} \beta x_2 + (C + D + B\beta x_2) \operatorname{ch} \beta x_2] \cos \beta x_1; \\ u_2 &= \beta^2 [(A + D\beta x_2) \operatorname{ch} \beta x_2 + (C + B\beta x_2) \operatorname{sh} \beta x_2] \sin \beta x_1; \\ p &= -2\beta^3 \mu_0 (D \operatorname{ch} \beta x_2 + B \operatorname{sh} \beta x_2) \sin \beta x_1; \quad \beta = \frac{\pi m}{l}. \end{aligned} \quad (6)$$

Подставляя (6) в граничные условия (3) и (4), получаем характеристическое уравнение

$$4\mu_0^2 \beta^{12} (S_0^2 + 4(2\mu_0 - S_0)^2 \alpha^2 - 4(4\mu_0^2 - S_0^2) \operatorname{ch}^2 \alpha \operatorname{sh}^2 \alpha) = 0; \quad \alpha = \beta h. \quad (7)$$

Учитывая, что для несжимаемых тел $\mu_0 > 0$ и для сжатия $S_0 < 0$, из уравнения (7) для теории конечных докритических деформаций (упругие потенциалы: Треолара, Муни, Бартенева—Хазановича) находим критическое значение давления в виде

$$(S_0)_{кр} = -4\mu_0 \min \left\{ \frac{[32\alpha^4 - (\alpha^2 - \operatorname{ch}^2 \alpha \operatorname{sh}^2 \alpha)(1 + \alpha^2 + 4\operatorname{ch}^2 \alpha \operatorname{sh}^2 \alpha)]^{\frac{1}{2}} - 2\alpha^2}{1 + \alpha^2 + 4\operatorname{ch}^2 \alpha \operatorname{sh}^2 \alpha} \right\}. \quad (8)$$

В случае длинноволновой формы потери устойчивости (для тонкостенной полосы) с точностью до α^4 из (8) находим

$$(S_0)_{кр} \approx -2(2\sqrt{3} - 3)P_{эл} \left[1 - \frac{5(2\sqrt{3} - 3)}{6} \alpha^2 \right]; \quad P_{эл} = \frac{4}{3} \alpha^2 \mu_0. \quad (9)$$

где $P_{эл}$ — критическая нагрузка для продольно сжатой полосы, вычисленная с привлечением гипотезы прямых нормалей.

Для второго варианта теории малых докритических деформаций тела с потенциалом, соответствующим линейно-упругому телу, из (7) находим уравнение

$$S_0^2 + 4(2\mu + S_0)^2 \alpha^2 - 4[(\mu + S_0)^2 - S_0^2] \operatorname{ch}^2 \alpha \operatorname{sh}^2 \alpha = 0; \quad (10)$$

$$(S_0)_{1,2} = -4\mu \frac{2(\alpha^2 - 2\operatorname{ch}^2 \alpha \operatorname{sh}^2 \alpha) \mp (4\operatorname{ch}^4 \alpha \operatorname{sh}^4 \alpha + \operatorname{ch}^2 \alpha^2 \operatorname{sh}^2 \alpha - \alpha^2)^{\frac{1}{2}}}{1 + 4\alpha^2 - 12\operatorname{ch}^2 \alpha \operatorname{sh}^2 \alpha}. \quad (11)$$

В случае длинноволновой формы потери устойчивости (для тонкостенной полосы), раскладывая (11) в ряд по α , с точностью до α^4 , находим

$$(S_0)_{кр} \approx -2(2\sqrt{3} - 3)P_{эл} \left(1 - \frac{14 - 4\sqrt{3}}{3} \alpha^2 \right); \quad P_{эл} = \frac{4}{3} \alpha^2 \mu.$$

Выводы

В случае несжимаемой полосы, которая помещена без трения между двумя абсолютно жесткими стенками, когда расстояние между ними не изменяется и к боковой поверхности $x_2 = h$ приложено давление в виде „мертвой“ нагрузки, а к боковой поверхности $x_2 = -h$

„следящей“, состояние равновесия является неустойчивым. Величина критической нагрузки для тонкостенной полосы составляет 82% от величины критической нагрузки при осевом сжатии, т.е. потеря устойчивости происходит раньше, чем осевая нагрузка (за счет эффекта Пуассона) достигнет значения эйлеровой силы при осевом сжатии. В работе [1] показано, что при задании на поверхностях $x_2 = \pm h$ „мертвых“ нагрузок величина критической нагрузки составляет 50% от величины критической нагрузки при осевом сжатии. Следовательно, задание на одной из боковых поверхностей полосы „следящей“ нагрузки при равномерном боковом сжатии стабилизирует положение упругого равновесия.

Литература

1. Гузь А. Н. — Прикл. механика, 1977, 13, № 11, с. 121 — 124.
2. Гузь А. Н., Навоян А. В. — Изв. АН Арм. ССР. Механика 1978, № 5, с. 63 — 70.
3. Гузь А. Н., Навоян А. В. — Изв. АН Арм. ССР. Механика, 1979, № 1, с. 62 — 72.
4. Гузь А. Н. Устойчивость упругих тел при всестороннем сжатии. — Киев: Наукова думка, 1979. — 144 с.
5. Гузь А. Н. — Докл. АН УССР, сер. А, 1977, № 10, с. 901 — 905.

Институт математики и механики
АН АзССР

Поступило 25 X 1983

h. h. Гулиев

ЛАНДАН МҮНТЭЗЭМ ТЭЭЖИГ ЗАМАНЫ СЫХЫЛМАЖАН ЧИСИМЛЭРИН ДАЖАНЫГЛЫГ НЭЭЭРИЛЖЭСИ

Мөгалэдэ араларындакы мөсафэ дэјишмэжэн мүтлэг бэрк диварлар арасында сүртүнмөсиз жерлөшдирилмиш биррабитэли сыхылмажан чисимлэрин эластик таразлыг вэзижэтинин дажаныглыгы тэдгиг олуишудур. Тээжиг жаи сэтхлэрдэн биринэ «өлү» жүк, о бири жаи сэтхэ исе «излэжэн» жүк шэклиндэ тэсир едир. Тэдгигат үчөлчүлү хэтти-лэшдирилмиш нэээрижэнин бүтүн вариантлары үчүн критик хала гэдэрки бөжүк вэ кичик деформасиалары нэээрэ алмагла үмуми шэкилдэ жеринэ жетирилмишдир. Конкрет оларат золаг үчүн мөсэлэ нэээрдэн кечирилмиш вэ көстөрилмишдир ки, бу халда таразлыг вэзижэти гејри-дажаныглыдыр. Назикдиварлы золагда дажаныглыгы итмэси ох бојунча тэсир едэн критик жүкүн Ејлер гүввэсинин гијмэтинэ чатмасындан эввэл баш верир.

О. G. Kuliev

ON THE THEORY OF STABILITY OF INCOMPRESSIBLE BODIES UNDER UNIFORM LATERAL PRESSURE

The stability of the elastic equilibrium position of the isotropic incompressible bodies, which are put within rigid walls, is investigated. One of the lateral surface of the body is subjected to the „dead“ pressure, but the other surface is under the „following“ load.

The investigation is carried out for the general case of the free-dimensional linearized theory of the elastic stability for both finite and small subcritical strains.

The problem for the strips is considered in detail, and it is shown that in this case the equilibrium position is an unstable one. For the thin-walled strips the loss of the stability comes before the axial load obtains the Eulerian value in the axial compressing.

М. М. АББАСЗАДЕ

ОБ ОДНОЙ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНА

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

Рассматривается динамическая задача со стохастикой, которая возникает при проектировании строительства водохранилища в аридной зоне. Для простоты изложения здесь рассматривается только одно водохранилище, поэтому последующая схема декомпозиции имеет принципиальный характер для общего случая многих водохранилищ. Исходная постановка имеет вид:

$$\begin{aligned} \gamma^{\text{opt}} &= \max_{A_t^t, B_t^t} \gamma, \\ \tau &= 0 \dots T-1, \quad t = 0 \dots \tau-1, \\ \gamma &= P(y_n^t(q_{n,1}^t, \dots, q_{n,T-1}^t) \geq \alpha_n^t \forall n, t), \quad n \in N, \\ C(W^{\text{max}}) + C_n S_n &\leq \beta \\ W_{\tau+1}^t &\leq W_{\tau}^t + r_{\tau}^t - B_{\tau}^t - A_{\tau}^t, \\ 0 &\leq W_{\tau}^t \leq W^{\text{max}}, \quad -W \leq W^{\text{max}} \leq W^+, \\ \sum_n q_{n,\tau}^t &\leq A_{\tau}^t, \\ r_{\text{min}}^t &\leq r_{\tau}^t \leq r_{\text{max}}^t. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь W_t^t — переменный объем водохранилища в момент τ в год t , величина W^{max} — рассматривается как параметр модели: $-W, W^+$ — пределы изменения параметра. r_{τ}^t — приток воды, случайная величина с известным законом распределения. B_{τ}^t — пуск из водохранилища A_{τ}^t — ирригационные отъемы. $C(W^{\text{max}})$ — капиталовложения в строительство водохранилища объема W^{max} , $C_n S_n$ — капиталовложения на освоение новых земель площадью S_n . β — фонд возможных затрат. γ — вероятность обеспечения продовольственной программой α_n^t для любой культуры n , где $n \in N$. y_n^t — урожай культуры типа n в год t . $q_{n,\tau}^t$ — режим полива (управляемый параметр модели) для культуры n в год t в момент времени τ . Проведение расчетов (оптимизационных или имитационных) для указанной модели затруднительно как в смысле размерности задачи, так и в смысле сложности организации вычислительного процесса. Поэтому предлагаются две схемы декомпозиции задачи на задачи: а) оптимизационную сельскохозяйственную модель и б) водохозяйственную задачу регулирования объемами водохранилища. Каждая из перечисленных схем декомпозиции соответствует оценке сверху и снизу оптимального решения исходной задачи (1).

Первая схема декомпозиции (миноранта):

Задача I этапа. Пусть r_{τ}^t — некий фиксированный приток, обозначим $\bar{\lambda}_{\tau,t}$ — некоторые коэффициенты свертки для множества Парето по $q_{n,\tau}^t, \sum_{t,\tau} \lambda_{\tau,t} \sum_n q_{n,\tau}^t = \bar{q}$. Тогда задача I этапа (задача нелинейного программирования) формируется следующим образом: $q^* = \min_{q_{n,\tau}^t} \bar{q}$,

$$\begin{aligned} C(W^{\text{max}}) + C_n S_n &\leq \beta, \\ y_n^t(q_{n,1}^t, \dots, q_{n,T-1}^t) &\geq \alpha_n^t, \quad \forall n, n \in N, \\ W_{\tau+1}^t &= W_{\tau}^t + r_{\tau}^t - B_{\tau}^t - A_{\tau}^t, \\ 0 &\leq W_{\tau}^t \leq W^{\text{max}}, \quad -W \leq W^{\text{max}} \leq W^+, \\ \sum_n q_{n,\tau}^t &\leq A_{\tau}^t. \end{aligned} \quad (2)$$

Получив решение данной задачи нелинейного программирования в виде $\bar{q}_{n,\tau}^t, \forall \tau, t, \forall n, n \in N$, мы переходим ко второму этапу — регулированию объемами водохранилища при случайной реализации притока r_{τ}^t .

Задача II этапа. $\gamma_{\text{minor}} = \max_{A_{\tau}^t, B_{\tau}^t} \gamma$,

$$\begin{aligned} \gamma &= P\left(A_{\tau}^t \geq \sum_n \bar{q}_{n,\tau}^t \forall \tau, t\right), \\ W_{\tau+1}^t &= W_{\tau}^t + r_{\tau}^t - A_{\tau}^t - B_{\tau}^t, \\ 0 &\leq W_{\tau}^t \leq W^{\text{max}}, \quad -W \leq W^{\text{max}} \leq W^+. \end{aligned} \quad (3)$$

Вторая схема декомпозиции исходной задачи (1) — мажоранта. Формулировка задачи I этапа мажоранты совпадает с формулировкой задачи I этапа миноранты, за исключением предположения о фиксированном притоке r_{τ}^t . В мажоранте мы исследуем задачу I этапа, в предположении, что приток равняется $\max_{t,\tau} r_{\tau}^t$ (для $\forall \tau, t$).

Поэтому в постановке (2) меняется один член в управлении балансе воды в водохранилище, и оно приобретает вид:

$$W_{\tau+1}^t = W_{\tau}^t + r_{\text{max}} - A_{\tau}^t - B_{\tau}^t. \quad (4)$$

Решение задачи I этапа мажоранты дает нам $\bar{q}_{n,\tau}^t$ — поливной режим культуры номера $n, \forall n \in N$.

Задача II этапа мажоранты.

Здесь мы решаем водохозяйственную задачу таким образом, чтобы удовлетворить (суммарно во времени) ирригационные запросы

$$\gamma^{\text{major}} = \max_{A_{\tau}^t, B_{\tau}^t} \gamma,$$

$$\begin{aligned} \gamma &= P\left(\sum_{\tau,t} \lambda_{\tau,t} A_{\tau}^t \geq \sum_{t,\tau} \lambda_{\tau,t} \sum_n \bar{q}_{n,\tau}^t\right), \\ W_{\tau+1}^t &= W_{\tau}^t + r_{\tau}^t - B_{\tau}^t - A_{\tau}^t, \\ 0 &\leq W_{\tau}^t \leq W^{\text{max}}, \quad -W \leq W^{\text{max}} \leq W^+. \end{aligned} \quad (5)$$

Для задач второго этапа миноранты и мажоранты справедливы простые схемы решения, а именно удовлетворение запросов в виде, до тех пор, пока существует физическая возможность. В работе доказано, что

$$\tau_{\text{minor}} \leq \mu^{\text{opt}} \leq \tau^{\text{major}}$$

Это следует из того, что решение миноранты — допустимая точка для исходной задачи, а множество допустимости в мажоранте шире, чем в исходной задаче:

Оставив прежнюю модель объекта, рассмотрим задачу (1) с новой целевой функцией $F = MZ$, где Z — переменная такая, что

$$Z = \begin{cases} 1, & \text{если } y_n^t(q_{n,1}, \dots, q_{n,t-1}) \geq \alpha_n \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

здесь α_n — по-прежнему производственная программа для n -ой культуры.

Задача имеет вид:

$$\begin{aligned} F^{\text{opt}} &= \sup_{Q \in \mathcal{Q}} E, \\ W_{\tau+1}^t &= W_{\tau}^t + r_{\tau}^t - u_{\tau}^t, \\ W_0^0 &= W_b, W_{\tau-1}^{\tau-1} = W_0^0, W^{\text{min}} \leq W_{\tau}^t \leq W^{\text{max}}, \\ G(W^{\text{max}}) + C_d S_d &\leq \beta, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\sum_n q_{n,\tau} \leq u_{\tau}^t,$$

Будем теперь считать, что приток воды в водохранилище r_{τ}^t — случайная величина, описываемая простым марковским процессом с переходной функцией $F_{\tau+1}(r_{\tau+1}/r_{\tau}) = P(\xi_{\tau+1} \leq r_{\tau+1}/\xi_{\tau} = r_{\tau})$.

Здесь $\xi_{\tau+1}$ и ξ_{τ} — реализации притока для периодов $\tau+1$ и τ . Переходная функция не зависит от номера года t . Выбор простого марковского процесса обусловлен удобством машинной реализации возникающих задач. Еще удобнее брать независимые случайные величины, но в этом случае модель процесса, очевидно, не адекватна физическому процессу. Если брать глубину памяти большую, чем 1, то теоретическая схема решения задач остается той же, однако растет размерность. Кроме того выборка, на которой строится процесс, обычно бывает слишком мала для того, чтобы идентифицировать параметры для столь сложных процессом. Мы считаем, что задана безусловная функция распределения $F^0(r)$ для притока r_0^0 . Будем обозначать: R_{τ}^t — вектор $(r_0^0, r_1^0, \dots, r_0^t, r_{\tau}^t)$. \mathcal{Q} — пространство состояний векторной случайной величины $R = R_{\tau-1}^{\tau-1}$ с мерой, порожденной указанным марковским процессом. Через u_{τ}^t мы обозначили управление, равное сумме попуска из водохранилища и отъему воды на нужды орошения, через Q_{τ}^t — вектор управлений $(u_0^0, u_1^0, \dots, u_0^t, \dots, u_{\tau}^t)$. $Q^{\text{def}} = Q_{\tau-1}^{\tau-1}$. По-прежнему, динамика воды в водохранилище описывается уравнениями $W_{\tau+1}^t = W_{\tau}^t + r_{\tau}^t - u_{\tau}^t$, кроме того заданы начальные и конечные значения $W_0^0 = W_b$ и $W_{\tau-1}^{\tau-1} = W_0^0 = W_b$, $W^{\text{min}} \leq W_{\tau}^t \leq W^{\text{max}} \forall t, \tau$. Декомпозицию задачи (6) мы производим по изложен-

ным схемам миноранта и мажоранта. В задаче I этапа миноранты и мажоранты мы строим.

$$q_{n,\tau} \sum_n q_{n,\tau} = \bar{q}.$$

Задача I этапа

$$\begin{aligned} q^* &= \min_{q_{n,\tau}} \bar{q}, \\ G(W^{\text{max}}) + C_d S_d &\leq \beta, \\ y_n^t(q_{n,1}, \dots, q_{n,\tau}, \dots, q_{n,t-1}) &\geq \alpha_n, \quad \forall n, n \in N, \\ W_{\tau+1}^t &= W_{\tau}^t + r_{\tau}^t - u_{\tau}^t, \\ \sum_n q_{n,\tau} &\leq u_{\tau}^t. \end{aligned} \quad (7)$$

В миноранте r_{τ}^t — некий фиксированный приток, а в мажоранте $r_{\text{max}} = \max_{\tau,t} r_{\tau}^t$. Получив решение задачи I этапа — $\bar{q}_{n,\tau}$ мы переходим ко II этапу.

Задача II этапа миноранты. Будем рассматривать управления в классе измеримых функций $u_{\tau}^t(W_{\tau}^t, r_{\tau}^t, Q_{\tau-1}^t)$. Множество таких допустимых (не нарушающих ограничения модели) вектор-функций \tilde{Q} будем обозначать σ . Введем следующие функции на траекториях Q :

$$\chi_t = \begin{cases} 1, & \text{если } u_{\tau}^t \geq q_{\tau}, \quad \forall \tau = 0, \dots, \tau-1 \\ 0, & \text{в обратном случае} \end{cases}$$

здесь $q_{\tau} = \sum_n \bar{q}_{n,\tau}$ — константы, задающие режим пропусков и отъемов

из водохранилища. Пусть $\chi = \sum_{t=0}^{\tau-1} \chi_t$ требуется найти

$$\sup_{Q \in \sigma} M \chi = F_{\text{minor}}. \quad (8)$$

Решение задачи (8). Введем булеву переменную Δ_{τ}^t .

$$\Delta_{\tau}^t = \begin{cases} 1, & \text{если } u_{\tau}^t \geq q_{\tau}, \quad \forall \tau' < \tau \\ 0, & \text{в обратном случае.} \end{cases}$$

Очевидно, что Δ_{τ}^t является функцией $Q_{\tau-1}^t$. Для произвольных t, τ рассмотрим пространство состояний $(W_{\tau}^t, \Delta_{\tau}^t)$. Пара QR однозначно определяет траекторию в пространстве состояний $(W_{\tau}^t, \Delta_{\tau}^t)$. Причем, следующее состояние определяется только предшествующим ему состоянием и предшествующими значениями u и r :

$$W_{\tau}^t = W_{\tau-1}^t + r_{\tau-1}^t - u_{\tau-1}^t,$$

$$\Delta_0^t = 1,$$

$$\Delta_{\tau}^t = \begin{cases} 1, & \text{если } \Delta_{\tau-1}^t = 1 \text{ и } u_{\tau-1}^t \geq q_{\tau-1} \\ 0, & \text{в обратном случае.} \end{cases}$$

Величина χ может быть записана как аддитивная по τ функция, а именно как сумма функций каждая из которых зависит от текущего состояния и притока

$$X = \sum_{t=0}^{\tau-1} \sum_{\tau=0}^{\tau-1} \psi_t^i(\Delta_t^i, u_t^i),$$

где $\psi_t^i(\Delta_t^i, u_t^i) = 0 \quad \forall \tau > 0$ и $t=0, \tau=0$

$$\psi_0^i(\Delta_0^i, u_0^i) = \begin{cases} 1, & \text{если } \Delta_{\tau-1}^{i-1} = 1 \text{ и } u_{\tau-1}^{i-1} \geq q_{\tau-1} \\ 0, & \text{в обратном случае.} \end{cases}$$

Следовательно оптимальное решение задачи (8) может быть найдено методом динамического программирования и для произвольных τ, t оптимальное u_t^i является функцией состояния (W_t^i, Δ_t^i) и r_t^i .

Замечание 1. Для реализации на ЭВМ необходимо перейти к дискретной схеме динамического программирования.

Замечание 2. Если бы глубина памяти марковского процесса была большей, чем, 1, то u_t^i пришлось бы выбирать как функцию не только r_t^i , но и нескольких предыдущих r_{t-1}^i .

Задача II этапа мажоранты. Формулировка задачи буквально совпадает с задачей (8) кроме определения X_t ,

$$X_t = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{\tau=0}^{\tau-1} u_t^i \geq \sum_{\tau=0}^{\tau-1} q_t \\ 0, & \text{в обратном случае.} \end{cases} \quad (9)$$

Для решения этой задачи введем агрегированные переменные $v_t = \sum_{\tau=0}^{\tau-1} u_t^i$, далее рассуждаем аналогично задаче (8). В ходе решения задачи (9), мы получаем F^{major} :

$$F^{\text{major}} = \sup_{Q \in \sigma} \sup_{R \in \sigma^2} M X, \text{ где}$$

$X = \sum_{t=1}^{\tau-1} X_t$, а множества σ определяются так же, как в задаче (8).

Для задачи (6) также доказана справедливость утверждения:

$$F_{\text{min}} \leq F^{\text{opt}} \leq F^{\text{major}}$$

Институт кибернетики АН АзССР

Поступило 23. X 1984

М. М. Аббасзаде

РЕКНОУН СУ ТЭСЭРРУФАТЫНЫН БИР СТОХАСТИК МОДЕЛИ ЫАГГЫНДА

Арид зона үчүн су анбары лажиләшдиреркән эмәлә кәлән стохастик динамик мәсәлә нәзәрдән кечирилер. Илкни мәсәләни ашагыдакы мәрһәләләрә парчалајан (декомпозиција) ики принципнал схем тәклиф олуур: оптималлашдырылан кәнд тәсәрруфаты модели вә су анбарынын һәчмини тәнзим едән су тәсәрруфаты мәсәләси.

Бу декомпозиција схемләриндә илкни мәсәләни һәллини һухары вә ашагы гил-мәтләри гурулуур.

II мәрһәләни мәсәләләри үчүн һәр ики декомпозиција схемләриндә онларын динамик програмлашдырма мәсәләләринә кәтирилмәси нәбат едилмишдир.

M. M. Abbaszade

ON A STOCHASTIC MODEL OF WATER SUPPLY OF REGION

In this article a dynamic problem with stochastics, which arises when designing the construction of a water storage in arid zone, is considered. Two schemes of decomposition of problem are suggested: 1) optimizational agricultural model and 2) water supply problem of control of the sizes of water storages. In these schemes upper and lower bounds of optimal solution of the initial problem are formed. For II stage problems it is proved that optimal problems of II solution can be found by the method of dynamic programming.

М. А. ГУЛНЕВ

МНОГОМЕРНЫЕ СЕТКИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ КОНВЕКЦИИ И НАЛИЧИЯ ИСТОЧНИКОВ

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

Как известно, моделирование процессов с учетом конвекции и источников связано с большими трудностями [1, 2, 3]. Наличие конвективного слагаемого в дифференциальном уравнении процесса приводит к тому, что сеточное сопротивление для каждого случая приобретает различные друг от друга значения, что практически трудно реализуемо. Другими словами, величина сеточного сопротивления зависит от того, является ли оно левым или правым относительно рассматриваемой узловой точки [4, 5]. Затруднения, связанные с учетом источников, заключаются в основном в том, что не всегда удается моделировать изменение положения источника. При точном аналитическом решении указанных задач возникают серьезные математические трудности. Учет многомерности среды в таких случаях представляет еще большую сложность.

Для моделирования указанных процессов предлагаются многомерные сетки.

Сначала рассмотрим вопросы моделирования плоских задач. При наличии неподвижного источника дифференциальное уравнение процесса имеет вид

$$a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) - \beta \frac{\partial T}{\partial x} + A [\delta(x - x_1, y - y_1)] = \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (1)$$

где a — коэффициент температуропроводности, β — конвективный параметр, $\delta(x)$ — дельта-функция Дирака.

Конечно-разностный аналог уравнения (1) определяется из [4]

$$T_{n+1,m} \frac{2a - \beta \Delta x}{2 \Delta x^2} + T_{n-1,m} \frac{2a + \beta \Delta x}{2 \Delta x^2} + T_{n,m+1} \frac{a}{\Delta y^2} + T_{n,m-1} \frac{a}{\Delta y^2} - T_{n,m} \frac{2a(\Delta y^2 + \Delta x^2)}{\Delta x^2 \cdot \Delta y^2} \approx \frac{dT_{n,m}}{dt} - A. \quad (2)$$

Уравнение (2) моделируется с применением прямой схемы [6, 7, 8]. На рис. 1 представлена схема, позволяющая моделировать урав-

нение (2). Как видно из схемы, неподвижный источник включен в четвертом блоке.

Напишем законы распределения токов для указанного блока этой схемы. Тогда имеем

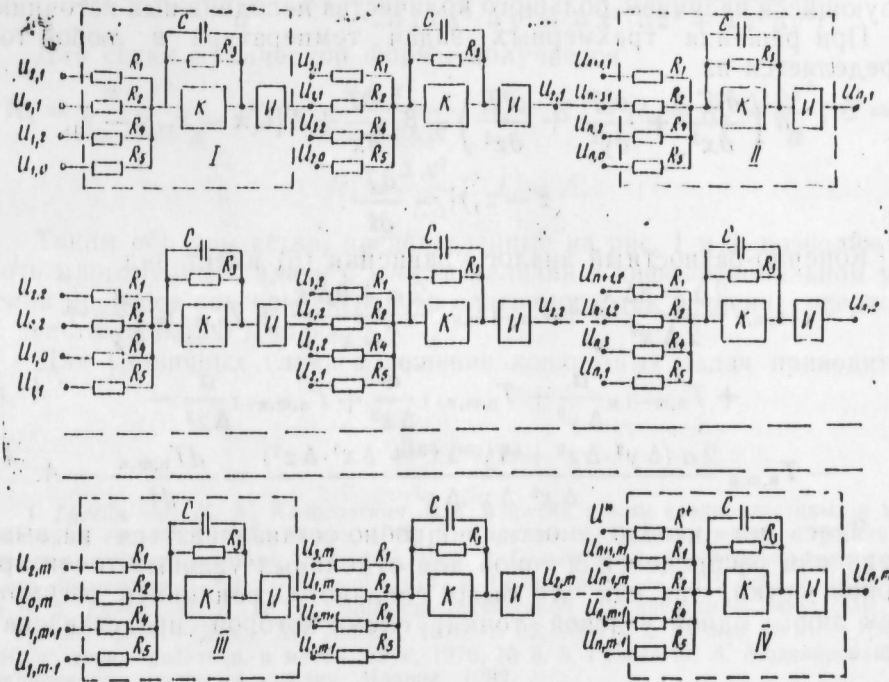


Рис. 1. Электрическая схема сетки для моделирования двумерной задачи

$$\frac{U_{n+1,m}}{R_1} + \frac{U_{n-1,m}}{R_2} + \frac{U_{n,m+1}}{R_4} + \frac{U_{n,m-1}}{R_5} - \frac{U_{n,m}}{R_3} = C \frac{dU_{n,m}}{dt} - \frac{U^*}{K} \quad (3)$$

Из идентичности уравнений (2) и (3) получается

$$R_1 = \frac{2 \Delta x^2}{2a - \beta \Delta x}, \quad R_2 = \frac{2 \Delta x^2}{2a + \beta \Delta x}, \quad R_4 = R_5 = \frac{\Delta y^2}{a} \quad (4)$$

$$C = 1, \quad R_3 = \frac{\Delta x^2 \cdot \Delta y^2}{2a(\Delta y^2 + \Delta x^2)}, \quad I_0 = A.$$

Соотношения (4) выведены для прямоугольной сетки. Если сетка квадратная, то эти соотношения принимают вид

$$R_1 = \frac{2 \Delta x^2}{2a - \beta \Delta x}, \quad R_2 = \frac{2 \Delta x^2}{2a + \beta \Delta x}, \quad R_4 = R_5 = \frac{\Delta x^2}{a}, \quad C = 1,$$

$$I_0 = A, \quad R_3 = \frac{\Delta x^2}{4a}. \quad (5)$$

Следовательно, приведенная схема позволяет моделировать уравнение (1). При этом коммутация блоков сетки не представляет особых трудностей.

Аналогичным путем могут быть моделированы случаи, характеризующиеся наличием большого количества неподвижных источников.

При решении трехмерных задач температура в любой точке определяется из

$$a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) - \beta \frac{\partial T}{\partial x} + A [\delta(x - x_1, y - y_1, z - z_1)] = \frac{\partial T}{\partial t}. \quad (6)$$

Конечно-разностный аналог уравнения (6) имеет вид

$$T_{n+1,m,k} \frac{2a - \beta \Delta x}{2 \Delta x^2} + T_{n-1,m,k} \frac{2a + \beta \Delta x}{2 \Delta x^2} + T_{n,m+1,k} \frac{a}{\Delta y^2} + T_{n,m-1,k} \frac{a}{\Delta y^2} + T_{n,m,k+1} \frac{a}{\Delta z^2} + T_{n,m,k-1} \frac{a}{\Delta z^2} - T_{n,m,k} \frac{2a (\Delta y^2 \cdot \Delta z^2 + \Delta y^2 \Delta x^2 + \Delta x^2 \cdot \Delta z^2)}{\Delta x^2 \cdot \Delta y^2 \Delta z^2} = \frac{dT_{n,m,k}}{dt} - A. \quad (7)$$

Здесь нет необходимости подробно останавливаться на выводе уравнений распределения токов для отдельных узловых точек трехмерной сетки, так как это было сделано. Ограничимся рассмотрением лишь одной узловой точки, схема которой представлена на рис. 2.

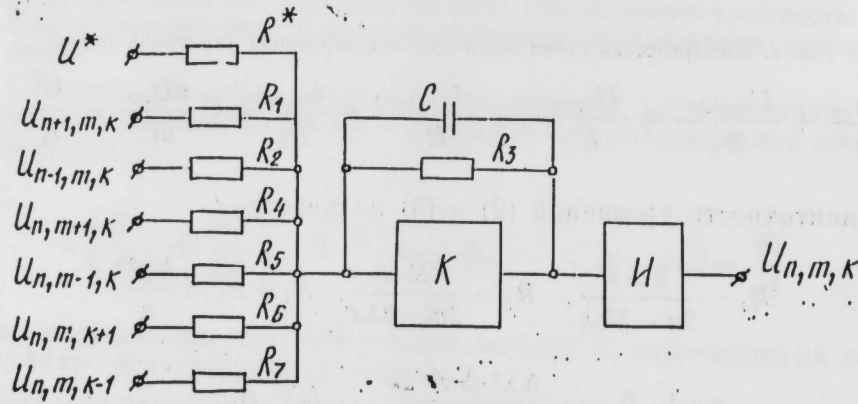


Рис. 2. Схема одной узловой точки трехмерной сетки

Уравнение распределения токов для указанной схемы имеет вид

$$\frac{U_{n+1,m,k}}{R_1} + \frac{U_{n-1,m,k}}{R_2} + \frac{U_{n,m+1,k}}{R_4} + \frac{U_{n,m-1,k}}{R_5} + \frac{U_{n,m,k+1}}{R_6} + \frac{U_{n,m,k-1}}{R_7} - \frac{U_{n,m,k}}{R_3} = C \frac{dU_{n,m,k}}{dt} - I_0. \quad (8)$$

Для идентичности уравнений (7) и (8) необходимо удовлетворение следующих критериальных соотношений:

$$R_1 = \frac{2 \Delta x^2}{2a - \beta \Delta x}, \quad R_2 = \frac{2 \Delta x^2}{2a + \beta \Delta x}, \quad R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = \frac{\Delta y^2}{a}, \quad C = 1, \quad I_0 = A,$$

$$R_3 = \frac{\Delta z^2}{a}, \quad R_3 = \frac{\Delta x^2 \cdot \Delta y^2 \cdot \Delta z^2}{2a (\Delta x^2 \cdot \Delta y^2 + \Delta x^2 \cdot \Delta z^2 + \Delta z^2 \Delta y^2)}.$$

Для сетки кубической формы получается

$$R_1 = \frac{2 \Delta x^2}{2a - \beta \Delta x}, \quad R_2 = \frac{2 \Delta x^2}{2a + \beta \Delta x}, \quad R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = \frac{\Delta x^2}{a}, \quad C = 1,$$

$$R_3 = \frac{\Delta x^2}{6a}, \quad I_0 = A.$$

Таким образом сетки, представленные на рис. 1 и 2, позволяют решать многомерные задачи с учетом наличия в дифференциальном уравнении процесса как конвективного слагаемого, так и члена, содержащего дельта-функцию Дирака.

Для различных случаев решение конкретных задач приводится в [6, 7].

Литература

1. Гусейн-заде М. А., Колосовская А. К. Упругий режим в однопластовых и многопластовых системах. — М.: Недра, 1972.
2. Карлос У. Моделирующие устройства для решения задач теории поля. — М.: ИЛ, 1962.
3. Гулиев М. А. Аналоговое моделирование и его применение. — Баку: Маариф, 1977.
4. Гулиев М. А. — ДАН АзССР, 1974, т. 30, № 6.
5. Гулиев М. А. В сб.: Вопросы технической кибернетики. — Баку: Элм, 1975.
6. Гулиев М. А. — Докл. АН АзССР, 1976, т. 32, № 11.
7. Гулиев М. А. — Изв. АН АзССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1976, № 6.
8. Гулиев М. А. Моделирование нестационарных процессов. — Баку: Маариф, 1982.

Институт кибернетики АН АзССР

Поступило 22.VI 1984

М. А. Гулиев

КОНВЕКСИЈА ВӘ МӘНБӘЛӘРНИ ТӘСИРИНИ НЭЗӘРӘ АЛМАГЛА ПРОСЕСЛӘРНИ МОДЕЛЛӘШДИРМӘК ҮЧҮН ЧОХӨЛЧҮЛҮ ТОРЛАР

Мәгаләдә конвексија вә мәнбәләрни тәсирини нәзәрә алмагла чохөлчүлү потенциал сәһәләрни моделләшдирilmәси мәсәләләрни нәзәрдән кечирилir.

Чохөлчүлү торун elektrik схеми тәгдим едилir, бир дүјүн нөгтәсини схеми көстәрилir.

M. A. Guliev

MANY-DIMENSIONAL NETWORKS FOR PROCESSES SIMULATION WITH REGARD TO CONVECTION AND EXISTING SOURCES

The article considers problems of many-dimensional potential fields simulation with regard to influence of convection and sources.

The circuit diagram of many-dimensional network and the diagram of the single nodal point are given.

Д. Т. ГУСЕЙНОВ, С. Г. АБДУЛЛАЕВА, Н. Э. ГАСАНОВ

АНИЗОТРОПИЯ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛОВ $AgGaSe_{2-2x}S_{2x}$

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

В работе впервые приводятся результаты исследования анизотропии фотоактивного поглощения в монокристаллах твердых растворов изовалентного замещения $AgGaSe_{2-2x}S_{2x}$.

Исходные соединения $AgGaS_2$ и $AgGaSe_2$ кристаллизуются в структуре халькопирита (пространственная группа D_{2d}^{12}) и являются перспективными материалами оптоэлектроники и нелинейной техники [1-2].

Монокристаллы получались методом химических транспортных реакций с наиболее развитой гранью (112). По рентгеновским данным все растворы имеют структуру халькопирита. Концентрационная зависимость параметров решетки и тетрагонального сжатия $\delta=2-c/d$ соответствует закону Вегарда [3].

На исследованные образцы контакты наносились в плавлении индия. Монохроматический поляризованный свет нормально падал на поверхность (112) естественного роста. Поскольку ось \vec{c} составляет угол 35° с гранью (112), то поляризация $\vec{E} \parallel \vec{c}$ была неполюной (где \vec{E} — электрический вектор световой волны).

Азимутальная зависимость фототока $i(\varphi)$, возникающего при освещении плоскости (112) в области поляризационной чувствительности, следует закону Малюса: $i(\varphi) = i_{\parallel} \cos^2 \varphi + i_{\perp} \sin^2 \varphi$, где i_{\parallel} и i_{\perp} — фототоки при электрическом векторе падающей световой волны $\vec{E} \parallel \vec{c}$ и $\vec{E} \perp \vec{c}$, φ — угол между \vec{E} и \vec{c} . Исследование $i(\varphi)$ при освещении плоскости (112) сфокусированным пучком линейно-поляризованного излучения использовалось для отбора совершенных образцов с низкой скоростью поверхностной рекомбинации.

Мы ограничиваемся приведением спектров фото чувствительности системы $AgGaSe_{2-2x}S_{2x}$ для $x=0$, поскольку форма кривых для всех растворов аналогична.

Рост фототока при комнатной температуре наблюдается при $h\nu \sim 1,1$ эВ (рис. 1, а), что можно объяснить поглощением на уровнях собственных дефектов решетки. С увеличением энергии фотонов фототок увеличивается и при $h\nu \sim 1,6$ эВ наблюдается участок резкого роста, свидетельствующий о наступлении прямых оптических переходов. Как видно из рисунка, в глубине фундаментального поглощения при $\vec{E} \perp \vec{c}$ имеются три структуры (обозначенные на рисунке

через А, В и С) в виде максимума или перегиба, для параллельной поляризации наблюдаются лишь две. Исходя из модели зонного спектра и правил отбора оптических переходов структуры халькопирита

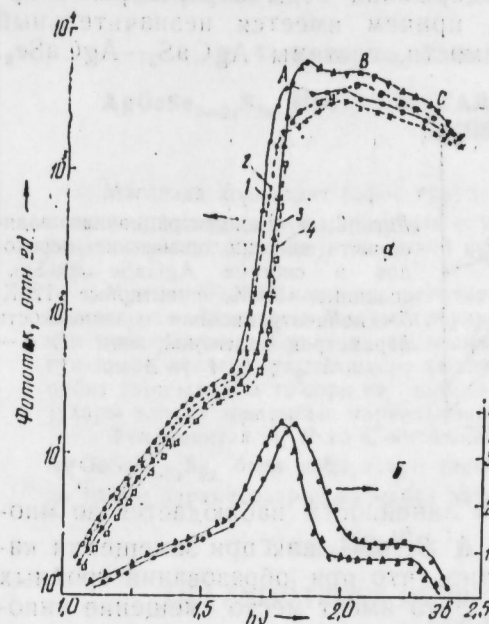


Рис. 1. а — спектры фото чувствительности монокристаллов $AgGaSe_2$; 1, 2 — 300К; 3, 4 — 120К, сплошные — $\vec{E} \parallel \vec{c}$, пунктирные — $\vec{E} \perp \vec{c}$; б — спектры коэффициента фотохроизма при 300 (1) и 120К (2)

[4], указанные особенности можно объяснить следующим образом: структуру А, которая четко проявляется в обеих поляризациях (преимущественно при $\vec{E} \parallel \vec{c}$), можно сопоставить переходам $\Gamma_7 \rightarrow \Gamma_6$ из верхней валентной зоны в нижнюю зону проводимости в центре зоны Бриллюэна. Структура В, поляризованная в $\vec{E} \perp \vec{c}$ (слабая структура при $\vec{E} \parallel \vec{c}$, по всей вероятности, результат неполюной поляризации $\vec{E} \parallel \vec{c}$, отвечает прямому переходу от расщепленной анизотропным внутрискристаллическим полем симметрии D_{2d}^{12} валентной подзоны в зону проводимости $\Gamma_6 \rightarrow \Gamma_6$. Структура С, поляризованная в обеих ориентациях электрического вектора света относительно оптической оси, соответствует прямым переходам из расщепленной спин-орбитальным взаимодействием валентной подзоны в зону проводимости $\Gamma_7 \rightarrow \Gamma_6$.

О характере анизотропии фотопроводимости можно судить по спектру коэффициента фотохроизма, определяемого соотношением:

$$P = \frac{i_{\parallel} - i_{\perp}}{i_{\parallel} + i_{\perp}} \cdot 100\%$$

Как видно из рис. 1, б, максимальная величина Р наблюдается в области прямых А-переходов, что свидетельствует о доминирующем вкладе в фототок света с поляризацией $\vec{E} \parallel \vec{c}$. Спад Р объясняется наступлением В-переходов, разрешенных при $\vec{E} \perp \vec{c}$. С появлением С-переходов фотохроизм значительно уменьшается, т.к. они в основном разрешены для $\vec{E} \perp \vec{c}$.

Обсуждение результатов

На рис. 2, а показаны зависимости энергий A , B и C -переходов от состава. Как видно, с ростом содержания серы в растворах энергии переходов плавно возрастают, причем имеется незначительный прогиб во всей области растворимости системы $\text{AgGaS}_2\text{—AgGaSe}_2$.

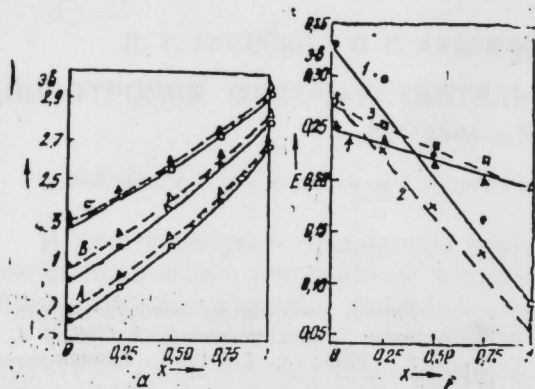


Рис. 2. а — концентрационная зависимость энергии оптических переходов в системе $\text{AgGaSe}_{2-x}\text{S}_{2x}$; сплошные — 300К, пунктирные — 120К; б — концентрационная зависимость параметров валентной зоны: 1, 2 — $\Delta_{c.o.}$; 3, 4 — Δ_{cr}

Такая ситуация, т. е. отклонение от линейности наблюдается во многих растворах соединений типа $A^I B^{III} C_2^{VI}$, как при замещении катиона, так и аниона [5—6]. Известно, что при образовании тройных соединений со структурой халькопирита имеет место смещение анионов из идеальных узлов кристаллической решетки, в результате усложнения катионной подрешетки по сравнению с двойными аналогами $A^I B^{IV}$ соединений цинковой обманки, в которых анионы располагаются в узлах решетки. По теоретическим расчетам [7], этот фактор сильно влияет на зонную структуру $A^I B^{III} B_2^{VI}$. Учет смещения приводит к значительному уменьшению ширины запрещенной зоны. Можно полагать, что за счет дальнейшего усложнения анионной подрешетки смещение анионов в растворах будет несколько больше, чем у исходных соединений, что, по-видимому, приводит к отклонению концентрационной зависимости энергетических положений A , B и C -переходов от линейности.

Согласно квазикубической модели Хопфильда [8], энергетические положения валентных уровней Γ_7 относительно Γ_6 определяются выражением:

$$E_{1,2} = \pm \frac{1}{2} \left[(\Delta_{c.o.} + \Delta_{cr.})^2 - \frac{8}{3} \Delta_{c.o.} \Delta_{cr.} \right]^{1/2} + \frac{1}{2} (\Delta_{c.o.} + \Delta_{cr.}),$$

где Δ_{cr} — расщепление валентной зоны внутрикристаллическим полем в отсутствие спин-орбитального расщепления, а $\Delta_{c.o.}$ — спин-орбитальное расщепление валентной зоны в кубическом поле. Оцененные из этих соотношений параметры валентной зоны в зависимости от состава приведены на рис. 2 б. Как видно, Δ_{cr} и $\Delta_{c.o.}$ уменьшается с ростом x .

Литература

1. Куресек Р. J., Schwartz C. A., Chemla D. S. — JEEE. J. Quantum Electron, 1974, 10, № 7, 540—545.
2. Kildal H., Mikkelsen J. C. — Opt. commun., 1973, 9, № 3, 315—318.
3. Гусейнов Д. Т., Гасанов Н. Э. — Докл. АН ССР, 1981, т. 37, 10, с. 33—35.

4. Tell B., Shay J. Z. — Phys. Rev., B, 1972, 6, № 8, 3008—3012.
5. Yamamoto N., Miyauchi T. — J. Phys., 36, с. 3, 155—157.
6. Бондарь И. В., Кароза А. Г., Смирнова Г. Ф. — ЖПС. 1980, т. 33,4, с. 718—722.
7. Поплавной А. С., Полягалов Ю. И., Ратнер А. М. — Изв. ВУЗов, 1974, 11, с. 24—29.

Институт физики

Поступило 18. IV 1984

Ч. Т. Гусейнов, С. Н. Абдуллаева, Н. Е. Гасанов

$\text{AgGaSe}_{2-2x}\text{S}_{2x}$ МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН ФОТОХЭССАСЛЫҒЫНЫН АНИЗОТРОПИЈАСЫ

Мәгаләдә холкоприт гәфәс гурулушуна малик $\text{AgGaSe}_{2-2x}\text{S}_{2x}$ бәрк мәһлүдәлу монокристалларынын полјаризасија олунмуш ишығын електрик векторунун истигамәтиндән асылы олараг мејдана чыхан фотохэссаслығынын анизотропијасы тәдгиг едилр.

Мүәјјән едилмишдир ки, фотохәрәјанын бучаг асылдыгы бүтүн полјаризасија хэссаслыгы областында Малјус гануна табедир. Фотокечиричлик вә фотоплеохроизм спектрләриндә Бриллүен зонасынын мәркәзиндә дүз фундаментал кечидләрә ујғун кәлән хүсусијәтләр ашкара чыхарылмышдыр. Квазикубик модел әсасында спин-орбит гаршылыгы тәсири вә дахили кристаллик саһәсинин олмасы нәтичәсиндә јухары валент зонасынын парчаланмасыны тәјли едән параметрләр һесаблинмышдыр. Фундаментал A , B вә C -кечидләри енерјисинин вә Δ_{cr} , $\Delta_{c.o.}$ кәмијјәтләринин

$\text{AgGaSe}_{2-2x}\text{S}_{2x}$ бәрк мәһлүлунун тәркибинин дәјишмәсиндән асылдыгы бу системдә һәмни параметрләрин кәсилмәз дәјишијини кәстәрир.

J. T. Huseinov, S. N. Abdullayeva, N. E. Hasanov

THE ANISOTROPY OF PHOTO RESPONSE OF $\text{AgGaSe}_{2-2x}\text{S}_{2x}$ SINGLE CRYSTALS

The results of investigations of photoactive absorption anisotropy in $\text{AgGaSe}_{2-2x}\text{S}_{2x}$ single crystals at 300 K and 120 K are presented. It is shown that the maximum of photopleochroism coefficient does not depend on x and is observed in the range of A -transitions. This fact agrees with the selection rules for crystals with chalcopyrite structure. The parameters of valence band in quasi-cubic approximation were determined.

К. М. СУЛТАНОВ, Ш. А. КУЛИЕВ

К ТЕОРИИ СВЯЗАННЫХ ВОЛН В ПРОВОДЯЩИХ СПИНОВЫХ СТЕКЛАХ

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

Существование спиновых волн с частотой порядка 10^{10} с⁻¹ в спиновых стеклах экспериментально доказано в работе [1]. Теоретически спектр спиновых волн в таких материалах был впервые получен в работе Гальперина и Саслова [2] в гидродинамическом приближении. Андреев [3], используя лагранжев формализм, вывел динамическое уравнение для спинового стекла. При этом он опирался на то, что обменная энергия не меняется при повороте всех спинов на один и тот же угол и ее изменение должно определяться временными и пространственными производными углов поворота спинов. Линеаризация уравнения Андреева приводит к уравнению, эквивалентному уравнениям Гальперина и Саслова для плотности магнитного момента и углов поворотов спинов.

В полупроводниковых спиновых стеклах типа Hg_{1-x}Mn_xTe (0,2 < x < 0,6) при низких температурах подвижность носителей тока может достигать величины порядка 10^6 см²/с.В [4]. Поэтом в достаточно сильном постоянном магнитном поле H_0 в плазме носителей тока этих материалов возможно распространение слабозатухающих электромагнитных волн с частотой порядка 10^{10} с⁻¹. Благодаря этому спиновые волны могут взаимодействовать с колебаниями плазмы носителей тока, подобно тому, как это имеет место в упорядоченных магнитных полупроводниках и металлах. Так как высокочастотная магнитная восприимчивость спинового стекла пропорциональна статической восприимчивости χ_0 , параметром связи волн будет величина $4\pi\chi_0$ порядка $10^{-2} \div 10^{-3}$ [5].

Магнитный момент единицы объема \vec{M} [3]:

$$\vec{M} = \chi_0 \vec{H}_0 + \frac{a\gamma^2}{2v^2} \cdot \frac{\vec{\varphi} + [\vec{\varphi}, \dot{\vec{\varphi}}]}{1 + \varphi^2} \quad (1)$$

где $\chi_0 = \frac{a\gamma^2}{4v^2}$, v — скорость спиновых волн, γ — гиромагнитное отношение, a — некоторая постоянная, $\vec{\varphi}$ — параметр, осуществляющий некоторую параметризацию группы спиновых вращений.

Полагая, что $\vec{M} = \vec{M}_0 + \vec{m}$, $|\vec{m}| \ll |\vec{M}_0| = \chi_0 H_0$, предполагая, что малые величины $\vec{\varphi}$, \vec{m} , \vec{h} пропорциональны $\exp(i\vec{k} \cdot \vec{r} - i\omega t)$, получим

$$m_i = \chi_{ij} h_j, \quad (3)$$

$$\chi_{ij} = 2\chi_0 \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{2} + \frac{\Omega^2 \omega}{\Delta}, & -i \frac{\gamma H_0 \omega^3}{\Delta}, & 0 \\ i \frac{\gamma H_0 \omega^3}{\Delta}, & \frac{1}{2} + \frac{\Omega^2 \omega^2}{\Delta}, & 0 \\ 0, & 0, & \frac{1}{2} + \frac{\omega^2}{\Omega^2} \end{pmatrix}$$

где $\Omega^2 = \frac{a\gamma^2}{2\chi_0} + v^2 k^2 - \omega^2$, $\Delta = \Omega^2 - (\gamma H_0 \omega)^2$.

Используя дисперсионное уравнение для электромагнитных колебаний в проводящем магнетике [6], с учетом тензора диэлектрической проницаемости [7]:

$$\epsilon_{11} = \epsilon_{22} = \epsilon_3 = 1 - \sum_{\alpha} \frac{\omega_{p\alpha}^2}{\omega^2 - \omega_{B\alpha}^2}, \quad \omega_{p\alpha}^2 = \frac{4\pi n e_{\alpha}^2}{m_{\alpha}}, \quad \omega_{B\alpha} = \frac{e_{\alpha} B_0}{m_{\alpha} c},$$

$$\epsilon_{33} = \epsilon_3 = 1 - \sum_{\alpha} \frac{\omega_{p\alpha}^2}{\omega^2}, \quad \epsilon_{12} = -i\epsilon_2 = i \sum_{\alpha} \frac{\epsilon_{\alpha} \omega_{p\alpha}^2 \omega_{B\alpha}}{\omega (\omega^2 - \omega_{B\alpha}^2)} = -\epsilon_{21},$$

e_{α} — заряд носителей тока

и тензора магнитной проницаемости $\mu_{ij} = \delta_{ij} + 4\pi \chi_{ij}$

$$\mu_{ij} = \begin{pmatrix} \mu_1, & -i\mu_2, & 0 \\ i\mu_2, & \mu_1, & 0 \\ 0, & 0, & \mu_3 \end{pmatrix}$$

получим дисперсионное уравнение для связанных волн в спиновых стеклах:

$$n^4 (\mu_3 \cos^2 \theta + \mu_1 \sin^2 \theta) (\epsilon_1 \sin^2 \theta + \epsilon_3 \cos^2 \theta) - n^2 \{ [\mu_1 \mu_3 (\epsilon_1^2 - \epsilon_2^2) + \epsilon_1 \epsilon_3 (\mu_1^2 - \mu_2^2)] \sin^2 \theta + 2\epsilon_3 (\mu_1 \mu_3 \epsilon_2 + \mu_2 \mu_3 \epsilon_1) \cos^2 \theta \} + \epsilon_3 \mu_3 (\epsilon_1^2 - \epsilon_2^2) (\mu_1^2 - \mu_2^2) = 0, \quad (4)$$

где $n = \frac{ck}{\omega}$, θ — угол между \vec{k} и осью z .

Рассмотрим решение уравнения (4) при $\theta = 0$. При $\theta = 0$ уравнение (4) принимает вид:

$$(n^2 - \epsilon_1 + \epsilon_2) (\Omega^2 + \gamma H_0 \omega) - 8\pi\chi_0 \omega^2 (\epsilon_1 - \epsilon_2) = 0 \quad (5)$$

Будем считать, что $ck \gg \omega_p \gg \omega_B$. В этом приближении из (5) следует, что в плазме проводящего спинового стекла существуют слабозатухающие циклотронные колебания с $\omega = \omega_B$ и спиновая волна с частотой

$$\omega_s = \frac{1}{2} \gamma H_0 + \sqrt{\frac{1}{4} (\gamma H_0)^2 + v^2 k^2 + \frac{a\gamma^2}{2\chi_0}}$$

Вблизи резонанса между циклотронной и спиновой волной $\omega_B = \omega_s = \omega$, $\omega = \omega + \alpha$, $\alpha \ll \omega$. В среде распространяется связанная спиново-циклотронная волна, а расстройка резонанса равна

$$\frac{\alpha}{\omega} = \pm \sqrt{\frac{8\pi\chi_0 \omega}{2\omega - \gamma H_0} \cdot \frac{\omega_p}{ck}}$$

Оценка показывает, что связь между волнами слабая. Остальные случаи возникновения связанных волн при $\theta=0$ рассмотрены в предыдущей работе [8].

Рассмотрим решения уравнения (4) при $\theta \neq 0$. Будем считать $\omega_p \gg \omega_B \gg \omega$. В этом случае компоненты тензора ϵ_{ij} принимают вид

$$\epsilon_1 = \frac{\omega_p^2}{\omega_B^2}, \quad \epsilon_2 = -\frac{\omega_p^2}{\omega \omega_B}, \quad \epsilon_3 = \frac{\omega_p^2}{\omega^2},$$

причем $|\epsilon_3| \gg |\epsilon_2| \gg 1$. При $\theta = \frac{\pi}{2}$ спиральные волны не распространяются. В дальнейшем будем считать, что $\text{tg}^2 \theta \ll \frac{|\epsilon_3|}{\epsilon_1}$. Тогда уравнение (4) упрощается и примет следующий вид:

$$\epsilon_3 (n^2 |\cos \theta| - \epsilon_2) (n^2 |\cos \theta| + \epsilon_2) \Omega^2 \Delta - 8\pi \chi_0 \omega^2 A(\omega, \theta) = 0, \quad (5)$$

$$A(\omega, \theta) = n^4 \epsilon_3 (\gamma H_0 \omega)^2 \cos^4 \theta + n^2 [-2\epsilon_2^2 \Omega^4 + 2\epsilon_2 \epsilon_3 \Omega^2 (\gamma H_0 \omega) \cos^2 \theta + \epsilon_3^2 (\gamma H_0 \omega)^2 (1 + \cos^2 \theta)] + \epsilon_3 \epsilon_2^2 (\Omega^4 + \Delta).$$

Вдали от резонанса между спиновой волной с законом дисперсии

$$\omega_s = -\frac{1}{2} \gamma H_0 + \sqrt{\frac{1}{4} (\gamma H_0)^2 + v^2 k^2 + \frac{\alpha \gamma^2}{2\chi_0}} \quad (6)$$

и спиральной волной с законом дисперсии

$$\omega_{sp} = \frac{c^2 k^2 \omega_B}{\omega_p^2} |\cos \theta| \quad (7)$$

связь между волнами пренебрежимо мала. Вблизи резонанса $\omega_s = \omega_{sp} = \omega$, т. е. при $\omega = \omega + \alpha$, $\alpha \ll \omega$ существует связанная спин-спиральная волна с относительной расстройкой резонанса

$$\frac{\alpha}{\omega} = \pm (1 - |\cos \theta|) \sqrt{\frac{2\pi \chi_0 \omega}{2\omega + \gamma H_0}}$$

Видно, что при распространении вдоль магнитного поля спиновая волна с частотой ω_s не взаимодействует со спиральной волной.

Вдали от резонанса между спиновой волной с законом дисперсии и спиральной волной с частотой ω_{sp} связь между волнами пренебрежимо мала. Вблизи резонанса $\omega_s = \omega_{sp} = \omega'$, т. е. при $\omega' = \omega' + \alpha'$, $\alpha' \ll \omega'$ существует связанная спин-спиральная волна с относительной расстройкой резонанса

$$\frac{\alpha'}{\omega'} = \pm (1 + |\cos \theta|) \sqrt{\frac{2\pi \chi_0 \omega}{2\omega - \gamma H_0}}$$

Теперь рассмотрим случай, когда в магнитном проводнике существует два типа носителей тока с равными концентрациями. В этом случае $\epsilon_2 = 0$. Рассмотрим решение уравнения (4) в приближении $\omega_p \gg \omega_B \gg \omega$, $\alpha = 1, 2$; $|\alpha| \gg \epsilon_1$. В дальнейшем будем считать

$$\text{tg}^2 \theta \ll \frac{|\epsilon_3|}{\epsilon_1}. \quad (8)$$

Это второе приближение, позволяющее аналитически решить дисперсионное уравнение, которое примет вид

$$(n^2 \cos^2 \theta - \epsilon_1) (n^2 - \epsilon_1) \Delta - 8\pi \chi_0 \omega^2 A(\vec{k}, \omega, \theta) = 0, \quad (9)$$

где

$$A = -n^4 (\gamma H_0 \omega)^2 \cos^4 \theta - n^2 [\Omega^4 \epsilon_1 (1 + \cos^2 \theta) - 2\epsilon_1 (\gamma H_0 \omega)^2 \cos^2 \theta] + \epsilon_1^2 (\Omega^4 + \Delta).$$

Решение уравнения (9) при условии (8) имеет громоздкий вид. Мы ограничимся дополнительным условием, что

$$\sin^2 \theta \gg \frac{|\alpha|}{\omega} \quad (10)$$

Так как при малых θ никаких новых особенностей в поведении связанных волн не возникает, то решения, получающиеся при наложении условия (10), достаточно общие.

Вдали от резонанса между спиновой волной с частотой ω_s и альфеновской волной с частотой

$$\omega_{a1} = \frac{|\cos \theta|}{\sqrt{\epsilon_1}} ck \quad (11)$$

связь между волнами слабая. Вблизи же резонанса $\omega_s = \omega_{a1} = \omega$, т. е. при $\omega = \omega + \alpha_{sa}$, $\alpha_{sa} \ll \omega$ существует связанная спиново-альфеновская волна с расстройкой резонанса

$$\frac{\alpha_{sa1}}{\omega} = \mp \sqrt{2\pi \chi_0 \frac{\omega}{2\omega + \gamma H_0}} \cdot |\cos \theta|.$$

Вдали от резонанса между спиновой волной с частотой ω_s и альфеновской волной с частотой ω_{a2} связь между волнами пренебрежимо мала. Вблизи же резонанса, т. е. при $\omega_s = \omega_{a2} = \omega$ существует связанная спин-альфеновская волна с относительной расстройкой резонанса

$$\frac{\alpha'}{\omega'} = \pm \sqrt{2\pi \chi_0 \frac{\omega'}{2\omega' - \gamma H_0}} \cdot |\cos \theta|.$$

Для взаимодействия альфеновской волны с частотой $\omega_{a2} = \frac{ck}{\sqrt{\epsilon_1}}$

со спиновыми волнами ω_s и ω_s' расстройки резонансов такие же, как и для случая альфеновских волн с ω_{a1} .

Теперь рассмотрим двухкомпонентную плазму спинового стекла, в которой $m_2 \gg m_1$. Пусть, кроме того $|\omega - \omega_{p2}| \ll \omega$. В этом приближении

$$\epsilon_1 \ll \epsilon_3, \quad |\epsilon_1^2 - \epsilon_2^2| \ll \epsilon_1 \epsilon_3,$$

и дисперсионное уравнение сводится к виду

$$[n^2 \cos^2 \theta - \epsilon_1 (1 + \cos^2 \theta)] \Delta - \frac{8\pi \chi_0 \omega^2}{\Omega} A(\omega, \vec{n}, \theta) = 0, \quad (12)$$

где

$$A(\omega, \vec{n}, \theta) = n^2 (\gamma H_0 \omega)^2 \cos^4 \theta + \Omega^4 \epsilon_1 (1 + \cos^2 \theta) + 2\epsilon_2 \Omega^2 \gamma H_0 \omega \cos^2 \theta - 2\epsilon_1 (\gamma H_0 \omega)^2 \cos^2 \theta.$$

Из уравнения (12) следует, что в двухкомпонентной плазме полупроводникового спинового стекла в указанном приближении распространяются конно-циклотронные волны с законом дисперсии

$$k^2 = \frac{\omega}{\omega_{B2} - \omega} \frac{\omega_p^2}{c^2} \frac{1 + \cos^2 \theta}{2 \cos^2 \theta}$$

и две спиновые волны с ω_s и ω_s . Вдали от резонанса между спиновой волной с частотой ω_s и ионно-циклотронной волной связь между волнами слабая. Вблизи же резонанса $\omega_s = \omega_{B2} = \omega(k)$, т. е. при $k = k + \beta$, $\beta \ll k$ существует связанная спин-ионная циклотронная волна с относительной расстройкой резонанса по волновому вектору:

$$\frac{\beta}{k} = \pm \frac{\omega}{kv} (1 + \cos^2 \theta) \sqrt{\frac{\pi \chi_0}{1 + \cos^2 \theta}}$$

Аналогично, при взаимодействии спиновой волны с частотой ω_s с ионно-циклотронной волной относительная расстройка резонанса по волновому вектору будет:

$$\frac{\beta}{k} = \pm \frac{\omega}{kv} (1 - \cos^2 \theta) \sqrt{\frac{\pi \chi_0}{1 + \cos^2 \theta}}$$

Литература

1. Schults S., Gullikson E. M., Fredkin D. R.—Phys. Rev. Lett., 1980, 45, 1508.
2. Halperin B. J., Saslow W. M.—Phys. Rev. B., 16, 1977, 2154. 3. Андреев А. Ф.—ЖЭТФ, 1978, 74, 786. 4. Furdyna J. K.—J. Appl. Phys., 1982, 53, 7637. 5. Miyako Y., Shikazawa S., Saito T., Ynochunas.—J. Phys. Soc. Japan, 1980, 48, 329, 1979, 46, 1951.
6. Махмудов З. З.—УФЖ, 1967, 12, 1136. 7. Канер Э. А., Скобов В. Г.—УФН, 1966, 89, 367. 8. Махмудов З. З., Султанов К. М., Кулиев Ш. А.—Докл. АН АзССР, 1985, № 1, с. 29.

Институт физики АН АзССР

Поступило 23. I 1985

К. М. Султанов, Ш. А. Гулиев

КЕЧИРИЧИ СПИН ШУШЭЛЭРИНДЭ ЭЛАГЭЛИ ДАЛГАЛАРЫН НЭЗЭРИЛЖЭСИНЭ ДАИР

Мэгалэдэ жарымкечиричи вэ кечиричи спин шүшэлэринин энерги спектри тэдгиг едилмишдир. Көстэрилмишдир ки, спектрин электромагнит будаглары вэ спин далгалары арасында резонанс шэрантиндэ элагэли спин-спирал, спин-алфен вэ с. элагэли спин-магнитогидродинамик далгалар мөвчуддур.

К. М. Sultanov, Sh. A. Kuliev

ON THE THEORY OF COUPLED WAVES IN THE CONDUCTION SPIN GLASSES

In this article the energy spectrum of semiconducting and metallic spin glasses is studied. It is shown, that at resonance situation between electromagnetic branches of the spectrum and spin waves there exist the coupled spin-spiral, spin-alfen and spin-magnetohydrodynamical waves. The derangement of resonances in all cases is found.

УДК 532.783;548.14

ФИЗИКА ДИЭЛЕКТРИКОВ

Ил.-корр. АН Азерб. ССР С. А. ГАДЖИЕВ, Д. Ф. АЛИЕВ, Н. М. МАМЕДОВ

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И ГОМЕОТРОПНО-ПЛАНАРНЫЙ ПЕРЕХОД В СМЕКТИЧЕСКИХ А ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ

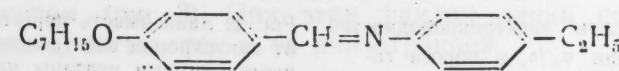
Уникальная слоистая структура смектической А фазы позволяет наблюдать в ней эффекты, не имеющие аналогов ни в твердых телах, ни в обычных жидкостях. Одним из таких эффектов является гомеотропно-планарный переход, осуществляемый в смектиках А с отрицательной диэлектрической анизотропией. Данный электрооптический эффект был зафиксирован в работах [1, 2].

Некоторые характеристики явления изучены в [3, 4]. Однако до сих пор механизм возникновения не получил всестороннего объяснения, что в первую очередь связано с недостаточностью экспериментальных данных.

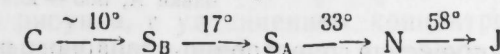
В настоящей работе сообщаются результаты экспериментов по влиянию электропроводности среды на возникновение гомеотропно-планарного перехода. Для интерпретации наблюдаемых закономерностей применяется теория, разработанная в [5].

ЭКСПЕРИМЕНТ

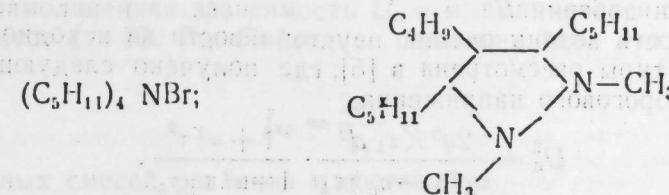
Эксперимент проводился на двухкомпонентной смеси, обладающей смектической А фазой при комнатной температуре. Первая компонента имеет следующую структурную формулу



Вторая составляющая смеси — нематик. Полученная смесь имеет следующие температуры фазовых переходов



Для изменения электропроводности и ее анизотропии жидкий кристалл легировался двумя добавками А и Б с соответствующими формулами:



Концентрация добавок в матрице менялась до 1% по весу, что не вносило заметных изменений в упругие и диэлектрические свойства

жидкого кристалла. Если не оговаривается специально, то данные приводятся для добавки Б.

Исходная гомеотропная ориентация достигалась химической обработкой стекла с проводящим слоем S_nO_2 и нанесением ориентанта из оргсилановых соединений.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследования показали, что гомеотропно-планарный переход очень чувствителен к изменению электропроводности и ее анизотропии. На рис. 1 указана концентрационная зависимость $\sigma_{||}$, σ_{\perp} , $\sigma_{||}/\sigma_{\perp}$ и

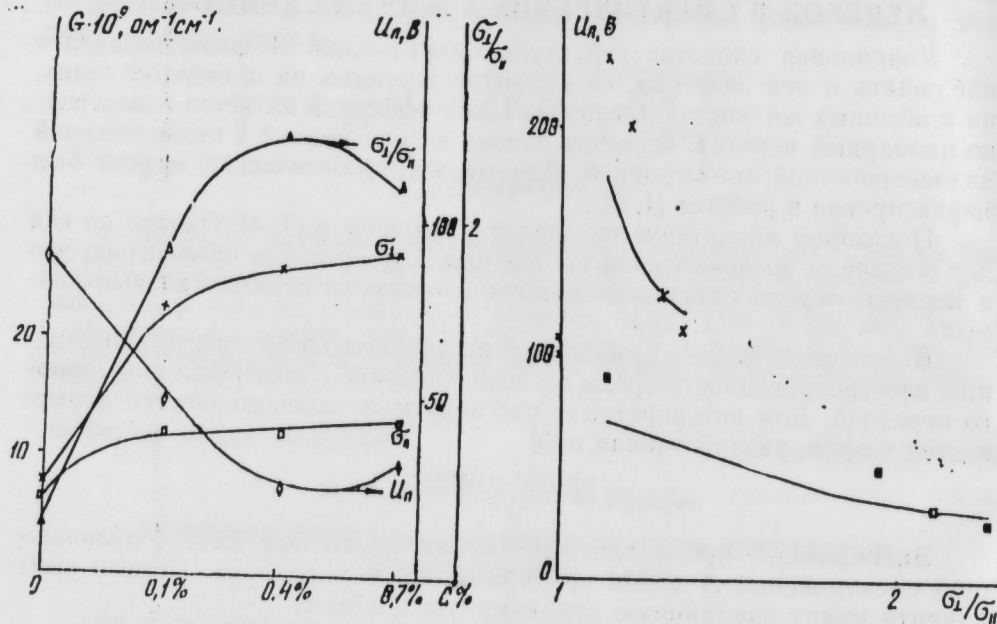


Рис. 1. Зависимость электропроводностей $\sigma_{||}$, σ_{\perp} , анизотропии $\sigma_{||}/\sigma_{\perp}$ и порога гомеотропно-планарного перехода от концентрации введенной добавки

Рис. 2. Зависимость порогового напряжения от анизотропии электропроводности. Сплошными линиями указаны данные, рассчитанные по формуле (3). Экспериментальные данные указаны значками xxx — для добавки А; ooo — для добавки Б

также порогового напряжения гомеотропно-планарного перехода U_n , для добавки А. Как видно из рисунка, имеет место хорошая корреляция между соответствующими зависимостями U_n и анизотропией электропроводности вещества $\sigma_{||}/\sigma_{\perp}$. Аналогичная картина наблюдается и при использовании добавки Б.

Возможность возникновения неустойчивости из исходной гомеотропной текстуры рассмотрена в [5], где получено следующее выражение для порогового напряжения:

$$U_n^2 = \frac{2q^2 K \epsilon_{\perp} d^2}{\epsilon_{||} (\sigma_{\perp} - \sigma_{||}) \tau_{\perp}} \cdot \frac{1 + \omega^2 \tau_{\perp}^2}{1 - \omega^2 \tau_{\perp} \tau_{||}}, \quad (1)$$

где

$$\tau_{\perp} = \frac{\epsilon_{\perp}}{4\pi\sigma_{\perp}}; \quad \tau_{||} = \frac{\Delta\epsilon}{4\pi(\sigma_{\perp} - \sigma_{||})}$$

Для постоянного поля ($\omega=0$) имеем

$$U_n^2 = \frac{8\pi q^2 K a^2}{\epsilon_{||}} \frac{1}{1 - \sigma_{||}/\sigma_{\perp}} \quad (2)$$

q — волновой вектор предполагаемой деформации, K — упругая постоянная среды, $\epsilon_{||}$ — компонента диэлектрической проницаемости вдоль длинных осей молекул, d — толщина ячейки. Все перечисленные величины в рассмотренном концентрационном диапазоне смесей являются постоянными. Поэтому выражение (2) запишем в виде

$$U_n^2 = \frac{C}{1 - \sigma_{||}/\sigma_{\perp}} \quad (3)$$

На рис. 2 приведена зависимость U_n от $(\sigma_{\perp}/\sigma_{||})$, рассчитанная по формуле (3). При этом величина постоянной C оценена для анизотропии равной $\sigma_{\perp}/\sigma_{||} = 2,1$. На этом же рисунке приведены экспериментальные результаты. Очевидно, что формула (3) правильно указывает тенденцию изменения порога U_n в зависимости от анизотропии электропроводности и удовлетворительно согласуется с экспериментальными данными.

Что касается частотной зависимости U_n , то характер ее определяется как величиной $\sigma_{\perp}/\sigma_{||}$, так и средней величиной электропроводности.

Учитывая малую величину диэлектрической анизотропии исследованной смеси ($\Delta\epsilon = 0,05$) в первом приближении, формула (1) может быть написана в виде:

$$U_n^2 = \frac{8\pi q^2 K \epsilon_{\perp} \sigma_{\perp} d^2}{\epsilon_{||} (\sigma_{\perp} - \sigma_{||})} \cdot \left[1 + \omega^2 \left(\frac{\epsilon_{\perp}}{4\pi\sigma_{\perp}} \right)^2 \right] \quad (4)$$

Из (4) следует, что для частот

$$\omega \gg \left(\frac{4\pi\sigma_{\perp}}{\epsilon_{\perp}} \right)$$

должна наблюдаться линейная зависимость $U_n \sim \omega$, что подтверждается экспериментом (рис. 3). При этом наклон линий определяется как электропроводностью, так и ее анизотропией

$$U_n = \frac{C_1}{\sigma_{\perp}^{1/2} (\sigma_{\perp} - \sigma_{||})^{1/2}} \cdot \omega \quad (5)$$

Как видно из рисунка, с увеличением концентрации проводящей добавки наклон кривых уменьшается, что в первую очередь связано с увеличением электропроводности вещества. Из вставки к рис. 3, где указана зависимость угла наклона от концентрации, экспериментальные данные удовлетворительно согласуются формулой (5). Отметим, что прямолнейная зависимость $U_n \sim \omega$ выполняется только для высоких частот $f > 500$ Гц. Последнее связано с тем, что критическая частота

$$f_{кр} = \frac{2\sigma_{\perp}}{\epsilon_{\perp}}$$

для различных смесей различна и составляет

$$C = 0\%; 0,1\%; 0,4\%; 0,7\% \\ f = 28,6 \text{ Гц}; 88 \text{ Гц}; 104,7 \text{ Гц}; 108,7 \text{ Гц}$$

Таким образом можно заключить, что электропроводность и ее анизотропия играют важную роль в осуществлении гомеотропно-планарного перехода. При этом экспериментальные данные согласуются с работой [5], построенной на основе непрерывной теории смектических жидких кристаллов.

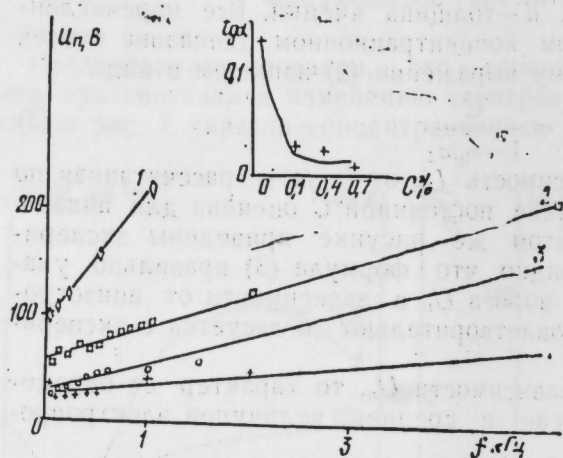


Рис. 3. Частотные зависимости порогового напряжения для различных концентраций добавки Б: 1—0; 2—0,1; 3—0,4; 4—0,7%. На вставке указана зависимость углового коэффициента прямых линий от концентрации. Сплошной линией указана функция, рассчитанная по формуле (5)

Следует отметить, что работа [5] раскрывает правильную тенденцию изменения порога гомеотропно-планарного перехода от таких важных параметров среды как электропроводность, ее анизотропия и частота приложенного поля.

Теоретическая работа [5] построена на одномерной модели, что является недостаточно корректным. Поэтому для полного количественного анализа экспериментальных данных требуется усовершенствование теоретической модели с учетом двумерности возникшей деформации.

Литература

1. Goslanski M., Leger L., Mircea-Roussel A.—J. de Phys. Letters, 36, L-313, 1975.
2. Dazai F., Uchida T., Wada M.—Mol. Cryst. Liquid Cryst., 34, 197, 1977.
3. Алиев Д. Ф., Зейналы А. Х. В сб. Электрические свойства жидких кристаллов.— Душайбе, 1982, Изд. Ифрой с. 103.
4. Алиев Д. Ф., Ахундов Ч. Г., Зейналы А. Х.— Кристаллография, 27, 156, 1982.
5. Geurst J. A., Goessens W. J.—Phys. Lett., 41A, 389, 1972.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 16. X. 1984

С. А. Гачыев, Ч. Ф. Алиев, Н. М. Маммадов

ЭЛЕКТРИК КЕЧИРИЧИЛИЈИ ВЭ СМЕКТИК А МАЈЕ КРИСТАЛЛАРЫНДА ГОМЕОТРОП-ПЛАНЛАР КЕЧИДИ

Агалдада электрик кечиричилији вэ онун анизотропијасынын илкин гомеотроп дүзүлүшдөн баш верэн дајаныгсызлыга тэспри өврэнилмишидир.

Бу параметрлэрин астана кэркичилијинэ вэ онун тезликдэн асылылыгына тэспри дэ тэдгиг едилмишидир.

Экспериментал нэтичэлэр смектик маје кристалларын континуал нэзэријэсинэ асасланараг изаһ едилмишидир.

S. A. Gadjiyev, D. F. Aliyev, N. M. Mamedov

ELECTROCONDUCTIVITY AND HOMOTROPOUS-PLANAR TRANSITION IN A-SMECTIC LIQUID CRYSTALS

The results of experiments on medium electroconductivity influence and its anisotropy upon the characteristics of instability originating from initial homotropic orientation of molecules are reported in the article.

The influence of pointed parameters upon the threshold voltage value and its frequency dependence are determined.

The experimental data are interpreted by theoretical work constructed on the base of continual theory of smectic liquid crystals.

А. Г. АБИЛОВ, акад., В. С. АЛНЕВ, М. И. РУСТАМОВ, Р. Г. РИЗАЕВ

МНОГОМАШИННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В настоящее время при создании новых каталитических процессов, методам математического моделирования и автоматизации исследований на базе ЭВМ отводится ведущая роль в решении проблем повышения эффективности научных исследований и оптимальном технологическом проектировании. Применение различных средств вычислительной техники при этом позволяет резко сократить сроки подготовки и проведения химико-технологических исследований, полнее решать экспериментальные, расчетные и проектные задачи. На уникальных лабораторных и опытных установках создаются системы автоматизации для сбора и обработки экспериментальной информации, оптимизации и управления установками. Организуются многомашинные системы и сети ЭВМ коллективного пользования.

Широкое использование ЭВМ в системах автоматизации исследований в химии и химической технологии в основном объяснялось следующими причинами:

1) усложнился эксперимент, что было связано с необходимостью регистрации и обработки больших потоков информации, полученных в лабораторных установках и стендах, сопряженных с аналитической аппаратурой (хроматографическими и спектральными приборами). Старыми средствами такой объем информации практически невозможно обработать, это можно сделать с помощью ЭВМ;

2) применение ЭВМ расширило сферу поставки новых экспериментов по кинетике, тепло-массообмену, гидродинамике и других технологических исследований, возможности автоматизации управления экспериментом и установками;

3) ЭВМ открыли возможность получения математической модели по мере накопления экспериментальных данных в ходе эксперимента, и таким образом, резко сократить время анализа и исследований;

4) возросла стоимость проведения эксперимента на дорогих уникальных опытных и опытно-промышленных установках. В связи с этим возникла необходимость поиска способов более эффективной, чем это было ранее, обработки экспериментальной информации, оптимизации и управления процессами исследований.

В последние годы в системах автоматизации химических и химико-технологических экспериментов реального времени получили широкое применение мини- и микро-ЭВМ. Переход от одного поколения ЭВМ к другому сопровождался изменением методов использования ЭВМ. Первые ЭВМ располагались, как правило, вне установки, на значительном расстоянии от нее.

При этом возможности регистрации и обработки информации в реальном масштабе времени были ограничены. Информация о событиях регистрировалась специализированной аппаратурой по выделенным коаксиальным линиям связи и обменивалась с ЭВМ через соответствующие носители (перфоленты, магнитные ленты).

В дальнейшем центр предварительной обработки переместился в лабораторию, что открыло новые возможности в области постановки и проведения экспериментов. Непосредственная связь ЭВМ с экспериментальной установкой позволила контролировать измерительную аппаратуру в процессе эксперимента, производить частичную или полную обработку полученной информации.

Анализ первых систем автоматизации химико-технологических экспериментов показывает, что сопряжение ЭВМ с измерительной аппаратурой, непосредственно с установками и между собой представляло трудную задачу. Прежде всего требовалась модернизация ЭВМ, создание средств сопряжения, разработка программ обмена и управления данными. Срок жизни первых систем, как правило, был сравнительно невелик. Практически ЭВМ среднего класса второго поколения были довольно громоздки и сложны в эксплуатации, а малые ЭВМ совершенно не приспособлены для задач сбора и обработки экспериментальных данных в реальном времени проведения эксперимента.

Эти трудности были разрешены благодаря совершенствованию технологии, организации и программного обеспечения современных мини- и микро-ЭВМ.

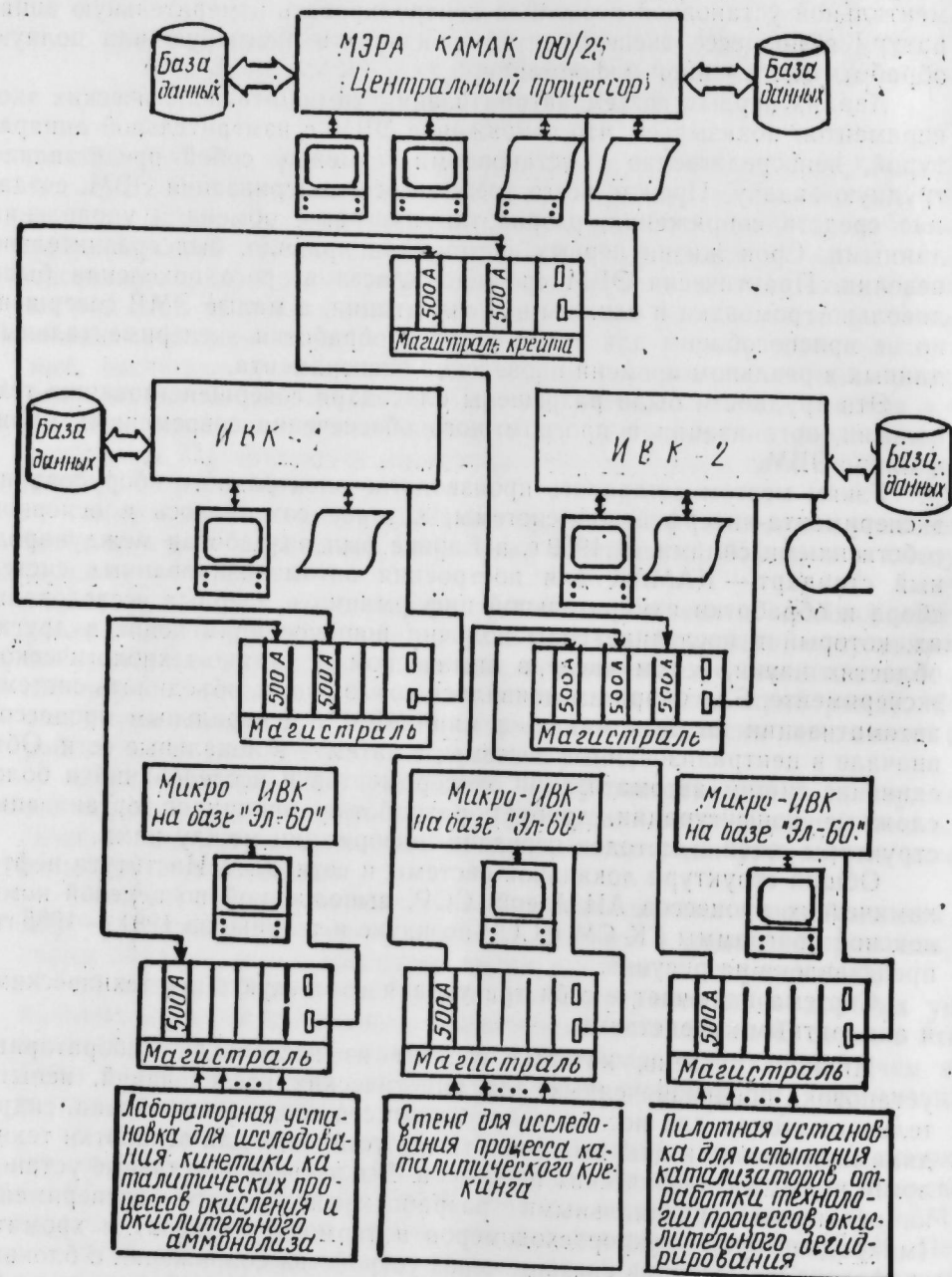
Узким местом оставалось производство электронного оборудования эксперимента-интерфейсной системы, которое создавалось в основном собственными силами. В 1969 г. в Европе был разработан международный стандарт — КАМАК для построения автоматизированных систем сбора и обработки измерительной информации в ядерных исследованиях, который в последние годы получил широкое применение в других областях науки, в том числе в химическом и химико-технологическом эксперименте. Благодаря им появилась возможность объединить системы автоматизации на базе микро- и мини-ЭВМ с центральным процессом вначале в централизованные системы, а затем — в локальные сети. Объединение систем автоматизации экспериментов и исследований в более сложные конфигурации, требует разработки принципов организации структуры сетей и методов передачи информации между ними.

Общая структура локальной системы и сети ЭВМ Института нефтехимических процессов АН Азерб. ССР, выполненной по целевой комплексной программе ГК СМ СССР по науке и технике за 1981 — 1985 гг., представлена на рисунке.

Система включает в себя три уровня со следующими техническими и аппаратными средствами.

Нижний уровень, который состоит из нескольких лабораторных установок, предназначенных для кинетических исследований, испытательного стенда для исследования процессов тепло-массообмена, гидродинамики потока и опытных (пилотных) установок для отработки технологии новых каталитических процессов. Все экспериментальные установки оснащены оригинальными разработками научного эксперимента (микродозаторов, микрорасходомеров и терморегуляторов) и хроматографами. Эти средства связаны через устройства сопряжения с блоками КАМАК микрокомпьютерными комплексами (на базе Электроника-60,

дисплейного средства и аппаратуры КАМАК), расположенными возле экспериментальных установок и выполняют в реальном времени сбор и обработку измерительной и хроматографической информации, осуществляют оперативное представление результатов на дисплее с целью контроля хода эксперимента при одновременной передаче данных в ИБК-1 и ИБК-2 (средний уровень) для генерации баз экспериментальных данных.



Многомашинная система коллективного пользования для автоматизации научных исследований в ИНХП АН АзССР. АСНИ «Нефтехимия»

Средний уровень ИБК-1 и ИБК-2 на базе СМ ЭВМ СМ-3 и СМ-4 с развитым переферийным оборудованием, где осуществляется на основе баз экспериментальных данных идентификация модели исследуемых процессов и оценка их параметров.

Верхний уровень МЭРАКАМАК 100/25 реализует ЛИПС для обслуживания технологических разработок, оптимизации и расчета реакторов в автоматизации технологического проектирования.

Для автоматизации информационного обслуживания технологических разработок созданы АИПС библиографического типа, обеспечивающие накопление документов, записанных на языке, близком к естественному (рефераты отчетов и научно-технических статей, описания патентов и т. п.). Основой этих АИПС является информационно-поисковый язык (ключевых слоев), с помощью которого формируется поисковый образ документа. Запрос на поиск информации формируется с помощью того же информационного языка, и система осуществляет выборку из своего хранилища (базы данных) тех документов, поисковый образ которых совпадает с поисковым образом запроса.

Для оптимизации и расчета реакторов и автоматизации технологического проектирования создан проблемно-ориентированный пакет прикладных программ, включающий в себя комплекс программных макромодулей.

Комплексе модулей пакета позволяет реализовать следующие функции:

- сбор и первичную обработку измерительной и аналитической информации;
- генерацию баз данных и идентификацию математических моделей каталитических процессов и оценку их параметров;
- оптимизацию и расчет каталитических реакторов и автоматизацию технологического проектирования;
- анализ общетехнических и патентных исследований новых технологических разработок.

Согласно целевой комплексной программе подготовлено и утверждено техническое задание и технико-экономический проект на иерархическую многомашинную систему коллективного пользования для АСНИ «Нефтехимия».

В настоящее время первая очередь спроектированной системы реализована на конкретных лабораторных установках и стендах для исследования кинетики каталитических реакций процессов окисления в окислительном аммонолизе, макрокинетических исследований процессов каталитического крекинга и испытаний катализаторов, отработки технологии процессов окислительного дегидрирования. Система прошла предварительное испытание, которое показало надежность ее элементной базы, программного обеспечения и работы всей системы в целом.

Широкое внедрение системы позволит институту качественно изменить уровень экспериментальных и расчетных исследований, тем самым создаст предпосылку для перехода на новую методологию и технологию исследования, проектирования и освоения новых эффективных технологических процессов.

Литература

1. Колпаков И. Ф. Электронная аппаратура на линии с ЭВМ в физическом эксперименте. — М.: Атомиздат, 1974.
2. Абилов А. Г. — Азерб. хим. ж., 1979, № 4.
3. Абилов А. Г. В кн.: Реферат докладов VIII Всесоюз. совещ. по проблемам управления. — М. — Таллин: Наука, 1980.
4. Абилов А. Г. — Азерб. нефт. хоз-во, 1982, № 10.

ИНХП

1002—4

Поступило 16. VIII 1984

Ә. Н. Әбилов, В. С. Әлијев, М. Н. Рүстамов, Р. Н. Ризајев

ЖЕНИ КАТАЛИТИК ПРОСЕСЛӘРНИН ТӘДГИГИНИН ВӘ ЛАЈИҢӘСИНИН АВТОМАТЛАШДЫРЫЛМАСЫ ҮЧҮН ЧОХМАШЫНЛЫ СИСТЕМ

Мәгаләдә Азәрбајчан ССР Елмләр Академијасынын Нефт Кимја Просесләри Институтунда коллектив сурәтдә истифадә олуна билән вә КАМАК стандарт апаратлары вә мини-микро электрон һесаблајычы комплексләрниң әсасында ичра едилән чохмашынлы системни тәшкилиниң принципләри вә ишләниб һазырланмасынын нәтичәләри верилмишдир.

Систем әсас етибарилә ашағыдакы мәгсәдләри күдүр:

- тәчрүби тәдгигатлары автоматлашдырмаг;
- каталитик просес вә реакторларын автоматлашдырылмыш моделләрниң јаратмаг;
- јени технологи просесләрин мәлүмат хидмәтләрниң вә лајиһәләшдирилмәсини автоматлашдырмаг.

A. G. Abilov, V. S. Aliyev, M. I. Rustamov, R. G. Rizayev

MULTI-MACHINERY SYSTEM FOR AUTOMATIZATION OF RESEARCHES AND DESIGNING OF NEW CATALYTIC PROCESSES

The principles of organization and the results of local hierarchic multi-machinery system development for cooperative usage at the Institute of Petrochemical Processes are described in the article. The system is realized on the basis of the CAMAC-standard apparatus and measuring-calculating complexes of mini- and micro-computers.

The system is designed for: automatization of experiments; automated modelling of catalytic processes and reactors; automatization of information service and designing of new processes.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ ХЛІ ЧИЛД

№ 9

1985

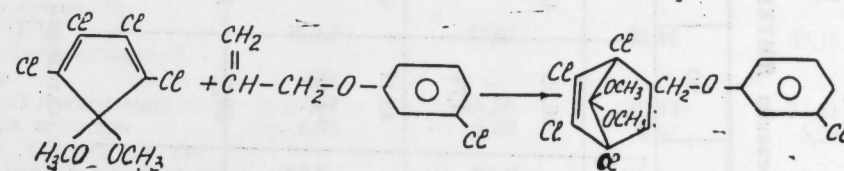
УДК 547.413.5

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. А. УМУДОВ, Ф. Ф. МУГАНЛИНСКИЙ, чл.-корр. М. М. ГУСЕЯНОВ,
МОНА АЛИ ЮСЕФ ТАБИТ, С. А. МАГЕРРАМОВА

СИНТЕЗ 1,2,3,4-ТЕТРАХЛОР-7, 7-ДИМЕТОКСИ-5(М-ХЛОРФЕНОКСИМЕТИЛ) БИЦИКЛО-(2,2,1)-ГЕПТ-2-ЕНА

Ранее нами была изучена конденсация гексахлорциклопентадиена с диенофилами аллильного типа [1—4]. При этом было выяснено влияние природы и положения заместителей на диенофильную активность. В настоящем сообщении приводятся результаты исследований по диеновой конденсации 5,5-диметокситетрахлорциклопентадиена (ДМТХЦПД) с *m*-хлорфенилаллиловым эфиром.



Изучено влияние температуры (60—160 °С), продолжительности реакции — 1—6 ч, при мольном соотношении диен:диенофил от 1:1 до 5:1. Результаты этих исследований приведены в табл. 1, 2, 3.

Как видно из данных табл. 1, выход аддукта существенно зависит от температуры. При повышении температуры от 60 до 120 °С выход аддукта увеличивается от 18,7 до 90%. Дальнейшее повышение температуры до 160 °С приводит к резкому уменьшению выхода аддукта и увеличению высококипящего остатка.

Из данных табл. 2 видно, что максимальный выход аддукта — 90% наблюдается при 5-часовой продолжительности. Дальнейшее увеличение продолжительности реакции не оказывает влияния на рост аддукта.

Варьируя соотношение аддендов от эквимолярного до 4:1 в пользу ДМТХЦПД, было показано, что оптимальным соотношением следует считать соотношение ДМТХЦПД: *m*-хлораллиловый эфир, равный 2:1 (табл. 3).

Таким образом, в результате исследования можно за оптимальные условия процесса принять температуру — 120 °С, продолжительность опыта — 5 ч, соотношение диен:диенофил — 2:1.

Таблица 1

Влияние температуры на ход реакции ДМТХЦПД с м-хлорфенилаллиловым эфиром

Т-ра, °С	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Получено, %											
ДМТХЦПД	67,85	60,04	52,99	46,55	43,11	39,78	37,25	37,37	38,69	39,78	41,85
м-хлорфенилаллиловый эфир	18,83	13,78	9,18	5,74	3,44	1,44	—	—	—	—	—
Продукт конденсации	11,60	23,88	34,10	43,11	48,56	53,39	55,86	55,34	52,99	50,86	47,13
Остаток и потери	1,72	2,30	3,73	4,60	4,89	5,39	6,89	7,29	8,32	9,36	11,02
Выход аддукта на взятый непредельный эфир	18,7	38,5	55,0	69,5	78,3	87,0	90,0	89,2	85,4	82,0	76,0

Примечание. ДМТХЦПД — 13,2 г, м-хлорфенилаллиловый эфир — 4,22 г, продолжительность реакции — 5 ч.

Таблица 2
Влияние продолжительности опыта на ход реакции ДМТХЦПД с м-хлорфенилаллиловым эфиром

Продолжительность	1 ч	2 ч	3 ч	4 ч	5 ч	6 ч
Получено, %						
ДМТХЦПД	58,32	50,98	45,98	42,60	37,25	36,28
м-хлорфенилаллиловый эфир	12,46	7,75	4,54	2,58	—	—
Продукт конденсации	26,35	37,83	44,66	49,37	55,86	55,97
Остаток и потери	2,87	3,44	4,82	5,45	6,89	7,75
Выход аддукта на взятый непредельный эфир	42,5	61,0	72,0	79,5	90,0	90,2

Примечание. Т-ра — 120 °С, ДМТХЦПД — 13,2 г, м-хлорфенилаллиловый эфир — 4,22 г.

Таблица 3
Влияние соотношения ДМТХЦПД с м-хлорфенилаллиловым эфиром на выход аддукта

Молярное соотношение ДМТХЦПД:эфир	1:1	2:1	3:1	4:1
Взято, г				
ДМТХЦПД	6,6	13,2	19,8	26,4
м-хлорфенилаллиловый эфир	4,22	4,22	4,22	4,22
Получено, %				
ДМТХЦПД	16,82	37,25	53,46	63,16
м-хлорфенилаллиловый эфир	8,78	—	—	—
Продукт конденсации	67,47	55,86	40,63	31,61
Остаток и потери	6,93	6,89	5,91	5,23
Выход аддукта на взятый непредельный эфир	67,5	90,0	90,3	89,6

Примечание. Т-ра — 120 °С, продолжительность реакции — 5 ч.

Идентификация синтезированных соединений осуществлялась снятием их элементарных физико-химических констант, а также посредством ИК-и ПМР-спектров. Чистота аддукта контролировалась тонкослойной хроматографией (R_f 0,53).

В ИК-спектре обнаружены полосы поглощения в областях 1612, 710 — 785, 3038 см^{-1} , характерные для двойной связи, С—С1-связей и фенильного радикала соответственно.

ПМР-спектр, б. м. д. 1,85 (протоны циклического кольца), 3,4 ÷ 3,7 (протоны метиленовых CH_2O -фрагмента), 6,9 — 7,1 (протоны ароматического кольца).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Условия хроматографирования

Пластины размером 13 × 18 см, угол наклона — 15°, адсорбент — Al_2O_3 , толщина слоя — 0,5 мм.

Анализируемая проба — 0,5 мкг, элюент — смесь гексана и дихлорэтана (1:4).

Чл.-корр. АН Азерб. ССР Б. А. ДАДАШЕВ, С. Э. МАМЕДОВ, Х. М. АЛНЕВА,
А. Ф. АМИНБЕКОВ, Э. И. АХМЕДОВ

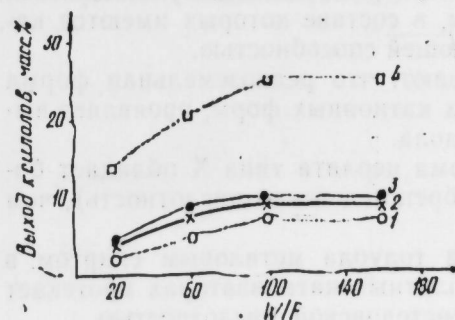
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДЫ ПОЛИВАЛЕНТНЫХ
КАТИОНОВ НА АКТИВНОСТЬ ЦЕОЛИТНОГО КАТАЛИЗАТОРА
В РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ ТОЛУОЛА МЕТИЛОВЫМ
СПИРТОМ

Цеолитовые катализаторы находят широкое применение как перспективные катализаторы различных превращений углеводородов [1, 2]. В последние годы появились работы [3, 4], указывающие на возможность применения цеолитовых катализаторов в реакции алкилирования толуола метиловым спиртом.

Цель настоящей работы — исследование влияния природы поливалентных катионов на активность цеолитного катализатора в реакции алкилирования толуола метиловым спиртом.

В качестве исходной формы использовали цеолит с мольным отношением SiO_2/Al_2O_3 , равным 2,7. Катионные формы цеолита получали ионным обменом, используя водные растворы нитратов соответствующих металлов. Степень ионного обмена контролировали пламеннофотометрическим методом. Приготовленные катализаторы содержали 25 масс.% Al_2O_3 в качестве связующего компонента. Перед использованием катализаторы в реакции прокаливали в течение 4 ч при 350°. Толуол и метиловый спирт имели чистоту 99,5%. Продукты реакции анализировали хроматографически. Опыты проводили в проточной установке при атмосферном давлении.

На рисунке показана зависимость выхода изомерных ксилолов от величины W/F (вес катализатора, отнесенный к скорости подачи сырья)



Зависимость выхода изомерных ксилолов от величины W/F (условия: $T=250^\circ C$, $C_7H_8/CH_3OH=2$): 1—о-ксилол; 2—м-ксилол; 3—п-ксилол; 4—общий выход ксилолов

для LaX-цеолита. Как видно из рисунка, наибольший выход ксилолов достигается при $W/F=100$, причем выше этого значения селективность образования изомерных ксилолов уже не зависит от W/F .

При повышении температуры от 180 до 300° общий выход ксилолов возрастает ($W/F=100$, $C_7H_8/CH_3OH=2$), выход *n*-ксилола достигает

ИК-спектры снимали на приборе IR-20. ПМР-спектры синтезированных продуктов снимались на спектрометре «Tesla-BS-487B» с рабочей частотой 80 мгц в растворах CD_3CN и $(CD_3)_2CO$. В качестве внутреннего стандарта использовали ГМДС.

1. Синтез 1,2,3,4-тетрахлор-7, 7-диметокси-5 (*m*-хлорфеноксиметил)бицикло-(2,2,1)-гепт-2-ена.

В ампулу помещали 13,2 г (0,05 моля) ДМТХЦПД и 4,22 г (0,025 моля) *m*-хлорфенилаллилового эфира, нагревали в запаянной ампуле при 120°С в течение 5 ч. Ампулу вскрывали и содержимое ее подвергали разгонке. После отгонки избытка ДМТХЦПД, а из остатка при стоянии были выделены кристаллы 9,73 г (90%) аддукт с т. пл. 72°С.

2. Синтез *m*-хлорфенилаллилового эфира. Смесь 128,6 г (1 моля) *m*-хлорфенола, 121 г (1 моля) аллилбромид, 138 г (1 моля) тонкоизмельченного K_2CO_3 и 150 г ацетона кипятят в колбе с обратным холодильником на водяной бане в течение 10 ч, причем выпадает осадок КВч. После охлаждения добавляют воду и извлекают продукт реакции эфиром. Эфирный раствор встряхивают с 10%-ным раствором NaOH и сушат над K_2CO_3 . Оставшийся после отгонки эфира остаток перегоняют в вакууме: т. кип. 71—72/1 торр., выход — 143,3 г (85% от теоретического); n^{20}_D 1,5372, d^{20}_4 1,1376.

Вывод

Исследованы реакции диеновой конденсации ДМТХЦПД с *m*-хлорфенилаллиловым эфиром. Установлено, что ДМТХЦПД легко присоединяется к *m*-хлорфенилаллиловому эфиру с высоким выходом кристаллического соединения.

Литература

1. Муганлинский Ф. Ф., Умудов Т. А., Гусейнов М. М., Хусейн Али Аммар, Кязимов А. С. — Азерб. хим. ж., 1980 № 4, 51.
2. Умудов Т. А., Муганлинский Ф. Ф., Гусейнов М. М., Хусейн Али Аммар, Кязимов А. С. — Азерб. хим. ж., 1981, № 2, 75.
3. Муганлинский Ф. Ф., Умудов Т. А., Кязимов А. С., Хусейн Али Аммар. — Азерб. хим. ж., 1981, № 3, 66.
4. Муганлинский Ф. Ф., Гусейнов М. М., Умудов Т. А., Кязимов А. С., Хусейн Али Аммар. — Докл. АН АзССР 1981, т. 37, № 11, 49.

Азербайджанский институт нефти и химии им. М. Азизбекова

Поступило 8. IV 1983

Т. А. Умудов, Ф. Ф. Муганлинский, М. М. Гусейнов, Мона Эли Юсеф Табит,
С. А. Маггеррамова

1, 2, 3, 4-ТЕТРАХЛОР-7, 7-ДИМЕТОКСИ-5 (М-ХЛОРФЕНОКСИМЕТИЛ)
БИЦИКЛО-(2, 2, 1)-ГЕПТ-2-ЕНИН СИНТЕЗИ

Магаләдә 5,5-диметокситетрахлортетрациклопентадијенлә *m*-хлорфенилаллил эфиринин конденсациясы өсасында 1, 2, 3, 4-тетрахлор-5,7-диметокси-5 (*m*-хлорфеноксиметил) бицикло-(2, 2, 1)-гепт-2-енин синтезиндән бәһс едилір.

Көстәрилмишидир ки, реакция мәһсулуунун чыхымы температурдан, вахтдан вә аддендләрнин инсәбәтиндән асылдыр.

T. A. Umudov, F. F. Mugaflinsky, M. M. Guseinov, Mona Aly
Joussif Thabit, S. A. Magerramova

SYNTHESIS OF THE 1,2,3,4-TETRACHLOR-7-7-DIMETHOXY-5 (M-CHLORO-
PHENOXIMETHYL) BICYCLO-(2,2,1)-HEPTEN-2

The reaction of diene-condensation of 5,5-dimethoxytetrachlorocyclopentadiene with *m*-chlorophenylallyl ether is found. Optimal conditions of the process are investigated.

максимума при 250°, а выход *m*-ксилола увеличивался с температурой. Максимальный выход *n*-ксилола в смеси изомеров при 250° составлял 50%. Эти данные указывают на протекающие при более высоких температурах (выше 250°) реакции изомеризации, в процессе которой *n*- и *o*-ксилолы превращаются в *m*-ксилол, а также реакции диспропорционирования толуола в бензол и ксилолы. Наличие бензола в алкилате является результатом каталитического диспропорционирования толуола, а не его деалкилирования, как нами установлено специальными опытами с толуолом.

Таким образом были найдены оптимальные условия проведения реакции алкилирования в присутствии цеолита LaX, при которых выход *n*-ксилола максимальный, а именно W/F = 100 г/моль. ч., T = 250°C, мольное отношение C₇H₈/CH₃OH = 2.

Каталитическая активность различных катионообменных форм цеолитов в реакции алкилирования при оптимальных для цеолита LaX условиях возрастает с ростом поляризующей способности катиона и изменяется в ряду: NaX < CaX < MnX < CoX < NiX.

Влияние природы катионов на активность цеолитного катализатора в реакции алкилирования толуола метиловым спиртом

(250°C, W/F = 100, C₇H₈/CH₃OH = 2)

Катализатор	Степень обмена Na ⁺ на Me ⁿ⁺ экв. %	Поляризующая способность катиона, е/г	Выход ксилолов, масс. %		
			<i>m</i>	<i>n</i>	<i>o</i>
NaX	—	1,3	0,3	0,4	0,7
CaX	86	2,02	0,8	1,1	1,8
MnX	78	2,5	4,9	5,2	3,8
CoX	81	2,77	5,9	7,3	5,2
NiX	77	2,89	6,4	8,7	5,7

Как видно из таблицы, алкилирование толуола метиловым спиртом на натриевой форме цеолита типа X практически не протекает. Замещение натрия в цеолите на поливалентные катионы приводит к появлению каталитической активности у цеолита. При этом наибольшую каталитическую активность проявляют цеолиты, в составе которых имеются катионы, обладающие большой поляризующей способностью.

Результаты исследования показывают, что редкоземельная форма цеолита типа X в отличие от остальных катионных форм, проявляет высокую активность в образовании *n*-ксилола.

Известно, что редкоземельная форма цеолита типа X обладает более сильными протонными центрами (бренстедовская кислотность), чем остальные катионные формы [4].

Очевидно, реакция алкилирования толуола метиловым спиртом в сторону образования *n*-ксилола на цеолитных катализаторах протекает на сильных центрах, обладающих бренстедовской кислотностью.

Выводы

1. Изучено алкилирование толуола метиловым спиртом на цеолите LaX и найдены оптимальные условия проведения процесса, при которых выход ксилолов максимален (24,4%).

2. Исследовано влияние природы поливалентных катионов на активность цеолитных катализаторов и установлено, что активность их увеличивается с ростом поляризующей способности катионов, входящих в состав цеолита.

3. Выяснено, что низкотемпературное алкилирование толуола метиловым спиртом в сторону образования *n*-ксилола протекает на сильных кислотных центрах цеолита.

Литература

1. Миначев X. M., Исаков Я. И. Металлосодержащие цеолиты в катализе.—М. Наука, 1976.
2. Миначев X. M.—Изв. АН СССР, серия хим, 1981, № 12, 2665.
3. Zieltinski S., Szabak Z.—Reac. Kinet. and Catal. Lett., 1981, т. 16, 2, 119.
4. Ward J. W.—J. Catalysis, 1959, v. 13, 321.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 28. III 1983

Б. А. Дадашев, С. Е. Мамедов, Х. М. Элијева, Э. Ф. Эминбәјов, Е. И. Әһмәдов

ТОЛУОЛУН МЕТИЛ СПИРТИ ИЛӘ АЛКИЛЛӘШМӘ РЕАКСИЯСЫНДА СЕОЛИТ КАТАЛИЗАТОРУНУН АКТИВЛИЈИНӘ ПОЛИВАЛЕНТ КАТИОНЛАРЫН ТӘБИӘТИНИН ТӘСИРИ

Поливалент катионларын тәбиәтинин сеолит катализаторларынын активлијинә тәсири тәдқиғ едилмиш вә мұәјјән олуңмушдур ки, оларын активлији сеолитин тәркибинә дахил олан катионларын полјарлашма дәрәҗәсинин артмасы илә чоһалыр.

LaX сеолитинин иштиракында толуолун метил спирти илә алкилләшмә процесинин оптималь шәранти тапылмыш (T = 250°C, W/F = 100, C₇H₈/CH₃OH = 2) вә мұәјјән едилмишдир ки, белә шәрантдә ксилолларын максимал чыхымы 24,4% тәшкил едир.

B. A. Dadashev, S. E. Mamedov, H. M. Alieva, A. F. Aminbekov,
E. I. Akhmedov

STUDIES OF THE EFFECT OF POLYVALENT CATIONS NATURE ON ZEOLITE CATALYST ACTIVITY IN ALKYLATION REACTION OF TOLUENE BY METHANOL

The effect of polyvalent cation nature on activity of zeolite catalyst is studied. It is established that its activity increases with the increase of polarizing ability of cations entering into zeolite composition.

Optimum conditions of alkylation process of toluene by methanol over zeolite LaX are found (T = 250°C, W/F = 100, C₇H₈/CH₃OH = 2). Under these conditions the yield of xylenes is maximum (24.4%).

Э. Б. ЗЕЙНАЛОВ, Б. Ю. ТРИФЕЛЬ, В. А. КЕРИМОВА, Т. Д. КУЛНЕР,
В. Х. АХМЕДОВ

**О ВЛИЯНИИ АНТИОКСИДАНТОВ НА ПРОЦЕСС
МОДИФИКАЦИИ БУТИЛКАУЧУКА**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР С. Д. Мехтиевым)

Сообщение I

Ранее в работе [1] было установлено, что важную роль в процессе модификации бутилкаучука (БК) играют ингибиторы-антиоксиданты, предотвращающие окисление полимера в условиях его модификации и позволяющие получить модифицированные полимеры с различной степенью конверсии. В частности, наличие в модифицируемом полимере неозона-Д (фенил-β нафталина) приводит к увеличению скорости и расхода широко используемого нами полифункционального модификатора — трихлоруксусной кислоты (ТХУК).

В связи с этим представлялось интересным изучить закономерности модификации бутилкаучука в присутствии других антиоксидантов, отличающихся по своей химической природе и ингибирующей активности от неозона-Д. Это позволило бы определить степень конверсии при модификации в зависимости от константы скорости ингибирования и концентрации ингибитора, выяснить некоторые стороны механизма процесса и оценить вклад реакций, связанных с ингибированием процесса окисления полимера.

В качестве таких ингибиторов выбраны природные антиоксиданты нефтяной смолы. Кинетические характеристики ингибиторов — составных частей смолы — определены с помощью модельной цепной реакции инициированного окисления изопропилбензола (кумола). Эта реакция используется для кинетического анализа антиоксидантов в индивидуальном виде и в составе сложных композиций [2 — 5].

Кинетические характеристики антиоксидантов — константы скорости ингибирования и концентрация, определялись из соотношений для ингибированного окисления кумола [3]:

$$\tau = \frac{f [JnH]}{W_i} \quad (1)$$

и

$$\frac{\Delta O_2}{[RH]} = - \frac{K_3}{K_7} \ln (1 - t/\tau), \quad (2)$$

где τ — время расходования ингибитора (период индукции) [JnH] — концентрация ингибитора, f — коэффициент ингибирования, W_i — скорость инициирования, RH — углеводород, ΔO₂ — количество поглощен-

ного кислорода, K₃ и K₇ — константы скорости, соответственно продолжения и обрыва цепи.

Нефтяная смола — тяжелая фракция нефти из пластов кирмакинской свиты Биби-эйбатского морского месторождения Апшерона. Средняя глубина залегания 2200 м.

Кинетический анализ нефтяной смолы показал, что в ней содержатся три антиоксиданта или ингибирующих центра.

На рис. 1 представлена кинетическая кривая поглощения кислорода (а) и ее полулогарифмическая анаморфоза (б) при окислении 10 мл

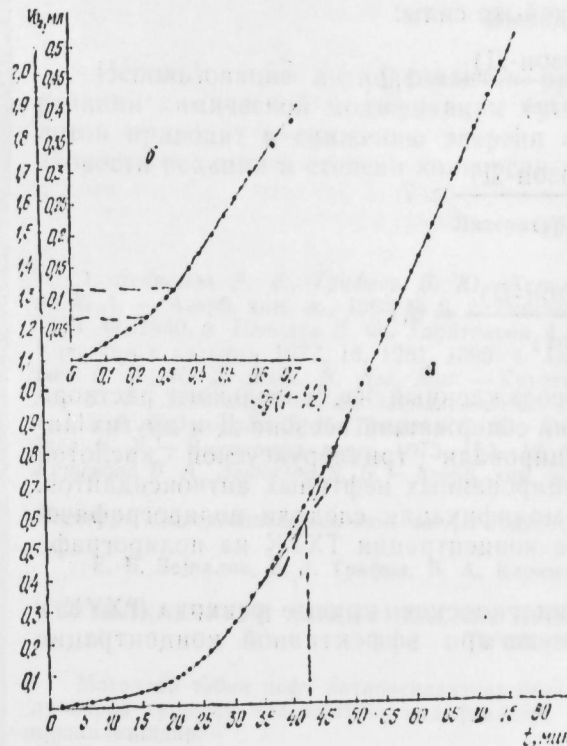


Рис. 1. Кинетическая кривая поглощения кислорода (а) и ее полулогарифмическая анаморфоза (б) в реакции инициированного окисления кумола в присутствии нефтяной смолы Биби-эйбатского месторождения: W_i = 2,2 · 10⁻⁸ моль/л. сек, 60 °С; кол-во смолы, взятой для анализа — 2 мг, объ. реакционной смеси — 10 мл

кумола с добавкой 2 · 10⁻³ г нефтяной смолы; скорость инициирования W_i = 2,2 · 10⁻⁸ моль/л. сек, 60 °С. Видно, что полулогарифмическая анаморфоза состоит из трех прямолинейных участков. Это свидетельствует о том, что в анализируемой смоле имеются три антиоксиданта или ингибирующих центра с различными константами скорости ингибирования K₇ [5]. Период индукции 41 ± 12,7 мин, определенный по кинетической кривой, есть суммарное действие всех ингибиторов. Точки перехода на анаморфозе делят суммарный период индукции на три части: с τ₁ = 15,5 ± 1,6, τ₂ = 5,5 ± 1,5, τ₃ = 20 ± 6,2 мин. По периодам индукции из соотношения (1) находим эффективные концентрации для каждого антиоксиданта:

$$f [JnH]_1 = (1 \pm 0,1) \cdot 10^{-1}$$

$$f [JnH]_2 = (3,5 \pm 1,0) \cdot 10^{-1}$$

$$f [JnH]_3 = (1,3 \pm 0,4) \cdot 10^{-1} \text{ моль/кг.}$$

Суммарная эффективная концентрация антиоксидантов равна:

$$\Sigma f [JnH] = (2,65 \pm 0,8) \cdot 10^{-1} \text{ моль/кг}$$

Из общей анаморфозы по тангенсу угла наклона последнего участка и из соотношения (2) рассчитываем константу K_7 для последнего, третьего антиоксиданта: $K_{7(3)} = (9,9 \pm 3,1) \cdot 10^3$ л/мольсек.

Для первого и второго антиоксидантов строим отдельно полулогарифмические анаморфозы с $\tau_1 + \tau_2$ и τ_1 , откуда и находим:

$$K_{7(2)} = (5,8^+ - 1,6) \cdot 10^4 \text{ и } K_{7(1)} = (1,0^+ - 0,1) \cdot 10^5 \text{ л/моль} \cdot \text{сек.}$$

Из сравнения полученных значений констант с K_7 для неозона-Д, равным $6,8 \cdot 10^4$ л/мольсек [2] видно, что в смоле содержится нефтяной антиоксидант, приблизительно такой же силы:

$$\frac{K_7(\text{неозон-Д})}{K_{7(2)}} = 1,2$$

более слабый:

$$\frac{K_7(\text{неозон-Д})}{K_{7(1)}} \cong 7$$

и более сильный;

$$\frac{K_7(\text{неозон-Д})}{K_{7(1)}} = 0,7$$

Бутилкаучук, двукратно переосажденный из бензольного раствора (бензол х. ч. для криоскопии) и не содержащий неозона-Д и других ингибирующих примесей, модифицировали трихлоруксусной кислотой (ТХУК) в присутствии идентифицированных нефтяных антиоксидантов. За расходом ТХУК в процессе модификации следили полярографическим методом. Методика анализа концентрации ТХУК на полярографе описана в [6, 7].

На рис. 2 представлены кинетические кривые расхода ТХУК в реакции модификации бутилкаучука при эффективной концентрации

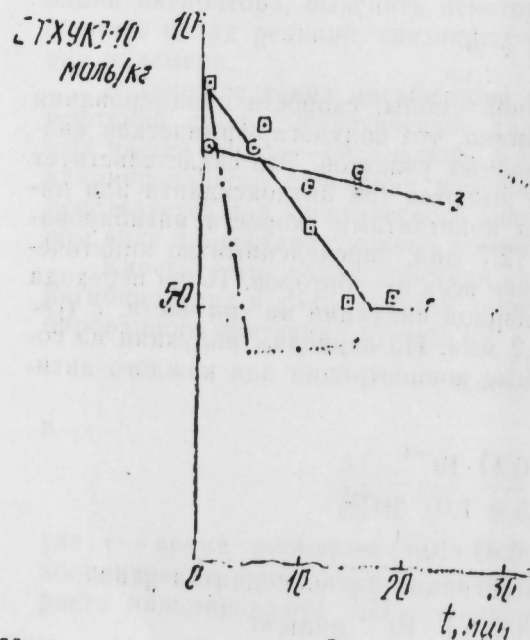


Рис. 2. Кинетические зависимости расхода трихлоруксусной кислоты (ТХУК) в реакции модификации бутилкаучука (БК) в присутствии нефтяных антиоксидантов (кр. 1), неозона-Д (кр. 2) и без антиоксидантов (кр. 3). Концентрация ингибитора — азобисизобутиронитрила $[АИБИ] = 6,1 \cdot 10^{-2}$ моль/кг, 80°C : 1 — $[НА] = 5,8 \cdot 10^{-3}$ моль/кг; 2 — [неозон-Д] = $5,7 \cdot 10^{-3}$ моль/кг; 3 — [антиоксиданты] = 0

в реакционной зоне нефтяных антиоксидантов $5,8 \cdot 10^{-3}$ моль/кг полимера (21,5 г/кг, кр. 1); концентрации неозон-Д — $5,7 \cdot 10^{-3}$ моль/кг (кр. 2) и без антиоксидантов (кр. 3). Концентрация ингибитора азобисизобутиронитрила $[АИБИ] = 6,10^{-2}$ моль/кг, 80°C .

Из рисунка видно, что скорость расхода ТХУК без антиоксидантов (3) практически равна нулю, в то время, как при наличии в системе антиокислителей наблюдается увеличение степени конверсии на 1—2 порядка.

Вывод

Использование антиоксидантов различной природы активности в реакции химической модификации бутилкаучука трихлоруксусной кислотой приводит к снижению энергии активации процесса, увеличению скорости реакции и степени конверсии на 1—2 порядка.

Литература

1. Зейналов Э. Б., Трифель Б. Ю., Керимова В. А., Велиева К. У., Масташева Х. А. — Азерб. хим. ж., 1983 № 6.
2. Гладышев Г. П., Цепалов В. Ф. — Усп. химии, 1975, 44, 1930.
3. Цепалов В. Ф., Харитонова А. А., Гладышев Г. П., Эмануэль Н. М. — Кинетика и катализ, 1977, 18, 1261, 1395.
4. Харитонова А. А., Цепалов В. Ф., Гладышев Г. П., К. Д. Понг, В. Дэс. Мис. — Кинетика и катализ, 1978, 19, 551.
5. Цепалов В. Ф., Харитонова А. А., Зейналов Э. Б., Гладышев Г. П. — Азерб. хим. ж., 1981, 4, 113.
6. Садык-заде С. Н., Трифель Б. Ю., Кязимов Ш. К., Файнирайбер М. Я., Шигаев Н. У. — Высокомолекул. соед., 1973, 15А, 12, 2782.
7. Трифель Б. Ю., Кулиев Г. Д., Керимова В. А., Зейналов Э. Б. — Азерб. хим. ж., 1979, 6, 16.

Институт хлорорганического синтеза АН АзССР

Поступило 2. XII 1983

Е. Б. Зейналов, Б. Ю. Трифель, В. А. Керимова, Т. Д. Гулиев, В. Х. Эхмедов

БУТИЛКАУЧУКУН МОДИФИКАСИЈА ПРОСЕСИНЭ АНТИОКСИДАНТЛАРЫН ТӘСИРИ

Магаләдә тәбиі нефт антиоксидантларының иштираки илә бутилкаучукун үчхлорлу сиркә туршусу илә кимјәви модификасија реаксиясының үмуми ганунаујунлуғу өҗрәнилмишидир.

Кумолун инисинатор иштираки вә оксидләшмә модел реаксиясының көмәји илә Бибиһејбат нефтләринини гатран тәркибли нефт антиоксидантларының сјинлији тәјин едилмишидир.

Мүәјҗән едилмишидир ки, ајры-ајры ләикитмә сүр'әт сабитинә малик үч нов ләикитмә мәркәзи олан тәбиі антиоксидантларың иштираки бутилкаучукун үчхлорлу сиркә туршусу илә модификасија реаксиясының сүр'әт вә конверсија дәрәҗәсини 10—100 дәфә артырыр.

Е. В. Zeynalov, В. Yu. Trifel, V. A. Kerimova, T. D. Kuliev, V. Kh. Akhmedov

ON THE EFFECT OF ANTIOXIDANTS ON THE PROCESS OF MODIFICATION OF BUTYL RUBBER

The general regularities were determined for chemical modification of butyl rubber by trichloroacetic acid in the presence of natural petroleum antioxidants.

The petroleum antioxidants in the composition of resins from Bibi-Eibat petroleum were identified using a model reaction of initiated oxidation of cumene. It was found that the rate of modification of butyl rubber by trichloroacetic acid and the conversion degree were increased by 1—2 orders in the presence of natural antioxidants representing three types of inhibiting centres with different constants of inhibition rates.

Чл.-корр. АН Азерб. ССР К. Н. САДЫХОВ, А. Н. АГАЕВ, С. М. ВЕЛИЕВА

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЩЕЛОЧНОГО
АЛКИЛФЕНОЛСУЛЬФОНАТА КАЛЬЦИЯ**

Для улучшения эксплуатационных свойств смазочных масел широко применяются детергентно-диспергирующие присадки, одним из главных типов которых являются сульфонатные [1].

Высокощелочные сульфонатные присадки на базе синтетических алкилароматических углеводородов обладают высокими моюще-диспергирующими, нейтрализующими и другими свойствами и поэтому успешно используются при создании моторных масел высоких серий [2].

В настоящей статье изложены результаты исследований по получению нейтральной и высокощелочной сульфонатных присадок на базе алкилфенола.

Исходный алкилфенол получен алкилированием фенола α-олефинами фракции C₂₀—C₂₈ от высокотемпературной олигомеризации этилена в мольном соотношении 1,5:1, при 120 °С, продолжительности реакции 6 ч, концентрации бензолсульфокислоты 8 масс. % на олефины. Продукт алкилирования после промывки и сушки подвергался вакуумной перегонке для удаления непрореагировавших исходных продуктов до 220 °С при 160 Па. Выход алкилфенола составляет 82 масс. % на олефины. Он имеет следующую характеристику: n_D^{20} 1,4895; d_4^{20} 882,7 кг/м³, молекулярная масса—580.

Сульфирование алкилфенола 105%-ным олеумом в растворе нонана (при массовом соотношении 1:2) и дальнейшей нейтрализацией полученной сульфокислоты водным раствором гидроксида кальция получен нейтральный сульфонат кальция — присадка ИХП-226.

Реакцией карбонатами нейтрального сульфоната в растворе масла М-6 в присутствии промотора синтезирована высокощелочная присадка ИХП-227.

Характеристика полученных присадок представлена в табл. 1. Там же, для сравнения, приводится характеристика нейтральной и высокощелочной сульфонатных присадок, полученных на основе алкилтолуола с алкильным радикалом C₂₀—C₂₈ [3].

Данные таблицы показывают, что алкилфенолсульфонатные присадки обладают высокими моюще-диспергирующими, антикоррозионными, противозносными свойствами, и стабильностью против окисления и по указанным показателям превосходят аналогичные присадки, полученные на основе алкилтолуола.

С использованием присадки ИХП-226 приготовлено масло типа М-10ДМ для форсированных дизельных двигателей с наддувом. Указанное масло состоит из масла М-11, 6,7% МАСК, 3,5% ИХП-226, 1,5%

Таблица 1
Сравнительные характеристики сульфонатных присадок, полученных на основе алкилтолуола и алкилфенола

Показатели	Присадки			
	нейтральные		высокощелочные	
	ИХП-222	ИХП-226	ИХП-223	ИХП-227
Щелочное число, мг КОН/г	19	20	315	318
Зольность сульфатная, %	11,5	12,0	45,1	45,6
Содержание сульфоната кальция, %	80,1	82,0	33,8	34,0
Содержание мех. примесей, %	0,09	0,07	0,06	0,05
Содержание воды, %	Отсутствует			
Степень чистоты, мг/100 г	600	400	400	300
Растворимость в масле	Полная			
Моющие свойства масла М-11 с 5%-ной присадкой по ужесточенному методу ПЗВ, баллы	0	0	0	0
Моющий потенциал масла М-11 с 5%-ной присадкой при 250 °С, %	60	70	95	95
Коррозия масла М-11 с 5%-ной присадкой в приборе ДК-2 (140 °С 25 ч), г/м ²	125,2	82,0	110,5	55,1
Стабильность против окисления масла М-11 с 5%-ной присадкой в приборе ДК-2:				
осадок, %	7,5	3,2	0,05	0,04
прирост вязкости, %	70	58	35	30
Противозносные свойства масла М-11 с 50%-ной присадкой на ЧШМ				
ОПИ	—	—	45	53
P _к	—	—	79	141
P _с	—	—	282	316

Таблица 2
Физико-химическая характеристика опытного и эталонного масел группы М-10ДМ

Показатели	Нормы по ГУ 38101783-79	Масло М-10ДМ	
		эталонное	опытное
Вязкость при 100 °С, мм ² /с	10,5 ± 1,5	11,99	11,32
Индекс вязкости, не менее	90	94	94
Зольность сульфатная, масс. % не более	1,5	1,5	1,48
Щелочное число, мг КОН/г, не менее	8,0	9,3	8,9
Содержание мех. примесей, % не более	0,03	0,008	0,004
Содержание воды, % не более	Следы	Отсутствует	
Т-ра вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	200	236	220
Т-ра застывания, °С, не выше	Минус 15	Минус 18	Минус 35
Коррозия на пластинках из свинца, г/м ² , не более	Отсутствует		
Индукционный период осадкообразования, часы, не менее	50	50	50
Моющие свойства по ПЗВ, баллы не более	0	0	0
Моющий потенциал при 250 °С, %	Не норм.	85	90

ДФ-11, 0,003% ПМС-200А. Эталонном сравнения являлось масло, приготовленное на основе базового масла М-11 и содержащее 6,7% МАСК, 4% НСК (импортный), 1,5% ДФ-11, 0,003% ПМС-200А.

Физико-химическая характеристика приготовленных образцов масел приведена в табл. 2. Данные таблицы показывают, что опытное масло по всем показателям равноценно эталонному и соответствует требованиям, предъявляемым к маслам М-10ДМ.

Литература

1. Филалковский Р. В., Мишурина И. И., Романютина Л. В. — Химия и технологии топлив и масел, № 3, с. 37, 1981. 2. Садыхов К. Н., Агаев А. Н., Валиева С. М. — Докл. АН АзССР, 1981, № 11, с. 39. 3. — Авт. свид. СССР № 759577. Бюл. изобр. № 32, 1980.

Институт химии присадок АН АзССР

Поступило 3. III 1983

К. Н. Садыхов, Э. Н. Агаев, С. М. Валиева

ЛҮКСӘК ГӘЛӘВИЛИ КАЛСИУМ АЛКИЛФЕНОЛСУЛФОНАТЫН СИНТЕЗИ ВӘ ТӘДГИГИ

Мәгәләдә фенолун C_{20} — C_{24} фракциялы α -олефинләрлә алкиллашмәсіндән алынган алкилфенол эсләсіндә нейтрал вә лүксәк гәләвили сулфонат ашгарларынын синтези вә тәдгигиниң нәтичәләри периләшкәндир.

Муәллім едиләшкәндир ки, алынган ашгарлар өз итисмәр хәссәләринә корә алкилбензол эсләсіндә алынган аналогик ашгарлардан үстүндүр.

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

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF HIGHLY-BASIC CALCIUM ALKYLPHENOLSULPHONATES

In this article synthesis and characterization of neutral and highly-basic Ca sulphonates on the basis of alkylphenol obtained by alkylation of phenol with C_{20} — C_{24} α -olefins from high-temperature oligomerization of ethylene are described.

It is established that these additives are superior to similar additives based on alkylbenzene.

Г. Р. АЛНОВ

К ГИДРОГЕОЛОГИИ И ГИДРОХИМИИ МИОЦЕН-ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АПШЕРОНСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

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

Гидрохимическая характеристика пластовых вод отложений, слагающих месторождения Апшеронского нефтегазоносного района, дана в работах [1—7] и др., где основное внимание уделялось водам продуктивной толщи. В данной работе на основе обобщения промысловых материалов из 14 скважин на 7 структурах и по результатам 18 анализов проб пластовых вод, взятых из эксплуатационных и разведочных скважин площадей б. Апшеронская, Хоросаны, Чахнагляр, Бинагады, Карадаг, Сулутепе и Хырдалан, устанавливается водообильность пластов, гидрохимическая характеристика вод и закономерность в изменении ионно-солевого состава их как по площади, так и со стратиграфической глубиной.

Водопроявления отмечались в процессе бурения, при опробовании песчаных горизонтов миоцен-палеогенового комплекса Апшеронской области. Водоносные горизонты опробованы на 9 площадях в 25 скважинах. На 3 площадях (б. Апшеронская, Сулутепе и Чалаери) опробование производилось соответственно в скважинах 4,190 и 502. Из них в скв. 4 получены нефть и газ, а в скв. 190 и 502 — вода. Остальные скважины расположены на площадях Чахнагляр (4 скв.), Бинагады (5 скв.), Хырдалан (4 скв.), Хоросаны (2 скв.), Карадаг (5 скв.). В этих скважинах произведено всего 26 опробований. Из них в 9 случаях получена нефть, в 4-х вместе с нефтью — пластовая вода, в 2-х — газ и конденсат, в одном — газ и вода, в одном — приток отсутствовал. При 9 опробованиях получена лишь пластовая вода (табл. 1).

Наибольшие дебиты воды (110—120 м³/с) были получены на площади Чахнагляр, а в Хоросанах изменяется от 18 до 50 м³/с, в Бинагадах — 8-50 м³/с. На площадях Сулутепе и Чалаери скважины давали воду с суточным дебитом соответственно 6 и 100 м³ (табл. 1).

В целом дебиты воды скважин колебались в больших пределах — 5—120 м³/с, наиболее высокие (50—120 м³/с) отмечаются в скважинах центральной и восточной частей, где коллекторами являются более проницаемые породы, а минимальные (5—30 м³/с) — в скважинах, расположенных в западной части Апшеронского нефтегазоносного района.

В разрезе миоцен-палеогеновых отложений по промыслово-геофизическим исследованиям выделяются песчаные, песчано-алевритовые и песчано-глинистые пласты, насыщенные нефтью, газоконденсатом или водой. В ряде случаев в нефтегазонасыщенных разрезах обнаружива-

ются отдельные водоносные пласты. Так, на площади Карадаг в скв. 106, 129, 323 и 324 были опробованы интервалы почти однотипного литологического состава, из которых первые три вступили в эксплуатацию с первоначальным суточным дебитом нефти соответственно 19; 17,5 и 10 т, воды — 10; 5 и 20 м³, а скв. 324 — с малым дебитом нефти — 4 т/с, воды — 14 м³/с. Наряду с этим отдельные скважины при опробовании давали лишь воду.

Таблица 1

Водопроявления в процессе опробования скважин

Площадь	№ скв.	Интервал опробования, м	Дебиты воды, м ³ /сут
Бинагады	1118	500—400	8,0
	1109	252—83	50
Чахнагляр	515	1390—1360	110
	1120	1180—1160	120
Сулутепе	190	639—600	6,0
Хоросаны	1643	991—9Е4	18
	1818	769—776	50
Чаллерн	502	1660—1620	100

Характеристика пластовых вод мезоцен-палеогенового комплекса приведена в табл. 2, из которой видно, что общая минерализация пластовых вод изменяется от 12,5 до 47,7 г/л.

Минимальная минерализация — 12,5 — 13,7 г/л отмечается в скв. 190 (Сулутепе) и 98001 (Хырдалан). Воды эти залегают в разрезе песчано-алевритового горизонта на глубинах 639 — 635 (скв. 190) и 445 м (скв. 98001) и относятся к гидрокарбонатнатриевому типу. Характерно, что в его разрезе, кроме вод гидрокарбонатнатриевого типа имеются воды других типов (хлоркальциевого и хлормагниевого), причем на одной и той же площади (Сулутепе) в одной и той же скважине (№ 190) при разнице глубин всего 34 — 35 м. Но вода, залегающая на глубине 605 — 600 м в скв. 190, отличается сравнительно меньшей минерализацией (17,6 г/л).

Разнотипные воды встречаются и на площадях Бинагады и Сулутепе при больших разнице глубин (606 — 667 м). Так, по данным скв. 1523 и 190 (Сулутепе) на глубинах соответственно 752 — 743 и 639 — 635 м встречена вода гидрокарбонатнатриевого типа, а в скв. 1536 (Бинагады) — хлоркальциевого типа на глуб. 137 — 95 м. Такая же вода обнаружена и в скв. 1109 (Бинагады) на глубине 256 — 83 м.

Пластовые воды песчаного горизонта, полученные из скв. 103, 106, и 324 (Карадаг), относятся к гидрокарбонатнатриевому типу, а по данным скв. 515, 1120 (Чахнагляр) и скв. 1818 (Хоросаны) — к хлоркальциевого типу.

Общая минерализация пластовых вод этого горизонта, по данным скв. 103, 106 и 324 Карадагской структуры, составляет соответственно 26,2; 38,2 и 22,8 г/л, а на площади Чахнагляр она изменяется от 37,7 (скв. 1120) до 45,6 г/л (скв. 515), с содержанием сульфатов до 1,2 мгэкв. (скв. 1120). Аналогичная вода, но слабосульфатная (следы), получена и на площади Хоросаны, в скв. 1818 при опробовании интервала глубины 789 — 776 м.

На рис. 1 показана зависимость между общей минерализацией и солевым составом, где точки, принадлежащие Na+K, Cl+SO₄, HCO₃+

Таблица 2

Химический состав вод мезоценовых отложений

Площадь	№ скв.	Интервал опробования	Солен. по В'е	мг-экв. на 100 г							г/л	
				Cl	SO ₄	HCO ₃ +CO ₂	НК	Ca	Mg	Na+K	мг-экв.	г/л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Карадаг	103	2669—2619	4,0	38,4	0,7	0,9	4,5	4,2	0,1	40,2	89,0	26,2
	106	2927—2841	4,1	55,6	0,2	1,6	7,6	1,6	0,8	62,5	130,0	38,2
	324	3400—3344	2,4	28,6	0,5	1,9	7,3	0,9	0,8	36,5	76,4	22,4
Бинагады	1109	256—83	4,1	59,4	0,3	2,3	0,5	1,4	2,2	55,6	125,0	36,7
	1536	195—137	2,9	40,7	0,1	2,1	0,3	6,9	—	39,6	86,4	25,4
	190	605—600	1,77	29,0	0,1	0,5	0,4	1,1	1,0	27,9	60,0	17,6
Сулутепе	190	639—635	1,57	17,3	0,2	3,5	0,3	2,8	0,1	18,4	42,6	12,5
	1523	752—743	2,9	44,5	0,5	2,4	0,3	0,2	0,3	47,2	95,4	28,1
Чахнагляр	515	1390—1360	4,8	77,0	—	0,4	0,2	6,2	—	71,4	155,4	45,6
	1120	1180—1160	4,2	62,1	1,2	0,8	0,1	1,7	2,7	59,8	128,4	37,7
Хырдалан	98001	445	1,54	17,3	0,4	5,7	—	0,2	0,2	23,0	46,8	13,7
Хоросаны	1818	789—776	4,2	66,2	Сл.	1,5	0,1	2,9	—	64,9	135,6	39,8
	1643	964—685	3,7	59,1	6,2	0,3	0,5	1,7	3,0	61,4	132,4	38,9

+CO₃, лежат на прямых, но концентрация ионов первых двух катионов и анионов резко возрастает с общей минерализацией вод, а содержание ионов бикарбонатов и карбонатов не претерпевает резкого изменения.

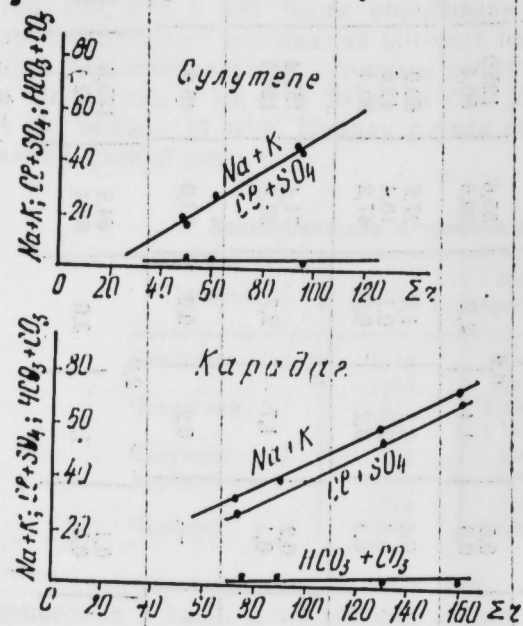


Рис. 1. Зависимость между общей минерализацией и составными частями вод миоцен-палеогеновых отложений.

Указанное свидетельствует о том, что зависимость между общей минерализацией и составными частями вод выражается по линейному закону. Это дает возможность установить принадлежность воды к тому или

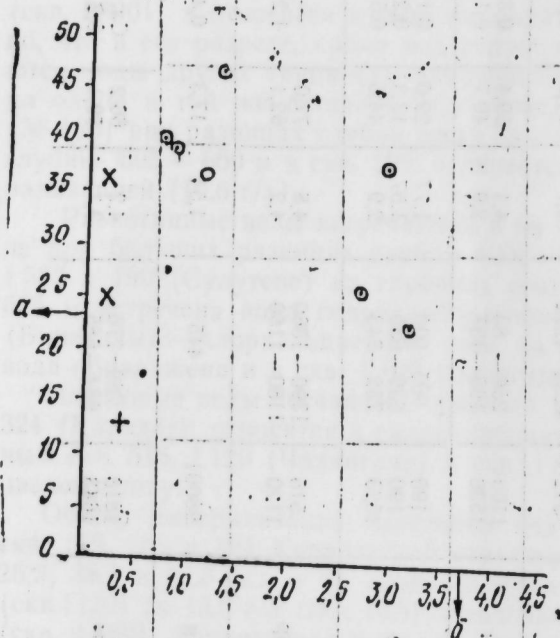


Рис. 2. Изменение минерализации под с глубиной: а — минерализация, г/л; б — глубина, км; • — Карадаг; х — Бинагады; □ — Сулутеле; ○ — Чах-нагляр; + — Хырдалан; φ — Хорасаны.

инному пласту или смещение вод двух различных пластов. Обнаруживается также, что минерализация вод в основном увеличивается с глубиной (рис. 2).

Литература

1. Алиев Г. Р., Асланов Г. Г. — Уч. зап. АГУ серия геол-геогр. наук, 1965, № 2, с. 59 — 65.
2. Акперов Н. А. — АНХ, 1967, № 8, с. 9 — 11.
3. Велиев А. Г., Акперов Н. А., Алиев Г. Р. — АНХ, 1969, № 11, с. 9 — 11.
4. Исмайлов К. А., Курбанова Р. А. — АНХ, 1974, № 6, с. 9 — 13.
5. Курбанова Р. А. — АНХ, 1981, № 8, с. 14 — 19.
6. Мехтиев Ш. Ф. — ИИГ, серия геол., 1956, № 6, с. 11 — 15.
7. Мехтиев Ш. Ф., Рачинский М. Э., Ахундов А. Р. — Докл. АН АзССР, 1966, т. XXII, № 9, с. 57 — 62.

Институт геологии

Поступило 27. IV 1983

Г. Р. Алиев

АБШЕРОН НЕФТЛИ-ГАЗЛЫ РАЈОНУ МИОСЕН-ПАЛЕОСЕН ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИН ГИДРОКЕОЛОКИЈА ВЭ ГИДРОКИМЈАСЫ ЫАГГЫНДА

Мәгаләдә итисмар вә кәшфијат гујуларындан көтүрүлмүш су нүмунэләринин лабораторија тәһлилинә көрә саһә вә дәринлик үзрә лај суларынын гидрохимјәви хүсусијәтләри вә онларын ион-дузлулуғ тәркибинин дәјишмә ганунаујгунлуғлары көстәрилир. Бууиула јанашы итисмар көстәричиләри әсасында лајларын сулулуғу һаггында мәлүмат верилир.

G. R. Aliyev

ON THE HYDROGEOLOGY AND GHEMICAL HYDROLOGY MIOCENE-PALEOGENE DEPOSITS IN APSHERON OIL- AND GAS-BEARING REGION

Wateriness of beds, hydrochemical characteristic of water and regularity in the change of their iono-saline composition both in area and depth are elucidated in the article on the basis of general conclusions of industrial, field and laboratory data from exploratory and prospecting borehole.

Р. Н. АБДУЛЛАЕВ, А. Р. ИСМЕТ, С. А. ДЖАФАРОВ

О СОСТАВЕ И ВОЗРАСТЕ ДОСРЕДНЕЮРСКОГО ФУНДАМЕНТА
КУСАРО-ДИВИЧИНСКОГО ПРОГИБА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. Д. Султановым.)

Кусаро-Дивичинский наложенный прогиб, в пределы которого входит Прикаспийско-Кубинская нефтеносная область, представляет одну из депрессионных структур территории Азербайджана и расположен на северном склоне юго-восточного погружения Большого Кавказа.

В строении Кусаро-Дивичинского прогиба мезозойские отложения погребены на большую глубину и перекрыты мощным покровом неоген-четвертичных отложений [1].

С целью установления перспективы нефтегазоносности мезозойских отложений погребенных структур Ялама—Худат—Хачмасской зоцы пробурены разведочные скважины, одна из которых ниже песчано-глинистых отложений, на глубине 4700 м вскрыла вулканогенную толщу, возраст которой определить по геологическим данным не представлялось возможным. Поэтому после вскрытия скв. 1 вулканогенной толщи, бурение продолжалось в надежде вскрытия мезозойских осадочных образований. Однако определение абсолютного возраста вулканитов позволило выявить истинную картину стратиграфической последовательности разреза скв. 1.

В разрезе скважины 1 (Агзыбирчала) установлена следующая последовательность отложений: четвертичные — 0 — 580 м, верхнего и среднего плиоцена — 580 — 335 м, средней юры — 3356 — 4700 м, вулканогенная толща нижней юры — 4700 — 4970 м, метаморфические сланцы — 4970 — 5142 м.

Вскрытие подюрскими песчано-сланцевыми отложениями вулканогенных образований и метаморфических сланцев скв. 1 (Агзыбирчала) в пределах юго-восточной части Кусаро-Дивичинского прогиба имеет важное значение для познания строения и состава доюрского фундамента Прикаспийско-Кубинской нефтеносной области и его соотношение с эпигерцинской платформой Северного Каспия и палеозойским фундаментом Предкавказья Терек-Кумской области.

Приводится краткая характеристика состава вулканитов, метаморфических пород и результаты определения абсолютного возраста, определенного калий-аргоновым методом. Юрские отложения (интервал 3356—4700) представлены аргиллитизированными глинами, плотными кварцевыми и полимиктовыми песчаниками, алевролитами, для которых характерно присутствие удлиненных чешуек серицита, расположенных полукатаными и угловатыми обломками кварца, полевого шпата.

Вулканогенная толща мощностью около 300 м сложена покровами

лавовых и вулканобломочных пород андезитового состава. Для андезитов характерна порфировая структура с вкрапленниками плагиоклаза, роговой обманки. Вкрапленники плагиоклаза представлены андезитами, некоторые из которых имеют зональное строение и альбитизированы, серицитизированы с различной степенью интенсивности. Вкрапленники роговой обманки опоцитизированы, почти полностью замещены железистыми минералами. Принадлежность опоцитированных реликтов к роговой обманке устанавливается по характерным для этого минерала сечениям. Редко встречаются также мелкие вкрапленники клинопироксена, замещенные кальцитом. Структурные рисунки основной массы андезитов характеризуются гналоплитовым, пилотакситовым и микролитовым строением. Основная масса серицитизирована и кальцитизирована. Интенсивные аутометаморфические изменения описываемых пород позволяют отнести их к эпироговообманковым андезитам. Вулканобломочные породы представлены андезитовыми, микровулканическими брекчиями, микротуфобрекчиями.

Для установления возраста вулканогенных и метаморфических пород, встреченных в разрезе скв. 1 (Агзыбирчала), определению абсолютной датировки калий-аргоновым методом подвергались шесть проб, из которых возраст андезитов определялся по валовым пробам, а метаморфических пород — по обогащенному до минерала буровому шламу (таблица).

$$\lambda_k = 0,581 \cdot 10^{-1} \text{ год}^{-1}, \lambda_p = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ год}^{-1}$$

Возраст пород из разреза скв. 1 (Агзыбирчала)

Породы	Интервал глубины	K ⁴⁰ · 10 ⁻⁶ г/г	Ar ⁴⁰ рад., %	Ar ⁴⁰ р · 10 ⁻⁹ г/г	Абсолютный возраст, млн лет	Средний возраст, млн лет
Андезит	4761—4762	3,44	64,0	33,24	168	168
Андезит	4830—4831	1,27	20,0	13,50	183	183
Обогащенная полевошпатовая фракция:	5128	3,49	49,0	39,92	197	196
	5128	3,49	54,0	39,44	195	
калевый полевой шпат и плагиоклаз	5129	3,42	80,0	38,66	195	205
	5129	3,42	81,4	44,03	221	
	5129	3,42	60,5	39,44	199	
	5139	3,32	78,0	44,43	224	225
	5139	3,32	70,0	43,65	226	
	5141	3,32	79,2	46,97	240	242
	5141	3,32	55,0	47,79	245	

Аргоновый возраст пород и минералов из скв. 1 определен в лаборатории абсолютной геохронологии Института геологии АН Азерб. ССР.

Судя по результатам экспериментальных данных и с учетом ошибки эксперимента, согласно геохронологической шкалы, полученные цифры 168 и 183 млн лет соответственно из интервалов глубин 4761—4762 и 4830—4831 м можно отнести к одному возрасту и считать их нижнеюрскими. Шламы из интервалов глубин 5228, 5129, 5139 и 5141 м после промывки и очистки их от обломков пород обогащаются полевошпато-

зыми фракциями и подвергаются измерению на возраст. Для каждой пробы произведено не менее двух измерений. Получены близкие значения содержания в них калия. Это дает основание определить четыре пробы из интервала 528—5141 м считать одной со средним возрастом 217 млн. лет, что относится к триасу. Вариацию содержания калия и возраста можно связать с присутствием в анализированных пробах незначительных обломков из вышележащих, более молодых пород.

Таким образом, в глубинном строении Кусаро-Дивичинского наложенного прогиба впервые установлено присутствие нижнеюрской вулкано-генной толщи и Пермь-триасовых метаморфизованных слюдисто-кварцевых сланцев. Следует отметить, что в депрессионных зонах Кавказа докембрийский фундамент, представленный эпигерцинской платформой, вскрыт многочисленными разведочными скважинами в пределах Прикумской низменности, Терско-Кумской области, в Центральном Предкавказье. Он принимает участие также в строении Северного Каспия. В пределах Центрального Предкавказья и северного Каспия палеозойская консолидированная кора имеет гетерогенное строение и в акватории Каспийского моря и его восточного побережья выделяются Среднекаспийский и Краснодарский своды. Палеозойские отложения в юго-западной части равнинного Дагестана вскрыты подверхнеюрскими отложениями. В Предкавказье возраст доюрского фундамента установлен как верхнепалеозойский. На Краснодарском полуострове нижнемеловые отложения трансгрессивно перекрывают метаморфические породы докембрия [2]. Допускается также, что Кара-Богаз-Гольский срединный массив эпикалидонской платформы, простираясь через Средний Каспий и Сулакскую низменность, образует жесткий гомогенный фундамент.

Разрез скв. 1, пробуренной на западном побережье Каспия, в местности Агзыбирчала хорошо сопоставляется с разрезами скважин Прикумской, Сулакской низменностей, Среднего Каспия, где доюрские вулкано-генные и метаморфические образования также вскрыты многочисленными скважинами.

Исходя из изложенного, а также сокращенной мощности юрских отложений, присутствия вулканитов, можно говорить о наличии в подюрских отложениях Кусаро-Дивичинского прогиба юго-западного продолжения эпигерцинской платформы Северного Кавказа и Каспийского моря.

Литература

1. Геология СССР, т. XVII, Азербайджанская ССР, ч. 1.— М.: Недра, 1973.
2. Халифа-заде Ч. М., Магомедов А. М. Среднеюрские отложения восточной части Большого Кавказа.— М.: Наука, с. 275, 1982.

Институт геологии АН АзССР им. И. М. Губкина

Поступило 13. VI 1983

Р. Н. Абдуллаев, Ә. Р. Исмет, С. Ә. Чәфәров

ГУСАР-ДӘВӘЧИ ЧӨКӘКЛИНИННІН ЈУРАДАН ГӘДИМ ФУНДАМЕНТИНИН ТӘРКИБИ ВӘ ЈАШЫ ҺАГГЫНДА

Гусар-Дәвәчи чөкәклиніндеки Агзыбирчала-1 гујусунда ашкар едилмиш вулканик сүхурлар андезит тәркиблидир вә лава өртүкләриндән вә пирокластик лајларындай ибарәтдир. Бу сүхурлардаки аутометаморфизм дәјишмәләри онлары спиногообманка-андезитләрә аид етмәјә имкан верир.

Радиоложи үсулларла һәмнин сүхурларын орта јашы 217 милјон ил тәјин едилмишдир.

Мүәллифләрин фикринчә, бу вулканик сүхурлар шимали Гафгазын вә Хәзәр дәнизини дининдә јайлымыш епигерсини платформасынын чәнуб-гәрб давамдыр.

R. N. Abdullayev, A. R. Ismet, S. A. Dzharov

ON THE COMPOSITION AND AGE OF PRE-MIDDLE JURASSIC FOUNDATION OF KUSARO-DIVICHY DEPRESSION

Volcanogenic stratum dissected by the well of Agzibirchala-1 within the Kusaro-Divichy depression is composed with lava sheets and volcanic-fragmental rocks of andesite composition.

Autometamorphic changes of these rocks allow to ascribe them to epiobolended, andesites.

Average absolute age of these rocks (5128—5141 m depth) is 217 mil. years which gives a base to the authors to ascribe them to the south-western continuation of epigertsin platform of the North Caucasus and Caspian Sea.

МАКРОЭКОНОМІКА

Восточная часть Предкавказья и северного Каспия палеозойская консолидированная кора имеет гетерогенное строение и в акватории Каспийского моря и его восточного побережья выделяются Среднекаспийский и Краснодарский своды.

Палеозойские отложения в юго-западной части равнинного Дагестана вскрыты подверхнеюрскими отложениями.

В Предкавказье возраст доюрского фундамента установлен как верхнепалеозойский.

На Краснодарском полуострове нижнемеловые отложения трансгрессивно перекрывают метаморфические породы докембрия [2].

Допускается также, что Кара-Богаз-Гольский срединный массив эпикалидонской платформы, простираясь через Средний Каспий и Сулакскую низменность, образует жесткий гомогенный фундамент.

Разрез скв. 1, пробуренной на западном побережье Каспия, в местности Агзыбирчала хорошо сопоставляется с разрезами скважин Прикумской, Сулакской низменностей, Среднего Каспия, где доюрские вулкано-генные и метаморфические образования также вскрыты многочисленными скважинами.

Исходя из изложенного, а также сокращенной мощности юрских отложений, присутствия вулканитов, можно говорить о наличии в подюрских отложениях Кусаро-Дивичинского прогиба юго-западного продолжения эпигерцинской платформы Северного Кавказа и Каспийского моря.

Таким образом, в глубинном строении Кусаро-Дивичинского наложенного прогиба впервые установлено присутствие нижнеюрской вулкано-генной толщи и Пермь-триасовых метаморфизованных слюдисто-кварцевых сланцев.

Следует отметить, что в депрессионных зонах Кавказа докембрийский фундамент, представленный эпигерцинской платформой, вскрыт многочисленными разведочными скважинами в пределах Прикумской низменности, Терско-Кумской области, в Центральном Предкавказье.

Он принимает участие также в строении Северного Каспия. В пределах Центрального Предкавказья и северного Каспия палеозойская консолидированная кора имеет гетерогенное строение и в акватории Каспийского моря и его восточного побережья выделяются Среднекаспийский и Краснодарский своды.

Палеозойские отложения в юго-западной части равнинного Дагестана вскрыты подверхнеюрскими отложениями.

В Предкавказье возраст доюрского фундамента установлен как верхнепалеозойский.

На Краснодарском полуострове нижнемеловые отложения трансгрессивно перекрывают метаморфические породы докембрия [2].

Допускается также, что Кара-Богаз-Гольский срединный массив эпикалидонской платформы, простираясь через Средний Каспий и Сулакскую низменность, образует жесткий гомогенный фундамент.

Разрез скв. 1, пробуренной на западном побережье Каспия, в местности Агзыбирчала хорошо сопоставляется с разрезами скважин Прикумской, Сулакской низменностей, Среднего Каспия, где доюрские вулкано-генные и метаморфические образования также вскрыты многочисленными скважинами.

Исходя из изложенного, а также сокращенной мощности юрских отложений, присутствия вулканитов, можно говорить о наличии в подюрских отложениях Кусаро-Дивичинского прогиба юго-западного продолжения эпигерцинской платформы Северного Кавказа и Каспийского моря.

Таким образом, в глубинном строении Кусаро-Дивичинского наложенного прогиба впервые установлено присутствие нижнеюрской вулкано-генной толщи и Пермь-триасовых метаморфизованных слюдисто-кварцевых сланцев.

Следует отметить, что в депрессионных зонах Кавказа докембрийский фундамент, представленный эпигерцинской платформой, вскрыт многочисленными разведочными скважинами в пределах Прикумской низменности, Терско-Кумской области, в Центральном Предкавказье.

Он принимает участие также в строении Северного Каспия. В пределах Центрального Предкавказья и северного Каспия палеозойская консолидированная кора имеет гетерогенное строение и в акватории Каспийского моря и его восточного побережья выделяются Среднекаспийский и Краснодарский своды.

Палеозойские отложения в юго-западной части равнинного Дагестана вскрыты подверхнеюрскими отложениями.

В Предкавказье возраст доюрского фундамента установлен как верхнепалеозойский.

На Краснодарском полуострове нижнемеловые отложения трансгрессивно перекрывают метаморфические породы докембрия [2].

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОМ ЧАЕ

Возделывание чая в Закавказье было начато в 90-е годы прошлого века.

Чай хорошо растет на кислых и слабокислых почвах. Он возделывается в тропических и влажных субтропических районах. На территории Азербайджана широко культивируется в Ленкоранском и Закатальском районах, вегетирует круглый год. Чай начинает цвести с сентября и до наступления морозов. Осенью же он вступает в период относительного покоя, продолжающегося до марта и апреля.

В листьях зеленого чая содержатся экстрактивные вещества и органические соединения. Чем больше экстрактивного вещества в чае, тем выше его качество. Особенно богаты экстрактивными веществами молодые флешы.

Исследования К. Е. Бахтадзе [1] показали, что экстракт зеленого листа состоит в основном из танина, который составляет в среднем от 8 до 30%. Важнейшими составными частями чая являются также эфирные масла, кофеин и дубильные вещества.

Кофеин обладает возбуждающим действием, содержание его в чае составляет 2—4% от веса сухого вещества [3]. Эфирное масло, придающее чаю аромат, содержится в количестве 0,006%. И. А. Хочалавой [5] также изучены свойства и содержание дубильных веществ в чае. Отмечено, что дубильные вещества обуславливают вяжущий вкус чая, содержание их составляет 12—16%.

Чай — весьма важная продукция в жизни человека. Особое значение имеет употребление чая в южных районах нашей страны, в частности, в Азербайджане, что связано с климатическими условиями.

Поэтому большое значение имеет определение количественного состава наиболее важных веществ и микроэлементов в чае.

До настоящего времени в периодической печати сведения о содержании микроэлементов в чае сводилось к определению железа, марганца и кобальта [2].

Изучение микроэлементов в чае дает возможность установить потери или загрязнение микроэлементами в процессе технологии приготовления продукции чая. Данные могут быть использованы при изучении поступления микроэлементов в организм человека в пищевом балансе, а также при изучении потери физиологически важных микроэлементов в процессе технологии изготовления чая промышленным способом.

Следует отметить, что нами производилось не только определение общего количества микроэлементов в чае. Мы поставили перед собой задачу определить количество микроэлементов, переходящих в водную

экстракцию. Для сравнения данных микроэлементы определялись во флешах, зеленом чайном листе, старых листьях, полуфабрикате и готовой продукции чая (азербайджанский и грузинский экстра). Все определения проводились в двукратной повторности. Обобщенные результаты исследований представлены в таблице.

Содержание микроэлементов в чае

Образец	Содержание микроэлементов, мг/кг воздуш. сух. в-ва						
	бора	марганца	меди	цинка	молибдена	кобальта	селена
Общее содержание							
Флешы	14,43	1015,94	5,75	20,01	15,58	4,08	0,065
Зеленый чайный лист	21,75	524,99	5,22	14,29	4,58	15,94	0,115
Старые чайные листья	16,10	439,78	5,53	34,69	17,96	5,01	0,130
Полуфабрикат	15,30	401,78	7,54	12,23	3,25	16,80	0,118
Чай экстра азерб.	10,71	253,75	6,99	12,63	3,31	16,42	0,09
Чай экстра груз.	14,05	160,00	6,82	13,52	3,96	17,02	0,073
Водная экстракция							
Чай экстра азерб.	7,7	77,50	1,14	1,25	2,58	10,60	0,06
Чай экстра груз.	10,27	23,75	1,12	1,59	2,26	9,53	0,05
Сухое вещество (после экстракции)							
Чай экстра азерб.	3,01	176,25	5,85	11,38	0,73	5,83	0,025
Чай экстра груз.	3,78	136,25	5,70	11,93	1,73	7,49	0,02

Данные исследований показывают, что чай относительно богат микроэлементами. В частности, в чае обнаруживается весьма высокое содержание марганца. При этом флешы и зеленый чайный лист характеризуются наибольшим содержанием марганца по отношению к полуфабрикату и готовой продукции чая экстра. В азербайджанском чае (экстра) отмечается большее содержание марганца, чем в грузинском. При этом различия весьма значительны (253,75; 160,0 мг/кг воздушно-сухого вещества).

Содержание бора в зеленом чайном листе также значительно выше, чем в полуфабрикате и готовой продукции.

Данные показывают, что в отношении же количественного содержания бора грузинский чай экстра богаче, чем азербайджанский. Интересное явление отмечается в отношении общего содержания меди в чае. Так, во флешах количество меди составляет 5,75 мг/кг воздушно-сухого вещества, в зеленом чайном листе — 5,22, в полуфабрикате — 7,54 и в готовой чайной продукции (азербайджанский чай экстра) — 6,99 мг/кг воздушно-сухого вещества. По всей вероятности, здесь происходит некоторое загрязнение чая медью в период технологической обработки. Содержание меди в готовой продукции азербайджанского и грузинского чая экстра равнозначно (таблица). Можно говорить о некоторой потере цинка и кобальта в период обработки чайного листа, так как содержание этих элементов в зеленом чайном листе несколько выше, чем в полуфабрикате и готовой продукции.

Наблюдается более высокое содержание цинка и кобальта в грузинском чае экстра по отношению к азербайджанскому чаю экстра.

Общее содержание молибдена в чае довольно высокое (таблица), особенно если учесть, что молибден относится к ряду элементов слабого биологического накопления [4]. Варьирование содержания молибдена от зеленого чайного листа до готовой чайной продукции незначительно — 15,94 — 16,80 мг/кг воздушно-сухого вещества. Содержание молибдена в грузинском чае экстра несколько выше, чем в азербайджанском чае экстра.

Результаты анализа водной экстракции дали возможность судить о переходе определенной части микроэлементов в водный раствор. Считаем возможным остановиться на получении водной экстракции готовой чайной продукции: 50 г чая экстра заливали 500 мл кипяченой дистиллированной водой и настаивали на итеритовой плитке в течение 30 мин, не доводя до кипения. После фильтрации производили разрушение органических соединений H_2O_2 при длительном кипячении. Микроэлементы определялись колориметрическим методом.

В отношении селена отмечается тенденция более высокого содержания в старых вегетативных органах. К тому же основная его часть переходит в водную экстракцию. По количественному содержанию селена чай экстра азербайджанский и грузинский идентичны.

Наши исследования показывают также, что такие микроэлементы как марганец, медь и цинк в меньшей степени переходят в водную экстракцию (14,8; 16,31; 11,8% от общего количества соответственно), в то время как кобальт (57,0%), молибден (56,0%) и бор (73,1%) экстрагируются водой в значительных количествах (таблица).

Таким образом наши исследования показывают, что флеш, зеленый чайный лист, полуфабрикат чая и азербайджанский чай экстра имеют высокое содержание марганца, бора, цинка и молибдена. Азербайджанский чай экстра значительно богаче марганцем, чем грузинский.

В процессе технологии изготовления чайной продукции отмечается потеря таких микроэлементов как марганец и бор. В то же время происходит загрязнение чая медью. Количество цинка, кобальта и молибдена по существу не меняется от зеленого чайного листа — полуфабрикат — готовая чайная продукция (чай экстра азербайджанский).

В водную экстракцию чая переходят значительные количества таких микроэлементов как кобальт, молибден, бор и селен (56,0 — 70,0%). Марганец, медь и цинк экстрагируются водой в меньшей степени (11,8 — 16,3% от общего содержания).

Литература

1. Бахтадзе К. Е. Биология, селекция и семеноводство чайного растения. — М.: Пищепромиздат, 1947.
2. Глиджемехр А. В. Автореф. канд. дис. Баку, 1970.
3. Каарацхелиа Т. К. Чаеводство. — М., Госиздат, 1950.
4. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. — М., 1966.
5. Хочалава И. А. Технология чая. — М., 1955.

Институт почвоведения и агрохимии АН АзССР

Поступило 20. IX 1983

Ә. Н. Күләхмәдов, А. И. Бајева, Е. Ә. Мугалинскаја, Х. Ә. Халилова
АЗӘРБАЈҶАН ЧАЈЫНДА МИКРОЕЛЕМЕНТЛӘР

Апарылан тәдқиғатлар көстәрир ки, чај биткисиндә микроелементләрин, хусусән манганин мигдары инебәтән чохдур. Чајын су экстрактына бу микроелементләрин (кобалт, молибден, бор вә селен) тәғрибән 56,0—70,0%-и кечир. Манган, мис вә синкин исә үмуми мигдарынын 11,8—16,3%-и су экстрактына кечир.

A. N. Gulakhmedov, A. I. Baeva, E. A. Mugalinskaya, Kh. A. Khalilova

THE MICROELEMENTS IN THE AZERBAIJAN TEA

Carrying out investigations show, that tea plant has relatively high content of microelements, especially manganese.

The water extraction of tea contains considerable quantity in the following microelements: cobalt, molybdenum, boron and selenium (56—70.0%).

The manganese, copper and zinc are extracted in smaller degree—11.8—16.3% from general quantity.

А. Г. КУРДОВ, Ю. Н. ЛИСИЦЫН

СВЯЗЬ ПРИРОДНЫХ ВАРИАЦИЙ ДЕИТЕРИЯ В ВОДАХ С ДОЛГОЛЕТИЕМ

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

Изучение влияния тяжелой воды (D_2O) на живые организмы началось сразу после открытия изотопа водорода дейтерия (D), в 1932 г., а к исследованию территориального распределения D в природных водах приступили лишь в 1953 г., в связи с внедрением точных масс-спектрометрических методов измерений D как индикатора происхождения вод в процессе глобального влагооборота [1]. Биологическая активность воды с пониженным в пределах природных вариаций содержанием D показана в [2, 3, 4]. Она проявляется в увеличении продуктивности животных, урожая растений, лечении сердечно-сосудистых заболеваний, нарушения обмена веществ. В. М. Мухачев связывает роль ничтожных концентраций D в воде (0,0130—0,0158 ат.%) на протяжении жизни человека с тем, что в организме водород занимает если не по весу, то по числу атомов 1 место среди других элементов, а D -12, сразу после калия и магния, причём впереди железа. Содержание меди, кадмия, марганца, цинка в десятки и сотни раз меньше, чем D [5]. В. И. Лобышев, Л. П. Калинин [6] отмечают, что чем выше организация биологического объекта, тем разнообразней его реакция и тем он чувствительнее к увеличению концентрации тяжелой воды и указывают на ее интереснейшее свойство: D_2O является единственным известным химическим веществом, во всех случаях приводящим к изменению циркадных (околосуточных) биоритмов. Все это подтверждает, что на воду надо смотреть не столько как на среду, сколько как на часть живой машины.

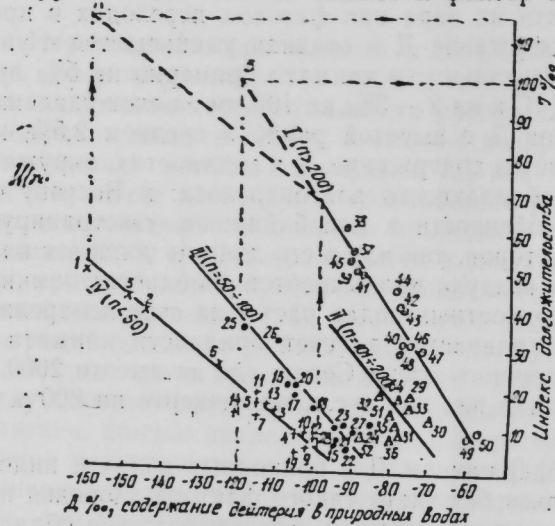
Проследить воздействие D на человека можно по его итоговому действию на протяжении жизненного цикла, сопоставляя содержание D в водах конкретных регионов с удельным числом долгожителей, которое является своеобразным суммарным показателем здоровья населения. Чтобы уменьшить влияние на этот показатель социальных и антропогенных факторов среды исследовались лишь сельские долгожители, для которых характерны ровный физический труд на протяжении всей жизни, упорядоченность домашнего уклада, отсутствие заметных социальных трений, «натуральность хозяйствования», то есть использование в основном продуктов своего участка и местности, что определяет местное потребление D не только в воде, но и в органическом веществе продуктов.

По материалам переписи [7] 1959 г. (она учитывает возрастное состояние населения сел, в меньшей степени затронутых НТР и социаль-

ными преобразованиями, чем при последующих переписях) нами вычислены индексы долгожительства Института геронтологии АН СССР [8] — доля лиц 90 лет и старше в числе всего населения 60 лет и старше. За показатель содержания D принята среднепогодная концентрация его в годовой сумме осадков на исследуемой территории или на водосборе, поставляющем туда питьевую и ирригационную воду. Для расчета использовались как «реперные» анализы проб, отобранных в отдельных точках страны. Концентрацию D в водах принято выражать в относительных единицах: $D = [(D_{об} - D_{ок}) / D_{ок}] \times 1000\%$, где $D_{об}$ — изотопное отношение дейтерия и протия (D/H) в исследуемом образце, $D_{ок}$ — изотопное отношение в стандарте средней океанической воды, равное 0,0158 ат.%. Пределы вариаций D в природе равны 500‰, т. е. от +50‰ в высокоминерализованных водах до —450‰ в ледниках Антарктиды. Средние многолетние величины D в осадках в СССР колеблются от —50‰ над южными равнинами до —180‰ в Арктике. Эти вариации обусловлены фракционированием тяжелой (DHO) и легкой (H_2O) воды в связи с различием упругости их пара при фазовых переходах в процессе переноса влаги [9]. Содержание D в осадках уменьшается с увеличением суровости и континентальности климата примерно на 5‰ при понижении температуры на 1°C и на 2—3‰ на 100 км за счет удаления от океана. Обеднение осадков D с высотой равно в среднем 2,5‰ на 100 м. Существенно уменьшается содержание D в местностях, окруженных горами со стороны преобладающего влагопереноса: к Востоку от Урала, Скандинавии и в особенности в Азербайджане, «экстранируемом» высокими горами с 3-х сторон, так как в его долины попадает влага, обедненная D при подъеме воздуха вдоль хребтов. В областях замкнутого стока примесь D в поверхностных водах растет за счет испарения. В Армении D несколько увеличивается за счет аридности климата и обширной площади слабопроточного озера Севан, где на высоте 2000 м концентрация D примерно такая же, как в г. Степанакерте на 800 м — 86—88‰.

Выявить связь между содержанием D в природных водах и индексом долгожительства (J) нельзя без учета такого фактора здоровья населения как традиционный характер питания, его соответствие сбалансированному питанию. По статистике, среднее потребление основных продуктов питания расходится с требованиями сбалансированного питания главным образом по потреблению фруктов и овощей: в 1965 г. оно было в стране 100 кг в год на душу населения [10] или 270 г в сутки, что вдвое ниже рекомендуемой К. С. Петровским [11]. Многие исследования показывают, например [12], что в общем числе долгожителей 2—4% вегетарианцы. Если учесть, что в мире всего 3 млн вегетарианцев [13], т. е. лишь 0,07%, то очевидно, что вероятность долголетия более высокая при насыщении рациона растительными, прежде всего сырыми продуктами. Поэтому в качестве индекса оптимальности питания (Π) нами взят средний годовой валовой сбор фруктов и овощей на душу всего населения области, округа или республики по данным 9-й пятилетки. При этом считается, что среднее потребление фруктов и овощей пропорционально их валовому сбору. Для исследования взяты все политико-административные единицы страны с относительно небольшой площадью и равномерным распределением D по территории. В средних широтах, где исследуемые показатели изменяются мало, использованы лишь единичные области. На рисунке связь $J=f(D)$ отчетливая, кроме

ветви II, где группируются точки средних широт. Как видно из графика, население Нагорно-Карабахской АО (т. 38) характеризуется наивысшим индексом долгожительства $J=62$, а Нахичеванской АССР — 51 (т. 39) при среднем для Азербайджана 38. Экстраполяция ветви I до $D=-120\%$ (т. В) показывает прогноз возможного увеличения долголетия в Азербайджане до $J=90$, если здесь использовать воду, формирующуюся на высоте 3000 м, где содержание Д понижается до -120% . Параллельный перенос на графике ветви IV вверх до пересечения ветви I дает прогноз увеличения долголетия на Крайнем Севере при обеспечении здесь населения продуктами растениеводства, как на Кавказе, т. е. до $P>200$: на Таймыре до $J=115$ (т. А), в Якутии — до $J=108$. Для местностей с примерно одинаковыми температурными условиями, но разными Д связь $J=f(D)$ сохраняется. Так, в сельских местностях у городов Алма-Ата, Фрунзе, Душанбе, Ташкент Д соответственно равняется — 88, — 80—80 и — 60‰, а индексы долгожительства — 14, 11, 11 и 9. На уровень долголетия влияет и фактор наследственности, но генотип



Связь индекса долгожительства (число лиц 90 лет и старше на 1000 чел., 60 лет и старше) для сельского населения СССР по переписи 1959 г. с содержанием дейтерия в природных водах при различных индексах оптимальности питания (II): 1 — таймыр; 2 — эвенк; 3 — ненец; 4 — коряк; 5 — ханты-манси; 6 — ямало-ненец; 7 — чукот. авт. ок.; 8 — Якут. АССР; 9 — Архан.; 10 — Пермск. обл.; 11 — Тюменск. обл.; 12 — Карельск. АССР; 13 — Томск.; 14 — Иркут.; 15 — Киров., 16 — Новосибир.; 17 — Омская обл.; 18 — Башк.; 19 — Коми АССР; 20 — Алтайск. кр.; 21 — Вологодск. об.; 22 — Чувашск. АССР; 23 — Куйбыш.; 24 — Тамбовск. обл.; 25 — Горно-Алт. А. О.; 26 — Горно-Бад. А. О.; 27 — Морд. АССР; 28 — Татарск. АССР; 29 — Ростовск.; 30 — Саратовск.; 31 — Липецкая; 32 — Псковск. обл.; 33 — Белорусск. ССР; 34 — Литовск.; 35 — Латвийск.; 36 — Эстонск. ССР; 37 — Юго-Осет.; 38 — Нагорно-Карабах. А. О.; 39 — Нахичеванск.; 40 — Чечено-Ингушск.; 41 — Аджарск.; 42 — Дагестанск.; 43 — Кабар-Балк.; 44 — Сев.-Осетин.; 45 — Абхазск. АССР; 46 — Карач.-Черкес.; 47 — Адыг. А. О.; 48 — Армянск. ССР; 49 — Молдавск. ССР; 50 — Астаринск.; 51 — Воронежск.; 52 — Ярославск. обл.

долгожителей в конечном итоге является продуктом социальных и природных условий. По нашим наблюдениям, в Таджикистане процесс старения замедлен у многих работников гидрометеостанций неместной национальности, проработавших в высокогорье 15—25 лет (особенно если их жилища в поймах рек).

В Азербайджане высокий по сравнению с другими республиками Кавказа уровень долголетия соответствует благоприятным условиям по Д. и П. Кроме того для населения Азербайджана характерно употребление баранины, т. е. мяса высокогорья — с лучшим, чем в говядине изотопным составом. Долгожители обычно значительную часть своей жизни были пастухами. Теперь пожилые люди реже заняты этим трудом в связи с социальным обеспечением, что может быть одним из факторов снижения уровня долголетия мужчин. Пальма первенства по

долголетию перешла к старейшей женщине — 144-летней Афруз Гасановой из с. Агейри Пушкинского района Азербайджана [14.]

Над жаркими равнинами Азербайджана летние осадки обогащаются Д, т. к. капли дождя при своем падении неоднократно переиспаряются, теряя при этом легкие изотопы. Уже в начале лета Д может увеличиваться до -40% , если влага движется с востока и не испытывает подъема вдоль горных преград. Однако население равнин республики отличает более высокое долголетие по сравнению с другими аридными зонами страны, что соответствует как общему для Азербайджана низкому среднемуголетнему содержанию Д в осадках, так и использованию на равнинах преимущественно воды горного происхождения. Это касается не только воды, транспортируемой с гор реками и каналами, но и подземных вод, т. к. они в основном питаются за счет верхних зон рельефа. Летние, насыщенные Д осадки, расходуются здесь на испарение и почти не пополняют грунты. В самой же зоне питания рек и грунтовых вод, в горах, улучшению качества вод по Д, напротив, способствует снижение интенсивности испарения. Поэтому на склонах северных экспозиций (Нагорный Карабах, Талышские горы) содержание Д меньше, чем на склонах с южной стороны (Нахичеванская АССР) на одних и тех же высотах. На изотопный состав влаги влияет характер выпадения осадков, прежде всего их интенсивность. Так, в ливневых обильных дождях, характерных, например, для Талышских гор, содержание Д меньше, чем в умеренных дождях. Условия по изотопам водорода в Шушинском, Джебранльском, Гадрутском районах благоприятны, т. к. они экранируются горами не только с севера, запада и юга, как весь Азербайджан, но и отрогами гор с востока. В Джульфинском и Шахбузском районах условия по Д примерно одинаковые, но и в первом с менее сложным рельефом районе лучше показатель П и поэтому выше уровень долголетия.

Отсутствие в литературе по геронтологии подробных оценок высоких индексов долгожительства автономных округов Крайнего Севера объясняется, видимо, недоверием к точности переписи долгожителей 1959 г., т. к. по переписи 1970 г. индексы долгожительства по Таймыру и Эвенкии уменьшились. Однако эта тенденция, возможно, связана с вытеснением местных продуктов с низким содержанием Д, привозными продуктами. Так, по Эвенкийскому АО поголовье северных оленей в 1965 г. составляло 64 тыс., а в 1971 — 36 тыс. [15]. Таким образом, с точки зрения изотопии вод для здравоохранения целесообразно оптимальное использование высокогорных пастбищ, интенсификация сельского хозяйства Нечерноземья, развитие тепличных хозяйств на Севере (а не завоз плодов с равнин юга, например, с Нижнего Поволжья, где содержание Д повыше): Экологически благоприятно для юга расширение заряжающей влагой почву зимнего орошения, практикуемого, например, на Алтае.

Литература

1. Брезгунов В. С. — В кн.: Изотопия природных вод. — М.: Наука, 1978, с. 10—45.
2. Торонцев И. В. и др. — В сб. Вопросы радиобиологии и гематологии. — Томск: ТГУ, 1966, с. 118—126.
3. Родимов Б. и др. — Сельское производство Сибири и Дальнего Востока, 1965, № 4, с. 56—57.
4. Gleason J. D., Friedman I. — Nature, 1975, v. 256, № 5515, p. 305.
5. Мухачев В. М. Живая вода. — М.: Наука, 1975. — 244 с.
6. Лобышев В. И., Калининченко Л. П. Изотопные эффекты D_2O в биологических системах. — М.: Наука, 1978. — 215 с.
7. Итоги Всесоюзной переписи населения 1970 г. —

М.: Статистика, 1972, т. 2, — 272 с. 8. *Мирзаев Б. П.* и др. — Геронтология и гериатрия, 1972. Ежегодник. — Киев, 1975, с. 288—287. 9. *Ахмедов Б. В.* — В кн.: Исследование природных вод изотопными методами. — М.: Наука, 1981, с. 3—9. 10. Народное хозяйство СССР, 1922—1982. — М.: Статистика и статистика, 1982. — 263 с. 11. *Петровский К. С.* Рациональное питание. — М.: Медицина, 1976. — 134 с. 12. *Глоzman О. С., Леонтьева Л. П.* — Геронтология и гериатрия, 1972. Ежегодник, 1973. с. 298—300. 13. *Петровский К. С.* Азбука здоровья. — М.: Знание, 1982. — 111 с. 14. *Султанов М. Н.* Азербайджан — страна долгожителей. — Баку: Азернешр, 1981. — 194 с. 15. Народное хозяйство СССР, 1922—1972. — М.: Статистика, 1972. — 848 с.

Воронежский ордена Ленина Государственный университет им. Ленинского комсомола

Поступило 20. III 1983

А. Г. Курдов, Ю. И. Лиситси

СУЛАРДАКЫ ДЕЈТЕРИЈАНЫН ТЭБИИ ВАРНАСИЈАСЫ ИЛӘ УЗУНӨМҮРЛҮЛҮЈҮН ӘЛАГЭСИ

Тэбии сулардакы дејтеријанын мигдары илә әһалинин узунөмүрлүлүјү арасында чох ајдын әкс әләгә мушайнада едилр. Бу әләгә мүәјјән едиләркән әһалинин мејвә-тәрәвәздән истифада етмәләри дә нәзәрә алынмышдыр.

A. G. Kurdov, Ju. I. Lisitsin

RELATIONSHIP BETWEEN THE NATURAL VARIATIONS OF DEUTERIUM IN WATERS AND THE LONGEVITY OF PEOPLE

There is a close relationship between the amount of deuterium in natural water and the longevity life of people. The character of feeding of people is reflected in this relationship.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ ХЛІ ЧИЛД

№ 8

1985

УДК 615.31,1—015:546.23

МЕДИЦИНА

Р. А. АБДУЛЛАЕВ, Д. Я. ГУСЕЯНОВ, чл.-корр. Р. А. БАБАХАНОВ,
Х. М. МИРЗОЕВ

К ФАРМАКОЛОГИИ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩЕГО СОЕДИНЕНИЯ

В последнее время селенсодержащие соединения все чаще применяются в различных областях медицины.

Имеются экспериментальные и клинические данные об активной роли селена и селенсодержащих веществ в регуляции многих функций организма. Так, например, соединения селена оказывают влияние на некоторые биохимические показатели организма, обладают антигистаминными, антиокислительными свойствами, вызывают острую интоксикацию, способствуют развитию опухолей печени, принимают участие в регуляции функции сетчатки глаза и т. д. [1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18].

Авторы [2,14] приводят данные о применении селенсодержащего соединения при лечении острой экспериментальной дистрофии печени и токсического гепатита.

В литературе имеются также сведения о влиянии селена и селенсодержащих веществ на течение экспериментального инфаркта миокарда, о механизме его влияния на сокращение мышц [4, 5, 6, 7].

Из приведенных литературных сообщений видно, что селен и селенсодержащие соединения вызывают весьма сложные эффекты и изучены недостаточно.

Цель нашей работы — изучить представленное к исследованию селенсодержащее соединение, синтезированное в Сумгаитском филиале института нефтехимических процессов.

Изучаемое вещество — бесцветный кристаллический порошок, без запаха, растворимый в воде. Его условное химическое строение $C_{13}H_{25}SeNO_2$, молекулярный вес — 341,5. Содержание селена в этом соединении составляет 23%.

Ввиду того, что это вещество новое и совершенно фармакологически не изучено, мы решили проводить его исследование по трем тестам:

- 1) изучение токсичности и установление максимальной переносимой дозы;
- 2) изучение влияния на сердечную деятельность;
- 3) изучение его действия на артериальное давление и дыхание.

В семи сериях опытов мы изучали токсичность испытуемого вещества на 42 белых мышах весом 25—30 г путем подкожного введения его подопытным животным.

Результаты проведенных исследований показали, что его LD_{50} для белых мышей подкожно составляет 600 мг/кг, а $LD_{100-800}$ мг/кг веса животного. Следовательно, испытуемое вещество не обладает токсическими свойствами.

Изучение влияния селенсодержащего вещества на сердечную деятельность проводилось методом электрокардиографии на 10 интактных кроликах породы шиншилла весом 2 — 2,5 кг.

Вещество вводили в вену уха кроликов в дозах 25 — 50 — 75 мг/кг веса и запись электрокардиограммы регистрировали в трех стандартных и четвертом — грудном отведениях на двухканальном электрокардиографе типа ЭКПСЧ-3 в течении 30 мин.

В результате опытов установлено, что при внутривенном введении животным этого вещества в дозах 25 — 50 мг/кг существенно не изменяются временные и амплитудные показатели сердечной деятельности на электрокардиограмме, если не учитывать незначительное урежение сердечных сокращений, наблюдаемое в первые 2 — 5 мин после введения вещества (рис.1).

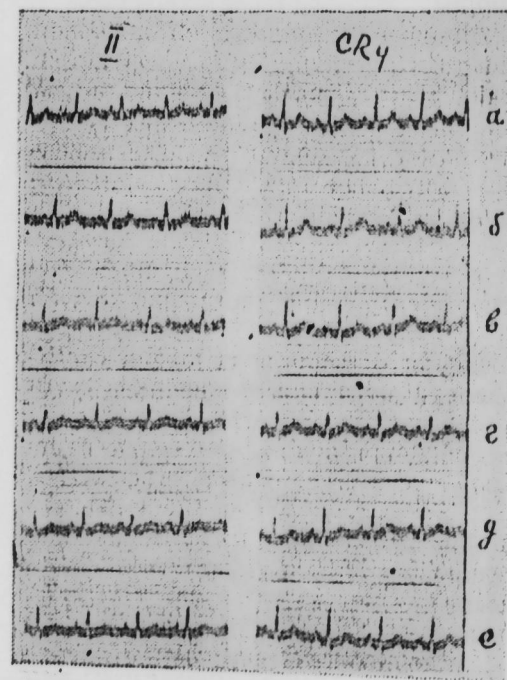


Рис. 1. Электрокардиограмма кролика весом 2,5 кг. Селенсодержащее вещество, введенное внутривенно в дозе 50 мг/кг. Сверху вниз: а—до введения; б—через 2; в—5; г—10; д—20; е—30 мин после внутривенного введения испытуемого вещества

Также установлено, что внутривенное введение этого вещества в дозе 75 мг/кг вызывает гибель животного в течении 1 — 2 мин.

При изучении влияния исследуемого вещества на сердечную деятельность животных особой закономерности действия его в этом отношении выявить не удалось.

Влияние селенсодержащего вещества на артериальное давление и дыхание изучалось на 16 кошках весом 2 — 3,2 кг наркотизированных уретаном (1,2 г/кг веса) в остром опыте. Артериальное давление регистрировалось в сонной артерии ртутным манометром в течении 60 мин, а дыхание — капсулой Маррея, введенной в трахею животного. Для предупреждения свертываемости крови, животным внутривенно вводился гепарин из расчета 1500 ед/кг.

Исследуемое вещество вводили в бедренную вену в дозах 50 — 60 и 75 мг/кг.

Результаты проведенных исследований показали, что при внутри-

венном введении вещества в дозе 50 мг/кг происходит кратковременное снижение уровня артериального давления в среднем на 50 мм рт. ст. ($60 \pm 6,5\%$), а через 5 — 10 мин оно возвращается к исходным величинам, при этом наблюдается урежение дыхания и уменьшение его амплитуды.

Эти изменения дыхания проявляют тенденцию к постепенному восстановлению его в течении 20 — 30 мин опыта.

Результаты опытов приведены на рис. 2.

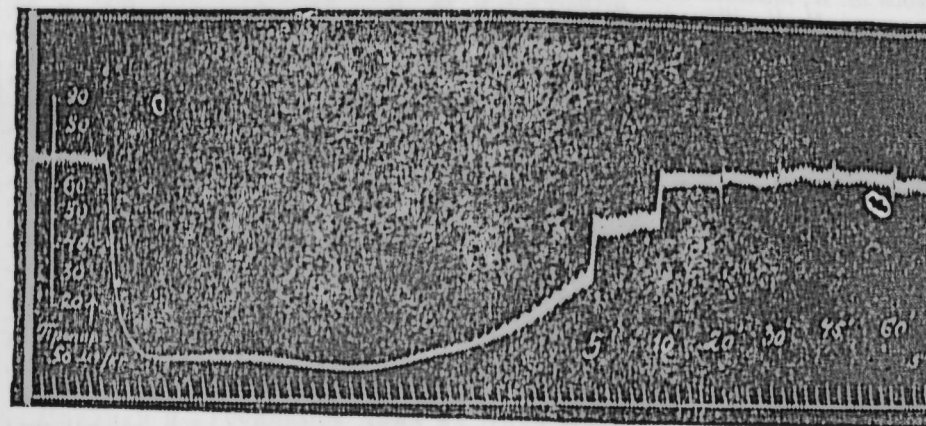


Рис. 2. Влияние внутривенного введения селенсодержащего вещества в дозе 50 мг/кг на уровень артериального давления и дыхания кошки весом 3 кг. Сверху вниз: запись дыхания; запись артериального давления; отметка времени

Влияние испытуемого вещества в дозе 60 мг/кг на артериальное давление и дыхание проявляется неодинаково. Так, в одном случае вещество или вызывает гибель животного вследствие резкого падения артериального давления и остановки дыхания, или же после кратковременного снижения давления и полной остановки дыхания эти показатели постепенно произвольно начинают восстанавливаться и нормализуются в течении 30 мин опыта.

При введении селенсодержащего вещества животным внутривенно в дозе 75 мг/кг во всех случаях наступает смерть животного.

Результаты проведенных экспериментов позволяют констатировать, что при изучении влияния селенсодержащего вещества на артериальное давление и дыхание наблюдается в целом тенденция к снижению артериального давления в различной интенсивности, это зависит прежде всего от примененной дозы, что же касается изменения дыхания, то оно в большинстве случаев становится на короткое время реже и уменьшается его амплитуда, с последующим восстановлением.

На основании проведенных исследований можно прийти к следующим выводам.

Выводы

1. LD₅₀ селенсодержащего вещества для белых мышей при подкожном введении составляет 600 мг/кг.

2. Испытуемое вещество в дозах 25 — 50 мг/кг внутривенно существенно не изменяет частоту и амплитуды сердечных сокращений кроликов.

3. Изучаемое вещество в дозе 50 мг/кг внутривенно вызывает кратковременное снижение артериального давления в среднем на 50 мм рт. ст., сопровождающееся урежением и уменьшением амплитуды дыхания.

Литература

1. Абдуллаев Г. Б., Гаджиева Н. А., Гасанов Г. Г., Оболенская Л. В. — Докл. АН Азерб. ССР, 1971, т. 27, № 10, с. 19. 2. Абдуллаев Г. Б., Гасанов Г. Г., Рагимов Р. И. и др. — Докл. АН Азерб. ССР, 1973, т. 29, № 3, с. 18. 3. Абдуллаев Г. Б., Мамедов Ш. В., Мамедов Э. Ш. и др. — Докл. АН Азерб. ССР, 1980, т. 36, № 10, с. 62. 4. Гоманова М. И., Шемякин Ф. М., Кудрин А. И. и др. — Фармация, 1977, т. 26, № 2, с. 56. 5. Дерябина Э. И. — Фармакология, и токсикология, 1966, т. 29, № 4, с. 484. 6. Какурский Л. В., Бескровнова И. А., Кудрин А. И. и др. — Кардиология, 1976, т. 16, № 11, с. 31. 7. Кудрин А. И., Нуховый В. П., Николаев С. М. — Фармакология и токсикология, 1977, с. 40, № 6, с. 706. 8. Леваши Б. И. — Фармакология и токсикология, 1972, т. 35, № 2, с. 195. 9. Мазгутов В. З., Махмудов Т. М. — Мед. жур. Узбекистана, 1980, № 5, с. 50. 10. Мамедов Ф. М. — Стоматология, 1965, № 4, с. 3. 11. Метедова Е. В., Вахри М. И., Зеленина Т. О. — Судебно-медицинская экспертиза, 1983, т. 26, № 1, с. 57. 12. Монаенкова А. М., Глотова К. В. — Гигиена труда и проф. заболевания, 1963, № 6, с. 44. 13. Петрович Ю. А., Подорожная И. П., Вавилова Т. П. — Стоматология, 1981, т. 60, № 2, с. 68. 14. Скакун Н. П., Даник Л. М. — Врачебное дело, 1975, № 7, с. 34. 15. Скорнякова Л. В., Бурханов А. И., Салехов М. И. — Гигиена и проф. заболевания, 1969, № 11, с. 45. 16. Ференц В. К., Лисицын А. Ф. — Судебно-медицинская экспертиза, 1971, т. 14, № 2, с. 51. 17. Черкес Л. А., Антекар С. Г., Волгарев М. И. — Бюлл. экспериментальной биологии и медицины, 1962, т. 53, № 3, с. 78. 18. Чернышева Л. Ф., Кудрин А. И. — Фармация, 1971, т. 20, № 4, с. 57.

АМИ им. Н. Нариманова

Поступило 12. XII 1984

Р. Э. Абдуллаев, Д. Ж. Гусейнов, Р. Э. Бабаханов, Х. М. Мирзаев

СЕЛЕНТЭРКИБЛИ БИРЛЭШМЭНИН ФАРМАКОЛОКИЯСЫНА ДАИР

Тәдқиғатлар 42 ағ сичан, 10 ададовшаны ва 16 пишик үзәриндә апарылмышдыр. Тәчрүбәләрин нәтижәси кәстәрди ки, ағ сичанларын дәриси алтына вурудан селентәркибли маддәнин миғдары LD₅₀—600 мг/кг-дыр.

Маддәни ададовшанларыннын вепасына 25—50 мк/кг вурдугда онларын үрәк вургуларыннын тәзлији ва амплитуду әһәмијәтли дәјишир.

Бу маддә пишикләрин вепасына 50 мг/кг вурудугда артериал ган тәзлигинини гысамүддәтли орта һесабли 50 мм чинә сүтуну аһагы дүшмәсинә, еләчә дә тәнәффүсүи сәјрәлмәси ва амплитудуи кичилмәсинә сәбәб олур.

R. A. Abdullayev, D. Ya. Guseynov, R. A. Babakhanov, Kh. M. Mirsoyev

ON THE QUESTION OF THE SELENIUM-CONTAINING COMPOUND PHARMACOLOGY

The studies were carried out on 42 white mice, 10 rabbits and 16 cats. The results of the experiments demonstrated that LD₅₀ of the selenium-containing compound for white mice during subcutaneous injection made 600 mg/kg. The intravenous injection of 25—50 mg/kg of this compound did not substantially influence on the heart rate and amplitude of the heart contractions in rabbits. The compound injected intravenously (50 mg/kg) induced transient decrease of the arterial pressure on an average of 50 mm Hg, decrease of the respiration rate and amplitude in cats.

УДК 891/—9.82/89

ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ

М. Д. КЯЗИМОВ

К ВОПРОСУ О СТАНОВЛЕНИИ СТИХОТВОРНОЙ ОБРАМЛЕННОЙ ПОВЕСТИ В ПЕРСОЯЗЫЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ ВОСТОКА

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

Обрамленная повесть в персоязычной литературе Востока еще не была предметом специального изучения. В трудах советских и зарубежных востоковедов имеются отдельные высказывания по поводу рамочной композиции, положенной в ее основу. Но дело этим и ограничивается. И даже издатели таких образцов персоязычной обрамленной повести как «Синдбадنامه» Мухаммада Захири Самарканди, «Бахтиярنامه» Дакаики и «Тутинаме» Зийа ад-Дина Нахшаби* обычно не затрагивают этого вопроса. А о таких стихотворных повестях, какими являются на-зире на «Хафт пайкар» Низами, в числе которых «Хашт бихишг» Амира Хосрова, «Хафт аураг» Ашрафа Мараган, «Хафт Манзар» Абдаллаха Хатифи, «Хафт ахтар» Абдибека Ширази и др. не приходится и говорить. Между тем, в отношении других восточных литератур, в частности, индийской, дело обстоит значительно лучше. Санскритские обрамленные сборники рассматривались в трудах Т. Бенфея, И. Хертеля и др. Солидную монографию посвятил обрамленной повести П. А. Гринцер [1].

Конечно, в рамках крайне ограниченной журнальной статьи невозможно говорить о каком-либо серьезном исследовании. Наша задача заключается в попытке хотя бы первоначальной постановки вопроса и предварительных замечаний о генезисе жанра. При этом мы выделяем именно стихотворную обрамленную повесть, неходя из ряда особенностей ее даже по сравнению с прозаическими произведениями. Особенности эти затрагивают не только формальные признаки, такие как мотивировка композиции, порядок прикрепления вставных историй, но и касаются содержательной стороны, тематики рассказов и др. В свою очередь прозаические сборники также характеризуются рядом специфических черт.

Что же представляет собой обрамленная повесть? В основу ее жанровой дефиниции, как отмечено, положен принцип рамочной композиции. Произведение состоит как бы из двух компонентов: обрамления — рамки и всевозможных вставных басен, притч, легенд, повелл, не связанных с рамкой сюжетно. П. А. Гринцер отмечает, что обрамленной повести присуща живость содержания и дидактическая направленность [1, 16]. Действительно, дидактизм и легкое, живое повествование содержатся во всех обрамленных сборниках, причем если в первых из них, таких

* Имеются в виду переводы этих произведений, изданные на русском языке.

как «Панчатантра» дидактизм превалирует, то по мере эволюции жанра упор переносится на занимательность [1, 210].

Обрамленная повесть своими корнями уходит в глубокую древность. Вопрос о времени и месте ее зарождения еще не выяснен окончательно. Однако оформление и кристаллизация жанра связана с индийской литературой, в частности с такими памятниками как «Шукасапхати», «Жизнь Викрамы», «Двадцать пять рассказов Веталы» [1, 201], где рамочная конструкция приобретает простоту и законченность формы. Индийская обрамленная повесть повлияла на литературу арабского Востока («Тысяча и одна ночь», арабский вариант «Книги Синдбада») и через нее на литературу Запада [1, 193]. Ее следы ощущаются в турецкой литературе («Семь мудрецов»), многочисленных обработках «Синдбада» в западных литературах, европейской новелле Возрождения, «Декамероне» Боккаччо, «Кентерберийских рассказах» Дж. Чосера и др. Элементы рамочной композиции на Западе встречались издавна. Некоторые исследователи полагают, что на ее основе построен сборник новелл Аристида [2, 361]. Жанровую природу «Метаморфоз» Апулея И. П. Стрельникова определяет как «роман со вставками» и возводит его истоки к новеллам Аристида. П. А. Гринцер же пишет, что «композиционные приемы Апулея предвосхищают техническое оформление скорее таких произведений, как, например, немецкая народная книга об Эйленшпигеле (коллекции рассказов, объединенных вокруг одного героя), чем восточной обрамленной повести или новелл Возрождения» [3, 191]. Трудно ответить на вопрос, что конкретно предвосхитил композиционный прием Апулея, но факт, что элементы рамочной композиции в «Золотом осле» существуют и могли повлиять на обрамленную повесть в литературах Запада. Однако нас сейчас интересует другое. Как происходило становление жанра в персоязычной литературе? Здесь надо учесть несколько факторов. Это, во-первых, отмеченное влияние санскритских обрамленных сборников, что особенно сказалось в прозе. Персоязычная обрамленная повесть представляет собой в основном переработку индийских оригиналов. Таковы «Синдбаднаме», «Тутинаме», «Анвар-и Сухейли» и др. Индийский же материал, правда, частично, лежит в основе таких памятников пехлевийской литературы, известных по переводам на арабский язык, как сказочный эпос «Хезар афсане», пехлевийские версии «Калилы и Димны», «Книги Синдбада» [4], к которым, наверное, восходят некоторые сюжеты персоязычных сборников.

Источниками сюжетов, помимо письменной литературы, послужил и фольклор, богатейшая народная фантазия. Многие вставные новеллы в произведениях, являющихся назире на «Хафт пейкар» построены на фольклорных традициях. К фольклору восходят сказочные элементы и в прозаических произведениях жанра.

Народные легенды и предания, переработанные в соответствующем духе, входили и в состав суфийского дидактического эпоса, который также сыграл свою роль в становлении стихотворной обрамленной повести. Вставные эпизоды в обрамленной повести играли главенствующую роль и несли основную смысловую нагрузку. В этом плане, хотя бы для уяснения формальной стороны дела, было бы полезно проследить процесс их функционирования. В подавляющем большинстве вставные рассказы использовались в суфийском эпосе. Е. Э. Бертельс, посвятивший изучению суфийской дидактической поэмы специальную статью, писал, что «эти рассказы, начиная с Сана'и, становятся характерным призна-

ком суфийской дидактической поэмы» [5, 74] и, что в суфийском эпосе они имеют огромное значение [5, 416]. В «Хадикат ал-хаканк» Сана'и осуществлено более или менее четкое оформление вставных рассказов. В ней еще нет обрамления, но само расположение материала — философско-религиозный или моральный тезис и иллюстрация его вставным эпизодом — подготовили в какой-то мере почву для обрамления, которое в дальнейшем в суфийском эпосе нашло отражение в «Мантик ат-тейр», «Булбулнаме» Аттара, рамочная композиция которых уже не вызывает сомнений.

Композиционное построение «Хадикат ал-хаканк» сказалось на «Махзан ал-асрар» Низами и введение им вставных новелл в этом и последующих произведениях цикла не явилось неожиданностью. В «Хафт пейкар» рамочная композиция нашла свое наиболее яркое преломление.

Е. М. Мелетинский, посвятивший обширное исследование средневековому роману, назвал «Хафт пейкар» стихотворной обрамленной повестью [6, 191]. Думается, однако, что в отношении «Хафт пейкар» такое определение спорно. Вопрос еще ждет разрешения. Здесь же хотелось только отметить, что наряду с рамочной композицией, обрамленная повесть имеет еще ряд существенных формальных признаков, отсутствующих в «Хафт пейкар». Один из них — назначение рамки, сводящееся к «стимулированию рассказывания вводных историй» [1, 198]. У Низами рамка не носит служебного характера, не условна, не использована в качестве простого элемента, связующего вставные новеллы, а обладает самостоятельной эстетической и художественной ценностью. Что же касается рамочной композиции «Хафт пейкар», то с ней связана пожалуй главная причина появления наиболее ярких образцов стихотворной обрамленной повести. Традиция назире обязывала средневекового автора разрабатывать в основном уже известный сюжет, давать те же образы и др., что и в исходном варианте. Это относится не только к персоязычной, но и вообще к средневековой литературе в целом. Средневековый метод творчества отличался тем, что автор ставил перед собой задачу не создавать новое произведение, а проявить свое мастерство в рамках устоявшихся форм, внося в них определенные изменения. Вырабатывающийся при этом стереотип творчества, как отмечает Д. С. Лихачев, «не был признаком бездарности автора, художественной слабости его произведения. Он входил в самую суть художественной системы средневековой литературы. Искусство средневековья ориентировалось на «знакомое», а не на неизвестное и «странное» [7, 71].

Повторяемость сюжетов, тем, языковых средств в назире обычное и даже порой обязательное условие, наблюдается оно и почти во всех персоязычных обрамленных повестях. Вместе с тем они обладают и новацией, заключающейся в том, что во главу угла в них поставлен композиционный прием. Рамочная композиция стихотворной обрамленной повести представлена в четком, отработанном виде. Это, однако, не исключает и частностей, что касается, например, техники обрамления. Так, в «Хафт ауранг» Ашрафа Мараган усложнена взаимосвязь рамки и вставных новелл, что выразилось в введении дополнительного элемента в виде эпизода охоты Бахрама, предваряющего посещение им дворцов принцесс, в связующее звено компонентов. Незначительные изменения внесены и другими поэтами, но это не имеет существенного значения, в целом подражания на «Хафт пейкар» в наибольшей мере отвечают параметрам рассматриваемого жанра.

Литература

1. Гринцер П. А. Древнеиндийская проза. — М., 1963. О приеме обрамления см. также В. Шкловский. Художественная проза. Размышления и разборы. — М., 1961.
2. Стрельникова И. П. «Метаморфозы» Анулея. — В кн.: Античный роман. М., 1969.
3. Гринцер П. А. Литературные и фольклорные связи санскритской обрамленной повести — В кн.: Взаимосвязи литератур Востока и Запада. — М., 1961.
4. Стариков А. А. Предисловие. — В кн.: Мухаммад аз-Захири ас-Самарканди. Синдбадنامه /Пер. М.-Н. Османова. — М., 1960, с. 5 — 12.
5. Бергельс Е. Э. Суфизм и суфийская литература. — М., 1965.
6. Мелетинский Е. М. Средневековый роман. — М., 1983.
7. Лихачев Д. С. Поэтика древнерусской литературы. — М., 1979.

Институт востоковедения

Поступило 16. IV 1981

М. Д. Казымов

ФАРСИЛЛИ ШЭРГ ЭДЭБИЈАТЫНДА ҲАШИЈАЛИ МӘНЗУМ ПОВЕСТИНИ ЈЕТКИНЛӘШМӘСИНӘ ДАИР

Мағаләдә фарсидилли Шэрг әдәбијатында һашијәли мәнзум повестини јеткинләшмәси мәсәләси, жанрын кенезиси нәзәрдән кечирилр. Фарсидилли әдәбијатда һашијәли мәнзум повестини јеткинләшмәси просесиндә бир сыра амилләрин — санскрит дилиндә һашијәли мәчмуәләрин, фольклорун, суфи дидактик эпосуи, нәзирә ән'әнәсини тә'сирли олмушдур.

М. D. Kyazimov

TOWARDS A FORMATION OF EXPRESSED IN VERSE FRAMING TALE IN THE PERSIAN LITERATURE OF THE EAST

The article deals with primary statement of a question of expressed in verse framing tale in the Persian literature of the East. A genesis of genre is under consideration. Some factors had played its part in formation of framing tale in the Persian literature: Sanscrit framing collections, folklore, the sufi didactic epos, nazire tradition

Н. М. ЭФЕНДИЕВА

ОСОБЕННОСТИ СИНТАКСИЧЕСКОЙ СОЧЕТАЕМОСТИ ПОДЛЕЖАЩЕГО И СКАЗУЕМОГО ТЕРМИНОСИСТЕМЫ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Ш. Ширалиевым)

Говоря об общих закономерностях синтаксической системы, мы, естественно, подходим к проблеме предложения.

Как языковая единица оно является, по определению классиков марксизма-ленинизма, ячейкой «клеточного» процесса познания, в которой находят свое отражение все элементы диалектики. К числу последних следует отнести взаимодействующее единство:

1. Сущности и явления;
2. Причины и следствия;
3. Формы и содержания;
4. Единичного и общего;
5. Необходимости и случайности;
6. Частиц и целого;
7. Возможности и действительности.

Естественно, что все эти элементы диалектики находят свое проявление в структуре предложения, независимо от того, выражены ли они с помощью обычного общезыкового вокабуляра или же с помощью терминологической лексики.

1. «Лилия есть растение», где все единицы, составляющие предложение, являются нетерминологическими словами.

2. «Радар есть специфическое автоматизированное устройство», где, напротив, исходной единицей предложения, употребленной в функции подлежащего, выступает термин. Однако для раскрытия сущности терминосистемы эти отношения являются исключительно значимыми.

Обратимся в этой связи к более детализированному анализу языкового материала.

Внутреннее противоречие, имеющее место в предложении, В. И. Ленин видит в отношениях, создающихся, в первую очередь, между подлежащими и сказуемым. Подлежащее отличается от сказуемого тем, что знание, содержащееся в подлежащем, не содержится в сказуемом, и, наоборот, знание, содержащееся в сказуемом, не содержится в подлежащем.

В общеупотребительной лексике данный принцип остается столь же существенным, потому, что это один из универсальных принципов развития и функционирования языка. Действительно, Ф. Энгельс в «Диалектике природы» указывает, что человек постепенно постигает тот факт, что — лилия есть растение», а «роза красна» [1], до некоторого вре-

мении он не знает этого и ему остается неизвестным природа лилии в ее отношении к классу растений и характер цвета к его связи с определенным цветком. Именно предложение раскрывает характер этих связей и отношений: подлежащее в нем дает обычно знание о предмете, а сказуемое — о свойствах данного предмета.

В этом плане во взаимоотношениях подлежащего и сказуемого необходимо содержится и проявляется взаимосвязь категорий единичного и общего. В. И. Ленин приводит простейшие примеры типа «Иван есть человек», «Жучка — собака», «листья дерева зеленые» [2], показывая, что в любом предложении мы имеем подлежащее как единичное, которое выражается через сказуемое как общее. Причем, благодаря общезвестности самого факта и многократности повторения единичное не только раскрывается через общее, но устойчиво содержится в общем, приводя к фиксированным лексемосцеплениям в языке и в мышлении.

Соотношение единичного и общего в терминосистеме характеризуется некоторым своеобразием. Если мы говорим: «Радар есть специфическое автоматизированное устройство», то в нем подлежащее также выражает единичное, а сказуемое передает общее [3 — 4].

Схема

Сравни:

Радар	есть специфическое автоматизированное устройство
Единичное	Общее
подлежащее	сказуемое
предложение	

Однако в отличие от предыдущих предложений здесь имеет место не многократно повторенное и в силу этого устойчивое лексемосцепление, а напротив, лишь однократно введенное лексемосцепление, которое постепенно, в процессе длительного функционирования, способно приобретать статус своей фиксации [5].

Последнее объясняется, на наш взгляд, тем обстоятельством, что значение каждого термина не просто специфично, а характеризуется духом времени: значение термина передает духовные и материальные отношения своего периода времени к действительности. В этом его отличие от общеупотребительной лексики, которая передает главным образом духовные и материальные отношения предшествующих периодов к действительности.

Таким образом, структурная модель выражения мысли термина и итермина не различается: выражение мысли осуществляется по той же схематической расстановке языковых знаков и значений для термина и итермина.

Но в каждый конкретный исторический период человек как носитель данного синтаксического стандарта, именуемого предложением, воспроизводит в них то ли ранее раскрытые связи, то ли вновь создающиеся [6, 11].

В первом случае — при ранее зафиксированных связях — в предложении будут использованы устойчивые лексемосцепления, превратившиеся в своего рода автоматизированный навык.

Во втором случае — при вновь образующихся связях — в предложении будет иметь место поиск и индивидуализация языковых средств.

В этом случае роль творящего индивида исключительно велика, так как пользуясь теми же языковыми нормами, он вынужден донести до слушателей особые сочетания слов. Это значит, что в терминосистеме человек должен не просто раскрыть, но сделать употребительными особые сочетания слов [7, 10].

Поэтому можно сказать, что в каждый исторический период терминосистема наиболее четко регистрирует в языковой форме отношения людей своего периода к действительности, в силу чего наш вывод об общем уровне развития труда и культуры связан не просто с насыщенностью языка определенным количеством терминов, но, главное, с их сочетаемостью [8, 9].

Именно поэтому при наличии в предложении терминологической лексики получают свое наиболее осязаемое развитие конкретно-абстрактные отношения возможности и действительности, сущности и явления, необходимости и случайности и т. п.

Нами отмечено, что при использовании терминосистемы подлежащее (типа «радар») выступает лишь как отдельное выражение автоматических устройств вообще.

В свою очередь, «автоматическое устройство» — тот общий признак, который свойствен многим различным установкам. Тем не менее это общее содержит в себе лишь какую-то часть признаков, характеризующих радар.

В этом смысле отношения между подлежащим и сказуемым выступают как отношения части и целого. А именно:

Схема

Радар	есть специфическое автоматизированное устройство
целое	часть
подлежащее	сказуемое
предложение	

Литература

1. Энгельс Ф. Диалектика природы. — Маркс К., Энгельс Ф., Соч. 2-е изд., т. XX, с. 529 — 530.
2. В. И. Ленин. Философские тетради. — Полн. собр. соч., т. 29, с. 321.
3. Адмони В. Г. Введение в синтаксис современного немецкого языка. — М.: ИЛ, 1955.
4. Бархударов Л. С. Структура простого предложения современного английского языка. — М.: Высшая школа, 1977. — 200 с.
5. Виноградов В. В. Основные вопросы синтаксиса предложения. — В кн.: Вопросы грамматического строя. М., 1955, с. 389 — 435.
6. Зялинцев В. А. Предложение и его отношение к языку и речи. — М.: МГУ, 1976. — 307 с.
7. Пешковский А. М. Русский синтаксис в научном освещении. — М.: Учпедгиз, 1956. — 511 с.
8. Смирницкий А. И. Синтаксис английского языка. — М.: ИЛ, 1957. — 286 с.
9. Abraham S., Kiefer F. A Theory of Structural Semantics. — The Hague—Paris: Mouton, 1966, p. 98.
10. Gurne G. O. A Grammar of the English Language, v. II: Parts of Speech and Accidence. — Boston—New York—London: Heath, 1935, p. 370.
11. Jesper, son O. Language, Its Nature, Development and Origin. — Ind., Allen an Unwin, 1949, p. 448.

Азербайджанский инженерно-строительный институт

Поступило 20 II 1984

**ТЕРМИН СИСТЕМИНДЭ МҮБТЭДА ИЛЭ ХЭБЭРИН УЗЛАШМАСЫНЫН
СИНТАКСИС ХҮСУСИЛЖЭТИ**

Мәгаләдә тәсдиг едилир ки, терминләрлә, үмуми сөзләрлә тә'мин олунмуш чүм-
ләнни гурулушу вә синтаксис модели сабитдир. Лакин терминләрдән тәшкил олун-
муш чүмләнни мүбтәда вә хәбәрин дахили мүгавимәт ваһидлији даһа ајдын һиссә
олунур.

N. M. Efendiyeva

**THE PECULIARITIES OF THE SYNTACTICAL COMBINATION OF
SUBJECT AND PREDICATE OF TERMINOLOGICAL SYSTEM**

Trying to solve the problem of the difference between the syntactical patterns of
the terminological and non-terminological systems, we put forward the following
tasks.

Firstly, the revealing of the objective factors, allowing to determine the termi-
nological system as a special sublanguage.

Secondly, the defining of the role of syntax in singling out the units of the
terminological system and the peculiarities of its functioning.

Analysing the features of the syntactical combination of subject and predicate, we
examined the relations between cause and effect, form and content, essence and phe-
nomenon, whole and parts, chance and necessity in application to the terminological
system.

МҮНДЭРИЧАТ

Ријазиијат

<i>М. Г. Гасымов, Б. А. Мустафајев.</i> Јарымохда хәтти азалан потенсиаллы Штурм- Лиувилл тәңлији үчүн сәпилмә нәзәријәсинини тәрә мәсәләси	3
<i>З. И. Һүсәјнов.</i> Сингулар мәсәләнини һәллиндә С. А. Чаплыкин үсулуни мүәјјән модификасијасынын тәтбиғи	7
<i>М. М. Мирзәјан.</i> Нормал эквивморф функцијанын гиймәтләринини бөлүнмәси	11

Механика

<i>Ф. Г. Магсудов, Р. Ј. Әмәнзәдә, А. Н. Әлизәдә.</i> Галынылыгы боју гејри-хәтти анизотроп өртүкләр нәзәријәсинини динамик вариасија үсулу һаггында	14
<i>Һ. Һ. Гулијев.</i> Јандан мүнтәзәм тәзјиг заманы сыхылмајан чисимләрини даја- нылыгы нәзәријәси	19

Техники кибернетика

<i>М. М. Аббасзәдә.</i> Рекионун су тәсәррүфатынын бир стохастик модели һаг- гында	22
<i>М. А. Гулијев.</i> Конвексија вә мәнбәләрини тәсирини нәзәрә алмагла просесләри моделләшдирмәк үчүн чохөлчүлү торлар	28

Јарымкечиричиләр физикасы

<i>Ч. Т. Һүсәјнов, С. Һ. Абдуллајева, Н. Е. Һәсәнов.</i> $AgGaSe_{2-2x}S_{2x}$ монокристал- ларын фотоһәссаслыгынын анизотропијасы	32
---	----

Магнит һадисәләри физикасы

<i>К. М. Султанов, Ш. А. Гулијев.</i> Кечиричи спин шүшәләриндә әлагәли далға- ларын нәзәријәсинә даир	36
---	----

Диелектрикләр физикасы

<i>С. А. Һачыјев, Ч. Ф. Әлијев, Н. М. Мәммәдов.</i> Електрик кечиричилији вә сметтик А маје кристалларында һомеотроп-планлар кечиди	41
--	----

Үзви кимја

<i>Ә. Һ. Әбилов, В. С. Әлијев, М. И. Рүстәмөв, Р. Һ. Ризәјев.</i> Јени каталитик просесләрини тәдгигинини вә лајинәсинини автоматлашдырылмасы үчүн чохмашынылы систем	46
<i>Т. А. Умудов, Ф. Ф. Муганлински, М. М. Һүсәјнов, Мона Әли Јусеф Табит, С. А. Мәһәррәмова.</i> 1, 2, 3, 4-тетрахлор-7, 7-диметокси-5 (М-хлорфеноксиметил) битсикло-(2, 2, 1)-һепт-2-јенини синтези	51

Физики кимја

<i>Б. А. Дадашов, С. Е. Мәммәдов, Х. М. Әлијева, Ә. Ф. Әминбәјов, Е. И. Әһ- мәдов.</i> Толуолун метил спирти илә алкилләшмә реаксијасында сеолит катализато- рунун активлијинә поливалент катионларын табиятинини тәсири	55
---	----

Јүксәкмолекулјар бирләшмәләрини кимјасы

<i>Е. Б. Зејналов, Б. Ј. Трифел, В. А. Қәримова, Т. Д. Гулијев, В. Х. Әһмәдов.</i> Бутилкаучукун модификасија просесинә антиоксидантларын тәсири	58
---	----

Нефт кимјасы	
<i>К. Н. Садыхов, Э. Н. Агајев, С. М. Вәлијева.</i> Јүксәк галәвилли каленум алкид-фенолсулфонатын синтези ва тәдғиги	62
Гидрогеолокија	
<i>Г. Р. Әлијева.</i> Абшерон нефтли-газлы району миосен-палеосен чөкүнтүләринин гидрогеолокија ва гидрокимјасы һаггында	65
Петрографија	
<i>Р. Н. Абдуллајева, Э. Р. Исмәт, С. Э. Чәфәров.</i> Гусар-Довәчи чококлијинин Јурадан гәдим фундаментинин төркиби ва јашы һаггында	70
Агрокимја	
<i>Э. Н. Күләһмәдов, А. Н. Бајева, Е. Э. Мүһәммәдзаде, Х. Э. Хәлилова.</i> Азәрбајҗан чајында микроэлементләр	74
Тибби чографија	
<i>А. Г. Күрдәв, Ј. Н. Лиситсин.</i> Сулардык дестериянын тәбии вариасијасы илә узунөмүрләүлүји олагәси	78
Тибб	
<i>Р. Э. Абдуллајева, Д. Ј. Нүсәјнов, Р. Э. Бабаханов, Х. М. Мирәјев.</i> Селентаркибли бирләшмәнин фармаколокијасына дәир	83
Әдәбијатшүнәсләг	
<i>М. Д. Кәзимов.</i> Фаредили Шәрг әдәбијатында һәшијәли мәнаум новәстин јеткиләшмәсинә дәир	87
Диалектик	
<i>Н. М. Әфәндијева.</i> Термин системиндә мубтәдә илә хәбәрин узләшмәсинин синтаксис хәусеијәти	91

СОДЕРЖАНИЕ

Математика	
<i>М. Г. Гасымов, Б. А. Мустафеев.</i> Обратная задача теории рассеяния для уравнения Штурма-Лиувилля с линейно-убывающим потенциалом	3
<i>Э. Н. Гусейнов.</i> Об одной модификации метода С. А. Чивлягина в решении сингулярных задач	7
<i>М. М. Мирзоян.</i> Распределение значений нормальной эквиморфной функции	11
Механика	
<i>Ф. Г. Махсудов, Р. Ю. Амензаде, А. Н. Ализаде.</i> Об одном динамическом вариационном методе теории неоднородных по толщине анизотропных оболочек	14
<i>Г. Г. Кулиев.</i> К теории устойчивости несжимаемых тел при равномерном боковом давлении	19
Техническая кибернетика	
<i>М. М. Аббасзаде.</i> Об одной стохастической модели водного хозяйства региона	22
<i>М. А. Гүлиев.</i> Многомерные сетки для моделирования процессов с учетом конвекции и наличия источников	28
Физика полупроводников	
<i>Д. Т. Гусейнов, С. Г. Абдуллаева, Н. Э. Гасанов.</i> Анизотропия фоточувствительности монокристаллов $\text{Ag}(\text{Cl})\text{Se}_{2-2x}\text{S}_{4x}$	32
Физика магнитных явлений	
<i>К. М. Сұлтанов, Ш. А. Кулиев.</i> К теории связанных волн в проводящих спиновых стеклах	36
Физика диэлектриков	
<i>С. А. Гаджиев, Д. Ф. Алиев, Н. М. Мамедов.</i> Электропроводность и гомеотропно-плоскостной переход в смектических А жидких кристаллах	41
Органическая химия	
<i>А. Г. Абилов, В. С. Алиев, М. Н. Рустамов, Р. Г. Ризиев.</i> Многомашинная система для автоматизации исследований и проектирования новых каталитических процессов	46
<i>Т. А. Умрдов, Ф. Ф. Мухаммедов, М. М. Гусейнов, Мона Али Юсеф Табит, С. А. Мисеррамова.</i> Синтез 1,2,3,4-тетрахлор-7,7-диметоксип-6(М-хлорфенокси метил) бицикло(2,2,1)-гепт-2-ена	51
Физическая химия	
<i>Б. А. Дадашев, С. Э. Мамедов, Х. М. Алиев, А. Ф. Аминбеков, Э. Н. Ахмедов.</i> Исследование влияния природы поливалентных катионов на активность цеолитного катализатора в реакции алкилирования толуола метиловым спиртом	55
Химия высокомолекулярных соединений	
<i>Э. В. Зейналов, Б. Ю. Трифель, В. А. Керимова, Т. Д. Кулиев, В. Х. Ахмедов.</i> О влиянии антиоксидантов на процесс модификации бутадиена	58

Химия нефти

К. И. Садыхов, А. Н. Агаев, С. М. Велиева. Синтез и исследование высокощелочного алкилфенолсульфоната кальция 62

Гидрогеология

Г. Р. Алиев. К гидрогеологии и гидрохимии миоцен-палеогеновых отложений Апшеронского нефтегазоносного района 65

Петрография

Р. Н. Абдуллаев, А. Р. Исмет, С. А. Джафаров. О составе и возрасте до-среднеюрского фундамента Кусаро-Дивичинского прогиба 70

Агрохимия

А. Н. Гюльяхмедов, А. И. Баева, Э. А. Муганлинская, Х. А. Халилова. Микроэлементы в азербайджанском чае 74

Медицинская география

А. Г. Курдов, Ю. И. Лисицын. Связь природных вариаций дейтерия в водах с долголетием 78

Медицина

Р. А. Абдуллаев, Д. Я. Гусейнов, Р. А. Бабаханов, Х. М. Мирзоев. К фармакологии селенсодержащего соединения 83

Литературоведение

М. Д. Кязимов. К вопросу о становлении стихотворной обрамленной повести в персоязычной литературе Востока 87

Языкознание

Н. М. Эфендиева. Особенности синтаксической сочетаемости подлежащего и сказуемого терминосистемы 91

Сдано в набор 5. 08. 85 Подписано к печати 18. 11. 85. ФГ 00821. Формат бумаги 70×100^{1/16}. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. лист 8,12. Усл. кр.-отт. 8,12. Уч.-изд. лист 7,06. Тираж 580. Заказ 1002. Цена 70 коп.

Издательство „Элм“.
370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание
Типография „Красный Восток“ Государственного комитета Азербайджанской ССР
по делам издательства полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 80

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

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

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

R^n, r_n

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

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие 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 1', (вертикальная черта), I и штрих в индексах, I (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (C), а строчные — сверху (c).

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

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

h \times $\underline{\epsilon}$, $\phi\phi$, ϕ , ϵ

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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

70 гэн.
мон.

Индекс
70355

1. 1950

2. 1951

3. 1952

4. 1953

5. 1954

6. 1955

7. 1956

8. 1957