

ISSN 0002—3078

АЗƏРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVII ЧИЛД

1981 • 6

ЦНБ

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

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

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

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

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

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

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

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

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

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

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

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

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 6



Чл.-корр. А. А. БАБАЕВ, Б. И. МУСЛЕВ

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЛОУ

Уравнения типа Лоу и близкие с ним уравнения типа π -рассеяния, описывающие сильные взаимодействия соответственно π -мезонов и пионов, стали объектом всестороннего изучения. Достаточно подробный обзор полученных в этом направлении результатов можно найти в [1-6].

Существуют три основные формулировки задачи, связанной с уравнением Лоу [1, 2, 4]: нелинейное сингулярное интегральное уравнение (НСИУ), нелинейная краевая задача для аналитической вектор-функции, система нелинейных разностных уравнений. В данной работе для одного вида НСИУ Лоу исследуются вопросы существования и единственности решения и дается обоснование метода квадратур.

1. Рассмотрим уравнение Лоу

$$x(t) = g(t) (x^2(t) + (\lambda - (Sx)(t) + C \cdot (S_+x)(t))^2), \quad (1)$$

где

$$(Sx)(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^1 \frac{x(\tau)}{\tau - t} d\tau, \quad (S_+x)(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^1 \frac{x(\tau)}{\tau + t} d\tau;$$

$x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))$ — искомая вектор-функция; $g(t)$ — заданная вещественная функция; $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ — известный постоянный вектор параметров, удовлетворяющих условию:

$$\lambda_i = - \sum_{j=1}^n c_{ij} \lambda_j;$$

c_{ij} ($i, j = 1, \dots, n$) — элементы заданной матрицы C , которая обладает свойством; $C^2 = E$, E — единичная $n \times n$ матрица; для n -мерных векторов $x = (x_1, \dots, x_n)$ и $y = (y_1, \dots, y_n)$ $x \cdot y \stackrel{\text{def}}{=} (x_1 \cdot y_1, \dots, x_n \cdot y_n)$.

Пусть $C[0, 1]$ — пространство непрерывных на $[0, 1]$ функций с нормой $\|x\|_C = \max |x(t)|$, $t \in [0, 1]$; $\dot{C}[0, 1] = \{x \in C[0, 1] | x(0) = x(1) = 0\}$. Обозначим

$$H_\alpha = \{x \in C[0, 1] | \omega(x, \delta) = O(\delta^\alpha), 0 < \alpha < 1\},$$

$\dot{H}_\alpha = \{x \in H_\alpha | x(0) = x(1) = 0\}$, $H(x, \alpha) = \sup \delta^{-\alpha} \cdot \omega(x, \delta)$, $0 < \delta \geq 1$, где $\omega(x, \delta)$ — обычный модуль непрерывности.

Введем

$$\|x\|_\alpha = \max \{ \|x\|_C, H(x, \alpha) \} \quad (\|x\|_{\alpha, 0} = H(x, \alpha))$$

$H_\alpha(\dot{H}_\alpha)$ превращается в B -пространство.

Для оператора $K: \dot{H}_\alpha \rightarrow H_\alpha$

$$\|K\|_\alpha = \|K\|_{\dot{H}_\alpha \rightarrow H_\alpha}, \quad \|K\|_C = \|K\|_{\dot{H}_\alpha \rightarrow C}$$

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), М. Т. Аббасов, Ал. А. Ализаде (зам. главного редактора), В. С. Алиев, Г. А. Алиев, Дж. А. Алиев, И. Г. Алиев, Дж. Б. Гулиев, Н. А. Гулиев, М. З. Джафаров, Ф. Г. Максумов, А. А. Мамедов, С. М. Сеидов (зам. главного редактора), Г. Г. Зейналов (зам. главного редактора)

Писать разборчиво

Шифр

© Издательство "Элм"

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

Чл.-корр. А. А. БАБАЕВ, Б. И. МУСАЕВ

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЛОУ

Уравнения типа Лоу и близкие с ним уравнения типа π -рассеяния, описывающие сильные взаимодействия соответственно π -мезонов и пионов, стали объектом всестороннего изучения. Достаточно подробный обзор полученных в этом направлении результатов можно найти в [1-6].

Существуют три основные формулировки задачи, связанной с уравнением Лоу [1, 2, 4]: нелинейное сингулярное интегральное уравнение (НСИУ), нелинейная краевая задача для аналитической вектор-функции, система нелинейных разностных уравнений. В данной работе для одного вида НСИУ Лоу исследуются вопросы существования и единственности решения и дается обоснование метода квадратур.

1. Рассмотрим уравнение Лоу

$$x(t) = g(t) (x^2(t) + (\lambda - (Sx)(t) + U \cdot (S_+x)(t))^2), \quad (1)$$

где

$$(Sx)(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^1 \frac{x(\tau)}{\tau-t} d\tau, \quad (S_+x)(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^1 \frac{x(\tau)}{\tau+t} d\tau;$$

$x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))$ — искомая вектор-функция; $g(t)$ — заданная вещественная функция; $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ — известный постоянный вектор параметров, удовлетворяющих условию:

$$\lambda_i = - \sum_{j=1}^n c_{ij} \lambda_j;$$

c_{ij} ($i, j = 1, \dots, n$) — элементы заданной матрицы C , которая обладает свойством; $C^2 = E$, E — единичная $n \times n$ матрица; для n -мерных векторов $x = (x_1, \dots, x_n)$ и $y = (y_1, \dots, y_n)$ $x \cdot y \stackrel{\text{def}}{=} (x_1 \cdot y_1, \dots, x_n \cdot y_n)$.

Пусть $C[0, 1]$ — пространство непрерывных на $[0, 1]$ функций с нормой $\|x\|_C = \max |x(t)|$, $t \in [0, 1]$; $\dot{C}[0, 1] = \{x \in C[0, 1] | x(0) = x(1) = 0\}$. Обозначим

$$H_a = \{x \in C[0, 1] | \omega(x, \delta) = O(\delta^a), 0 < a < 1\},$$

$\dot{H}_a = \{x \in H_a | x(0) = x(1) = 0\}$, $H(x, a) = \sup \delta^{-a} \cdot \omega(x, \delta)$, $0 < \delta \geq 1$, где $\omega(x, \delta)$ — обычный модуль непрерывности.

Введем

$$\|x\|_a = \max \{ \|x\|_C, H(x, a) \} \quad (\|x\|_{a,0} = H(x, a))$$

$H_a(\dot{H}_a)$ превращается в B -пространство.

Для оператора $K: \dot{H}_a \rightarrow H_a$

$$\|K\|_a = \|K\|_{\dot{H}_a \rightarrow H_a}, \quad \|K\|_C = \|K\|_{\dot{H}_0 \rightarrow C}$$

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), М. Т. Аббасов, Ал. А. Ализаде (зам. главного редактора), В. С. Алиев, Г. А. Алиев, Дж. А. Алиев, И. Г. Алиев, Дж. Б. Гулиев, Н. А. Гулиев, М. З. Джафаров, Ф. Г. Максумов, А. А. Мамедов, Сендов (зам. главного редактора), Г. Г. Зейналов (зам. главного редактора)

Писать разборчиво

Шифр

Из результатов В. В. Салаева [7] следует, что $\|S\|_a \leq A_a$ и $\|S\|_c \leq C_a$. Легко, доказываясь, что $\|S_+\|_a \leq B_a$ и $\|S_+\|_c \leq S_a$, где A_a, B_a, C_a и D_a — постоянные, зависящие лишь от a .

Обозначим

$$\dot{H}_{a,n} = \{x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t)) \mid \forall j = 1, \dots, n \ x_j(t) \in \dot{H}_a\},$$

$$\dot{H}_{a,n}(R) = \{x \in \dot{H}_{a,n} \mid \|x\|_{a,0,n} < R, R > 0\},$$

где для $x \in \dot{H}_{a,n}$ $\|x\|_{a,0,n} = \max \|x_j\|_{a,0}$.

Теорема 1. Пусть число $R > 0$ такое, что

$$p(a) = 2 \|g\|_c (R^2 + R (\|\lambda\| + C_a R + \|C\| D_a R)) (A_a + \|C\| B_a) + \|g\|_{a,0} (R^2 + (\|\lambda\| + C_a R + \|C\| D_a R)^2) < R^*,$$

$$q(a) = 4 \|g\|_a, R (2 + (A_a + \|C\| B_a)^2) < 1.$$

Тогда уравнение (1) имеет единственное решение в $\dot{H}_{a,n}(R)$ и это решение можно найти методом простой итерации. Итерации сходятся в норме $\|\cdot\|_{a,0,n}$.

2. Квадратурные формулы для интегралов $(Su)(t)$ и $(S_+u)(t)$. Разобьем отрезок $[0, 1]$ на N равных частей точками $t_i = ih, i = 0, 1, \dots, N$, где $h = 1/N$. Ближайшие слева и справа к $t \in [0, 1]$ точки разбиения $\{t_j, j = 0, 1, \dots, N\}$ будем соответственно обозначать через t_* и t^* ($t_* = t^* = t_j$, если $t = t_j$). Считаем, что $(t-h)_* = 0$, если $t \in [0, h)$ и $(t+h)^* = 1$, если $t \in (1-h, 1]$.

Выражения вида

$$L(u; t, h) = \frac{1}{\pi N} \sum_{j=0,1,\dots,N} \frac{u(t_j) - u(t)}{t_j - t} + \frac{1}{\pi} u(t) \ln \frac{1-t}{t}, \quad (2)$$

$$L_+(u; t, h) = \frac{1}{\pi N} \sum_{i=1}^{N-1} \frac{u(t_i)}{t_i + t}, \quad (3)$$

где $\Delta(t, h) = [(t-h)_*, (t+h)^*]$ и \sum_A означает суммирование по всем отрезкам $[t_i, t_{i+1}] \subset A$, примем за квадратурные формулы соответственно для интегралов $(Su)(t)$ и $(S_+u)(t)$. Обозначим

$$R_1(u; t, h) = (Su)(t) - L(u; t, h), \quad R_2(u; t, h) = (S_+u)(t) - L_+(u; t, h).$$

Теорема 2. Для любого $0 < h \leq 1/3$

$$\sup_{u \in \dot{H}_a(R)} \|R_k(u; t, h)\|_c \asymp R \cdot h^\kappa \cdot \ln \frac{1}{h}, \quad \kappa = 1, 2^{**}.$$

3. Пусть $X = \{0, 1, \dots, N-1\}$. Следуя [9],

$$\omega_x(x, p) = \max_{|l_1 - l_2| < p} |x^{(l_1)} - x^{(l_2)}|, \quad l_1, l_2, p \in X,$$

назовем модулем непрерывности вектора $x = (x^{(0)}, x^{(1)}, \dots, x^{(N-1)}) \in R^N$ по множеству X .

* Для вектора $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ и матрицы $C = (c_{ij})$ используется обозначение

$$\|\lambda\| = \max_j |\lambda_j| \quad \text{и} \quad \|C\| = \max_j \sum_{i=1}^n |c_{ij}|.$$

** Для $R_1(u; t, h)$ оценка сверху в узловых точках $t = t_j, j = 0, 1, \dots, N$ доказана в [8].

$\omega_x(x, p)$ обладает [9] свойствами: 1) $\omega_x(x, p)$ монотонно возрастает по p ; 2) $\omega_x(x, 0) = 0$; 3) для любых $p_1, p_2 \in X$ $\omega_x(x, p_1 + p_2) \leq \omega_x(x, p_1) + \omega_x(x, p_2)$; 4) для любых $p_1, p_2 \in X, 1 \leq p_1 \leq p_2$ $p_2^{-1} \cdot \omega_x(x, p_2) \leq 2 \cdot p_1^{-1} \cdot \omega_x(x, p_1)$.

Обозначим через $H_a^{(N)}$ ($\dot{H}_a^{(N)}$) пространство N -мерных векторов $x = (x^{(0)}, \dots, x^{(N-1)})$ ($x = (x^{(0)}, \dots, x^{(N-1)}), x^{(0)} = 0$), снабженное нормой

$$\|x\|_a^{(N)} = \max \{ \|x\|_c^{(N)}, H^{(N)}(x, a) \} \quad (\|x\|_{a,0}^{(N)} = H^{(N)}(x, a)),$$

где

$$\|x\|_c^{(N)} = \max_{i=0,1,\dots,N-1} |x^{(i)}|, \quad H^{(N)}(x, a) = \max_{l=1,\dots,N-1} \omega_x(x, l) \cdot t_l^{-a}, \quad t_l = \frac{l}{\pi}.$$

В дальнейшем вектор $x \in H_a^{(N)}$ будем предполагать N -периодически продолженным, т. е. $x^{(l)} = x^{(N+l)}$ при любом $l = 0, 1, \dots$.

В пространстве $H_a^{(N)}$ рассмотрим операторы

$$S^{(N)}x = (S_0^{(N)}x, \dots, S_{N-1}^{(N)}x), \quad S_+^{(N)}x = (S_{+,0}^{(N)}x, \dots, S_{+,N-1}^{(N)}x),$$

где

$$S_i^{(N)}x = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N-1} (t_l - t_i)^{-1} (x^{(l)} - x^{(i)}) + p^{(i)}, \quad S_{+,i}^{(N)}x = \frac{1}{N} \sum_{l=i+1}^{N-1} (t_l + t_i)^{-1} \cdot x^{(l)},$$

$$i = 0, \dots, N-1,$$

$$p^{(0)} = 0 \quad \text{и} \quad p^{(i)} = x^{(i)} \ln \frac{1-t_i}{t_i} \quad \text{при} \quad i = 1, \dots, N-1.$$

Следуя [9], оператор $S^{(N)}$ назовем дискретным сингулярным оператором.

Теорема 3. Для любого $\mu = 1, \dots, N-1$

$$\omega_x(S^{(N)}x, \mu) \leq C_1 \left(\sum_{i=1}^{\mu} i^{-1} \cdot \omega_x(x, i) + \mu \sum_{i=\mu+1}^N i^{-2} \cdot \omega_x(x, i) \right),$$

$$\omega_x(S_+^{(N)}x, \mu) \leq C_2 \left(\sum_{i=1}^{\mu} i^{-1} \cdot \omega_x(x, i) + \mu \sum_{i=\mu+1}^N i^{-2} \cdot \omega_x(x, i) \right),$$

где C_1 и C_2 — абсолютные постоянные.

Для оператора $K: \dot{H}_a^{(N)} \rightarrow H_a^{(N)}$

$$\|K\|_a^{(N)} = \|K\|_{H_a^{(N)} \rightarrow H_a^{(N)}}, \quad \|K\|_c^{(N)} = \|K\|_{H_a^{(N)} \rightarrow R^{(N)}},$$

где $R^{(N)}$ — пространство N -мерных векторов $x = (x^{(0)}, \dots, x^{(N-1)})$, с нормой $\|\cdot\|_c^{(N)}$.

С помощью теоремы 3 доказывается

Теорема 4. $\|S^{(N)}\|_a^{(N)} \leq A_a, \quad \|S_+^{(N)}\|_a^{(N)} \leq B_a, \quad \|S^{(N)}\|_c^{(N)} \leq C_a$ и $\|S_+^{(N)}\|_c^{(N)} \leq D_a$, где A_a, B_a, C_a и D_a — постоянные, зависящие лишь от a .

Применяя квадратурные формулы (2) и (3) с узлами $t_l = ih$ соответственно к первому и второму интегралам в (1) и обозначая приближенные значения $x_j(t_l), j = 1, \dots, n; l = 0, 1, \dots, N-1$ через $z_j^{(l)}$, получим систему нелинейных алгебраических уравнений

$$z_j^{(l)} = g(t_l) (z_j^{(l)})^p + \bar{u}_j^{(l)}(z), \quad j = 1, \dots, n; l = 0, 1, \dots, N-1, \quad (4)$$

Из результатов В. В. Салаева [7] следует, что $\|S\|_\alpha \leq A_\alpha$ и $\|S\|_C \leq C_\alpha$. Легко, доказываясь, что $\|S_+\|_\alpha \leq B_\alpha$ и $\|S_+\|_C \leq S_\alpha$, где $A_\alpha, B_\alpha, C_\alpha$ и D_α — постоянные, зависящие лишь от α .

Обозначим

$$\dot{H}_{\alpha,n} = \{x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t)) \mid \forall j = 1, \dots, n \ x_j(t) \in \dot{H}_\alpha\},$$

$$\dot{H}_{\alpha,n}(R) = \{x \in \dot{H}_{\alpha,n} \mid \|x\|_{\alpha,0,n} < R, R > 0\},$$

где для $x \in \dot{H}_{\alpha,n}$ $\|x\|_{\alpha,0,n} = \max_j \|x_j\|_{\alpha,0}$.

Теорема 1. Пусть число $R > 0$ такое, что

$$p(\alpha) = 2 \|g\|_C (R^2 + R (\|\lambda\| + C_\alpha \cdot R + \|C\| D_\alpha \cdot R) (A_\alpha + \|C\| B_\alpha) + \|g\|_{\alpha,0} (R^2 + (\|\lambda\| + C_\alpha R + \|C\| \cdot D_\alpha \cdot R)^2) \leq R^*,$$

$$q(\sigma) = 4 \|g\|_{\alpha,0} R (2 + (A_\alpha + \|C\| B_\alpha)^2) < 1.$$

Тогда уравнение (1) имеет единственное решение в $\dot{H}_{\alpha,n}(R)$ и это решение можно найти методом простой итерации. Итерации сходятся в норме $\|\cdot\|_{\alpha,0,n}$.

2. Квадратурные формулы для интегралов $(Su)(t)$ и $(S_+u)(t)$. Разобьем отрезок $[0, 1]$ на N равных частей точками $t_i = ih, i = 0, 1, \dots, N$, где $h = 1/N$. Ближайшие слева и справа к $t \in [0, 1]$ точки разбиения $\{t_j, j = 0, 1, \dots, N\}$ будем соответственно обозначать через t_* и t^* ($t_* = t^* = t_j$, если $t = t_j$). Считаем, что $(t-h)_* = 0$, если $t \in [0, h]$ и $(t+h)^* = 1$, если $t \in (1-h, 1]$.

Выражения вида

$$L(u; t, h) = \frac{1}{\pi N} \sum_{[0,1] \Delta(t,h)} \frac{u(t_i) - u(t)}{t_i - t} + \frac{1}{\pi} u(t) \ln \frac{1-t}{t}, \quad (2)$$

$$L_+(u; t, h) = \frac{1}{\pi N} \sum_{i=1}^{N-1} \frac{u(t_i)}{t_i + t}, \quad (3)$$

где $\Delta(t, h) = [(t-h)_*, (t+h)^*]$ и \sum_Δ означает суммирование по всем отрезкам $[t_i, t_{i+1}] \subset \Delta$, примем за квадратурные формулы соответственно для интегралов $(Su)(t)$ и $(S_+u)(t)$. Обозначим

$$R_1(u; t, h) = (Su)(t) - L(u; t, h), \quad R_2(u; t, h) = (S_+u)(t) - L_+(u; t, h).$$

Теорема 2. Для любого $0 < h \leq 1/3$

$$\sup_{u \in \dot{H}_\alpha(R)} \|R_\kappa(u; t, h)\|_C \asymp R \cdot h^\kappa \cdot \ln \frac{1}{h}, \quad \kappa = 1, 2^{**}.$$

3. Пусть $X = \{0, 1, \dots, N-1\}$. Следуя [9],

$$\omega_X(x, p) = \max_{|i_1 - i_2| < p} |x^{(i_1)} - x^{(i_2)}|, \quad l_1, l_2, p \in X,$$

назовем модулем непрерывности вектора $x = (x^{(0)}, x^{(1)}, \dots, x^{(N-1)}) \in R^N$ по множеству X .

* Для вектора $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ и матрицы $C = (c_{ij})$ используется обозначение $\|\lambda\| = \max_j |\lambda_j|$ и $\|C\| = \max_j \sum_{i=1}^n |c_{ij}|$.

** Для $R_1(u; t, h)$ оценка сверху в узловых точках $t = t_j, j = 0, 1, \dots, N$ доказана в [8].

$\omega_X(x, p)$ обладает [9] свойствами: 1) $\omega_X(x, p)$ монотонно возрастает по p ; 2) $\omega_X(x, 0) = 0$; 3) для любых $p_1, p_2 \in X$ $\omega_X(x, p_1 + p_2) \leq \omega_X(x, p_1) + \omega_X(x, p_2)$; 4) для любых $p_1, p_2 \in X, 1 \leq p_1 \leq p_2$ $p_2^{-1} \cdot \omega_X(x, p_2) \leq 2 \cdot p_1^{-1} \cdot \omega_X(x, p_1)$.

Обозначим через $H_\alpha^{(N)} (\dot{H}_\alpha^{(N)})$ пространство N -мерных векторов $x = (x^{(0)}, \dots, x^{(N-1)})$ ($x = (x^{(0)}, \dots, x^{(N-1)}), x^{(0)} = 0$), снабженное нормой

$$\|x\|_\alpha^{(N)} = \max \{ \|x\|_C^{(N)}, H^{(N)}(x, \alpha) \} \quad (\|x\|_{\alpha,0}^{(N)} = H^{(N)}(x, \alpha)),$$

где

$$\|x\|_C^{(N)} = \max_{i=0,1,\dots,N-1} |x^{(i)}|, \quad H^{(N)}(x, \alpha) = \max_{l=1,\dots,N-1} \omega_X(x, l) \cdot t_l^{-\alpha}, \quad t_l = \frac{l}{\pi}.$$

В дальнейшем вектор $x \in H_\alpha^{(N)}$ будем предполагать N -периодически продолженным, т. е. $x^{(i)} = x^{(N+i)}$ при любом $l = 0, 1, \dots$.

В пространстве $H_\alpha^{(N)}$ рассмотрим операторы

$$S^{(N)}x = (S_0^{(N)}x, \dots, S_{N-1}^{(N)}x), \quad S_+^{(N)}x = (S_{+,0}^{(N)}x, \dots, S_{+,N-1}^{(N)}x),$$

где

$$S_i^{(N)}x = \frac{1}{N} \sum_{l=i-1}^{N-1} (t_l - t_i)^{-1} (x^{(l)} - x^{(i)}) + p^{(i)}, \quad S_{+,i}^{(N)}x = \frac{1}{N} \sum_{l=i}^{N-1} (t_l + t_i)^{-1} \cdot x^{(l)},$$

$$i = 0, \dots, N-1,$$

$$p^{(0)} = 0 \text{ и } p^{(i)} = x^{(i)} \ln \frac{1-t_i}{t_i} \text{ при } i = 1, \dots, N-1.$$

Следуя [9], оператор $S^{(N)}$ назовем дискретным сингулярным оператором.

Теорема 3. Для любого $\mu = 1, \dots, N-1$

$$\omega_X(S^{(N)}x, \mu) \leq C_1 \left(\sum_{i=1}^{\mu} i^{-1} \cdot \omega_X(x, i) + \mu \sum_{i=\mu+1}^N i^{-2} \cdot \omega_X(x, i) \right),$$

$$\omega_X(S_+^{(N)}x, \mu) \leq C_2 \left(\sum_{i=1}^{\mu} i^{-1} \cdot \omega_X(x, i) + \mu \sum_{i=\mu+1}^N i^{-2} \cdot \omega_X(x, i) \right),$$

где C_1 и C_2 — абсолютные постоянные.

Для оператора $K: \dot{H}_\alpha^{(N)} \rightarrow H_\alpha^{(N)}$

$$\|K\|_\alpha^{(N)} = \|K\|_{\dot{H}_\alpha^{(N)} \rightarrow H_\alpha^{(N)}}, \quad \|K\|_C^{(N)} = \|K\|_{H_\alpha^{(N)} \rightarrow R^{(N)}},$$

где $R^{(N)}$ — пространство N -мерных векторов $x = (x^{(0)}, \dots, x^{(N-1)})$, с нормой $\|\cdot\|_C^{(N)}$.

С помощью теоремы 3 доказывается

Теорема 4. $\|S^{(N)}\|_\alpha^{(N)} \leq A_\alpha, \|S_+^{(N)}\|_\alpha^{(N)} \leq B_\alpha, \|S^{(N)}\|_C^{(N)} \leq C_\alpha$ и $\|S_+^{(N)}\|_C^{(N)} \leq D_\alpha$, где $A_\alpha, B_\alpha, C_\alpha$ и D_α — постоянные, зависящие лишь от α .

Применяя квадратурные формулы (2) и (3) с узлами $t_l = ih$ соответственно к первому и второму интегралам в (1) и обозначая приближенные значения $x_j(t_l), j = 1, \dots, n; l = 0, 1, \dots, N-1$ через $z_j^{(l)}$, получим систему нелинейных алгебраических уравнений

$$z_j^{(l)} = g(t_l) (z_j^{(l)})^\alpha + \bar{u}_j^{(l)}(z), \quad j = 1, \dots, n; l = 0, 1, \dots, N-1, \quad (4)$$

где

$$\bar{u}_j^{(1)}(z) = \lambda_j - \frac{1}{\pi} S_j^{(N)} z_j + \frac{1}{\pi} \sum_{\mu=1}^n c_{j\mu} S_{+,\mu}^{(N)} z_\mu.$$

Через $\hat{H}_{\alpha,n}^{(N)}$ обозначим совокупность векторов (таблиц)

$$z = (z_1, \dots, z_n) = \begin{pmatrix} z_1^{(0)}, \dots, z_1^{(N-1)} \\ \dots \\ z_n^{(0)}, \dots, z_n^{(N-1)} \end{pmatrix}$$

таких, что $z_j = (z_j^{(0)}, \dots, z_j^{(N-1)}) \in \hat{H}_{\alpha,n}^{(N)}$. В $\hat{H}_{\alpha,n}^{(N)}$ введем норму $\|z\|_{\alpha,0,n}^{(N)} = \max \{\|z_j\|_{\alpha,0}^{(N)}\}$.

Обозначим $G = (g(t_0), \dots, g(t_{N-1}))$.

Теорема 5. Пусть выполнены условия

$$\begin{aligned} p_1(\alpha) &= 2 \|C\|_{\alpha}^{(N)} \left(R^2 + \frac{R}{\pi} (\|\lambda\| + (C'_\alpha + \|C\| D'_\alpha) \frac{R}{\pi}) (A'_\alpha + \|C\| B'_\alpha) + \right. \\ &\quad \left. + \|G\|_{\alpha,0}^{(N)} \left(R^2 + \left(\|\lambda\| + (C'_\alpha + \|C\| D'_\alpha) \frac{R}{\pi} \right)^2 \right) \right) \leq R, \\ q_1(z) &= 4 \|G\|_{\alpha,0}^{(N)} R \left(2 + (A'_\alpha + \|C\| B'_\alpha)^2 \cdot \frac{1}{\pi^2} \right) < 1. \end{aligned}$$

Тогда система (4) при любом $N \geq 3$ имеет единственное решение $z^* \in \hat{H}_{\alpha,n}^{(N)}(R) = \{z \in \hat{H}_{\alpha,n}^{(N)} \mid \|z\|_{\alpha,0,n}^{(N)} \leq R\}$ и это решение можно найти методом простой итерации. Итерации сходятся в норме $\|\cdot\|_{\alpha,0,n}^{(N)}$.

4. Сходимость приближенных решений. Положим

$W_\beta = \{R > 0 \mid p(\alpha) \leq R, p_1(\alpha) \leq R, q(\alpha) < 1, q_1(\alpha) < 1, r(\alpha, \beta) < 1\}^*$, где $0 < \beta < \alpha < 1$ и

$$\begin{aligned} r(\alpha, \beta) &= \|G\|_{\alpha,0}^{(N)} (6R + (A'_\beta + C'_\beta + (D'_\beta + B'_\beta) \|C\|) l_1(\alpha)/\pi + \\ &\quad + (C'_\beta + L'_\beta \|C\|) \cdot l_2(\beta) R/\pi), \quad l_1(\alpha) = 2\|\lambda\| + C_\alpha R + \|C\| D_\alpha R + \\ &\quad + (C'_\alpha + \|C\| D'_\alpha) R/\pi, \quad l_2(\beta) = A'_\beta + B'_\beta \|C\| + (A'_\beta + \|C\| \cdot B'_\beta)/\pi. \end{aligned}$$

Пусть $R \in W_\beta$, $x \in \hat{H}_{\alpha,n}(R)$ и $z \in \hat{H}_{\alpha,n}^{(N)}(R)$ являются соответственно решениями систем (1) и (4). Вектор-функцию

$$x^{(N)}(t) = (x_1^{(N)}(t), \dots, x_n^{(N)}(t)),$$

где

$$x_j^{(N)}(t) = z_j^{(l+1)} \cdot (t - t_l) \cdot h^{-1} + z_j^{(l)} \cdot (t_{l+1} - t) \cdot h^{-1}, \quad t \in [t_l, t_{l+1}], \\ l = 0, 1, \dots, N-1,$$

назовем приближенным решением системы (1).

Теорема 6. Пусть $R \in W_\beta$, $0 < \beta < \alpha < 1$. Тогда приближенное решение $x^{(N)}(t)$ системы (1) сходится к ее точному решению равномерно со скоростью

$$\|x^{(N)} - x\|_{C,n} \stackrel{\text{def}}{=} \max_j \{\|x_j^{(N)} - x_j\|_C\} = O\left(h^{2-\beta} \ln \frac{1}{h}\right).$$

Замечание. Этот круг вопросов был рассмотрен в [5] при условии: существует постоянное число $a > 0$ такое, что имеет место

$$\|S^{(N)} z\|_C^{(N)} \leq a \cdot \|z\|_C^{(N)}, \quad \forall z \in \hat{H}_{\alpha,n}^{(N)}.$$

* Очевидно, что W_β содержит некоторую окрестность нуля, если $\|\lambda\|$ достаточно мало.

Покажем невыполнимость этого условия. Для этого рассмотрим функцию

$$x_0(t) = \begin{cases} 0, & \text{если } t \in [0, \bar{t}_1] \cup [\bar{t}_N, 1], \\ (t - \bar{t}_1)^2, & \text{если } t \in [\bar{t}_1, t_1], \\ (\bar{t}_{i+1} - t)^2, & \text{если } t \in [t_i, \bar{t}_{i+1}], \quad i = 1, \dots, N-1, \end{cases}$$

где $\bar{t}_i = \left(i - \frac{1}{2}\right)h$, $i = 1, \dots, N$. Очевидно, что $x_0 \in \hat{H}_{\alpha}$.

Вектор $z_* = (z_*^{(0)}, \dots, z_*^{(N-1)})$, где $z_*^{(i)} = x_0(t_i)$ принадлежит $\hat{H}_{\alpha}^{(N)}$ и $z_* \|C\|_C^{(N)} = (h/2)^2$. Нетрудно показать, что

$$\|S^{(N)} z_*\|_C^{(N)} > \|z_*\|_C^{(N)} \cdot \ln N.$$

Литература

1. Журавлев В. И., Мешеряков В. А. Физика элементарных частиц и атомного ядра. ОИЯИ, т. 5, вып. 1, 172—222, 1974.
2. Жидков Е. П., Нгуен М., Неделяков И. П., Хоромский Б. Н. ЖВМ и МФ, т. 19, № 4, 998—1014, 1979.
3. Жидков Е. П., Нгуен М., Хоромский Б. Н. Сообщения ОИЯИ, P5—11912, 1—15, 1978.
4. Жидков Е. П., Нгуен М., Хоромский Б. Н. Козр. fiz. kut. Intez [Publ]*, № 8, 61—87, 1979.
5. Жидков Е. П., Нгуен М., Хоромский Б. Н. Сообщения ОИЯИ, P11—12.47, 1—14, 1979.
6. Жидков Е. П., Нгуен М., Хоромский Б. Н. Сообщения ОИЯИ, P5—12602, 1—12, 1979.
7. Салаев В. В. Докт. дисс. Баку, 1977.
8. Иванов В. В. Теория приближенных методов и ее применение к численному решению сингулярных интегральных уравнений. Киев. Научно-думка*, 1938.
9. Бабаев А. А., Мальсагов С. М., Салаев В. В. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова, серия физ.-матем. наук*, № 1, 13—33, 1971.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 2. XII 1980

А. Э. Бабаев, Б. И. Мусаев

ЛОУ ГЕЈРИ-ХЭТТИ СИНГУЛЈАР ИНТЕГРАЛ ТЭНЛИЈИНИН ТЭГРИБИ ҺЭЛЛИ

Мәгаләдә

$$x(t) = g(t) \left(x^2(t) + \left(\lambda - \frac{1}{\pi} \int_0^1 \frac{x(\tau)}{\tau - t} d\tau + C \cdot \frac{1}{\pi} \int_0^1 \frac{x(\tau)}{\tau + t} d\tau \right) \right)$$

Лоу гејри-хәтти сингулјар интеграл тәнликләр системинин һәллинин варлығы вә јекәнәлији мәсәләләри арашдырытыр вә бу систем механики квадратур үсулу илә тәгриби һәлт едилір. Бурада $x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))$ ахтарылан вектор-функција,

$\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ — координатлары $\lambda_j = - \sum_{j=1}^n c_{jj} \lambda_j$ шәртләринин өдәјән мә'лум сабит век-

тордур, c_{jj} — өдәләәри $C^2 = E$ (E — ваһид матрицәдир) шәртинин өдәјән верилмиш C матрисинин үнсүрләридир.

А. А. Бабаев, В. И. Мусаев

THE APPROXIMATE SOLUTION OF LOW NONLINEAR SINGULAR INTEGRAL EQUATION

In this article for Low nonlinear singular integral equation the questions of the existence and uniqueness of the solution are investigated and the ground of the method of the mechanical quadratures is given.

Ф. А. ДЖАЛИЛОВ

КОРРЕКТНАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО ЭВОЛЮЦИОННОГО УРАВНЕНИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

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

Существование и единственность решения задачи Коши для уравнений с локальной нелинейностью рассмотрена в работах С. Я. Якубова [1]; Т. Като [1] и [3]. В монографии [4] исследуется задача Коши уравнений с монотонным нелокальным оператором в главной части. В настоящей работе исследуется разрешимость задачи Коши для нелинейного эволюционного уравнения гиперболического типа первого порядка с нелокальным оператором в главной части.

Пусть в банаховом пространстве E задан линейный оператор A с ограниченным обратным A^{-1} . Определим метрическое пространство $K_t = \{u(\tau) | \tau \in [t_0, t], u(t_0) = u_0, \rho(u, v) = \max_{\tau \in [t_0, t]} \|u(\tau) - v(\tau)\|_E\}$,

где $E(A) = \{u | u \in D(A), \|u\|_{E(A)} = \|Au\|_E\}$,

$S(\theta, r, E(A)) = \{u | u \in E(A), \|Au\|_E \leq r\}$.

В работе [2] при некоторых предположениях на пространстве E и оператор A установлена полнота этого пространства. Точнее, имеет место следующий факт:

Лемма 1. Пусть

1°. E — рефлексивное банахово пространство.

2°. A — линейный замкнутый оператор с областью определения $D(A)$ — всюду плотной в E имеет ограниченный обратный. Тогда пространство K_t полно.

Лемма 2. Пусть оператор $u \rightarrow [A(u)]' A_0^{-1} : K_t \rightarrow C([t_0, t], B(E))$,* где $A_0 = A(u_{t_0})$ ограничен, т. е. для любого $u \in K_t$ $\max_{t_0 \leq \tau < t} \|[A(u)]' A_0^{-1}\| \leq C(r)$.

Тогда существует предел $\lim_{t \rightarrow t_0} \|A(u_t) A_0^{-1} - I\| = 0$ равномерно по $u \in K_t$.

Рассмотрим в рефлексивном банаховом пространстве E задачу Коши:

$$u'(t) + A(u_t)u(t) + B(u_t)u(t) = f(t), \quad u(t_0) = u_0, \quad (1)$$

где $t \rightarrow u(t) : [t_0, T] \rightarrow E$.

Теорема 1. Пусть

* Здесь и в дальнейшем u_t — сужение функции $u(t)$ на $[t_0, t]$, т. е. $u_t = u|_{[t_0, t]}$.

1°. При каждом $(t, u) \in [t_0, T] \times K_t$ операторы $A(u_\tau)$, где $t_0 \leq \tau \leq t$ в рефлексивном банаховом пространстве E имеют независимую от u область определения $D(A)$ и ограниченные обратные $A^{-1}(u_\tau)$; при любых $u \in K_t, v \in D(A)$ отображение $\tau \rightarrow A(u_\tau)v : [t_0, t] \rightarrow E$ непрерывно дифференцируемо; если обозначить $A_0 = A(u_{t_0})$, то оператор $u \rightarrow A(u_\tau) A_0^{-1} : K_t \rightarrow C([t_0, t]; B(E))$ удовлетворяет условию Липшица, т. е.

$$\|[A(u_\tau) - A(v_\tau)] A_0^{-1}\| \leq C(r) \max_{t_0 \leq \eta < \tau} \|u(\eta) - v(\eta)\|;$$

операторы $u \rightarrow A_0 A^{-1}(u_\tau) : K_t \rightarrow C([t_0, t]; B(E))$, $u \rightarrow [A(u_\tau)]' A_0^{-1} : K_t \rightarrow C([t_0, t]; B(E))$ ограничены, т. е.

$$\|[A(u_\tau)]' A_0^{-1}\| \leq C(r), \quad \|A_0 A^{-1}(u_\tau)\| \leq C(r), \quad \forall u \in K_t.$$

2°. При каждом $(t, u) \in [t_0, T] \times K_t$ для оператора $A(u_\tau)$, где $t_0 \leq \tau \leq t$, имеет место неравенство

$$\|R(\lambda, -A(u_\tau))\| \leq \frac{1}{1+\lambda}, \quad \lambda > -1.$$

3°. Для любых $(t, u) \in [t_0, T] \times K_t$ операторы $B(u_\tau) A_0 B(u_\tau) A_0^{-1}$, где $t_0 \leq \tau \leq t$ ограничены в E ; для любых $u \in K_t$ и $v \in E$ функции $\tau \rightarrow B(u_\tau)v : [t_0, t] \rightarrow E$ и $\tau \rightarrow A_0 B(u_\tau) A_0^{-1} v : [t_0, t] \rightarrow E$ непрерывны; отображение $u \rightarrow B(u_\tau) : K_t \rightarrow C([t_0, t], B(E))$ удовлетворяет условию Липшица, т. е.

$$\|B(u_\tau) - B(v_\tau)\| \leq C(r) \max_{t_0 \leq \eta < \tau} \|u(\eta) - v(\eta)\|;$$

отображение $u \rightarrow A_0 B(u_\tau) A_0^{-1} : K_t \rightarrow C([t_0, t], B(E))$ ограничено, т. е. $\forall u \in K_t, \|A_0 B(u_\tau) A_0^{-1}\| \leq C(r)$,

4°. $f \in W_1^1(t_0, T; E)$.

5°. $u_0 \in D(A)$.

Тогда при некотором h_0 , зависящем от $\|Au_0\|$, существует единственное решение задачи (1) в $C^1([t_0, t_0 + h_0], E(A), E)$ и для любых начальных данных $u_0, v_0 \in D(A)$ для разности соответствующих решений $u(t), v(t)$ имеет место оценка:

$$\|u(t) - v(t)\| \leq C(\|A_0 u_0\|, \|A_0 v_0\|) \|u_0 - v_0\|_E$$

Рассмотрим следующую задачу:

$$u'(t) + A(u_t)u(t) = f(t), \quad u(t_0) = u_0, \quad (2)$$

где $t \rightarrow u(t) : [t_0, T] \rightarrow E$.

Теорема 2. Пусть

1°. Существует банахово пространство $F \subset D(A(u_\tau))$, непрерывно и плотно вложенное в E и изометрия $S : F \rightarrow E$ такая, что $\forall u \in K_t^*$, $SA(u_\tau)S^{-1} = A(u_\tau) + B(u_\tau)$, где $u \rightarrow B(u_\tau) : K_t \rightarrow C([t_0, t], B(E))$ ограничен, т. е.

$$\|B(u_\tau)\| \leq C(r);$$

2°. При каждом $(t, u) \in [t_0, T] \times K_t$ операторы $A(u_\tau)$, где $t_0 \leq \tau \leq t$ в рефлексивном банаховом пространстве E имеют ограниченные обратные $A^{-1}(u_\tau)$; отображение $u \rightarrow A(u_\tau)S^{-1} : K_t \rightarrow C([t_0, t], B(E))$ удовлетворяет условию Липшица, т. е.

* Здесь и всюду в этой теореме

$K_t = \{u(\tau) | \tau \rightarrow u(\tau) : [t_0, t] \rightarrow S(\theta, r, F), u \in C([t_0, t], E), u(t_0) = u_0, \rho(u, v) = \max_{\tau \in [t_0, t]} \|u(\tau) - v(\tau)\|_E\}$.

$$\| [A(u_\tau) - A(v_\tau)] S^{-1} \| \leq C(r) \max_{t_0 < \tau < t} \| u(\tau) - v(\tau) \|.$$

3'. При каждом $(t, u) \in [t_0, T] \times K$, оператор $A(u_\tau)$ порождает C_0 -полугруппу, удовлетворяющую условию

$$\left\| \prod_{j=1}^k e^{-A(u_{\tau_j}) s_j} \right\|_{D(E)} \leq e^{\beta(r)(s_1 + \dots + s_k)},$$

где $t_0 \leq \tau_j \leq t$, $s_j \geq 0$; произведение упорядочено по τ_j , т. е. сомножитель с τ_j находится левее сомножителя с τ_j , если $\tau_j > \tau_i$;

4'. $f \in L_1(t_0, T, F)$;

5'. $u_0 \in F$.

Тогда при некотором h_0 , зависящем от $\|u_0\|_F$ существует единственное решение задачи (2) в $C^1([t_0, t_0 + h_0], F, E)$ и для любых начальных данных $u_0, v_0 \in F$ для разности соответствующих решений $u(t), v(t)$ имеет место оценка

$$\| u(t) - v(t) \| \leq C(\|u_0\|_F, \|v_0\|_F) \| u_0 - v_0 \|_E.$$

Теоремы доказываются методом замораживания нелинейных коэффициентов, применением теории полугрупп и принципа сжатых отображений.

В заключение автор выражает благодарность С. Я. Якубову за постановку задачи и полезные обсуждения.

Литература

1. Якубов С. Я. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-тех. и матем. наук*, 1, № 3, 16—22, 1970, II, № 5, 16—21, 1970. 2. Kato T. Lect. Notes Math., 448, 25—70, 1975. 3. Hughes Thomas JR., Kato Tosio, Marsden Jerrold E. Arch. Ration. Mech. and Anal., 63, № 3, 37—76, 1977. 4. Гаевский Х., Греггер К., Захарнас К. Нелинейные операторные уравнения и операторные дифференциальные уравнения* Мир*, М., 1978. 5. Kato T. J. Math. Soc. Japan, 5, 208—294, 1953. 6. Kato T. J. Math. Soc. Japan II, 25, 648—666, 1973. 7. Крейн С. Г. Линейные дифференциальные уравнения в банаховом пространстве. Наука*, М., 1967.

АПИ им. В. И. Ленина

Поступило 16. VI 1980

Ф. Э. Чалилов

ГИПЕРБОЛИК ТИП ГЕЈРИ-ХЭТТИ ЕВАЛЈУСОН ТЭНЛИК ҮЧҮН КОШИ МЭСЭЛЭСИННИН КОРРЕКТЛИЈИ

Мөгаләдә Е банах фәзасында

$$u'(t) + A(u_t)u(t) + B(u_t)u(t) = f(t), \quad u(t_0) = u_0$$

I тәртіб баш һиссәдә гејри-локал оператор олан гиперболик тип евалјусон тәнлик үчүн Коши мөсәләсинин корректлији тәдқиғ едилір. Бурада $t \rightarrow u(t): [t_0, T] \rightarrow E$, $u_\tau = u(t)$ функцијасының $[t_0, \tau]$ парчасында сыхылышыдыр.

F. A. Jalilov.

CORRECT SOLVABILITY OF CAUCHY PROBLEM FOR NONLINEAR EQUATION OF EVOLUTION OF HYPERBOLIC TYPE

This work deals with the establishment of the correct solvability of the Cauchy problem for nonlinear equation of evolution of the first order of hyperbolic type in Banach space E with nonlocal operator in principal part:

$$u'(t) + A(u_t)u(t) + B(u_t)u(t) = f(t), \\ u(t_0) = u_0,$$

where $t \rightarrow u(t)$ acts from $[t_0, T]$ into E , u_τ is a restriction of $u(t)$ function to $[t_0, \tau]$.

УДК 517.919

МАТЕМАТИКА

Э. А. ГАСЫМОВ

К ТЕОРИИ СМЕШАННЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ С РАЗРЫВНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР. А. И. Гусейновым.)

Рассмотрим задачу нахождения решения системы

$$D_t^{2p_i} u_i(x, t) = \sum_{j=0}^{2p_i} a_{ij}(x) D_x^j u_i(x, t) + f_i(x, t), \quad x \in (a_i, b_i), \quad t \in (0, T], \quad (i = \overline{1, n}) \quad (1)$$

при граничном условии

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^{x_i} \sum_{m=0}^{s_{ji}} [\alpha_{jm}^{(i)} L_x^m D_t^{2p_i} u_i(x, t)|_{x=a_i} + \beta_{jm}^{(i)} D_t^{2p_i} L_x^m u_i(x, t)|_{x=b_i}] = \varphi(t), \quad t \in (0, T] \quad (2)$$

и начальном условии

$$u_i(x, t)|_{t=0} = \phi_i(x) \quad x \in (a_i, b_i) \quad (i = \overline{1, n}), \quad (3)$$

где (a_i, b_i) — конечные интервалы, a_{ij} ($j = 0, 2p_i$) — квадратные матрицы порядка r_i , $\alpha_{jm}^{(i)}$, $\beta_{jm}^{(i)}$ ($j = 0, x_i$) ($m = 0, s_{ji}$) — постоянные матрицы разме-

ром $N \times r_i$, $N = 2 \sum_{v=1}^n d_v$, $d_v = p_v, r_v$. Φ_i , f_i , u_i — столбцы размера r_i , φ —

столбец размера N , r_i , p_i , n — натуральные числа, x_i — или 0 или 1, s_{ji} ($j = 0, x_i$) — неотрицательные целые числа меньшие или равные $2p_i - 1$. Данные задачи (1) — (3) определены в замыканиях вышеуказанных областей. Предположим, что выполняются условия:

1°. Система (1) при всех i ($i = \overline{1, n}$) является параболической в смысле И. Г. Петровского соответственно в области $\mathcal{D}_i = D_i \times [0, T]$, где $D_i = [a_i, b_i]$.

2°. $\varphi \in L([0, T])$, $f_i \in L(\mathcal{D}_i)$, $\Phi_i \in L(D_i)$, $\Phi_i(x)$ имеет непрерывные производные до (x_i, s_{ji}) -го порядка включительно в некоторой замкнутой окрестности точки a_i, b_i , $a_{ij} \in C(D_i)$ ($j = 0, 2p_i$), $a_{i, 2p_i - m} \in C^{2-m}(D_i)$ ($m = 0, 1$), при $i = \overline{1, n}$.

3°. Пусть p есть наименьшее общее кратное чисел p_1, p_2, \dots, p_n и $p_i p_i = q_i$ ($i = \overline{1, n}$). Обозначим через $\theta_{im}(x)$ ($m = 1, 2d_i$) корни уравнения $\det(a_{i, p_i}^{-1}(x) - \theta^{2p_i} E) = 0$ $x \in D_i$ ($i = \overline{1, n}$), где E — единичная матрица соответствующего порядка. Системы $L_i(x, \lambda)$

$y_i(x, \cdot) \equiv \sum_{j=0}^{2p_i} a_{ij}(x) D_x^j y_i(x, \cdot) - \lambda^{2p_i} y_i(x, \cdot) = 0$ $x \in D_i$ ($i = \overline{1, n}$) имеет фундаментальную систему частных решений, которые со своими произ-

водными до порядка $2p_i - 1$ включительно допускают при $\lambda \in R_i$ $u_i(x, t)$ и при $x \in (a_i, b_i)$ $u_i(x, t)$ соответственно абсолютно непре-
 - $\left\{ \lambda : |\lambda| > R, |\arg \lambda| < \frac{\pi}{4p} + \delta \right\}$ (R и δ — соответственно достаточны подходящей нумерации θ_{ij} выполняется:
 большие и малые положительные числа) асимптотические предст- $[\lambda^{q_i} \theta_{ij}(x)] \geq \varepsilon |\lambda|^{q_i} x \in D_i |\arg \lambda| < \frac{\pi}{4p} + \delta \quad j = \overline{1, d_i}$ и $\theta_{i, d_i+k} = -\theta_{ik}$
 ления

$$D_x^k y_{ij}(x, \lambda) = \lambda^{k q_i} \exp \left[\lambda^{q_i} \int_{a_i}^x \theta_{ij}(\xi) d\xi \right] \left[\sum_{l=0}^{m_i} \lambda^{-l q_i} W_{jk}^{il}(x) + \lambda^{-(1+m_i)q_i} \times \right. \\ \left. \times \varepsilon_{m_i k}^{ij}(x, \lambda) \right] x \in D_i \quad j = \overline{1, 2d_i} \quad k = \overline{0, 2p_i - 1},$$

где $W_{jk}^{il} \in C(D_i)$, $\varepsilon_{m_i k}^{ij} \in C(D_i)$, $\max_{x \in D_i} \|\varepsilon_{m_i k}^{ij}(x, \lambda)\| < \text{const}$ при росте $|\lambda|$ (через

обозначаем суммы всех модулей элементов рассматриваемого вектор

m_i — некоторые неотрицательные целые числа (см. замечание 1).

Определение 1. Будем говорить, что решение задачи (1) —

обладает классическими свойствами, если вследствие приложения инт-

рального преобразования $\int_0^t \exp(-\lambda^{2p} \tau) \cdot d\tau$ к задаче (1) — (3) пере-

от рассматриваемой задачи к задаче *

$$L_i(x, \lambda, \int_0^t \exp(-\lambda^{2p} \tau) u_i(x, \tau) d\tau) = \exp(-\lambda^{2p} t) u_i(x, t) - \\ - \int_0^t \exp(-\lambda^{2p} \tau) f_i(x, \tau) d\tau - \Phi_i(x) \quad x \in (a_i, b_i) \quad t \in (0, T] \quad (i = \overline{1, n})$$

при граничных условиях

$$\sum_{l=1}^n U_{\lambda}^{(l)} \left[\int_0^t \exp(-\lambda^{2p} \tau) u_l(x, \tau) d\tau \right] = \gamma_1(\lambda, t) - \exp(-\lambda^{2p} t) \gamma_2(t), \quad t \in (0, T],$$

где $U_{\lambda}^{(l)} [y_l(x, \cdot)] = U_{\lambda}^{l1} [y_l(x, \cdot)] + U_{\lambda}^{l2} [y_l(x, \cdot)]$, $U_{\lambda}^{l1} [y_l(x, \cdot)] = \sum_{j=0}^{s_{1l}} \sum_{m=0}^{s_{2l}} \lambda^{j q_l} \beta_{jm}^{(l)} D_x^m y_l(x, \cdot) / x = a_l$,

$$\times \beta_{jm}^{(l)} D_x^m y_l(x, \cdot) / x = b_l, \quad U_{\lambda}^{l2} [y_l(x, \cdot)] = \sum_{j=0}^{s_{1l}} \sum_{m=0}^{s_{2l}} \lambda^{j q_l} \beta_{jm}^{(l)} D_x^m y_l(x, \cdot) / x = a_l,$$

$$\gamma_1(\lambda, t) = A + \int_0^t \exp(-\lambda^{2p} \tau) \varphi(\tau) d\tau, \quad A = \sum_{l=1}^n \sum_{m=0}^{s_{1l}} [\alpha_{2lm}^{(l)} D_x^m \alpha_l \Phi_l(x) / x = a_l -$$

$$+ \beta_{2lm}^{(l)} D_x^m \alpha_l \Phi_l(x) / x = b_l], \quad \gamma_2(t) = \sum_{l=1}^n \sum_{m=0}^{s_{1l}} [\alpha_{2lm}^{(l)} D_x^m \alpha_l u_l(x, t) / x = a_l +$$

$$+ \beta_{2lm}^{(l)} D_x^m \alpha_l u_l(x, t) / x = b_l],$$

закономерен, кроме этого, при $t \in (0, T]$ $D_x^{c_{p_i}-1} \int_0^t \exp(-\lambda^{2p} \tau) u_i(x, \tau$

* Задачу (5) — (6) будем называть спектральной задачей, соответствующей

водными по $x \in D_i$ и по $t \in [0, T]$.

Из 1° — 3° следует, что существуют такие $\delta > 0, \varepsilon > 0$, для которых

$$[\lambda^{q_i} \theta_{ij}(x)] \geq \varepsilon |\lambda|^{q_i} x \in D_i |\arg \lambda| < \frac{\pi}{4p} + \delta \quad j = \overline{1, d_i} \quad \text{и} \quad \theta_{i, d_i+k} = -\theta_{ik}$$

$= \overline{1, d_i}$, где $i = \overline{1, n}$. Введем обозначения $U_{\lambda}^{ij} [y_{ij}(x, \lambda)] = M^{ij}(\lambda)$,
 $U_{\lambda}^{i2} [y_{ij}(x, \lambda)] = \exp[\lambda^{q_i} \omega_{ij}] N^{ij}(\lambda) \quad j = \overline{1, 2d_i} \quad i = \overline{1, n}, \Delta_0(\lambda) = \det [N^{11}(\lambda) \dots$
 $\dots N^{1d_1}(\lambda) M^{1d_1+1}(\lambda) \dots M^{12d_1}(\lambda) \dots N^{n1}(\lambda) \dots N^{nd_n}(\lambda) M^{nd_n+1}(\lambda) \dots M^{n2d_n}(\lambda)]$

$$\text{и} \quad \omega_{ij} = \int_{b_i} \theta_{ij}(\xi) d\xi.$$

Разлагая определить $\Delta_0(\lambda)$, получим

$$\Delta_0(\lambda) = A_k \lambda^k + A_{k-1} \lambda^{k-1} + \dots + A_{k-m} \lambda^{k-m} + \varepsilon_m(\lambda) \lambda^{k-m-1},$$

где k — наивысшая степень λ , $|\varepsilon_m(\lambda)|$ ограничена при росте $|\lambda|$ и m —

некоторое неотрицательное целое число, зависящее от $m_i (i = \overline{1, n})$,

входящих в (4). Число m , входящее в асимптотическое представле-

ние $\Delta_0(\lambda)$, можно выбрать достаточно большим, если $m_i (i = \overline{1, n})$,

входящие в (4), достаточно большие.

Определение 2. Граничные условия (6) будем называть ре-

гулярными, если хотя бы одно из чисел A_k, A_{k-1}, \dots , отлично от нуля.

Пусть граничные условия (6) регулярны и среди чисел A_k, A_{k-1}, \dots ,

отличных от нуля с наибольшим индексом есть A_h .

Замечание 1. В (4) числа $m_i (i = \overline{1, n})$ выбираются наимень-

шими, при которых для $\Delta_0(\lambda)$ имеет место представление $\Delta_0(\lambda) =$

$$A_h \lambda^h + \varepsilon(\lambda) \lambda^{h-1}, \quad \text{где} \quad |\varepsilon(\lambda)| \text{ ограничено при росте} \quad |\lambda|.$$

Обозначим через $\Delta^m(\lambda)$ алгебраическое дополнение элемента с

$$\det \{ \exp(-\omega_{11} \lambda^{q_1}) U_{\lambda}^{(1)} [y_{11}(x, \lambda)] \dots \exp(-\omega_{1d_1} \lambda^{q_1}) U_{\lambda}^{(1)} [y_{1d_1}(x, \lambda)] \dots$$

$$\dots \exp(-\omega_{n1} \lambda^{q_n}) U_{\lambda}^{(n)} [y_{n1}(x, \lambda)] \dots \exp(-\omega_{nd_n} \lambda^{q_n}) U_{\lambda}^{(n)} [y_{nd_n}(x, \lambda)] \dots$$

$$\dots U_{\lambda}^{(n)} [y_{nd_n+1}(x, \lambda)] \dots$$

ия которого при $\lambda \in R_h$ имеет место $|\lambda^{-h} \Delta(\lambda)| \geq \frac{1}{2} |A_h|$, где R — дос-

точно большое положительное число.

При $\Delta(\lambda) \neq 0$ задача (5), (6) имеет единственное решение

$$\int_0^t \exp(-\lambda^{2p} \tau) u_i(x, \tau) d\tau = \delta_i [x, \lambda, \gamma_1(\lambda, t) - \exp(-\lambda^{2p} t) \gamma_2(t)] + \\ + \sum_{j=1}^n \int_{b_j} G^{ij}(x, \xi, \lambda) a_{j2p_j}^{-1}(\xi) [\exp(-\lambda^{2p} t) u_j(\xi, t) - \Phi_j(\xi) - \\ - \int_0^t \exp(-\lambda^{2p} \tau) f_j(\xi, \tau) d\tau] d\xi \quad (x, t) \in \Omega_i \quad (i = \overline{1, n}), \quad (7)$$

где δ_i ($i = \overline{1, n}$) — решение однородной системы, соответствующей (5) при граничных условиях (6), G^{ij} — матрицы Грина. Умножая обе части (7) на $\lambda^{i-p-1} \exp(\lambda^{2p} t)$ и затем интегрируя по контурам S_i имеем

$$u_i(x, t) = \frac{p}{\pi \sqrt{-1}} \int_{\lambda} \lambda^{i-p-1} \exp(\lambda^{2p} t) \{ \delta_i[x, \lambda, \tau_i(\lambda, t)] - \sum_{j=1}^n \int_{b_j} G^{ij}(x, \xi, \lambda) a_{j;p_j}^{-1}(\xi) \left[\Phi_j(\xi) + \int_0^t \exp(-\lambda^{2p} \tau) f_j(\xi, \tau) d\tau \right] d\xi \} d\lambda$$

$$x \in (a_i b_i) \quad t \in (0, T] \quad (i = \overline{1, n}), \quad (8)$$

где S — бесконечный разомкнутый гладкий контур в R_λ , достаточна далекая часть которого совпадает с продолжениями лучей $\arg \lambda = \pm \frac{\pi}{4p} + \delta$.

Таким образом, нами доказана,

Теорема 1. Пусть выполняются ограничения 1°—3° и граничные условия (6) регулярны. Тогда, если задачи (1)—(3) имеют решение, обладающее классическими свойствами, то такое решение единственно и оно представляется формулой (8).

4°. Предположим, что $\Phi_i \in C^1(D_i)$, $D_x^2 \Phi_i \in L(D_i)$, $D_x^2 f_i \in C(\mathcal{D}_i)$ ($\kappa = 0, 1$) при $i = \overline{1, n}$.

Теорема 2. При ограничениях 4° и теореме 1 вектор-функции u_i ($i = \overline{1, n}$), определяемые формулой (8), удовлетворяют условию (3).

5°. Пусть $\varphi \in C([0, T])$, $D_x^2 f_i \in C(\mathcal{D}_i)$, при $i = \overline{1, n}$.

Теорема 3. При ограничениях 5° и теореме 2 вектор-функции u_i ($i = \overline{1, n}$), определяемые формулой (8), удовлетворяют системе (1).

Из регулярности граничных условий (6) следует, что существуют такие числа m_{ki} , n_{ij} из $(-\infty, \infty)$, соответственно для которых при $\lambda \in R_\lambda$ выполняется

$$|\Delta^{-1}(\lambda) \Delta^{ka(v_i)}(\lambda)| \leq A_1 |\lambda|^{m_{ki}} \quad (v = \overline{1, 2d_i}) \quad (\kappa = \overline{1, N}) \quad (i = \overline{1, n}),$$

$$\left| \sum_{v=1}^N M_v^{j\beta}(\lambda) \Delta^{-1}(\lambda) \Delta^{va(\kappa, i)}(\lambda) \right| + \left| \sum_{v=1}^N N_v^{j\beta}(\lambda) \Delta^{-1}(\lambda) \Delta^{va(\kappa, i)}(\lambda) \right| \leq A_1 |\lambda|^{n_{ij}}$$

($\kappa = \overline{1, 2d_i}$) ($\beta = \overline{1, d_i}$) ($i, j = \overline{1, n}$), где $M_v^{j\beta}$ и $N_v^{j\beta}$ есть v -го компоненты соответственно, векторов $M^{j\beta}$ и $N^{j\beta}$, $a(\kappa, i) = \kappa + 2 \sum_{m=1}^{i-1} d_m$, A_1 — некая константа*.

Пусть h_κ , S_κ есть наименьшие неотрицательные целые числа, соответственно для которых выполняется:

$$\max_{1 < i < n} \max_{j=0, x_j} (j2p + q_1 s_{ji} + n_{ik} + q_\kappa + 1)/2p, \quad \max_{j=0, x_k} (i2p + q_\kappa s_{jk} + q_\kappa + 1)/2p \leq h_\kappa \quad (\kappa = \overline{1, n});$$

$$\max_{1 < i < n} \max_{j=0, x_j} (j2p + q_1 s_{ji} + m_{ki} + 2p + 1)/2p \leq s \quad (\kappa = \overline{1, N}).$$

* Целесообразно выбрать числа m_{ki} и n_{ij} меньшими по мере возможности.

6°. Предположим, что $D_i^{h_\kappa} f_\kappa \in C(\mathcal{D}_\kappa)$ ($\kappa = \overline{1, n}$), $\varphi_\kappa \in C^{s_\kappa}([0, T])$ ($\kappa = \overline{1, N}$), где φ_κ — κ -го компонента вектора φ .

Теорема 4. При ограничениях 6° и теореме 3 вектор-функции u_i ($i = \overline{1, n}$), определяемые формулой (8), удовлетворяют условию (2).

Пусть v_κ , μ_j , ν_{jm} есть наименьшие неотрицательные целые числа, для которых соответственно выполняется

$$\max_{1 < i < n} (1 + 2p + m_{ki})/2p \leq v_\kappa \quad (\kappa = \overline{1, N}), \quad \max_{1 < i < n} \frac{1}{2p} (1 + q_1 + n_{ij}), \quad 1 \leq \mu_j \quad (j = \overline{1, n}),$$

$$\max_{1 < i < n} \frac{1}{q_j} (1 - 2p + n_{ij} - m2p + q_1) \leq \nu_{jm} \quad (m = \overline{0, \mu_j - 1}) \quad (j = \overline{1, n}).$$

$$\max (2, 1 + m_j) = \sigma_j \quad (j = \overline{1, n}).$$

7°. Предположим, что в (4), числа n_i ($i = \overline{1, n}$) выбраны так, что выполняются

$$\max_{1 < i < n} \frac{1}{q_i} (1 + n_{ji}) \leq m_i$$

и далее $W_{\kappa}^{ij} \in C^{1+m_i-\nu_j}(L_i)$ ($v = \overline{0, m_i}$) ($\kappa = \overline{0, 2p_i - 1}$) ($j = \overline{1, 2d_i}$), $a_{i2p_i} \in C^{1+m_i}(L_i)$, $\theta_{ij} \in C^{1+m_i}(L_i)$ ($j = \overline{1, 2d_i}$), $\Phi_i \in C^2(D_i)$, $L_x^2 \Phi_i(x)/x=a_i = L_x^2 \Phi_i(x)/x=b_i = 0$ ($\kappa = \overline{0, i-1}$), $\varphi_\kappa \in C^{s_\kappa}([0, T])$ ($\kappa = \overline{1, N}$), $D_x^m \varphi_\kappa(t)/t=0 = 0$

$$(m = \overline{0, v_\kappa - 1}) \quad (\kappa = \overline{1, N}), \quad D_x^m f_i \in C(\mathcal{D}_i), \quad L_x^m f_i(x, 0) \in C^{v_{im}}(D_i)$$

$$(m = \overline{0, \mu_j - 1}), \quad L_x^k L_t^m f_i(x, 0)|_{x=a_i} = D_x^k D_t^m f_i(x, 0)|_{x=b_i} = 0 \quad (\kappa = \overline{0, v_{im} - 1})$$

$$(m = \overline{0, \mu_j - 1}), \quad A = 0,$$

где всюду $i = \overline{1, n}$,

Теорема 5. При ограничениях 7° и теореме 4 для вектор-функции u_i ($i = \overline{1, n}$), определяемой формулой (8), имеют место оценки

$$\max_{(x, t) \in \mathcal{D}_i} \|u_i(x, t)\| \leq C \left\{ \sum_{j=1}^n \left[\int_{b_j} \|L_x^{\sigma_j} \Phi_j(\xi)\| d\xi + \sum_{\kappa=0}^{\sigma_j-1} \max_{\xi \in D_j} \|D_\xi^\kappa \Phi_j(\xi)\| \right] + \int_{b_i} \|f_i(\xi, 0)\| d\xi + \int_{a_i} \|L_x^1 f_i(\xi, \tau)\| d\xi d\tau + \sum_{j=1}^n \int_{a_j} \|L_x^{\mu_j} f_j(\xi, \tau)\| d\xi d\tau + \sum_{j=1}^n \sum_{m=0}^{\mu_j-1} \left[\int_{b_j} \|L_x^{\nu_{jm}} L_t^m f_j(\xi, 0)\| d\xi + \sum_{\kappa=0}^{\nu_{jm}-1} \max_{\xi \in D_j} \|D_\xi^\kappa D_t^m f_j(\xi, 0)\| \right] + \sum_{\kappa=1}^N \int_0^T \|D_x^{\kappa} \varphi_\kappa(\tau)\| d\tau \right\} \quad (i = \overline{1, n}),$$

где C — некоторая константа.

Автор выражает глубокую благодарность Н. А. Алиеву за постоянное внимание, ценные советы и полезные обсуждения.

Литература

1. Birkhoff G. D. On the asymptotic character of the solutions of certain linear differential equations containing a parameter. Trans. Am. M. S. 9, 1908. 2. Наймарк М. А. Линейные дифференциальные операторы. Наука, 1969. 3. Тамаркин Я. Д. О некоторых общих задачах теории обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и о разложении произвольных функций в ряды. Пр., 1917. 4. Тамаркин Я. Д. Some general problems of the theory of ordinary linear differential equations and expansion of an arbitrary function in series of fundamental functions. M. Z. 27, 1928. 5. Фридман А. Уравнения с частными производными параболического типа. Мир, 1968.

АГУ им. С. Кирова

Поступило 17. I 1980

Е. А. Гасымов

КӘСИЛӘН ӘМСАЛЛЫ ПАРАБОЛИК СИСТЕМ ҮЧҮН ГАРЫШЫГ
МӘСЭЛӘЈӘ ДАИР

Мәгаләдә кәсилән әмсаллы параболик систем үчүн гарышыг мәсәләнини коррект-лији аראшдырылып.

Айры-айры интервалларда фәза дәјишәнинә кәрә параболик системни тәртиби мұхтәлифдир вә сәрһәд шәртләриндә замана кәрә ән јүксәк тәргиб тәрәмә иштирак едир.

Хүсуси интеграл чевирмәләр вәситәсилә бахылан мәсәләнини һәллинини аналитик ифадәси верилир.

Е. А. Gasymov

TO THEORY OF MIXED PROBLEM FOR PARABOLIC SYSTEMS OF PARTIAL
DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH DISCONTINUOUS COEFFICIENTS

The paper deals with the investigation of the correction of mixed problems for parabolic systems of partial differential equations with discontinuous coefficients and different order of differentiation on space variable in different intervals.

УДК 517.956.2

МАТЕМАТИКА

Б. А. АЛИЕВ

РАЗРЕШИМОСТЬ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С ОПЕРАТОРОМ
В КРАЕВЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНОГО УРАВНЕНИЯ
ВТОРОГО ПОРЯДКА

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

Разрешимость краевых задач для дифференциально-операторного уравнения, в случае, когда коэффициенты краевых условий — комплексные числа, впервые исследована в работах А. А. Дезина [1, 2] С. Г. Крейна и Г. И. Лаптева [5, 6].

В дальнейшем изучение этой проблемы было продолжено в работах В. А. Треногина [14], С. Я. Якубова [16], В. К. Романко [13], Ю. А. Дубинского [3], Н. Н. Юрчука [15], С. Я. Якубова и др. [17], Ш. Дж. Мамедова [11].

Построение функции Грина, а также исследование спектра и разрешимости краевых задач для дифференциально-операторных уравнений в случае, когда коэффициенты краевых условий линейные операторы были проведены в работах В. А. Ильина и В. С. Филиппова [4], Ф. С. Рофе-Бекотова [12], Г. И. Лаптева [9], М. М. Мустафаева [10].

В данной работе вначале доказывается теорема об изоморфизме, который осуществляет оператор, порожденный эллиптическим дифференциально-операторным уравнением второго порядка и краевыми условиями, которые содержат, вообще говоря, неограниченные операторы.

После этого, используя теорему об изоморфизме, для возмущенной задачи показывается фредгольмовость.

Принятые обозначения и определения

Пусть H — гильбертово пространство. Через $L_2(a, b; H)$ обозначим гильбертово пространство функций $x = u(x) : [a, b] \rightarrow H$ сильно измеримых и суммируемых с квадратом по Бохнеру с нормой

$$\|u\|_{L_2(a,b;H)}^2 = \int_a^b \|u(x)\|_H^2 dx < \infty.$$

Пусть A — линейный замкнутый оператор в H с плотной областью определения $D(A)$. $D(A)$ можно превратить в гильбертово пространство с нормой графика:

$$H(A) = \{u : \|u\|_{H(A)}^2 = \|u\|^2 + \|Au\|^2\}.$$

Рассмотрим пространство (см. [8]).

$$W_2^2(a, l; H(A), H) = \{u: u \in L_2(a, l; H), u' \in L_2(a, b; H)\}.$$

$W_2^2(a, l; H(A), H)$ является гильбертовым пространством относительно скалярного произведения

$$(u, v)_{W_2^2(a, l; H(A), H)} = (u, v)_{L_2(a, l; H(A))} + (u', v')_{L_2(a, b; H)}.$$

Через $\sigma_\infty(H)$ обозначим множество вполне непрерывных линейных операторов, действующих в H .

Определение 1. [7]. Оператор B называется подчиненным оператору A , если $D(B) \supset D(A)$ и $\|Bu\| \leq C\|Au\|$ $u \in D(A)$, $C = \text{const} > 0$

Определение 2. Оператор B называется вполне подчиненным оператору A , если он ему подчинен и для каждого достаточно малого $\varepsilon > 0$ выполняется неравенство $\|Bu\| \leq \varepsilon\|Au\| + C(\varepsilon)\|u\|$, где $C(\varepsilon)$ — локально ограниченная функция от ε .

Рассмотрим краевую задачу

$$L_0 u \equiv u''(x) - Au(x) = 0, \quad a \leq x \leq l, \quad (1)$$

$$L_{10} u \equiv u'(b) + Bu(a) = f_1 \quad (2)$$

$$L_{20} u \equiv u'(a) = f_2$$

в H . Здесь A и B — линейные замкнутые операторы в H .

Теорема 1. Пусть выполнены следующие условия.

1. Оператор A — самосопряжен, положительно определенный в H и $A^{-1} \in \sigma_\infty(H)$.

2. Оператор B подчинен оператору $A^{1/2}$ и $A^{1/2}B$ подчинен оператору A в H .

Тогда задача

$$(L_0 - \lambda I) u \equiv u''(x) - (A + \lambda I) u(x) = 0 \quad (3)$$

$$L_{10} u \equiv u'(b) + Bu(a) = f_1$$

$$L_{20} u \equiv u'(a) = f_2 \quad (2)$$

при достаточно больших λ и при $f_1, f_2 \in H(A^{1/2})$ имеет единственное решение $u \in W_2^2(a, b; H(A), H)$.

Доказательство. Общее решение уравнения имеет вид:

$$u_\lambda(x) = e^{-\lambda^{1/2}(x-a)} g_1 + e^{-\lambda^{1/2}(b-x)} g_2, \quad (4)$$

где $g_1, g_2 \in H(A^{1/2})$ — произвольные элементы, $A_\lambda = A + \lambda I$.

Предположим, что функция $u_\lambda(x)$, определенная формулой (4), удовлетворяет и условиям (2). Подставляя значения $u_\lambda(x)$ в (2), получим систему уравнений, которую в пространстве $H^2 = H \times H$ можно записать в следующем виде.

$$A(\lambda)G = F, \quad (5)$$

где

$$A(\lambda) = \begin{pmatrix} A_\lambda^{1/2} e^{-\lambda^{1/2}(b-a)} & B A_\lambda^{1/2} + B e^{-\lambda^{1/2}(b-a)} \\ -A_\lambda^{1/2} & A_\lambda^{1/2} e^{-\lambda^{1/2}(b-a)} \end{pmatrix}, \quad G = \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \end{pmatrix}, \quad F = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \end{pmatrix},$$

$$D(A(\lambda)) = D(A^{1/2}) \times D(A^{1/2}).$$

Можно показать, что оператор $A(\lambda)$ имеет ограниченный обратный в H^2 , т. е. из (5) можно однозначно определить G . Подставляя g_1 и g_2 в (4), получим представления решения задачи (2)–(3). Ис-

пользуя представление решения, можно показать, что решение принадлежит пространству $W_2^2(a, b; H(A), H)$.

Сформулируем теорему об изоморфизме.

Теорема 2.

Пусть выполнены условия 1 и 2 теорема 1. Тогда оператор $P: u \rightarrow Pu = \{L_0 u - \lambda u, L_{10} u, L_{20} u\}$ при достаточно больших λ является изоморфизмом из $W_2^2(a, b; H(A), H)$ на $L_2(a, b; H) \times H(A^{1/2}) \times H(A^{1/2})$.

Теперь рассмотрим следующую краевую задачу

$$Lu \equiv u''(x) - Au(x) + (A_1 u')(x) + (A_2 u)(x) = f(x) \quad (6)$$

$$L_{1u} \equiv u'(b) + Bu(a) + B_1 u(b) = f_1$$

$$L_{2u} \equiv u'(a) + C_1 u(a) + c_2 u(b) = f_2 \quad (7)$$

в H .

Теорема 3. Пусть выполнены следующие условия;

1. $A = A^* \geq C^2 I$, $A^{-1} \in \sigma_\infty(H)$.

2. Оператор B подчинен оператору $A^{1/2}$, оператор $A^{1/2}B$ подчинен оператору A в H .

3. Оператор A_1 является вполне непрерывным оператором из $W_2^2(a, b; H(A^{1/2}), H)$ в $L_2(a, b; H)$, A_2 является вполне непрерывным оператором из $W_2^2(a, b; H(A), H)$ в $L_2(a, b; H)$.

4. Операторы B_1, C_1, C_2 вполне подчинены оператору A , операторы $A^{1/2}B_1, A^{1/2}C_1, A^{1/2}C_2$ подчинены оператору A .

Тогда оператор $Q: u \rightarrow Qu = \{Lu, L_{1u}, L_{2u}\}$ рассматриваемый как ограниченный оператор из $W_2^2(a, b; H(A), H)$ в $L_2(a, b; H) \times H(A^{1/2}) \times H(A^{1/2})$ является фредгольмовым.

Доказательство. Оператор Q можно представить в виде суммы двух операторов $Q = P + R$, где

$$u \rightarrow Ru = \{A_1 u + A_2 u + \lambda u, B_1 u(b), C_1 u(a) + C_2 u(b)\} \times W_2^2(a, b; H(A), H) \rightarrow L_2(a, b; H) \times H(A^{1/2}) \times H(A^{1/2}).$$

Можно показать, что оператор R вполне непрерывен из $W_2^2(a, b; H(A), H)$ в $L_2(a, b; H) \times H(A^{1/2}) \times H(A^{1/2})$.

Рассмотрим частный случай задачи (6)–(7) в H :

$$Lu \equiv u''(x) - Au(x) + A_1(x)u'(x) + A_2(x)u(x) = f(x) \quad (8)$$

$$L_{1u} \equiv u'(b) + Bu(a) + B_1 u(b) = f_1 \quad (9)$$

$$L_{2u} \equiv u'(a) + C_1 u(a) + C_2 u(b) = f_2$$

Здесь $A_1(x)$ и $A_2(x)$ при каждом фиксированном $x \in [a, b]$ являются линейными замкнутыми операторами в H .

Теорема 4. Пусть выполнены следующие условия.

1. $A = A^* \geq C^2 I$ и $A^{-1} \in \sigma_\infty(H)$.

2. Оператор B подчинен оператору $A^{1/2}$, оператор $A^{1/2}B$ подчинен оператору A в H .

3. Операторнозначные функции $A_1(x)A^{-1/2}$ и $A_2(x)A^{-1}$ сильно измеримы на $[a, b]$.

4. Для $\forall \varepsilon > 0$ почти всюду по $x \in [a, b]$ имеют место оценки

$$\|A_1(x)u\| \leq \varepsilon \|A^{1/2}u\| + C(\varepsilon)\|u\|, \quad u \in D(A^{1/2}),$$

$$\|A_2(x)u\| \leq \varepsilon \|Au\| + C(\varepsilon)\|u\|, \quad u \in D(A).$$

Э. Ф. БАГИРЗАДЕ, И. М. АЛИЕВ, Г. М. МАМЕДОВ

ЭКСИТОННОЕ И ПРИМЕСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В GaSe <Sn> В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

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

Исследование влияния сильного электрического поля на экситонный и межзонный край поглощения представляет практический интерес. Результаты этих исследований являются научной основой для создания различных электрооптических устройств.

Влияние сильного электрического поля на экситонное поглощение в слонстом кристалле GaSe изучено в ряде работ [1—3]. Спектр электропоглощения в основном состоял из двух отрицательных и трех положительных пиков. Изучением влияния сильного электрического поля на непрямой экситонный край поглощения в GaSe получена информация о фононах, участвующих в этих переходах [4].

Наряду с этим широко применяется дифференциальный метод электропоглощения для исследования областей ниже края поглощения. В данной работе мы сообщаем результаты исследования влияния сильного электрического поля на поглощение света связанным экситоном в монокристаллах GaSe <Sn>. Отметим, что в этих кристаллах ранее мы наблюдали остаточную проводимость и другие явления, связанные с неоднородностью этих кристаллов [5]. Для исследования спектров электропоглощения применялась методика, описанная в работе [1]. Поляризованный свет ($\epsilon \perp C$) направлялся вдоль оси C кристалла.

На рисунке представлен спектр электропоглощения монокристаллов GaSe <Sn> при 300 К (кр. 1) и 77 К (кр. 2) в полях $E \sim 4 \cdot 10^3$ в/см. Как видно из рисунка, спектр электропоглощения состоит из основного экситонного отрицательного пика ($\lambda = 0,619$ мкм, $h\nu = 2,0032$ эв) и второго отрицательного пика ($\lambda = 0,612$ мкм, $h\nu = 2,0261$ эв), энергетическое положение которого соответствует ширине запрещенной зоны. Получено, что $E_g = 2,036$ эв, $E_{ex} = 24$ мэв при 300 К. Отметим, что спектр электропоглощения GaSe <Sn> при 300 К полностью соответствует ранее полученному [1, 2] и связан разрушением экситонов в сильных электрических полях.

При 77 К на длинноволновом краю спектра экситонного электропоглощения наблюдается еще один отрицательный пик ($\lambda = 0,592 \div 0,594$ мкм, $h\nu = 2,004 \div 2,087$ эв). Энергетическое положение основного отрицательного пика ($\lambda = 0,590$ мкм, $h\nu = 2,102$ эв) и следующего высокоэнергетического отрицательного пика ($\lambda = 0,5845$ мкм, $h\nu = 2,1214$ эв) находится в хорошем согласии с данными других работ [1—3].

Как показано в этих работах, на спектрах излучения наблюдается ряд пиков на длинноволновом краю линии излучения свобод-

5. Операторы B_1, C_1, C_2 вполне подчинены оператору $A^{1/2}$ операторы $A^{1/2}B_1, A^{1/2}C_1, A^{1/2}C_2$ подчинены оператору A в H .

Тогда оператор $P: u \rightarrow (Lu, L_1u, L_2u)$, действующий из $W_2^2(a, b; H(A), H)$ в $L_2(a, b; H) \times H(A^{1/2}) \times H(A^{1/2})$ является фредгольмовым оператором.

Доказательство. Построим операторы $(A_j V)(x) = A_j(x)V(x)$ ($j = 1, 2$) с областями определения $D(A_j) = W_2^1(a, b; H(A^{1/2}), H)$ в $L_2(a, b; H)$. Очевидно, что оператор A_j ($j = 1, 2$) удовлетворяет условию теоремы 3, т. е. является вполне непрерывным из $W_2^1(a, b; H(A^{1/2}), H)$ в $L_2(a, b; H)$.

Пользуясь случаем, автор выражает признательность научному руководителю, проф. С. Я. Якубову.

Литература

1. Дезин А. А. ДАН СССР, № 5, 164 963—966, 1965.
2. Дезин А. А. Изв. АН СССР, серия матем., 31, 61—86, 1967.
3. Дубинский Ю. А. Матем. сб., № 1, 79, 1969.
4. Ильин В. А. и Филиппов В. С. ДАН СССР, № 2, 191, 267—269, 1970.
5. Крейн С. Г., Лаптев Г. И. ДАН СССР, № 3, 164, 535—508, 1962.
6. Крейн С. Г., Лаптев Г. И. Диф. урав., № 3, 11, 382—390, 1966.
7. Крейн С. Г. Линейные дифференциальные уравнения в банаховом пространстве. Наука, М., 1967.
8. Лионс Ж. Л., Мадженес Э. Неоднородные граничные задачи и их приложения. Мир, 1971.
9. Лаптев Г. И. Диф. урав., № 9, 11, 1112—1160, 1966.
10. Мустафаев М. М. Депонир. ВИНТИ № 1499, 1979.
11. Мамедова Ш. Дж. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, № 6, 63—66, 1974.
12. Рюфе-Бекетов Ф. С. Мат. сб., № 3, 51, 93, 1960.
13. Романко В. К. Диф. урав., № 6, 14, 1031—1093, 1978.
14. Треногин В. А. ДАН СССР, № 5, 170, 1028—1031, 1966.
15. Юрчук Н. И. Диф. урав., № 4, 14, 29—739, 1976.
16. Якубов С. Я. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, № 2, 37—42, 1973.
17. Якубов С. Я. и др. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, № 2, 76—82, 1976.

АПИ и.м. В. И. Ленина

Поступило 3. V 1980

Б. Э. Әлијев

СƏРҲƏД ШƏРТИНƏ ОПЕРАТОР ДАХИЛ ОЛАН ЕЛЛЕПТИК ТИП ИКИНЧИ ТƏРТИБ ДИФФЕРЕНСИАЛ ТƏНЛИК ҮЧҮН СƏРҲƏД МƏСƏЛƏСИНИН ҲƏЛЛИ

Мəгаладə H Һилберт фəзасында:

$$Lu \equiv u''(x) - (A + \lambda I)u(x) = f(x) \quad (a < x < b)$$

$$L_1u = u'(b) + Bu(a) = f_1$$

$$L_2u = u'(a) = f_2$$

сəрҲəd мəсəлəсинин λ параметринин бəјүк гижмэтлэри үчүн изоморфлугу исбат едилр. Изоморфлуг теореминдэн истифадə едэрək Һəјэчанланмыш мəсəлəсинин Фредгольмлугу кəстэрилр.

В. А. Алиев

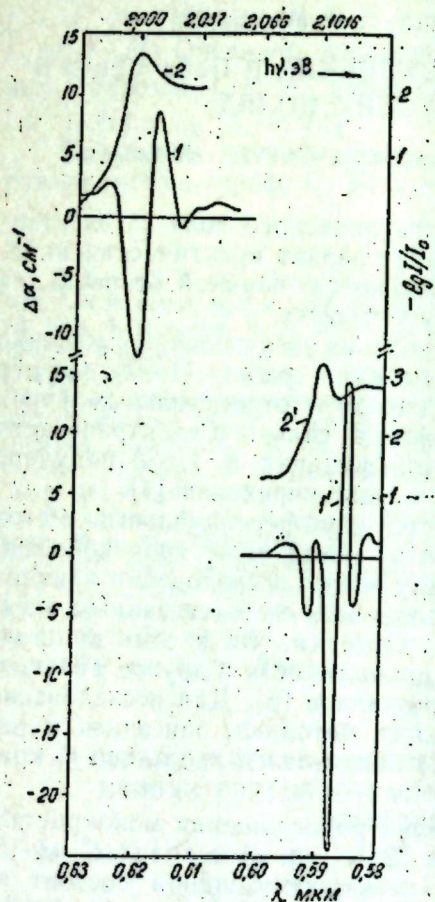
SOLVABILITY OF THE BOUNDARY VALUE PROBLEM WITH OPERATOR IN BOUNDARY CONDITIONS FOR ELLIPTIC DIFFERENTIAL-OPERATOR EQUATION OF THE SECOND ORDER

In this work we consider the boundary value problem $Lu = f, L_1u = f_1, L_2u = f_2$ in Hilbert space H . Assuming some natural conditions on A and B it is proved that operator

$$P: u \rightarrow Pu = (Lu, L_1u, L_2u)$$

is isomorphism from $W_2^2(a, b; H(A), H)$ on $L_2(a, b; H) \times H(A^{1/2}) \times H(A^{1/2})$ for sufficiently large λ .

Как видно из рисунка (кр. 2', 2) дополнительный отрицательный пик в спектре поглощения и прозрачности наблюдается на длинноволновом краю экситонного пика. Полевая зависимость этого пика степенная $\Delta\alpha \sim F^n$, где $n \sim 2$ и превышает теоретические значения для межзонного и экситонного поглощения. Амплитуда этого пика насыщается в относительно слабых полях, чем [1, 2], уширяется при $E \sim 10^4$ в/см и сливается с основным экситонным пиком.



Спектры электропоглощения и оптической плотности монокристаллов GaSe<Sn> при 300 (кр. 1 и 2) и 77 К (кр. 1' и 2') соответственно, в поле $E = 4 \cdot 10^4$ в/см.

При этом длинноволновый край основного отрицательного минимума также уширяется в сторону низких энергий, а высокоэнергетический отрицательный пик сдвигается в сторону высоких энергий от $\lambda = 0,5845$ до $0,583$ мкм, $h\nu = 2,1269$ эв. Дополнительный отрицательный пик в спектр лежит на 10–12 мэв ниже основного экситонного минимума. Этот пик может быть примесным. Акцепторный или же донорный центр с энергией активации 11 мэв в монокристаллах GaSe<Sn> не наблюдается [6]. Кроме того, этот пик не связан с непрямыми переходами, поскольку вектора напряженности электрического поля и поляризованного света направлены перпендикулярно к оси С кристалла. По-видимому, дополнительный длинноволновый отрицательный пик связан влиянием сильного электрического поля на поглощение при переходе на уровни экситон-примесных комплексов. Такие уровни в запрещенной зоне наблюдались в работах [8,9], где исследована фотолюминесценция в GaSe при низких и высоких уровнях возбуж-

ного экситона при $T < 4,2$ К, которое связано излучательным распадом экситон-примесного комплекса.

Следовательно, поглощение, связанное с переходами на уровни экситон-примесных комплексов, может иметь место и при 77 К, но вероятность такого перехода очень мала при такой температуре и поэтому в обычных измерениях не наблюдается.

Поскольку в p -GaSe<Sn> имеются неионизированные акцепторы, могут образоваться акцепторно-экситонные комплексы. Так как в GaSe<Sn> энергия ионизации акцепторных центров $\geq 0,1$ эв [6], то для энергии связи экситона к примесному центру согласно [7] получим $E_{св} \sim 11$ мэв. Эта величина как раз равна энергетической разнице между основным и длинноволновым отрицательным пиками в спектре электропоглощения (рисунок, кр. 2). Отметим, что в этих образцах остаточная проводимость связана с крупномасштабными флуктуациями потенциального рельефа из-за неоднородности распределения примесей олова [5]. Следовательно, в формировании дополнительного пика в спектре электропоглощения вносит вклад поглощение фотона с меньшей энергией из-за пространственного туннелирования носителей под действием внешних и внутренних полей. Об этом свидетельствует полевая зависимость амплитуды электропоглощения. Поляризацией одного из носителей в потенциальных ямах может образоваться связанный экситон, энергетический уровень которого находится ниже экситонного поглощения.

Литература

1. Гаджиев В. А., Соколов В. И., Субашиев В. К., Тагиев Б. Г. ФТП, 12, 1350, 1970.
2. Караман М. И., Мушинский В. П. ФТП, 4, 1143, 1970.
3. Ugumori T., Masuda K., Namba S. J. Phys. Soc. Japan, 43, 151, 1977.
4. Thanh L. Chi., Depenssing C. Solid State Commun., 21, 317, 1977.
5. Алиев Н. А., Тагиев Б. Г., Мамедов Г. М. ФТП, 14, 972, 1980.
6. Schmid Ph., Voitchofsky J. P., Merleier A. Phys. Stat. Sol., (a), 21, 413, 1974.
7. Уиллардсон Р., Бирн А. Оптические свойства полупроводников. Изд-во "Мир", М., 1970.
8. Караман М. И., Мушинский В. П., Разбирин Б. С., Старухин А. Н., Чекой С. С. ФТП, 6, 413, 1972.
9. Белецкий Г. Л., Годжаев М. О., Нани Р. X., Салаев Э. Ю., Сулейманов Р. А. ФТП, 11, 859, 1977.

Институт физики

Поступило 1. XII 1980

Е. Ф. Багырзаде, И. М. Алиев, Г. М. Мамедов

GaSe<Sn>-ДЭ ЭКСИТОН ВЭ АШГАР УДУЛМАЈА ГҮВВЭТЛИ ЭЛЕКТРИК САҲЭСИННИ ТЭ'СИРИ

77–85 К температур интервалында гүввэтли электрик саһэсинни экситон удулмаја тэ'сиринэ бахылмышдыр. Эсас экситон пикиндэн сол тэрәфдә, јәни энержинин кичик гүлмәгләриндә јәни мәнфи пик ($\lambda = 0,592 \div 0,594$ мкм) мүшәһидә одумушдыр. Онуң энержи сәвийјәсинин, интенсивлијинин саһәдән асылылығынын тәдғиги кәстәрир ки, экситон-ашгар комплексләриндә мәнфи пик гүввэтли электрик саһэсинни удулмаја тэ'сири илә әлағәдардыр.

E. F. Bagirzade, I. M. Aliev, G. M. Mamedov

THE EXCITON AND THE EXTRINSIC ABSORPTION IN GaSe<Sn> IN THE STRONG ELECTRIC FIELDS

The influence of the strong electric fields on the edge of exciton absorption by the temperature 77–85 K is investigated. Additional negative peak in the long-wave edge of the main exciton peak was discovered. The analysis of the energy position, intensity, field dependence shows that the additional peak ($\lambda = 0.592 - 0.594$ mcm) is connected with the influence of the strong field on the exciton-extrinsic complex.

Чл.-корр. Э. Ю. САЛАЕВ, И. М. АСКЕРОВ, Н. Д. МАМЕДОВ,
Р. Х. НАНИ, Б. Г. ТАГНЕВ

ОСОБЕННОСТИ ЭФФЕКТА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ
В МОНОКРИСТАЛЛАХ $CdJnGaS_4$

Эффект переключения является одним из многочисленных интересных явлений, возникающих в сильных электрических полях. Однако к настоящему времени нет единой теории, объясняющей данный эффект. Существующие механизмы рассматриваемого явления в различных объектах различны [1, 2]. В монокристаллах $CdJnGaS_4$ это явление вообще не исследовано. В настоящей работе излагаются результаты исследований ВАХ с ОС в этих кристаллах.

Исследования проводились в интервале температур $77 \div 300$ К в монокристаллах $CdJnGaS_4$, выращенных нами методом химической транспортной реакции и имеющих при комнатной температуре темновое удельное сопротивление $10^8 \div 10^{10}$ ом. см. Толщина образцов варьировалась в пределах от 10 до 80 мкм. Термическим вплавлением индия по направлению оси „С“ наносились контакты, симметричность которых проверялась путем изменения направления приложенного электрического поля.

Исследования ВАХ монокристаллов $CdJnGaS_4$ показали, что при малых значениях приложенного напряжения соблюдается линейная зависимость тока от напряжения, дальнейшее увеличение напряжения приводит к нелинейной зависимости [3]. При определенном значении напряжения образец переходит в низкоомное состояние через область отрицательного сопротивления, т. е. наблюдается ВАХ S-типа.

После переключения образцы монокристаллов $CdJnGaS_4$ остаются долгое время в низкоомном состоянии, после выключения источника питания и восстановления первоначального состояния производится коротким импульсом напряжение любой полярности.

Исследования показали, что напряжение срыва линейно зависит от толщины при малых ее значениях ($d < 60$ мкм). Температурная зависимость напряжения срыва для монокристаллов $CdJnGaS_4$ приведена на рис. 1, из которого видно, что зависимость $U_{ср}$ от $10^3/T$ в интервале температур $80 \div 200$ К слабее, чем в интервале $200 \div 300$ К.

Исследовано также влияние электромагнитного излучения на S-образную ВАХ монокристаллов $CdJnGaS_4$. Установлено, что с увеличением интенсивности падающего света напряжение срыва уменьшается. Результаты измерения ВАХ с ОС при освещенности с различными длинами волны падающего света приведены на рис. 2. Из рисунка видно, что при длинах волн ($430 \div 460$ нм) и ($510 \div 530$ нм) напряжение срыва происходит через минимум. При этом ток включения меняется незначительно.

Приведенные экспериментальные данные позволяют нам сделать заключение, что для переключателей, на основе монокристаллов $CdJnGaS_4$, присущи такие особенности, как слабая температурная зависимость, линейная толщинная зависимость напряжения срыва. Эти

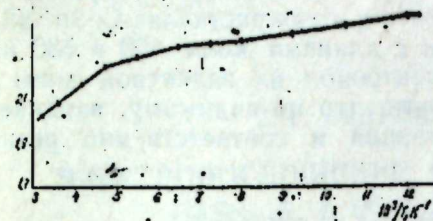


Рис. 1. Температурная зависимость напряжения срыва для монокристаллов $CdJnGaS_4$.

факты свидетельствуют об электронном механизме начальных процессов эффекта переключения. Различные методы исследования уровней прилипания электронов такие, как ТООЗ, ТСП в сильных электрических полях показали [3], что в запрещенной зоне монокристалла $CdJnGaS_4$ отсутствуют энергетические распределения уровней прилипания электронов. Было также установлено, что эти уровни в начальном состоянии являются пустыми. Достаточно широкая область перехода от закона Ома к резкому росту тока свидетельствует о захвате инжектированных носителей тока этими уровнями прилипания. Таким образом можно заключить, что начальный этап эффекта переключения в монокристаллах $CdJnGaS_4$ с симметричными инжектирующими контактами обусловлен электронными процессами.

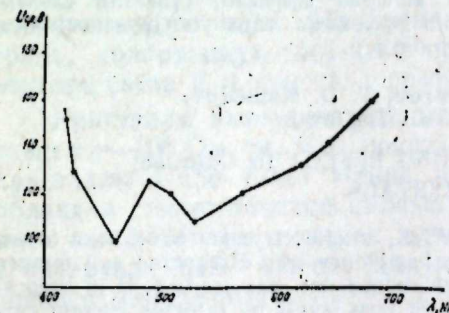


Рис. 2. Действие на S-образные ВАХ монокристаллов $CdJnGaS_4$ освещения с различными длинами волны падающего света

Отметим, что необходимым условием возникновения переключающей характеристики является первичный формирующий пробой контакта металл-полупроводник. При этом происходит заметное уменьшение напряжения срыва. Подобные явления могут быть объяснены либо образованием шнуров при первом переключении, либо изменением начального заполнения уровней прилипания. В работе [4] показано, что при наличии уровней прилипания в условиях инжекции происходит перелокализация части электронов с рекомбинационных центров на уровни прилипания.

В работе [5] показано, что в запрещенной зоне монокристалла $CdJnGaS_4$ существуют два типа центров рекомбинации: r- и s-центры. По-видимому, при первом переключении часть электронов переходит с r-центров на уровни прилипания при последующих переключениях,

так как часть уровней прилипания уже заполнена, а часть Γ -центров пуста, уменьшается напряжение срыва.

Из рис. 2 видно, что при длинах волн, близких к 460 и 530 нм, напряжение срыва проходит через минимум. Сравнение полученных результатов с результатами ранних работ [5], описывающих спектральную зависимость фототока показало, что минимум напряжения срыва соответствует максимумам фототока в монокристаллах CdInGaS_4 . Известно, что при освещении светом с длинами волн 460 и 530 нм происходит интенсивный переход электронов из валентной зоны и примесных уровней в зону проводимости, что по-видимому, изменяет исходное заполнение уровней прилипания и соответственно резко уменьшается напряжение срыва.

Литература

1. Romeo N. Rev. Nuovo Chim., 3, 103, 1973.
2. Алтуниан С. А., Стафеев В. И., ФТП, 4, 518, 1970.
3. Абдуллаев Г. Б., Агаев В. Г., Мамедов Н. Д., Нани Р. Х., Салаев Э. Ю. ФТП 11, 14, 1973.
4. Бродовой В. А., Пека Г. П., Смоляр А. Н. ФТП, 11, вып. 2, 780, 1973.
5. Абдуллаев Г. Б., Джураев Н. Д., Антонов В. Б., Нани Р. Х., Салаев Э. Ю. ФТП, 7, 2144, 1973.

Институт физики

Поступило 29. X 1980.

Е. J. Салаев, Н. М. Эскеров, Н. Ч. Маммадов, Р. Х. Нани,
Б. н. Тагыев

CdInGaS_4 МОНОКРИСТАЛЫНДА АШЫРМА ЭФФЕКТИНИН ХҮСУСИЈАТЛАРИ

CdInGaS_4 монокристаллынын вольтампер характеристикасы тэдгиг едилдикдә, агдашлы ашырма эффекти мушанидә олунмуш, ишигланманын вә температурун јтәсире өрәнилмәшдир. Мушанидә олунан ашырма эффекти, гуввәтли электрик сәһәсинин тәсиринә јанышма сәвијәләринин ишкексисја олунмуш јукдашычылар тәрафиндән долмасы вә бошалмасы илә изаһ олунур.

E. Yu. Salaev, I. M. Askerov, N. D. Mamedov,
R. H. Nani, B. G. Tagiev

THE FEATURES OF SWITCHING EFFECT IN CdInGaS_4 SINGLE CRYSTALS

Current-voltage characteristics of CdInGaS_4 single crystals have been investigated in present report. Switching effect with memory was discovered and temperature and light influence on current-voltage characteristics was studied. It is supposed that switching effect is stipulated by filling of trap levels by injected current carriers and emptying of these levels in high electric fields.

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

С. Г. АБДУЛЛАЕВА, И. Г. АКСЯНОВ

ЭЛЕКТРОПОГЛОЩЕНИЕ СЛОИСТЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ В ОБЛАСТИ НЕПРЯМОГО КРАЯ

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

Известно, что соединения CaS и CaSe образуют непрерывный ряд твердых растворов $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$. Большинство исследований системы $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ проводилось в геометрии $E \perp C$ (где E — вектор падающего излучения, C — кристаллографическая ось), что обусловлено слоистостью кристаллов и трудностью получения оптически природных образцов с плоскостью, содержащей ось „С“ [1]. Тем не менее, несомненный интерес представляют оптические исследования при $E \parallel C$, когда, согласно зонной структуре GaSe [2], прямые $\Gamma_4^- \rightarrow \Gamma_3^+$ и не прямые $\Gamma_4^- \rightarrow M_3^+$ переходы разрешены правилами отбора. В данном сообщении приводятся результаты исследования изменения коэффициента поглощения монокристалла CaSe и ряда твердых растворов под действием электрического поля. Измерения проводились при падении света на грань, содержащую ось „С“ при двух ориентациях электрического вектора света E и кристаллографической оси „С“, $E \parallel C$, $E \perp C$.

Кристаллы выращивались методом Бриджмена. Сопrotивление образцов $\rho \sim 10^8$ Ом·см. Как показал рентгеноструктурный анализ, монокристаллы GaSe были v -типа, а исследуемые смешанные кристаллы обладали статистической смесью v — γ -модификаций. Образцы готовились шлифованием поперек слоев. Толщина образцов варьировалась в интервале 0,15—0,3 см. Для измерения электропоглощения использовался монохроматор МДР-2 и лампа накаливания мощностью 400 Вт. Напряженность электрического поля была порядка $2 \cdot 10^3$ — $3 \cdot 10^4$ В/см.

На рис. 1 представлены спектры электропоглощения монокристаллов CaSe , $\text{GaSe}_{0,9}\text{S}_{0,1}$, $\text{GaSe}_{0,8}\text{S}_{0,2}$, $\text{GaSe}_{0,7}\text{S}_{0,3}$ в двух поляризациях относительно гексагональной оси C при 77°К. В спектре CaSe наблюдаются две линии: A_1 и A_2 при энергиях 2,056 и 2,077 эВ, соответственно. Энергетическое положение пика A_1 (2,056 эВ) соответствует линии бесфононного экситона [3] в спектрах электропоглощения CaSe при 1,5 К. С учетом температурного коэффициента смещения ($-2 \cdot 10^{-4}$ эВ/град) [4] края оптического поглощения энергетическое значение пика S_0 [3], соответствующего линии бесфононного экситона, должно быть 2,060 эВ. Следующая линия при 2,077 эВ соответствует непрямоу экситонному переходу с поглощением фонона. Энергия фонона, участвующего в этом переходе, равна 21 МэВ. Согласно [2], не прямые оптические переходы в дипольном приближении разрешены

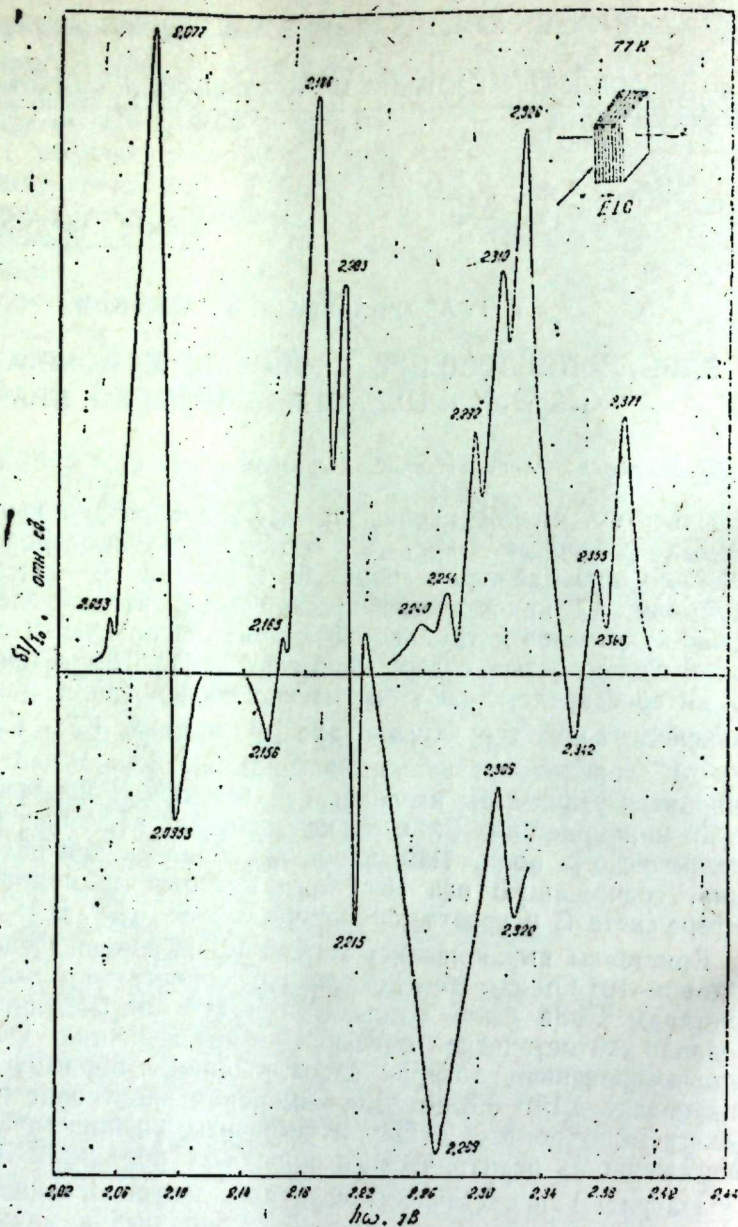
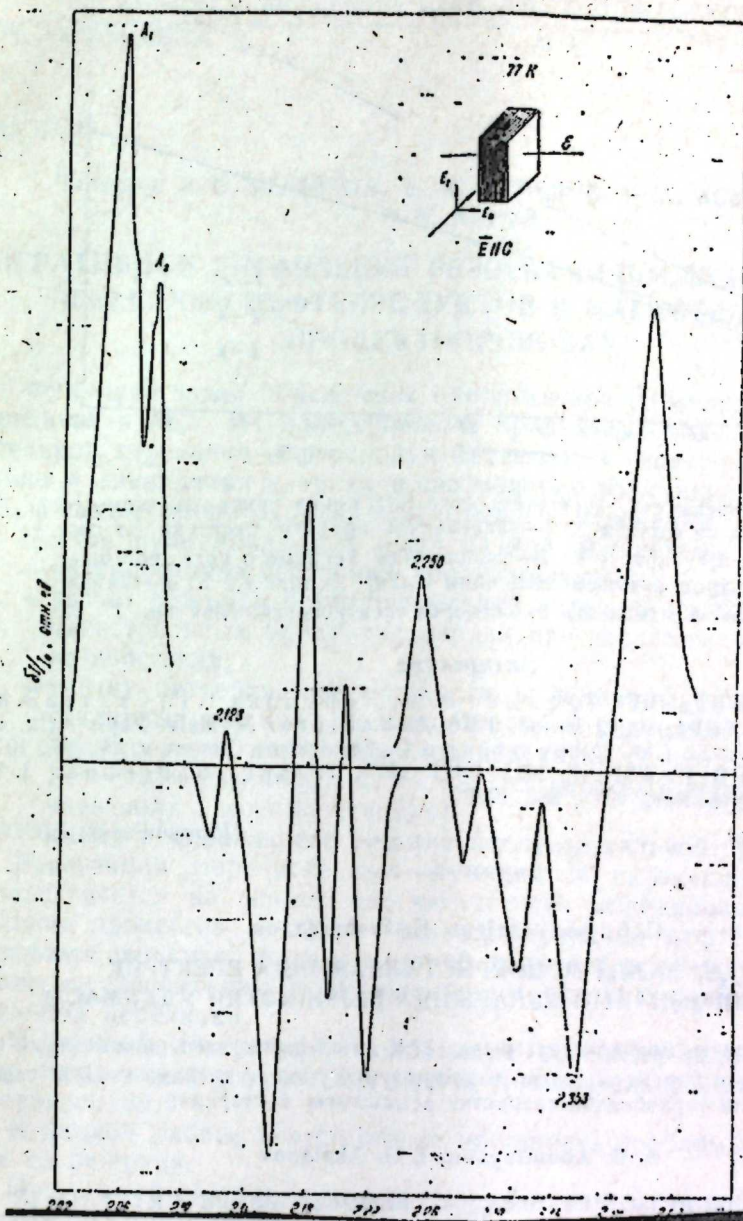


Рис 1. Спектры электропоглощения $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ при 77 K

в поляризации $E \parallel C$ из состояния Γ_4^- в состояние M_3^+ . С учетом спин-орбитального взаимодействия оптические переходы разрешаются и в поляризации $E \perp C$. Энергия фонов, участвующего в не прямых оптических переходах в GaSe , равна 22 МэВ [5].

С увеличением содержания серы спектр электропоглощения обнаруживает более богатую структуру. Так, в спектре $\text{GaSe}_{0,8}\text{S}_{0,2}$ наблюдаются линии при 2,123; 2,177; 2,203 эВ. Одновременно с увеличением содержания серы в $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ расстояние между прямыми и непрямыми оптическими переходами увеличивается. Энергетическое



для двух поляризаций $E \perp C$ и $E \parallel C$.

положение интенсивного отрицательного пика в $\text{GaSe}_{0,7}\text{S}_{0,3}$ совпадает с линией основного состояния экситона 2,354 эВ [1]. Низкочастотные линии в $\text{GaSe}_{0,8}\text{S}_{0,2}$ при 2,123 эВ и $\text{GaSe}_{0,7}\text{S}_{0,3}$ при 2,250 эВ являются аналогами линии A_1 в GaSe . На рис. 2 представлена зависимость $E^{\text{ex}}=1$, линии A_1 в $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ ($x=1; 0,9; 0,8; 0,7$) от состава. Как видно, изменение энергетического положения линии A_1 соответствует ходу зависимости не прямой экситонной зоны от состава.

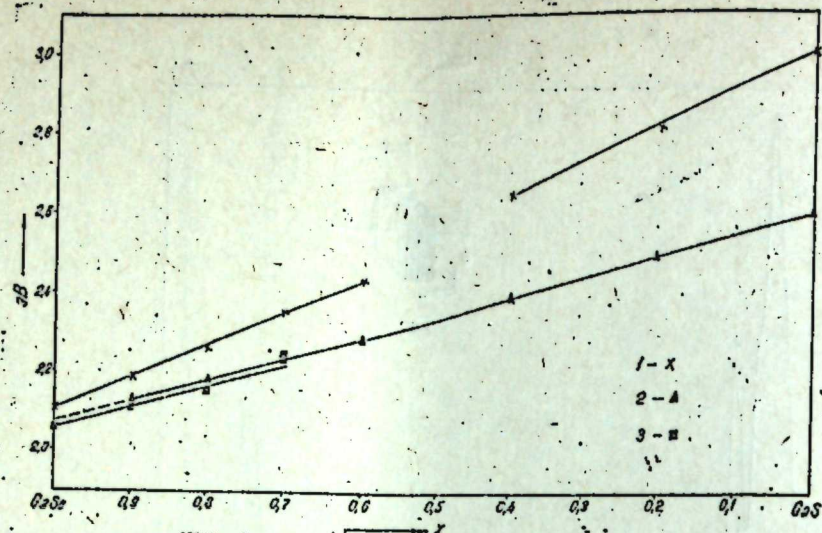


Рис. 2. Зависимость энергетического сдвига пиков экситонного поглощения от состава X : 1—зависимость прямого экситона от состава $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ при 7 К; 2—зависимость непрямого края поглощения из спектров фотолюминесценции $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ при 4,2 К; 3—зависимость непрямого экситона из спектров экстропоглощения при 7 К.

Литература

1. Абдуллаева С. Г., Гаджиев В. А., Керимова Т. Г., Салаев Э. Ю. Изв. АН Азерб. ССР, № 1, 36—43, 1976. 2. Schluter M. Helv. Phys. Acta, 43, 73, 1972. 3. Thann Le Chi., Deremzinge C. Solid State Comm., v. 21, 317, 1977. 4. Мушинский В. П. ФТП, 7, 1415—1417, 1974. 5. Jandl S., Brebner J. L., Powell V. M. Phys. Rev., 1313, 686, 1976.

Институт физики

Поступило 3. XII 1980

С. Г. Абдуллаева, И. Г. Аксиянов

$\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ ЛАЙЛЫ МОНОКРИСТАЛЛАРЫНДА ЭЛЕКТРИК САҺЭСИНИ ЗОНАНЫН КЭНАРЫНДА ГЕЈРИ-ХЭТЛИ УДУЛМАСЫ

$\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ лайлы монокристалларында 77 К-дә электрик саҺэсини зонанын кэнарында гејри-хэтли удулмасы тэдгиг олунмушдур. Бу типли кечилдә экситон сэвијэсини маддэлэрини тэркибиндәни енергетик асыллыгы кэстэрилилр.

S. G. Abdullayeva, I. G. Aksianov

ELECTRIC ABSORPTION OF $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ BEDDED SINGLE CRYSTALS IN THE REGION OF NON-STRAIGHT EDGE

An investigation has been made of the spectra $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$ bedded single crystals in the region of non-straight edge. The energy dependence of non-straight exciton band upon the composition of the compounds in question is represented.

УДК 62.50

КИБЕРНЕТИКА

Чл.-корр. Я. Б. КАДЫМОВ, А. И. МАМЕДОВ, Б. А. АСКЕР-ЗАДЕ,
Р. М. АЛИЕВ

ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ПРОДУКТОПРОВОДАХ

Функцией задач подсистемы оперативного управления режимами перекачки в АСУ ТП магистральных продуктопроводов при последовательной перекачке нефтепродуктов является своевременное обнаружение и ликвидация влияния всевозможных возмущающих воздействий, а также выбор рационального режима перекачки.

Состав функциональных задач данной подсистемы следующий:

- интерпретация состояний продуктопровода;
- расчет режимов последовательной перекачки нефтепродуктов в магистральных продуктопроводах при различных возмущающих воздействиях;
- расчет потребляемой мощности и величины энергозатрат при различных режимах последовательной перекачки;
- формирование карты режимов перекачки (расчет режимов перекачки при различных комбинациях насосных агрегатов перекачивающих насосных станций);
- выбор рационального режима последовательной перекачки.

Реализация перечисленных функций в указанной подсистеме осуществляется на основе математического моделирования технологических процессов последовательной перекачки нефтепродуктов. В результате решения задач диспетчер получает рекомендации по оперативному управлению и рациональному ведению режимов последовательной перекачки.

В научной литературе эта проблема освещена недостаточно, решены лишь некоторые частные задачи применительно к магистральным нефтепроводам.

В данной работе дается общая постановка проблемы и намечены пути ее решения.

Пусть имеется сложная продуктопроводная система, состоящая из z отдельных участков, и на каждом участке находится соответственно j, l, \dots, θ разных нефтепродуктов.

Процесс перекачки осуществляется из насоса в насос.

Динамические процессы, протекающие в системе, описываются телеграфными уравнениями:

$$-\frac{\partial P_1}{\partial x} = \kappa_1 \frac{\partial i_1}{\partial t} + \kappa_3 i_1, \quad -\frac{\partial i_1}{\partial x} = \kappa_2 \frac{\partial P_2}{\partial t}, \quad 0 \leq x \leq l_1$$

$$-\frac{\partial P_1^1}{\partial x} = \kappa_1^1 \frac{\partial C_1^1}{\partial t} + \kappa_3^1 Q_1^1, \quad -\frac{\partial C_1^1}{\partial x} = \kappa_2^1 \frac{\partial P_2^1}{\partial t}, \quad l_{1(i-1)} \leq x \leq L_1$$

$$-\frac{\partial P_2^1}{\partial x} = \kappa_1^{21} \frac{\partial C_2^1}{\partial t} + \kappa_3^{21} Q_2^1, \quad -\frac{\partial C_2^1}{\partial x} = \kappa_2^{21} \frac{\partial P_2^1}{\partial t}, \quad L_1 \leq x \leq L_1 + l_{21} \quad (1)$$

$$-\frac{\partial P_2^1}{\partial x} = \kappa_1^{2i} \frac{\partial C_2^1}{\partial t} + \kappa_3^{2i} Q_2^1, \quad -\frac{\partial C_2^1}{\partial x} = \kappa_2^{2i} \frac{\partial P_2^1}{\partial t}, \quad L_1 + \sum_{m=1}^{i-1} l_{2m} \leq x \leq L_2$$

$$-\frac{\partial P_z^1}{\partial x} = \kappa_1^{z1} \frac{\partial C_z^1}{\partial t} + \kappa_3^{z1} Q_z^1, \quad -\frac{\partial C_z^1}{\partial x} = \kappa_2^{z1} \frac{\partial P_z^1}{\partial t}, \quad L_{z-1} \leq x \leq L_{z-1} + l_{z-1}$$

$$-\frac{\partial P_z^0}{\partial x} = \kappa_1^{z0} \frac{\partial C_z^0}{\partial t} + \kappa_3^{z0} Q_z^0, \quad -\frac{\partial C_z^0}{\partial x} = \kappa_2^{z0} \frac{\partial P_z^0}{\partial t}, \quad L_z + \sum_{m=1}^{z-1} l_{zm} \leq x \leq L_z$$

где $P_1^1(x, t), \dots, P_i^1(x, t), \dots, P_z^1(x, t), \dots, P_z^0(x, t),$
 $C_1^1(x, t), \dots, C_i^1(x, t), \dots, C_z^1(x, t), \dots, C_z^0(x, t)$
 — давления и расходы, создаваемые нефтепродуктами $j, i, \dots, 0$
 на соответствующих участках $L_1 = \sum_{m=1}^i l_{1m}, L_2 = L_1 + \sum_{m=1}^i l_{2m},$
 $\dots, L_z = L_{z-1} + \sum_{m=1}^z l_{zm}; l_{11}, \dots, l_{1j}, \dots, l_{21}, \dots, l_{2j}, \dots, l_{z1}, \dots, l_{z0}$

— соответственно длина каждого подучастка заполненного нефтепродуктами $j, i, \dots, 0$ на участках $1, 2, \dots, z;$

$$\kappa_1^1 = \rho_{11}, \dots, \kappa_1^i = \rho_{1j}, \kappa_1^{z1} = \rho_{z1}, \dots, \kappa_1^{z0} = \rho_{z0}, \dots,$$

$$\kappa_2^{z1} = \rho_{z1}, \dots, \kappa_2^{z0} = \frac{1}{\rho_{11} c_{11}}, \dots, \kappa_2^j = \frac{1}{\rho_{1j} c_{1j}}, \dots,$$

$$\kappa_3^{z1} = \frac{1}{\rho_{z1} c_{z1}}, \dots, \kappa_3^{z0} = \frac{1}{\rho_{z0} c_{z0}}; \kappa_3^j = 2a_{1j} \rho_{1j}, \dots,$$

$$\kappa_3^i = 2a_{1j} \rho_{1j}, \dots, \kappa_3^{z1} = 2a_{z1} \rho_{z1}, \dots, \kappa_3^{z0} = 2a_{z0} \rho_{z0};$$

$\rho_{1j} \rho_{z1}, \dots, \rho_{z0}$ — значения плотности нефтепродуктов $j, i, \dots, 0$ соответственно на участках $1, 2, \dots, z;$ $c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{z1}$ — значения скорости звука для нефтепродуктов $j, i, \dots, 0$ соответственно на участках $1, 2, \dots, z;$ $a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{z0}$ — значения коэффициентов линеаризованного трения для нефтепродуктов $j, i, \dots, 0$ на участках $1, 2, \dots, z.$

В общем случае начальные условия имеют вид

$$P_1^1(x, 0) = P_{1n}^0 + \frac{P_{1k}^0 - P_{1n}^0}{l_1} x, \quad 0 \leq x \leq l,$$

$$P_i^1(x, 0) = P_{in}^0 + \frac{P_{ik}^0 - P_{in}^0}{l_{ij}} [x - l_{i(i-1)}],$$

$$P_z^0(x, 0) = P_{zn}^0 + \frac{P_{zk}^0 - P_{zn}^0}{l_{z0}} \left(x - L_{z-1} - \sum_{m=1}^{z-1} l_{zm} \right);$$

$$C_1^1(x, 0) = (C_{1n}^0, \dots, C_1^1(x, 0) = Q_{1n}^0, \dots, Q_z^0(x, 0) = C_{zn}^0;$$

граничные условия имеют вид:

$$P_1^1(0, t) = P_{1n}^1(t), \quad Q_1(0, t) = Q_{1n}(t),$$

$$P_1^1(L_1, t) = P_{1k}^1(t), \quad C_1^1(L_1, t) = C_{1k}^1(t);$$

$$P_z^1(L_{z-1}, t) = P_{zn}^1(t), \quad Q_z^1(L_{z-1}, t) = Q_{zn}^1(t), \dots,$$

$$P_z^0(L_z, t) = \mu_z Q_z^0(L_z, t),$$

где μ_z — произвольная постоянная, определяющая связь между P давлением и расходом Q конце z -го участка.

За время переходного процесса, согласно [1], границы раздела нефтепродуктов считаются неподвижными. Запишем условия сопряжения в точках $x = l_1, \dots, x = L_1; x = L_1 + l_1, \dots, x = L_1 + \sum_{m=1}^i l_{2m},$

$$\dots, x = L_{z-1}, \dots, x = L_{z-1} + \sum_{m=1}^{z-1} l_{zm};$$

$$P_1^1(L, t) + P_{nc}(t) = P_2^1(L_1, t), \dots, P_{z-1}(L_{z-1}, t) + P_{nc(z-1)}(t) = P_z^{z-1}(L_{z-1}, t);$$

$$C_1^1(L_1, t) = Q_2^1(L_1, t), \dots, Q_{z-1}^1(L_{z-1}, t) = Q_z^{z-1}(L_{z-1}, t),$$

где $P_{nc}(t), \dots, P_{nc(z-1)}(t)$ — соответственно значения давлений создаваемых насосными агрегатами, установленными в концах участков $1, 2, \dots, z.$

Для нахождения значений указанных давлений используется уравнение движения вращающихся частей каждого насосного агрегата.

Требуется найти решение системы дифференциальных уравнений (1) при указанных начальных и граничных условиях. Как показывает проведенный анализ, использование аналитических методов в данном случае сопряжено с большими математическими трудностями. Из численных методов одним из эффективных является метод, основанный на теории импульсных систем и дискретном преобразовании Лапласа [2—6].

Такой подход позволяет свести решение сложной задачи переходных процессов в магистральном продуктопроводе при последовательной перекачке нефтепродуктов по схеме "Из насоса в насос" к довольно простым алгоритмам, исключаящим из решений бесконечные ряды Бесселевых функций, что значительно упрощает математические выкладки.

В заключение отметим, что алгоритмизация поставленной задачи будет освещена в последующих работах.

Литература

1. Корелев М. А. Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. ВНИИОЭНГ, № 8, 18—19, 1978. 2. Алнев Н. Х., Кадымов Я. Б., Мамедов А. И. "Автоматика и телемеханика", № 8, 1976. 3. Кадымов Я. Б., Листенгартен Б. А., Мамедов А. И. "Изв. ВУЗов, "Электромеханика", № 6, стр. 72—77, 1979. 4. Мамедов А. И., Аскерзаде Б. А. "За технический прогресс", № 8, стр. 45—46, 1980. 5. Мамедов А. И., Мусаев В. Г., Аскерзаде Б. А. "Известия ВУЗов, "Нефть и газ", № 12, стр. 76—79, 1979. 6. Цыпкин Я. З. Теория линейных импульсных систем. Физматгиз, 1963.

АзПИ им. Ч. Ильдрыма

Поступило 10. XII 1980

Ж. Б. Гадимов, А. И. Маммадов, Б. А. Эскерзаде, Р. М. Алиев
МАКИСТРАЛ НЕФТ МӘНСУЛЛАРЫ КЭМЭРИНДӘ НЕФТ
МӘНСУЛЛАРЫНЫН АРДЫЧЫЛ ВУРУЛМАСЫ РЕЖИМЛЭРИНИН
ОПЕРАТИВ ИДАРӘ ЕДИЛМӘСИ

Мәгаләдә макистрал нефт мәһсуллары кэмәриндә нефт мәһсулларынын ардычы вурулмасы режимләринин оператив идарә едилмәси мәсәләсиндән бәһс едилир. УДК 693.542.4

Ya. B. Cadymov, A. I. Mamedov, B. A. Asker-zadeh, R. M. Aliev

OPERATIONAL REGULATION OF THE CONSEQUENT TRANSFER
CONDITIONS OF OIL PRODUCTS IN MAIN PRODUCT CONDUCTORS

The general mathematic solving of the task of operational regulation of the consequent transfer conditions of oil products is presented in the work and ways of its decisions are planned.

Ш. Т. БАБАЕВ, И. М. ЮСУФОВ, В. Н. РАХМАНОВ, В. Г. КРАВЦОВ,
И. И. ЦУПКОВ

ВЛИЯНИЕ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И
ДЕФОРМАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОПРОЧНОГО
БЕТОНА С ДОБАВКОЙ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА „10—03“

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

Ранее было показано [1,2], что прочность крупного заполнителя из плотных горных пород не оказывает существенного влияния на прочность бетона. Однако при определенных условиях, прочность и деформативность высокопрочного бетона марки 600 и выше существенно зависят от характеристик заполнителя. Влияние заполнителя на свойства высокопрочного бетона в значительной степени определяется адгезионной прочностью на границе раздела цементного камня и заполнителя, формой и текстурой поверхности последнего.

Для повышения адгезионной прочности в контактной зоне необходимо одновременно обеспечить максимальное снижение водоцементного отношения и плотную укладку бетонной смеси. Реализация данных условий в наших опытах была обеспечена применением суперпластификатора типа „10—03“, разработанного во ВНИИЖелезобетона.

Эксперименты проводили на семи видах заполнителей: гранит, габбро, диабаз, базальт и другие различных месторождений.

В качестве мелкого заполнителя во всех случаях использовался песок Дмитровского карьера с максимальной крупностью зерен 2,5 мм и с $M_{кр} = 2,2$. Цемент—Здолбуновского цементного завода М-600. Расход материалов: цемент—500 кг/см³; доля песка в смеси заполнителей ($r = \text{п/п+щ}$)—0,28; добавки „10—03“—0,8% от массы цемента.

Подвижность (удобоукладываемость) бетонной смеси в зависимости от используемых крупных заполнителей (фракции 5 ÷ 10 мм—40% и 10 ÷ 20 мм—60%) менялась по осадке стандартного конуса в пределах 2,0 ÷ 4,0 см (по техническому вискозиметру—10 ÷ 15 сек).

На каждом виде заполнителя изготавливали три серии образцов:

I—образцы без добавки, В/Ц=0,375;

II—образцы с добавкой „10—03“, В/Ц=0,375;

III—образцы с добавкой „10—03“, из равноподвижной, по сравнению с бездобавочной, бетонной смеси. Снижение расхода воды затворения по сравнению с образцами I и II серий составило 30,66% (В/Ц=0,26).

Бетонную смесь приготавливали в следующей последовательности. Часть воды затворения вводили в предварительно перемешанную смесь цемента с заполнителем и перемешивали в течение 2—3 мин,

а оставшуюся воду (15—20%) вводили вместе с добавкой „10—03“ уже в увлажненную смесь и продолжали перемешивать в течение 2 мин. Такая технология изготовления бетонной смеси с добавкой „10—03“ дает оптимальные результаты.

Характеристики бетонных смесей и прочность бетона при различных крупных заполнителях

Шифр заполнителя	Удобоукладываемость		Объемная масса, т/м ³	Предел прочности, МПа			$R_{пр}/R_{сж}$	$R_{изг}/R_{сж}$
	ОК, см	Ж, сек						
Гр-1	2,4	18	2,35	62,0	44,0	5,82	0,71	0,093
Б-2	2,0	19	2,48	66,9	45,2	6,27	0,70	0,095
Д-1	2,5	20	2,54	63,8	42,5	6,10	0,66	0,095
Га-2	4,0	14	2,51	64,2	43,7	5,96	0,68	0,092
Д-2	3,0	14	2,56	67,3	45,3	5,79	0,67	0,086
Га-1	4,0	16	2,58	70,0	51,4	6,64	0,73	0,095
Б-1	3,0	15	2,52	61,8	43,0	6,45	0,69	0,106
Гр-1*	22,0	—	2,35	64,0	42,5	5,64	0,66	0,089
Б-2	21,0	—	2,50	70,3	50,6	6,07	0,70	0,086
Д-1	22,0	—	2,55	66,7	41,5	6,34	0,62	0,096
Га-2	20,0	—	2,50	68,3	44,4	5,97	0,65	0,037
Д-2	23,0	—	2,57	66,0	46,7	6,50	0,70	0,098
Га-1	25,0	—	2,59	69,8	46,7	6,82	0,67	0,097
Б-1	24,0	—	2,52	62,0	52,4	6,52	0,84	0,105
Гр-1	3,0	12	2,40	106,0	83,4	8,29	0,79	0,073
Б-2	2,4	15	2,55	111,2	91,2	7,98	0,82	0,071
Д-1	3,0	15	2,60	131,8	109,3	8,98	0,83	0,069
Га-2	3,2	13	2,67	120,0	100,8	9,86	0,84	0,082
Д-2	2,5	17	2,65	124,8	103,6	10,73	0,83	0,086
Га-1	3,8	8	2,65	129,8	107,7	11,64	0,83	0,090
Б-1	27,0	14	2,59	138,6	119,2	11,48	0,86	0,080

Серия образцов включала кубы с размером ребра 10 см и призмы—10×10×40 см. По результатам испытания определялись кубиковая $R_{сж}$ и призмная $R_{пр}$ прочности при сжатии и прочность на растяжение при изгибе $R_{изг}$. Образцы испытывали в возрасте 28 суток. Средние результаты опытов по трем испытаниям приведены в таблице. Образцы до момента испытаний хранились в нормально-влажностных условиях.

Как следует из анализа полученных результатов, максимально изменение прочности бетонов одинаковых составов без добавки и добавкой „10—03“ (серии I и II) в зависимости от используемого заполнителя и вида испытания составляет 13—23% (введение добавок без изменения В/Ц отношения практически не повлияло на прочность бетона. Необходимо отметить также отсутствие однозначной взаимосвязи между прочностными свойствами заполнителей и бетона. Так минимальная прочность на сжатие кубов $R_{сж}$ и призм имела место для бетона на основе самого прочного из используемых заполнителей—базальта Берестовецкого месторождения (Б-1), а на изгиб $R_{изг}$ также при высокопрочном заполнителе—диабазе Карельского месторождения. Следовательно, при сравнительно высоких значениях водоцементного отношения природа крупного заполнителя на изучаемых свойствах бетона существенного влияния не оказывает.

При снижении водоцементного отношения до 0,26 (серия III)

ростом прочности заполнителя возрастает не только абсолютное значение (таблица), но и в 1,9—2,4 раза диапазон изменения прочности бетона (по сравнению с бетонами II серии), т. е. влияние характеристик заполнителя.

Из полученных результатов следует, что наибольшее влияние на прочностные свойства бетона оказывает, по-видимому, прочность заполнителя. Так, максимальная прочность на сжатие и изгиб получена для бетона на основе базальта Берестовецкого месторождения.

Следовательно, прочностью заполнителя цементного камня является определяющим фактором для получения бетона марки 1000 и выше. В качестве эффективного разжижителя бетонной смеси может быть использован суперпластификатор „10—03“.

С целью изучения деформативных свойств бетонов без добавки и с добавкой „10—03“ из равноподвижных бетонных смесей с использованием диабаз Д-2 (Карелия) проведены испытания образцов—призм размером 7×7×28 см. Всего было испытано по 5 образцов каждого состава.

Испытания проводились на электрогидравлической системе МТС 810—04 (США) при постоянной скорости деформирования $\dot{U} = 0,01$ мм/сек.

В процессе нагружения осуществлялась запись диаграмм сжатия бетона в координатах „нагрузка—продольная деформация“ и „нагрузка—поперечная деформация“. Деформации измеряли тензометрическим методом.

Вид диаграммы сжатия бетона (рис. 1), а также анализ упругой и пластической составляющих продольной деформации свидетельствуют о повышении упругих и снижении пластических свойств высокопрочного бетона с добавкой суперпластификатора.

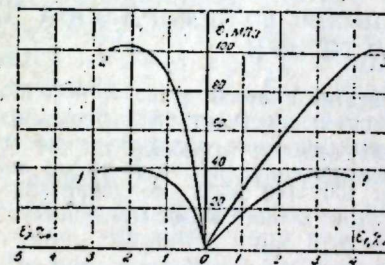


Рис. 1. Диаграммы сжатия бетона; 1—без добавки; 2—с добавкой „10—03“.

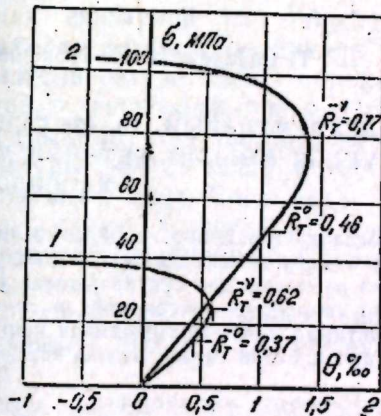


Рис. 2. Диаграмма объемного деформирования бетона: 1—без добавки; 2—с добавкой „10—03“.

Используя в качестве характеристик этих свойств коэффициенты упругости (ν) и пластичности (λ)

$$\nu = \frac{E_1^y}{E_1}; \quad \lambda = \frac{E_1^{пл}}{E_1}$$

получим, что упругие свойства высокопрочного бетона в 1,37 раза выше, а пластические свойства почти в 2 раза ниже по сравнению с контрольным бетоном без добавки.

Анализ границ микротрещинообразования был проведен по результатам испытаний образцов исследуемых бетонов с использованием диаграмм объемного деформирования (рис. 2), где верхняя граница микротрещинообразования R_T^0 определялась по максимуму объемной деформации θ , а нижняя — R_T^0 по началу отклонения θ от линейного закона. В среднем величина $R_T/R_{пр}$ у высокопрочного бетона на 10% выше, чем для контрольного бетона, что, по-видимому, объясняется уменьшением пластических деформаций в высокопрочном бетоне, и в связи с этим повышением уровня начала повреждаемости.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что прочность бетона является интегральной характеристикой совместной работы цементного камня и крупного заполнителя.

Прочность крупного заполнителя значительно влияет на прочностные и деформативные свойства бетона только при низком водоцементном отношении.

При оптимальном сочетании высокопрочного цементного камня с свойствами высококачественного крупного заполнителя и разрешением при использовании суперпластификатора „10—03“, вопросов уплотнения бетонной смеси, т. е. получения более совершенной структуры цементного камня и его надежного сцепления с заполнителем, возможно получение на портландцементе М-600 бетонов прочностью 120—140 МПа при расходе цемента 500 кг/м³.

Литература

1. Фильченков И. Ф., Галактионов В. И., Березин Д. В. Труды V конференции по бетону и железобетону. Рига, 1966. 2. Гордон С. С. Структура и свойства тяжелых бетонов на различных заполнителях. Стройиздат. М., 1969.

АЗИСИ

Поступило 24. XII 1971

Ш. Т. Бабаев, И. М. Юсифов, В. Н. Рахманов, В. Т. Кравтсов,
И. И. Тсупков

ДОЛДУРУЧУЛАРЫН „10—03“ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРУ ГАТЫЛМЫШ ЛҮКСӘК МӨҢКӘМ БЕТОНУН МӨҢКӘМЛИК ВӘ ДЕФОРМАЦИЈА ХАССӘЛӘРИНӘ ТӘСИРИ

Мәгаләдә тәркибинә кәҗфијәтчә јени синтетик кимјәви әләвә—„10—03“ суперпластификатору гатылмыш лүксәк мөҗкәм бетонун мөҗкәмлик вә деформација хәссәләринә мөхтәлиф дағ сүхурларыннан һазырланмыш при долдуручуларын тәсири нәзәрән кечирилди. Лүксәк мөҗкәм сement дашы илә лүксәк кәҗфијәтли долдуручунун оптимал ујғулашдырылмыш шәраитдә 100—140 МПа мөҗкәмлијиндә аса е’мал едиән бетон гарышыглары әсасында бетон алынмасынын мүмкүйлүјү кәстә рилди.

Sh. T. Babayev, I. M. Yusufov, V. N. Rakhmanov, V. G. Kravtsov,
I. I. Tsupkov

THE INFLUENCE OF FILTERS UPON STRENGTH AND DEFORMATIVE PROPERTIES OF HIGH-STRENGTH CONCRETE WITH ADDITION OF SUPERPLASTIFIER „10—03“

The influence of characteristics of coarse fillers of different rocks upon strength and deformative properties of high-strength concrete with presence of superplasticizer „10—03“ is investigated. The qualitatively new synthetic chemical addition is considered.

The means of getting of concrete basing on easily processed concrete mixture having the strength 120—140 MPa at optimum combination of high-strength stone with high-grade filler are shown.

УДК 546.682:546.24

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Ф. М. МУСТАФЛЕВ, А. С. АББАСОВ, И. Я. АЛИЕВ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КВАЗИБИНАРНОГО РАЗРЕЗА Cu₂S—Ag₂S

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

Фазовое равновесие в тройной системе Cu—Ag—S изучалось в ряде работ [1—5], исследование показало, что разрез Cu₂S—Ag₂S является квазибинарным [1].

Система Cu—Ag—S исследовалась методами термического, микроструктурного и высокотемпературного рентгеновского анализов [2—5]. На основании высокотемпературной рентгенографии [5] в области высоких температур соединения Cu₂S и Ag₂S образуют непрерывный ряд твердых растворов с областью гомогенности, описываемой формулой Cu_xAg_{2-x}S, где 0 ≤ x ≤ 2.

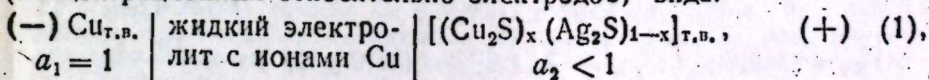
Химическое взаимодействие между различными модификациями Cu₂S и Ag₂S имеет сложный характер. В твердом состоянии образуются три промежуточные фазы следующих составов:

Cu_{0,45}Ag_{1,55}S (77,2 мол. % Ag₂S), Cu_{0,8}Ag_{1,2}S (60 мол. % Ag₂S) и область гомогенности, описываемая формулой Cu_{1+x}Ag_{1-x}S, где 0 ≤ x ≤ 0,1, в пределах которой находится состав соединения CuAgS (50 мол. % Ag₂S). Фаза CuAgS при температуре 93,3°C переходит из низкотемпературной орторомбической в гексагональную и образует с высокотемпературной β—Cu₂S непрерывный ряд твердых растворов. Cu_{0,8}Ag_{1,2}S устойчиво до температуры 94,4°C, выше которой разлагается на Cu_{0,45}Ag_{1,55}S и гексагональную фазу Cu_{0,96}Ag_{1,04}S.

Система Cu—Ag—S исследовалась также в работе [6], в которой отмечается, что при высоких температурах соединения Cu₂S и Ag₂S имеют ограниченную взаиморастворимость.

Сведения о термодинамических свойствах указанной системы в литературе отсутствуют, за исключением работы [7], посвященной изучению давления пара при 1098°K.

Целью настоящей работы являлось исследование термодинамических свойств сплавов Cu₂S—Ag₂S методом э. д. с. с жидким электролитом. Для этого синтезированы исходные соединения Cu₂S и Ag₂S и промежуточные сплавы из элементов: Cu—99,99%; Ag—99,99%; сера марки В—3 в запаянных и откачанных кварцевых ампулах. Затем сплавы отжигались при 150°C в течение 200 ч в запаянных под вакуумом ампулах. Измерялись э. д. с. электрохимических цепей (концентрационных относительно электродов) вида:



где a_1 —активность чистого металла Cu,
 a_2 —активность Cu в сплаве $[(Cu_2S)_x(Ag_2S)_{1-x}]$
 x —мольная доля Cu_2S в сплаве.

Электролитом служил обезвоженный глицериновый раствор бромидов меди ($CuBr-0,1$ г) и калия ($KBr-4$ г).

В интервале температур 300—400°K были измерены э. д. с. сплавов следующих составов: 35,00; 45,00; 48,00; 52,00; 65,00; 75,00 и 80,00 мол. % Ag_2S .

Экспериментальные значения э. д. с. для всех сплавов обрабатывались методом наименьших квадратов [8]. Температурная зависимость э. д. с. элемента (1) со сплавами разного состава представлена на рис. 1. Полученное уравнение зависимости э. д. с. от температуры имеет вид:

$$E = (0,111 + 0,409 \cdot 10^{-3} \cdot T) \pm 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ В.}$$

Изотерма концентрационной зависимости э. д. с., представленная на рис. 2, указывает на наличие фазы $CuAgS$.

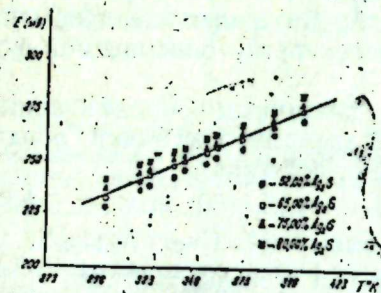


Рис. 1 Температурная зависимость э. д. с. элемента (1) для сплавов квазибинарного разреза Cu_2S-Ag_2S .

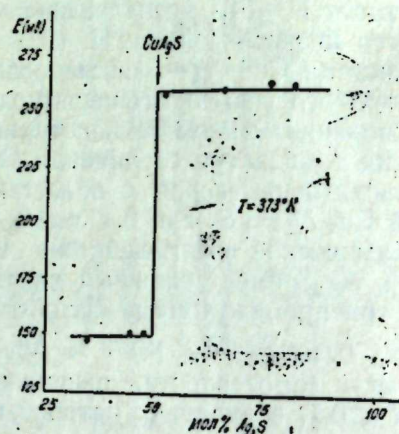


Рис. 2 Зависимость э. д. с. от состава для сплавов квазибинарного разреза Cu_2S-Ag_2S при 373°K.

На основании вышеприведенных уравнений и необходимых соотношений термодинамики были определены стандартные термодинамические функции образования (энергия Гиббса— ΔG^0 , энтальпия ΔH^0 и энтропия— ΔS^0) твердой фазы $CuAgS$ из бинарных (Cu_2S и Ag_2S):

$$\Delta H_{298}^0 = (-2,6 \pm 0,4) \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}; \Delta S_{298}^0 = (9,4 \pm 1,2) \frac{\text{кал}}{\text{моль} \cdot \text{град}};$$

$$\Delta G_{298}^0 = (-5,4 \pm 0,2) \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}$$

Стандартные мольные термодинамические функции образования $CuAgS$ из твердых элементов и абсолютная энтропия были рассчитаны с использованием данных для Ag_2S [9].

Были получены следующие результаты:

$$\Delta H_{298}^0 = (-6,4 \pm 0,7) \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}; \Delta S_{298}^0 = (11,2 \pm 1,7) \frac{\text{кал}}{\text{моль} \cdot \text{град}};$$

$$\Delta G_{298}^0 = (-9,8 \pm 0,3) \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}; S_{298}^0 = (37,0 \pm 1,7) \frac{\text{кал}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$$

На основании полученных экспериментальных результатов и необходимых справочных величин по теплоте и энтропии газообразных Cu , Ag , S [10] были рассчитаны стандартные значения термодинамических функций атомизации фазы $CuAgS$, которые нами приведены

$$\Delta H_{298}^{\text{ат.}} = 70,9 \frac{\text{ккал}}{\text{гatom}}; \Delta S_{298}^{\text{ат.}} = 36,6 \frac{\text{кал}}{\text{гatom} \cdot \text{град}};$$

$$\Delta G_{298}^{\text{ат.}} = 60,1 \frac{\text{ккал}}{\text{гatom}}$$

Выводы

Впервые методом э. д. с. с жидким электролитом проведено термодинамическое исследование квазибинарного разреза Cu_2S-Ag_2S в системе $Cu-Ag-S$ и подтверждено существование фазы $CuAgS$.

Определены стандартные значения термодинамических функций образования (энергия Гиббса, энтальпия и энтропия) твердой фазы $CuAgS$ из Cu_2S и Ag_2S , а также из твердых компонентов (Cu , Ag , S). Рассчитаны абсолютная энтропия и термодинамические функции атомизации соединения $CuAgS$ для 298°K.

Литература

1. Skinner B. J. Econ. Geol., 1966, 61, № 1, 1.
2. Schwartz G. M. Econ. Geol., 1935, 30, № 2, 128.
3. Уразов Г. Г., Челидзе Л. А. Изв. сект. физ.-хим. анализа, 1940, 13, 263.
4. Крестовников А. Н., Менделевич А. Ю., Глазов В. М. Изв. АН СССР, серия "Неорганич. мат-лы", 1968, 4, № 7, 1189.
5. Graf R. V. J. Electrochem. Soc., 1968, 115, № 4, 433.
6. Агаев М. И., Алекперов Ш. М., Заргарова М. И. ДАН Азерб. ССР, 1971, 27, № 5, 20.
7. Глазов В. М., Корейчук Н. М. Сб. "Химическая связь в кристаллах полупроводников и полуметаллов". Наука и техника, Минск, 1973.
8. Нахимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества, М., 1960.
9. Мустафаев Ф. М., Исмаилов Ф. И., Аббасов А. С. Изв. АН СССР, серия "Неорганич. мат-лы", т. 11, № 9, 1552, 1975.
10. Гурвич Л. В., Веденеев и др. Энергия разрыва химических связей. Потенциалы ионизации и сродство к электрону. Наука, М., 1974.

Институт физики

Поступило 27. VI 1980

Ф. М. Мустафаев, А. С. Аббасов, И. Я. Алиев

§ Cu_2S-Ag_2S (КВАЗИБИНАР КЭСИНИН ТЕРМОДИНАМИК ТЭДГИГИ)

Илк дэфа оларга E, h, T -си методу илэ $Cu-Ag-S$ системини Cu_2S-Ag_2S квазибинар кэсији тэдгиг едилмиш вэ бу кэсикдэ $CuAgS$ фэзасынын мөвчүдлүгү тэдгиг олунмушдур. $CuAgS$ фэзасынын стандарт термодинамик параметрлэри; эмэлэ кэлмэ Киббс енержиси, ептолпижасы вэ энтропижасы тэжин едилмишдир. $CuAgS$ кимјэви бирлэшимэсинин мүтлэг энтропижасынын вэ хэмчинин атомлашма термодинамик функцијаларынын стандарт гижмэтлэри хэсабланмышдур.

F. M. Mustafayev, A. S. Abbasov, I. Ya. Aliyev

THERMODYNAMIC STUDY OF QUASI-BINARY SURFACE Cu_2S-Ag_2S

The emf method is first used for thermodynamic study of quasi-binary surface Cu_2S-Ag_2S and for proving the presence of the $CuAgS$ phase. The Gibb's energy, enthalpy and entropy of the formation of $CuAgS$ phase have been determined. The absolute entropy and atomization functions of $CuAgS$ are also estimated.

УДК 511.15;547.26

НЕФТЕПРОМЫСЛОВАЯ МЕХАНИКА

А. А. ГАРИБОВ, М. М. МЕЛИКЗАДЕ, Х.-Б. ГЕЗАЛОВ, М. К. КЕРИМОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМАГНИТНЫХ ЦЕНТРОВ В
ОБЛУЧЕННОМ ЦЕОЛИТЕ NaY

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

Среди новых каталитических систем, с применением которых связаны многие достижения нефтепереработки, нефтехимии, основного органического синтеза, особое место принадлежит синтетическим кристаллическим алюмосиликатам—цеолитам, которые обладают весьма стабильной структурной, высокой каталитической активностью. Однако нарастающая потребность народного хозяйства вызывает необходимость поисков новых путей повышения активности и селективности цеолитов и цеолитсодержащих катализаторов. Установлено, что под действием гамма-излучения существенно увеличиваются адсорбционная [1] и каталитическая [2,3] активности цеолитов и цеолитсодержащих катализаторов.

В данной работе исследовано влияние гамма-излучения на цеолит NaY. Исследован цеолит NaY, синтезированный в ГрозНИИ. Соотношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ в составе цеолита равно 3,85. Образцы цеолита помещались в ЭПР-ампулы из радиационно-стойкого стекла и вакуумировались при соответствующих температурах (150, 250, 450 и 600°C) до остаточного давления $1 \cdot 10^{-5}$ мм. рт. ст. Облучение термообработанных образцов производилось при температурах 20 и -196°C на изотопном источнике Co^{60} с мощностью дозы 1000 рад/сек. Радиационные дефекты цеолита изучались методом ЭПР. Спектры ЭПР регистрировались на стандартном спектрометре РЭ-1301. Концентрация парамагнитных центров и g -фактор определялись из сравнения с эталонными образцами по методике [4].

В образцах цеолита, предварительно термообработанных при 450°C и облученных при -196°C в интервале доз 1—2 Мрад, наблюдается ЭПР-спектр в виде синглета шириной 15 Э, g -фактором 2,0110 (рис. 1, а). При высоких дозах (выше 2 Мрад) в спектре наблюдается второй узкий сигнал с g -фактором ~2,0020 (рис. 1, б), интенсивность которого увеличивается с повышением дозы облучения при -196°C. При размораживании этих образцов цеолита до 20°C наблюдается падение амплитуды широкого сигнала (рис. 1, в). Узкий сигнал с g -фактором ~2,0020 соответствует сигналу от радикала $\equiv\text{SiO}$. [5,8]. Широкий сигнал с g -фактором 2,0110 соответствует парамагнитным центрам дырочной природы [6, 7, 8], локализованным на орбитах кислорода, связанного с атомом алюминия.

В спектре цеолита не происходит сверхтонкое расщепление от атома алюминия, наблюдается с примесью Al^{+3} [5, 7] в SiO_2 и в амор-

фиом алюмосиликате [6, 9]. Расчеты величин напряженности поля катиона в цеолите NaY на разных расстояниях от поверхности катиона [10] показывают, что ион алюминия экранирован полем катиона Na^+ . Поэтому по сравнению с силикагелем и аморфным алюмосиликатом в цеолите NaY наблюдается смещение места локализации дырочных центров.

Недегидратированные образцы цеолита NaY содержат $8,97 \cdot 10^{21}$ молекул $\text{H}_2\text{O}/\text{г}$. При облучении наряду с образованием структурных дефектов происходит радиолитическое адсорбирование молекул воды.

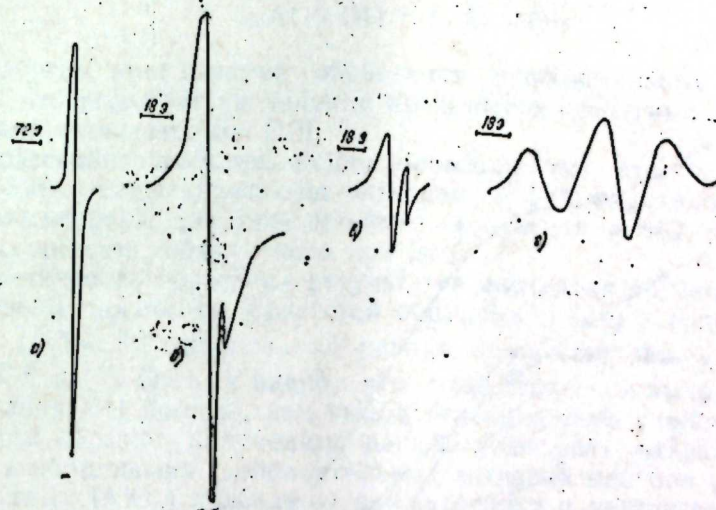


Рис. 1. Спектры ЭПР-облученных образцов NaY: а—облучение проведено при -196°C; Д-2 Мрад; б—облучение проведено при 196°C; Д-3 Мрад; в—образец (б) после размораживания до 20°C; г—предварительно термообработанные при 250°C и облученные при 20°C (Д-2 Мрад).

Продукты радиолитического распада молекул воды легко вступают во взаимодействие с парамагнитными центрами. Поэтому в недегидратированных образцах, облученных при 20°C, ЭПР поглощения не наблюдается. У образцов цеолита, предварительно термообработанных при 250°C и облученных при 20°C, наблюдаются триплетные спектры с величиной сверхтонкого расщепления ~40 Э и отношением интенсивности 1:2:1 (рис. 1, г). Триплетная структура спектра ЭПР обусловлена, по-видимому, взаимодействием SiO -радикала с ближайшими двумя эквивалентными протонами [5].

При повышении температуры предварительной термообработки цеолита интенсивность центральной линии в спектре ЭПР увеличивается. При термообработке ($t = 600^\circ\text{C}$) происходит почти полное дегидроксилирование цеолита, поэтому после облучения этих образцов при 20°C наблюдается только синглетный спектр. Нами исследована термическая стабильность парамагнитных центров, возникающих при предварительном гамма-облучении цеолита. На рис. 2 приведена зависимость концентрации парамагнитных центров в относительных единицах от температуры. Как видно из рисунка, кр. 1 в образцах

цеолита, облученных при 77°K в интервале температур 150—250°С, дырочные центры полностью отжигаются. Отжиг $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалов в этих образцах происходит при температурах 250—300°С (рис. 2, кр. II).

В образцах цеолита, термообработанных, облученных при 20°С, центры, дающие триплетный спектр, отжигаются в интервале температур 150—200°С (рис. 2, кр. IV). В интервале температур 150—300°С концентрация свободных $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалов уменьшается до 25% от исходной концентрации, а в интервале температур 360—450°С эти радикалы полностью отжигаются (рис. 2, кр. III).

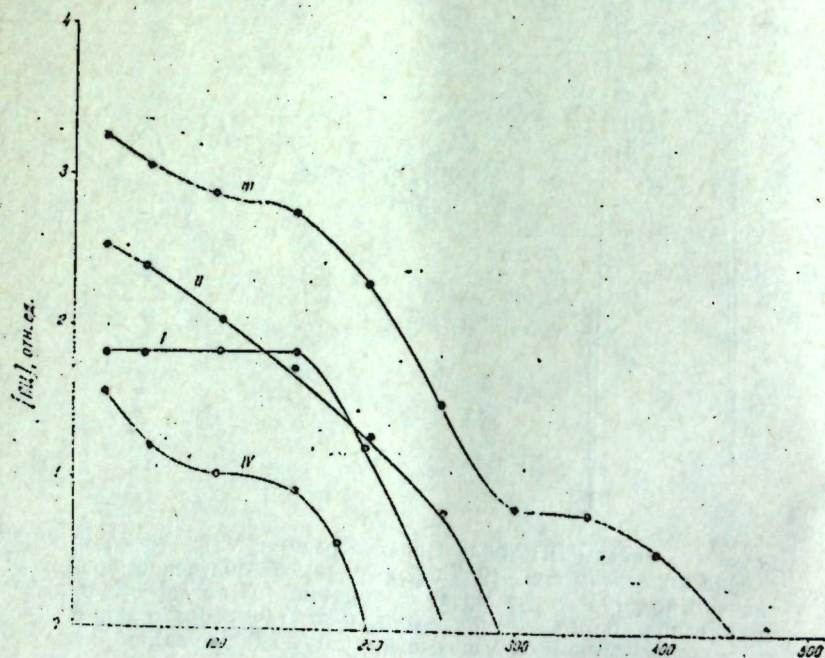


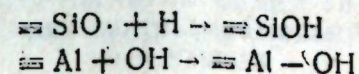
Рис. 2. Термическая стабильность парамагнитных центров в облученных образцах цеолита NaY: I—концентрации дырочных центров в образцах цеолита, облученного при 196°С, Д-2 Мрад; II—концентрации $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалов в образцах цеолита, облученного при 196°С, Д-5 Мрад; III—концентрации $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалов в образцах цеолита, облученного при 20°С, Д-20 Мрад; IV—концентрации $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалов, взаимодействующих с эквивалентными протонами в образцах цеолита, облученного при 20°С, Д-20 Мрад

Таким образом, термостойкость ПЦ в облученных цеолитах зависит от условий их образования. Изломы, имеющиеся на кр. III, показывают, что $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалы в облученных цеолитах, являются неоднородными.

На основании вышесказанных результатов можно описать возможный механизм процессов образования радиационных дефектов в алюмосиликатных системах.

При облучении катализаторов поглощенная энергия ионизирующего излучения может вызвать образование свободных электронов и дырок, а также возбуждение электронного состояния. Энергия

излучения, поглощаемая цеолитом, мигрирует по системе полторных силоксановых связей в виде возбужденного электронного состояния и локализуясь по гетеросвязи O—Al ($E_{\text{связи}} = 120$ ккал), которая имеет иную электронную структуру, чем связи Si—O ($E_{\text{связи}} = 190$ ккал), вызывает ее разрыв. В результате разрыва связи O—Al образуются трехкоординированные атомы алюминия и $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалы. Дырочные центры, образующиеся при облучении NaY, локализируются на атоме кислорода. Полученные парамагнитные центры и координационно ненасыщенные атомы алюминия легко вступают во взаимодействие с продуктами радиолитической воды



В результате этих реакций образуются дополнительные протонные центры, что вызывает увеличение кислотности цеолитных и цеолитсодержащих катализаторов [10].

Образование координационно ненасыщенных атомов алюминия может быть охарактеризовано выходом $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалов. Поэтому нами рассмотрена кинетика процесса накопления $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалов в образцах цеолита, облученного при 20°С.

Кинетическая обработка результатов проведена по методике [11]. Определены константы скоростей образования (K_1) и радиационного отжига (K_2) $\equiv \text{SiO} \cdot$ -радикалов, равные соответственно $1,43 \cdot 10^{-20}$ и $0,78 \cdot 10^{-20}$ эв⁻¹. Отсюда видно, что энергетический выход процесса образования ПЦ больше, чем выход радиационного отжига.

Таким образом, полученные данные позволяют охарактеризовать процесс образования дополнительных активных центров (протонных и дефектных (AlO_n) полиэдров) при адсорбции и катализе в облученных цеолитных катализаторах.

Литература

1. Ерченкова Е. К. В сб. "Действие излучений высокой энергии на катализаторы и полипропилен". Научная Думка, 1974.
2. Гарибов А. А., Меликзаде М. М., Насиров М. М., Гасанли З. Л. Тез. док. II Всесоюз. конф. молодых ученых по радиационной химии. Обнинск, 1975.
3. Abou-Kais A., Vedrine J. C., Massardier J., Dalmat G., Djellik J. of Catalys., 34, 2, 317, 1974.
4. Пшежецкий С. Я., Котов А. Г., Милинчук В. К., Рогинский В. А., Тупиков В. И. ЭПР свободных радикалов в радиационной химии. Химия, М., 1972.
5. Стрелко В. В., Будкевич Г. Б., Каниболоцкий В. А., Высоцкий З. З. В сб. "Радиоспектроскопия твердого тела". Атомиздат, М., 1967.
6. Hentz R. R., Liemacki S. V. J. Phys. Chem., 54, 19, 3552, 1970.
7. Ласкорин Б. Н., Стрелко В. В., Стражеско Д. Н., Денисов В. Н. Сорбенты на основе силикагеля в радиохимии. Атомиздат, М., 1977.
8. Hentz R. R., Wichenden D. K. J. Phys. Chem., 73, 817, 1969.
9. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита, 115, "Мир", М., 1976.
10. Гарибов А. А. Материалы научной конференции аспирантов АН Азерб. ССР. Изд-во "Элм", Баку, 1975.
11. Колбановский Ю. А., Мастерова М. М., Полак Л. С., ж. ХВЭ, т. 1, № 5, 487—490, 1967.

Сектор радиационных исследований

Поступило 19. IX 1980

А. А. Гəрибов, М. М. Мəликзадə, Х. Б. Кəзелов, М. К. Кəримов

ШУАЛАНМЫШ NaY СЕОЛИТИНДƏ ПАРАМАГНИТ МƏРКЭЗЛƏРИН
ТƏДГИГИ

Мəгалədə гамма шүасынын тəсири алтында NaY сеолитиндə эмələ кəлən парамагнит мəркəзлэр вə онларын хассəлəri тəдгиг олунмушдур. Алынмыш нəтичələр əсасында, сеолит системлэриндə жүксək енерджили шүаларын тəсири алтында əлавə каталитик актив мəркəзлэрин эмələ кəлмэси процеслэринин мүмкүн механизми верилмишдир.

A. A. Garibov, M. M. Melikzadeh, Kh. B. Gezalov, M. K. Kerimov

THE RESEARCH OF PARAMAGNETIC CENTRES IN THE IRRADIATED
ZEOLITE NaY

The paramagnetic centres which were formed as a result of irradiation of zeolite NaY were investigated. It is defined that when zeolite is irradiated by gamma-rays the electron and hole centres are formed.

New additional active centres are generated in the result of interaction of paramagnetic centres with radiolysis output of adsorbing the moles of water.

АЗƏРБАЙЖАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МƏРУЗЭЛƏРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 6

1981

УДК 591.1.01.843

БИОФИЗИКА

Н. П. СЕРЕДА, А. И. ДЖАФАРОВ

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПЕРЕКИСНОЕ
ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ СЕТЧАТКИ

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

Свободнорадикальное окисление липидов в мембранах наружных сегментов палочек сетчатки глаза проходит через те же стадии, что и жидкофазное окисление алкенов [1]. Накопление продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в сетчатке in vivo сопровождается дегенерацией фоторецепторного слоя [2]. Факторами, вызывающими накопление гидроперекисей в сетчатке могут быть: длительное освещение видимым светом авитаминоз Е и т. д. [3, 4, 5], при этом электронномикроскопическое исследование обнаруживало постепенное разрушение фоторецепторов [6, 7, 8]. Увеличение количества перекисей при воздействии экстремальных факторов объясняется уменьшением количества эндогенных антиоксидантов. Регуляция свободнорадикальных состояний применением различных антиоксидантов, ингибирующих перекисное окисление липидов, повышает световую чувствительность глаза.

Ранее проводился ряд работ по изучению антиокислительных свойств селеносодержащих веществ [9, 10, 11, 12]. Установлено, что селеносодержащие вещества при введении подкожно приводят к усилению электрической активности сетчатки [3].

Исходя из изложенного, считали целесообразным исследовать возможность регуляции ПОЛ сетчатки у теплокровных животных селеносодержащими веществами.

МЕТОДИКА

Исследования проводились в условиях световой и темновой адаптации на морских свинках весом от 200 до 250 г и кроликах весом от 2 до 2,5 кг. Органические соединения селена — гидрохлорид-бензил-фенилпропаргилселеноморфилил, гидрохлорид-1-фенил-селено-3-морфолино-пропантиола-2, гидрохлорид-п-фенилселено-3-морфолино-пропанола-2, гидрохлорид-1-фенилселена-4-фенил-4-гексаметиленминобутин-3, гидрохлорид-п-бром-фенилселено-3-морфолино-пропанола-2, соответственно обозначаемые Se-4, Se-14, Se-15, Se-17, Se-50 — вводились из расчета 4 мг/кг подкожно. При работе с изолированной сетчаткой соединения селена в перфузионном растворе брались в 0,03%-ной концентрации.

О скорости ПОЛ судили по изменению содержания гидроперекисей и малонового диальдегида (МДА). Содержание МДА определялось по реакции с тиобарбитуровой кислотой, которая при высо-

кой температуре и кислом значении pH протекает с образованием окрашенного триметинового комплекса. Измерения спектра поглощения проводились на спектрофотометре СФ-16, при длине волны 532 нм.

Определение содержания гидроперекисей проводилось полярографическим методом (полярограф ОН-104, Венгрия), поляризационным фоном был 0,1N КОН. По высоте пика полярографической волны судили о концентрации перекисных продуктов. Наибольшему пику поляризационной кривой соответствовало максимальное количество перекисей и соответственно—минимальный антиоксидантный эффект.

Статистическая обработка проводилась по Стьюденту.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Результаты исследования показали, что при введении в организм соединений селена (Se-4, Se-14, Se-15, Se-17, Se-50) [замедляется ингибируется липопероксидация в сетчатке глаза исследуемых животных как в условиях световой, так и в случае темновой адаптации, о чем свидетельствовало заметное уменьшение содержания гидроперекисей и малонового диальдегида.

Кинетические закономерности ингибирования в условиях световой и темновой адаптации идентичны.

При введении в организм органических соединений селена содержание МДА в пробах было заметно ниже, чем в контроле (см. табл. 1).

Таблица 1

Величины МДА, нмоль/г экв. липид, $x \pm 5$					
Контроль	Se-14	Se-15	Se-50	Se-1	Se-17
10,9 ± 0,8	9,6 ± 0,8	9,4 ± 0,4	8,5 ± 0,3	9,4 ± 0,3	4,9 ± 0,3

Изложенные факты коррелируют с данными, полученными при исследовании динамики изменения количества гидроперекисей. На полярограммах (см. полярограммы 1, 2) были два максимума с потен-

Таблица 2

Величины МДА нмоль/г экв. лип., $x \pm 5$							
Контроль	Время инкубации, мин. (сетчатка)						
	0	20'	20'	40'	40'	60'	60'
Физ. р-р	Физ. р-р + Жел. аск.	Физ. р-р + Жел. аск. + Se-17	Физ. р-р + Жел. аск.	Физ. р-р + Жел. аск. + Se-17	Физ. р-р + Жел. аск.	Физ. р-р + Жел. аск. + Se-17	Физ. р-р + Жел. аск. + Se-17
5,9 ± 0,7	11,7 ± 0,9	5,8 ± 0,1	22,6 ± 1,2	8,8 ± 0,6	10,1 ± 0,5	8,6 ± 0,8	

циалами полуволи $E=1,02$ в (выделение гидроперекисей) и $E=-1,25$ в (выделение перекисей).

Далее изучалось влияние нового органического соединения Se-17, как наиболее эффективного из всех изученных в данной работе антиоксидантов, на скорость ПОЛ сетчатки, катализованного системой железо-аскорбат (10^{-4} M и 0,8 Mм, соответственно).

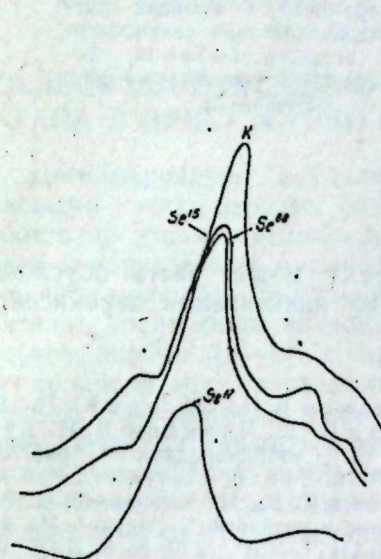


Рис. 1. Зависимость накопления гидроперекисей в липидах сетчатки от воздействия различных селенсодержащих веществ (темновая адаптация).

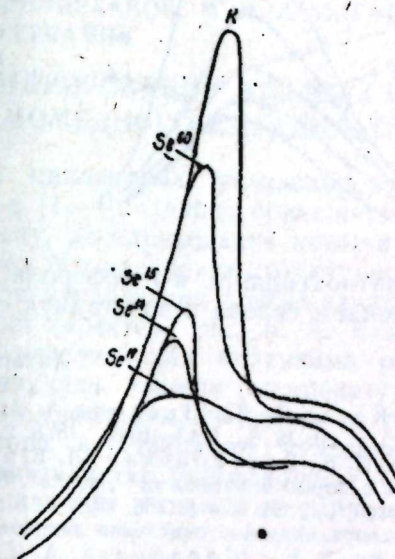


Рис. 2. Зависимость накопления гидроперекисей в липидах сетчатки от воздействия различных селенсодержащих веществ (световая адаптация).

Установлено, что при отсутствии железо-аскорбата, стимулирующего липопероксидацию, увеличение МДА на свету невелико по сравнению с темновыми пробами—10—15%.

Индукция перекисного окисления системой железо-аскорбата приводит к значительному нарастанию МДА—с 5,9 до 22,6 нмоль/г экв. лип. Добавление в инкубационную среду Se-17 в 0,03%-ной концентрации приводило к уменьшению МДА до 8,8 нмоль/г экв. лип (см. табл. 2).

Результаты, полученные при исследовании кинетики накопления МДА, совпадали с данными качественных полярографических исследований, проведенных на модельной системе (см. полярограмму 3).

Как при введении подкожно органических соединений селена, так и при работе с изолированной сетчаткой максимальный антиоксидативный эффект оказывало соединение Se-17. Из различных органических соединений селена наибольшее понижение высоты полярографической кривой наблюдалось при перфузии соединением Se-17.

Инкубирование сетчаток в растворе железо-аскорбата с добавлением соединений селена (Se-4, Se-14, Se-15, Se-17, Se-50) резко уменьшает содержание малонового диальдегида (МДА).

Результаты работы подтверждают предположение о том, что ввиду сходства в биологическом действии селена и классического липид-

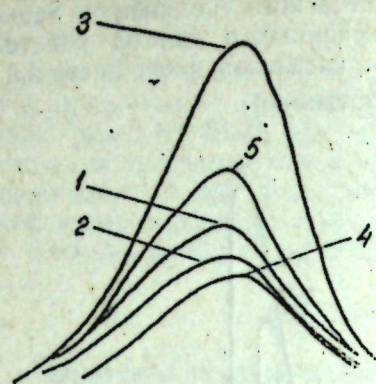


Рис. 3. Зависимость накопления гидроперекисей в липидах сетчатки от воздействия селеносодержащих веществ: 1—Se—14; 2—Se—17; 3—Se—конт.; 4—фон; 5—Se—15.

ного антиоксиданта α -токоферола, эффект может быть обусловлен включением селена в эндогенную систему инактивации перекисей.

Литература

1. Каган В. Е., Шведова А. А., Новиков В. И., Козлов Ю. П. „Биофизика“, т. 20, № 6, 1043—1048, 1975.
2. Каган В. Е., Новиков К. И., Белоусова Л. В., Братковская Л. В. и др. В сб. „Свободнорадикальное окисление липидов в норме и патологии“. Наука, М., 1976.
3. Stech W., Anderson K. J. „Zellforsch.“, 12, № 3, стр. 306, 1972.
4. Барыбнич Т. В., Новиков К. И., В. и др. „Свободнорадикальное окисление липидов в норме и патологии“. Наука, М., 1976.
5. Каган В. Е., Шведова А. А. и др. „ДАН СССР“, 210, № 6, 1208, 1973.
6. Шведова А. А., Новиков К. И., Григорьев В. М., Фридман И. И. и др. Труды МОИП, т. LII, стр. 104, 1975.
7. Kuwabara T, Ichiro. Gorn. Robert. „Arch. Ophthalmol.“, 79, № 1, 1968.
8. Mason W. T., Faser R. S., Abrachamson E. И., „Nature“, 247, 5438, с. 188, 1974.
9. Абдуллаев Г. Б., Мамедов Ш. В., Джафаров А. И. „ДАН Азерб. ССР“, 29, № 3, 25—28, 1973.
10. Eaglesworth, Christopher. „Biochim. et biophys. acta.“, 552, № 2, 281, 1979.
11. Абдуллаев Г. Б., Юсифов Э. Ю., Мамедов Ш. В. „ДАН СССР“, № 8, 1979.
12. Wiesner, Berschneider F., Willer S. „Arch. exp. Veterinärmed.“, № 2, 299, 1974.
13. Абдуллаев Г. Б., Гаджиева Н. А., Гасанов Г. Г., Джафаров А. И., Перельгин В. В., „Селен и зрение“. Изд-во „Элм“, 1972.

Институт физиологии

Поступило 20. IV 1981

Н. П. Середа, А. И. Чофаров

КӨЗҮН ТОРЛУ ГИШАСЫ ЛИПИДЛЭРИНИН ПЕРЕКИС ОКСИДЛЭШМƏСИНƏ СЕЛЕН БИРЛƏШМƏЛƏРИНИН ТƏСИРИ

Жеңи синтез олунмуш суда һәлл олан селен бирлэшмэлэринин истиганлы һәл ванларын көз тору гишасында липидлэрин сәрбәст радикалы оксидлэшмә реакцияларынын ләңкитмәси мүшәһидә олунмушдур.

Тәчрүбэләр көстәрир ки, селен—17 һәм *in vivo*, һәм дә *in vitro* шәрәитиндә селен—50-жә нисбәтән даһа жүксәк фәаллыға маликдир.

N. P. Sereda, A. I. Jafarov

EFFECT OF SELENIUM-CONTAINING SUBSTANCES ON LIPIDS PEROXIDATION OF RETINA

It is established that new water-soluble selenium compounds produce an inhibition of speed of lipids peroxidation of retina in warm-blooded animals.

Experiments show that selenium-17 both *in vivo* and *in vitro* has more inhibitory action than selenium-50.

УДК 542.941.8.5:(517.592.12+517.514.1)

НЕФТЕХИМИЯ

Акад. С. Д. МЕХТИЕВ, Х. М. АЛИМАРДАНОВ, М. М. ДАМИРОВ,
С. А. МАГЕРРАМОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ЭТИЛЦИКЛОПЕНТАНА В ПРИСУТСТВИИ АЛЮМОМЕДНОГО КАТАЛИЗАТОРА

Дегидрирование пятичленных циклановых углеводов над окисными катализаторами описано в [1—4]. Однако большинство этих работ относится к метилциклопентану, дегидрирование которого приводит к образованию циклоолефинов без изменения структуры исходного углеводорода. Сообщения о дегидрировании других алкилциклопентанов носят лишь эпизодический характер. Так, Б. А. Казанский с сотрудниками [5—7], с целью установления механизма реакции дегидроциклизации *n*-парафинов изучали влияние температуры на реакцию превращения этил- и 1,2-диметилциклопентанов в присутствии алюмоплатинового катализатора, и установили, что основными продуктами реакции являются ароматические углеводороды и незначительное количество циклоолефинов. При этом состав циклоолефинов авторами не указывается.

Н. И. Шуйкин и Т. И. Нарышкина [8] показали, что при дегидрировании 1-этилциклопентана над алюмохромокалиевым катализатором при 550—600°, продуктом реакции является этилциклопентадиен.

В настоящей статье нами приведены результаты исследования реакции окислительного дегидрирования этилциклопентана над алюмомедным катализатором.

Исходный этилциклопентан был получен гидрированием 1-этилциклопентена над никелем на окиси хрома при 100—120° и имел следующие физико-химические константы: *t*. кип. 103—104, *n*_D²⁰ 1,4220, *d*₄²⁰ 0,7689, которые совпали с литературными данными [9]. 1-Этилциклопентен синтезирован из циклопентанона и бромистого этила по методу [10].

Катализатор был приготовлен пропиткой просушенного при 120—130° Al₂O₃ водным раствором ацетата меди, из расчета 20% CuO на исходную окись алюминия с последующей термообработкой его при 100—120° и прокаливанием в токе воздуха при 550°C в течение 8 ч.

Опыты проводили в проточной системе над стационарным слоем катализатора. Для каждого опыта брали свежую порцию катализатора в количестве 5 мл. Исходный углеводород подавали в систему с помощью микродозатора, а температуру контролировали терморегулятором КСП-3.

Анализ жидких продуктов реакции проводили на хроматографе „Хром-3“ с длиной колонки 2,4 м и диаметром 6 мм. В качестве неподвижной фазы использовали силиконовое масло марки „ПМФС-4“, нанесенное на сферохром в количестве 10 мас. %.

Для установления возможных направлений протекания реакции было исследовано влияние температуры на выход и состав жидких продуктов окислительного дегидрирования этилциклопентана (ЭЦП), результаты которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние температуры на выход и состав жидких продуктов превращения этилциклопентана ($V=1 \text{ ч}^{-1}$, мольн. соотн. ЭЦП:O₂=3:1)

Т-ра реакции, °С	Выход жидкого катализата, мас. %	Состав катализата, мас. %						ЭЦП
		изомеры ДМЦП-ана*	изомеры ДМЦП-ена*	1-ЭЦП-ен	3-и 4-МЦГ-ен	1-МЦГ-ен	толуол	
500	92,2	0,3	2,2	0,4	4,8	1,5	5,8	85,0
550	88,3	0,8	3,6	0,8	6,1	1,9	9,8	77,0
600	87,1	1,0	3,6	0,6	5,4	1,0	16,4	72,0
630	84,6	1,1	3,8	0,4	4,5	0,9	17,8	71,5

* 1,2- и 1,3-диметилциклопентаны
** 1,2 и 1,3-диметилциклопентены

Как видно из данных таблицы, продукты непосредственного дегидрирования ЭЦП, этилциклопентены (ЭЦП-ен) в катализате содержатся в незначительном количестве. Основными продуктами превращения ЭЦП при этом являются изомеры 1,2- и 1,3-диметилциклопентена (ДМЦП-ены), 1- и 3-метилциклогексена (МЦГ-ены) и толуол — продукты скелетной изомеризации ЭЦП-ена. Учитывая, что реакция изомеризации ЭЦП-ена протекает на кислотных центрах окиси алюминия [11], нами были проведены опыты также над алюмомедным катализатором, обработанным водным раствором K₂CO₃ из расчета 5% K₂O на исходную окись алюминия. Результаты опытов представлены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Влияние температуры на выход и состав жидких продуктов превращения этилциклопентана над алюмомеднокальциевым катализатором ($V=1 \text{ ч}^{-1}$; мольн. соотн. ЭЦП:O₂=3:1)

Т-ра реакции, °С	Выход жидкого катализата, мас. %	Состав катализата, мас. %						ЭЦП
		изомеры ДМЦП-ана	изомеры ДМЦП-ена	1-ЭЦП-ен	3-и 4-МЦГ-ен	1-МЦГ-ен	толуол	
500	92,1	0,5	2,0	0,3	9,2	2,1	3,1	82,8
550	89,8	0,5	2,5	0,5	8,6	1,4	4,0	82,5
600	87,4	0,7	3,4	0,5	6,8	1,5	6,3	80,8
630	85,8	1,0	4,5	0,8	5,2	1,0	9,7	77,8

Данные табл. 2, 3 показывают, что хотя степень превращения ЭЦП на алюмомеднокальциевом катализаторе по сравнению с необработанным катализатором и уменьшается, но содержание циклоолефинов в катализате несколько увеличивается, а скорость реакции дегидроизомеризации почти не меняется. Наблюдается лишь некоторое повышение содержания изомеров метилциклогексена в катализате.

Таблица 3

Влияние объемной скорости подачи сырья на выход и состав жидких продуктов превращения этилциклопентана над алюмомеднокальциевым катализатором (т-ра 550°; мольн. соотн. ЭЦП:O₂=3:1)

Об. ск., ч ⁻¹	Выход жидкого катализата, мас. %	остав катализата, мас. %						
		изомеры ДМЦП-ана	изомеры ДМЦП-ена	1-ЭЦП-ен	3-и 4-МЦГ-ен	1-МЦГ-ен	толуол	ЭЦП
0,3	82,4	1,3	4,1	0,6	7,6	2,4	10,6	73,4
0,5	84,6	1,0	3,3	0,3	5,6	1,3	4,9	83,6
1,0	89,8	0,5	2,5	0,5	8,6	1,4	4,0	82,5
2,0	92,0	Следы	2,0	0,2	8,9	1,0	2,7	85,2

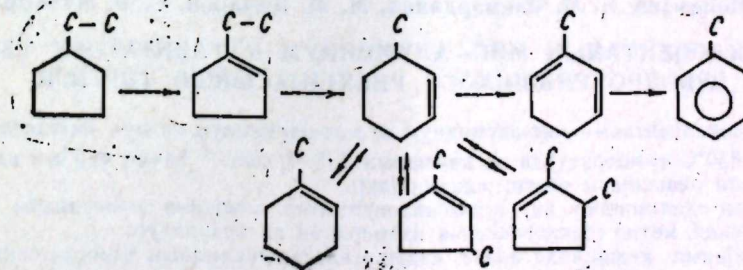
Поскольку в составе катализата, полученного при дегидрировании ЭЦП, преобладающими циклоолефинами являются изомеры диметилциклопентена и метилциклогексена, то для установления механизма реакции представляет интерес исследование реакции изомеризации этилциклопентена на алюмомедном катализаторе. Результаты опытов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние температуры на выход и состав продуктов изомеризации этилциклопентена на алюмомедном катализаторе ($V=1 \text{ ч}^{-1}$)

Т-ра реакции, °С	Выход жидкого катализата, мас. %	Состав катализата, мас. %						
		изомеры ДМЦП-ана	изомеры ДМЦП-ена	1-ЭЦП-ен	3-и 4-МЦГ-ен	1-МЦГ-ен	толуол	нейдент. соединения
350	96,2	6,5	3,8	54,7	28,1	6,6	—	—
400	94,9	11,3	5,7	46,0	30,0	7,0	—	—
450	93,7	7,0	17,6	22,1	27,2	12,5	13,6	—
500	91,8	4,1	26,6	4,0	24,7	17,9	19,4	3,3

Из данных табл. 2—4 следует, что первичными продуктами изомеризации ЭЦП-ена являются 3- и 4-МЦГ-ены, образующиеся расширением цикла, которые в дальнейшем превращаются в 1-МЦГ-ен, изомеры диметилциклопентена и толуол по схеме:



Для идентификации состава полученных катализатов были также сняты ИК-спектры изомеризата и продуктов дегидрирования ЭЦП-ана. Полосы поглощения в области 910, 990, 1640 и 3050 см⁻¹ в ИК-спект-

рах изомеризата характеризуют винильную группу. Однако эти полосы отсутствуют в спектрах продуктов дегидрирования.

Следовательно, реакция дегидрирования ЭЦП по боковой цепи не протекает. Образование некоторого количества винилциклопентана наблюдается лишь при изомеризации 1-ЭЦП-ена.

Таким образом, окислительное дегидрирование ЭЦП-ана, при температуре 500—630°C на алюмомедном катализаторе не приводит к соответствующим циклоолефинам; в этом случае образуются лишь изомеры диметилциклопентана и метилциклогексена в мольном соотношении 1:1,5—4.

Выводы

Исследована реакция окислительного дегидрирования этилциклопентана на алюмомедном и алюмомеднокальциевом катализаторе.

Установлено, что продуктами дегидрирования этилциклопентана являются изомеры диметилциклопентана и метилциклогексена, а также толуол.

Найдено, что изомеризация образующегося в ходе реакции этилциклопентана в изомеры диметилциклопентана и метилциклогексена протекает через стадию образования 3-метилциклогексена.

Литература

1. Алиев В. С., Касимова Н. П., Иманова Т. В., Сафаралиева Г. М. «Азерб. нефт. хоз.», № 11, 57, 1978.
2. Алиев В. С., Касимова Н. П., Гасанзаде А. А., Халафова Т. В., Рзаева С. Б. «Азерб. хим. ж.», № 5, 3, 1966.
3. Шуйкин Н. И., Нарышкина Т. И. «Нефтехимия», 2, № 4, 473, 1962.
4. Хасанов А. К., Абдувалieва М. А., Насиров П. «Азерб. хим. ж.», № 5, 31, 1965.
5. Фомичев Ю. В., Гостунская И. В., Казанский Б. А. «Изв. АН СССР, серия хим.», 1112, 1968.
6. Фомичев Ю. В., Гостунская И. В., Казанский Б. А. ДАН СССР, 180, 383, 1968.
7. Казанский Б. А. Исследования в области органического катализа. Изд-во «Наука», М., 1977.
8. Шуйкин Н. И., Нарышкина Т. И. Сб. 5-й междунар. нефт. конгресс, т. III, 261. Гостоптехиздат, М., 1961.
9. Ки. «Физико-химические свойства индивидуальных углеводородов». Под ред. В. М. Татевского, стр. 24. Гостоптехиздат, М., 1960.
10. Юрьев Ю. К. Практические работы по органической химии, стр. 285. Изд-во МГУ, 1961.
11. Кубасов А. А., Смирнова И. В., Топчиева К. В. «Ж. физ.-химии», 42, 5, 1131, 1968.

ИНХП им. Ю. Г. Мамадалиева

Поступило 15. X 198

С. Ч. Мехдијев, Һ. М. Әлимәрданов, М. М. Дәмиров, С. Ә. Мәһәррәмөв

ЭТИЛТСИКЛОПЕНТАНЫН МИС—АЛУМИНИУМ КАТАЛИЗАТОРУ ҮЗЭРИНДЭ ДЕЙДРОКЕНЛЭШМӘСИ РЕАКСИЯСЫНЫН ТӘДГИГИ

Этилтсиклопентанын мис-алюминиум вә мис-алюминиум-калий каталлизатору үзәриндә 500—630°C температурда вә хаммалы 0,3—2 саат⁻¹ һәчми сүр'әти илә дейдэрокенләшмәси реакциясы тәдгиг едилмишидир.

Мүәјјән едилмишидир ки, этилтсиклопентанын чеврилмә мәһсуллары диметилтсиклопентени, метилтсиклогексенин изомерләри вә толуолдур.

Реаксиянын кедишиндә әмәлә; кәлән этилтсиклопентанын диметилтсиклопентенләрә вә метилтсиклогексенләрә 3-метилтсиклогексен вәситәсилә изомерләшмәси тәпылмишидир.

S. D. Mekhtiev, Kh. M. Alimardanov, M. M. Damirov, S. A. Magerramov

THE STUDY OF ETHYLCYCLOPENTANE DEHYDROGENATION REACTION IN THE PRESENCE OF ALUMO-COPPER CATALYST

The reaction of ethylcyclopentane oxidative dehydrogenation in the presence of alumo-copper and alumo-copper-calcium catalysts was studied at the temperature range 500—630°C and liquid hourly space velocity between 0.3 and 2.0. It was stated that isomers of dimethylcyclopentene, methylcyclohexene and toluene were the products of ethylcyclopentane dehydrogenation.

It was established that isomerization of ethylcyclopentane formed in the course of the reaction into dimethylcyclopentene and methylcyclohexene isomers proceeded through the stage of 3-methylcyclohexene formation.

УДК 551.781:553.524 (479.24)

ПЕТРОГРАФИИ

А. И. МАМЕДОВ, Л. Н. БОГОЛЕЙ

ПЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОГЕНОВЫХ СУБВУЛКАНИЧЕСКИХ ДИОРИТОВЫХ ИНТРУЗИВОВ СЕВАНО-АКЕРИНСКОЙ ЗОНЫ

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

В Севано-Акеринской зоне Малого Кавказа развиты разного состава многочисленные интрузивы третичного возраста. С ними в основном пространственно и генетически связаны рудные месторождения и проявления. Выделены три комплекса третичных интрузивов: а) послесреднеэоценово-доверхнеэоценовые; б) верхнеэоценово-олигоценовые и в) олигоцен-миоценовые [4, 5, 6]. В настоящей статье рассматриваются петрологические особенности среднеэоцен-доверхнеэоценового интрузивного комплекса, куда входят Джамиллинская (бассейн рр. Сеидляр и Левчай) и Калабойнинская группы (окрестности с. Калабойну, бассейн р. Тутхун). Джамиллинская группа интрузивов приурочена к южному крылу Таурагачайского синклинория и отличается тремя выходами. Калабойнинская — приурочена к южному крылу Сарыбабинского синклинория, точнее к участку его сопряжения с Лачинским антиклинорием и представлена двумя выходами. В геологическом строении района и развитии интрузивов принимают участие мощные толщи верхнемеловых осадочных отложений и эоценовые вулканогенные образования.

Интрузивы образуют субсеверо-западно направленные тела имеют штокообразную форму залегания. Площадь их выхода на дневную поверхность изменяется от 1 до 5 км². Контактные воздействия на вмещающие вулканогенно-осадочные породы выражены слабо ороговкованием. Петрографический состав пород довольно однороден. Тектурные и структурные особенности и некоторые петрографические элементы пород рассматриваемых интрузивов позволяют разбить их на несколько отличающихся друг от друга типов. В центральных частях массивы сложены полнокристаллическими, сменяющимися к периферии порфировидными разностями. Они монолитны на вид почти свежие, окрашены в темно-серый цвет с зеленоватым оттенком, среднезернистые. Минералогический состав пород обеих групп интрузивов в целом очень сходен. Петрографически сложены габбро-диоритами, диоритами и их порфировидными разностями.

Габбро-диориты получили развитие в пределах Джамиллинского и Калабойнинского интрузивов, характеризуются сочетанием основного и среднего плагиоклаза, часто зонального. Плагиоклазы представлены двумя генерациями, обычно они замещаются с краевых частей к ядру, а иногда окаймляются узкой каймой биотита. Ромбический и моноклинный пироксен несколько изменчивого состава в пределах одно-

зерна. Биотит содержится в незначительном количестве, самостоятельно развивается в пустотах породы, реже он замещает частично плагиоклаз. Магнетит рассеян по всей массе породы. Позже появляется кварц.

Диориты нормально кристаллические, почти целиком слагают гору Дамирчадам и частично Джамилли, Сеидляр и Калабойну.

Породы отличаются большим содержанием плагиоклаза. Кварц незначителен, а иногда отсутствует. Темноцветные минералы (роговая обманка, пироксен) несколько превышают содержание кварца.

Вторичные изменения распределены равномерно, в связи с чем кристаллы плагиоклаза четко выделяются среди других минералов. В большинстве случаев плагиоклаз поздней генерации явно ксеноморфен по отношению к плагиоклазу ранней генерации и заполняет промежутки между его кристаллами. Промежутки выполняются также ксеноморфными выделениями кварца (в кварцсодержащих разностях). Пироксен и роговая обманка в структуре характеризуются следующими особенностями: тесным срастанием и ксеноморфностью по отношению к плагиоклазу, а также находятся в ассоциации с акцессорными минералами. Несмотря на интерстициальное положение кристаллов пироксена и роговой обманки первый из них иногда обнаруживает идиоморфизм, характеризующийся развитием призматических граней. Пироксен часто образует кучевые скопления. Более или менее индивидуализированные кристаллы его в большинстве случаев окаймлены образованиями роговой обманки, которая развивается по краям или внутри зерен пироксена в виде неправильных выделений. Часто пироксен полностью замещается роговой обманкой, сохраняя при этом реликты замещенного пироксена. Все сказанное свидетельствует о более позднем развитии роговой обманки по отношению к пироксену.

Акцессорные минералы обычно приурочены к агрегатам пироксена и роговой обманки, образующих мелкие рассеянные включения, реже — вросстки в расположенные рядом минералы. Большинство их зерен расположены вдоль трещин в главных минералах или по границам между ними, что дает основание считать их несколько более поздними образованиями по отношению к пироксену и роговой обманке. Такой вывод подтверждается наблюдаемым местами магнетитом.

Послемагматические процессы в породах данных групп интрузивов в основном выражены аутометаморфизмом, характеризуются тремя стадиями: собственно магматической, пневматолитовой и гидротермальной.

В собственно магматической стадии заметных изменений структур и состава пород не наблюдается. Изменения первичных минералов в этой стадии проявляются в распаде твердых растворов, деаортизации первичного зонального плагиоклаза. К этой стадии относится и возникновение участка мирмекитов. Пневматолитовая стадия характеризуется сравнительно высоко температурными преобразованиями, в которых существенное значение имеет привнос летучих компонентов. К этой стадии относится альбитизация полевых шпатов (уралитизация), амфиболитизация пироксенов с сохранением реликтовой каймы. В гидротермальной стадии происходит возникновение низкотемпературных минералов, которые развиваются крайне неинтенсивно. К этой стадии относятся сосюритизация основного плагиоклаза, серицитизация кислого плагиоклаза, частичная хлоритизация цветных компонентов и др.

Относительно широко развиты также процессы карбонатизации и окварцевания основного субстрата.

Автометаморфизм в рассматриваемых породах сопровождался приносом и выносом некоторых веществ, что позволяет эти преобразования называть автотетасоматическими. Гидротермальные изменения сопровождаются карбонатизацией и окварцеванием.

Средний химический состав пород Сендляр-Калабойнинского комплекса интрузивов представлен в таблице (на основании 10 анализов)

Компоненты Породы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	ППП
Габбро-диориты	50,88	—	19,39	2,70	4,19	3,9	7,95	3,72	3,09	7,09
Диориты	59,49	0,55	16,85	1,33	5,09	3,8	6,74	3,73	1,12	1,82

Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому

	a	c	v	s	ci	fi	mi	n	t	φ	Q	a/c
Габбро-диориты	13,6	7,1	16,3	63,0	19	40	41	63,6	—	14,5	—8,1	1,9
Диориты	11,1	7,3	15,4	66,1	14	46	40	83,3	0,55	8,3	2,5	1,5

Как видно из таблицы, содержание окиси магния по сравнению с суммарным железом сравнительно мало, что указывает на обогащенность их железом, по-видимому, изоморфно замещающим магний главных цветных минералов. В соответствии с этим, очевидно, связано повсеместное замещение пироксена роговой обманкой. Для пород интрузивов характерно преобладание натрия над калием.

По числовым параметрам они находятся в пределах средних тоналитов и диоритов, по Дэли, и относятся к нормальному составу. О приближении этих пород к средним тоналитам, по Дэли, свидетельствует параметр (с), показывающий относительное число атомов кальция, входящих в состав полевых шпатов. Количество щелочей (а), входящих в алюмосиликаты для рассматриваемых диоритов, равно 11,2, а габбро-диоритов—13,6, что несколько выше, чем у средних диоритов по Дэли.

Содержание феррических компонентов—f' (т. е. суммарное железо и марганец) в диоритах составляет 46, а в габбро-диоритах—40, что близко к средним диоритам по Дэли, однако первая величина несколько выше, а вторая—ниже значения средних диоритов. Увеличение f' в рассматриваемых диоритах, очевидно, связано с некоторым повышением кремнезема в расплаве при дифференциации, что подтверждается петрографическими исследованиями. По параметрам Q и a/c, согласно классификации А. Н. Заварицкого, диориты данного комплекса относятся к насыщенным кремнеземом, бедным щелочами, лейкократовым породам. Габбро-диориты—к слабонасыщенной кремнеземом, бедной щелочами, лейкократовой породе.

В габбро-диоритах и диоритах рассматриваемых интрузивных комплексах распространенными элементами-примесями являются: Ве, В, Ga, Sr, Zr, Ba, Mn, Cr, V, Ni, Co. Концентрация В в данных породах в 5—10 раз превышает кларковую величину. Значительно

ниже кларка от 2 до 5 раз—Са, Zr, Sr, Ba, Mn. Меньше кларка от 5 до 10 раз Cr и V. Во много ниже кларковой величины Co и Ni.

С породами интрузива сравнивались результаты анализов вулканогенных образований палеогена—андезиты и андезито-дациты. Из перечисленных элементов в вулканогенных породах палеогена В также от 5 до 10 раз больше кларка, в то время как Zr, Sr, Ba, Mn в отличие от интрузивных образований до 10 раз меньше кларка, остальные элементы: Co, Ni, V, Cr, в них не обнаружены.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Петрографическое и геохимическое изучение пород Сендляр-Калабойнинского комплекса (текстура, структура, особенности минералогического состава, вторичные изменения и т. д.), а также геологические особенности позволяют восстановить условия их формирования.

Мелкозернистая порфириовидная структура свидетельствует о кристаллизации рассматриваемых интрузивов на незначительных глубинах (в гипабиссальных условиях) или в приконтактных частях интрузии, где охлаждение шло быстро вследствие соприкосновения с холодными вмещающими породами. Порфириовидные структуры отражают два этапа кристаллизации в различных условиях. На первом этапе в относительно глубинных условиях образовались фенокристаллы, а на втором этапе в гипабиссальных—основная масса. По особенностям минералогического состава также можно судить о глубине формирования пород. О малой глубине формирования рассматриваемых пород свидетельствует неравномерность минерального состава, присутствие зональных пироксенов и плагиноклазов, а также опацизация роговой обманки и пироксенов, которая протекает, по-видимому, в результате притока свободного кислорода в процессе становления магматического расплава под маломощной кровлей.

Зональность плагиноклазов, обрастание и кучевое скопление пироксенов и роговой обманки связано с реакцией между выделившимися кристаллами и расплавом, что не приводило к равновесию вследствие изменения температуры и давления, а также локальных концентраций летучих компонентов. Одним из характерных примеров последнего является проявление биотита вокруг плагиноклаза. Это свидетельствует о том, что в магму увеличился приток щелочей и воды. Кроме того, наблюдается расположение роговой обманки вокруг пироксенов в виде каймы.

Геохимические факторы выявляют, что В в интрузивных комплексах, а также в вулканогенных образованиях палеогена превышают кларковое содержание. Щелочные элементы Rb, Cs в этих двух образованиях составляют тысячные доли процентов, а петрогенные щелочные элементы натрия и калий имеют почти одинаковое содержание. Таким образом результаты петрологических и геохимических исследований позволяют высказать соображение о камагматичности интрузивных и вулканогенных комплексов палеогена и их едином питающем источнике.

Литература

1. Азизбеков Ш. А., Абдуллаев Р. Н. Малые интрузии в Курдистане. Труды АЗНИИ № 1/24, 1940.
2. Заварицкий А. Н. Введение в петрохимию изверженных горных пород. Изд. АН СССР, 1952.
3. Кашкай М. А. Геология верховьев

р. Тертер. Изд-во АН Азерб. ССР, 1955. 4. Мамедов А. И. Автореф. докт. дисс., Рук. фонды Института геологии АН Азерб. ССР, 1972. 5. Мамедов А. И. Сб. ст. «Вулканизм и формирование минеральных месторождений в Альпийской геосинклинальной зоне (Карпаты, Крым, Кавказ)». «Наука». М., 1973. 6. Мамедов А. И. Сб. ст. «Минералогия и рудные месторождения». «Элм». Баку, 1974.

Институт геологии

Поступило 8. IV 1980

А. И. Мамедов, Л. Н. Боголея

СЕВАН-ЭКЭРЭ ЗОНАСЫНЫН ПАЛЕОКЕН ЈАШЛЫ СУБВУЛКАНИК ДИОРИТ ТЭРКИБЛИ ИНТРУЗИВЛЭРИНИН ПЕТРОЛОЖИ СЭЧИЈЭСИ

Мәгаләдә кичик Гафгазын Севан-Экэрэ зонасында интрузив тапмын палеокен јашлы диорит тәркибли интрузивләрнин петрологи сәчијәси, онларын эмәлэ кәлмә шәраити, постмагматик процесләр вә кеокимјәви тәдғигатларын нәтијәси верилмишдир. Апарылан тәдғигатлар палеокенин вулканитләрилә, диоритләрин ејни мәнбәнин мәнсулу олмаларыны мүәјјән етмәјә имкан вермишдир.

A. I. Mamedov, L. N. Bogoley

PETROLOGICAL CHARACTERISTICS OF PALEOGENE SUBVOLCANOUS DIORITE INTRUSIVES OF SEVANO-AKERINSKI ZONE

The petrological peculiarities of Sevano-Akerinski zone of diorite intrusives of Minor Caucasus are used in the article. The conditions of their formation in post-magmatic process are determined, and the results of geochemical investigations are used in the article. All this help to determine co-magmatic stage of intrusive and volcanoes complexes of Paleogene and their common supplying spring.

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 6

1981

УДК 631.417.2

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Чл.-корр. С. А. АЛИЕВ, М. М. ГУСЕЙНОВ

СЕЗОННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КОРИЧНЕВЫХ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Ряд исследователей [1—10] изучал изменение количественного и качественного состава аминокислот в почвенных гидролизатах.

Целью наших исследований являлось изучение изменения количественного и качественного составов аминокислот в коричневых горно-лесных почвах Ахсуинского перевала Большого Кавказа.

Аминокислоты определялись в почвенных гидролизатах по методу Ф. В. Турчина [10].

Коричневые горно-лесные почвы распространены в зоне средних и низких гор Ахсуинского перевала Большого Кавказа в условиях умеренно-теплого климата. Формируются на делювиальных отложениях под грабово-дубовой лесной растительностью со злаковым разнотравьем. По механическому составу — тяжелосуглинистые и легкосуглинистые, содержат гумуса — 5,91%, общего азота — 0,38%, отношение C:N равно 9,0. Содержание обменных оснований изменяется в пределах 33,0—37,5 мг-экв на 100 г почвы. Среди поглощенных оснований доминируют катионы Ca и Mg. Реакция нейтральная и слабощелочная.

Весной в коричневых горно-лесных почвах количество атмосферных осадков увеличивается примерно до 23,1—66,0 мм, что обуславливает высокую влажность почв, составляющую 26,7—27,3%. Температура воздуха в этом сезоне низкая, в частности находится в пределах 13,5—14,6°C. При таких условиях биохимические процессы в коричневых горно-лесных почвах протекают интенсивно. В данном сезоне в верхнем слое (0—5 см) количество аминокислот составляет 17,42 мг, а на глубине 5—20 см — 11,13 мг (табл. 1, рисунок).

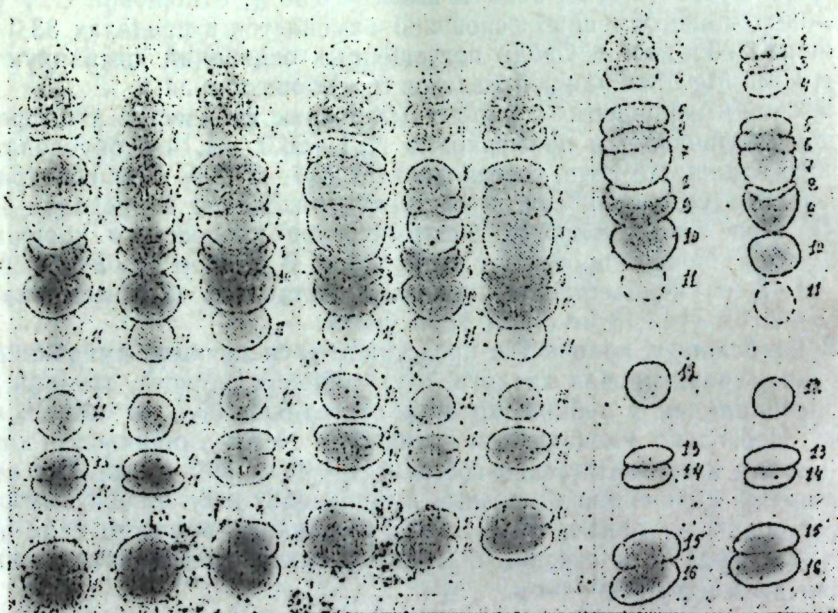
В наибольшем количестве представлены следующие аминокислоты: гистидин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, треонин, аланин, фенилаланин и лейцин, которые составляют 80% от общего количества. Несколько уменьшается количество таких аминокислот как серин, пролин и соответственно составляет 0,41 и 0,15 мг на 10 г почвы. Уменьшение количества отдельных аминокислот в 5—20-сантиметровом слое коричневых горно-лесных почв относительно верхнего слоя почвы видно из таблицы и связано с количественным убыванием в нижнем слое почвы микроорганизмов.

Несмотря на то, что летом количество осадков меньше, чем весной, увлажненность почв, составляющая 18,6—22,3% при температуре 20,2—23,4°C создает благоприятные условия для протекания биологических процессов и накопления аминокислот. В этом сезоне наблюдается увеличение общего количества аминокислот, которые в 0—5-сантиметровом

Таблица 1

Качественный состав и количество аминокислот в коричневых горно-лесных почвах (мг на 10 г почвы)

Аминокислоты	Весна		Лето		Осень		Зима	
	Глубина, см							
	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20
Цист (е) ин	0,23	0,02	0,11	0,05	0,23	0,15	0,29	0,23
Лизин	0,94	0,77	1,05	0,44	0,33	0,38	0,04	0,38
Гистидин	1,30	1,20	1,50	0,80	0,90	0,80	0,02	0,25
Аргинин	0,34	0,40	0,34	0,11	0,31	0,34	0,06	0,04
Аспарагиновая к-та	1,30	0,69	1,95	0,65	0,86	0,96	0,30	0,26
Глицин	0,47	0,61	0,58	0,34	0,40	0,43	0,23	0,25
Серин	0,41	0,32	0,33	0,30	0,27	0,30	0,07	0,06
Глутаминовая к-та	1,61	0,40	1,19	1,04	1,13	0,95	0,21	0,19
Треонин	1,91	0,64	0,61	0,55	0,86	0,70	0,67	0,64
Аланин	1,60	0,84	1,68	1,60	1,43	1,40	0,06	0,60
Пролин	0,15	0,02	0,06	0,04	0,40	0,06	Следы	Следы
Тирозин	0,44	0,48	0,17	0,20	0,20	0,16	0,09	0,13
Валин	0,65	0,31	0,65	0,73	0,69	0,43	0,32	0,32
Метионин	0,78	0,54	0,42	0,39	0,44	0,42	0,84	0,52
Фенилаланин	1,90	1,07	1,22	1,10	1,26	1,25	1,35	1,00
Лейцин	3,39	2,82	2,10	2,14	2,44	2,28	2,57	2,00
Сумма:	17,42	11,13	13,88	10,52	12,15	11,40	7,12	6,87



Хроматограмма гидролизата коричневых горно-лесных почв. Весенний период: I—0—5 см; II—5—20; летний период: III—0—5; IV—5—20; осенний период: V—0—5; VI—5—20; зимний период: VII—0—5; VIII—5—20 см. Аминокислоты: 1—цистеин; 2—лизин; 3—гистидин; 4—аргинин; 5—аспарагиновая кислота; 6—глицин; 7—серин; 8—глутаминовая кислота; 9—треонин; 10—аланин; 11—пролин; 12—тирозин; 13—валин; 14—метионин; 15—фенилаланин; 16—лейцин

слое почвы составляют 13,88 мг, а в 5—20-сантиметровом—10,52 мг. Однако надо указать, что данные показатели ниже, чем в весеннем сезоне.

Результаты исследований показывают, что летом количество отдельных аминокислот меньше, чем весной. В 0—5-сантиметровом слое количество отдельных аминокислот составляет: лизин — 1,05 мг, гистидин — 1,50 мг, аланин — 1,68 мг, лейцин — 2,10 мг, фенилаланин — 1,22 мг. В этом же слое некоторые аминокислоты представлены в незначительном количестве, в частности, цист(е)ин — 0,05 мг, тирозин — 0,25 мг, аргинин — 0,11 мг на 10 г почвы.

Летом лесной покров имеет огромное значение в нормальном протекании биохимических процессов, предохраняя почву от испарения, создает гидротермический режим, благоприятствующий активизации биологических процессов и накоплению аминокислот.

В осеннем сезоне в результате понижения температуры воздуха (18,4—19,3°C) влажность почвы возрастает до 22,8—24,0%. В этот период общее количество аминокислот ниже по отношению к летнему сезону, но выше, чем в других сезонах. В верхнем слое (0—5 см) накапливается 12,5 мг на 10 г почвы аминокислот, а в 5—20-сантиметровом слое — 11,40 мг (табл. 1).

Таким образом установлено, что в коричневых горно-лесных почвах содержание аминокислот в весеннем, летнем и осеннем сезонах высокое и связано с повышенной активностью в эти сезоны биологических процессов (табл. 1).

В зимний сезон в результате понижения температуры воздуха (0,9—2,1°C), а также высокой влажности почв (31,4—34,2%) активность биологических процессов снижается, что приводит к уменьшению количества аминокислот.

Как следует из таблицы, в этом сезоне общее количество аминокислот как в 0,5-сантиметровом, так и в 5—20-сантиметровом слое почвы резко снижается и соответственно составляет 7,12 и 6,87 мг на 10 г почвы. В верхнем слое почвы большинство аминокислот обнаруживается в незначительном количестве: пролин — следы, тирозин — 0,09 мг, гистидин — 0,02 мг, аланин — 0,06 мг, серин — 0,07 мг, лизин — 0,04 мг, на 10 г почвы.

Таблица 2

Распределение подгрупп аминокислот в коричневых горно-лесных почвах (% от суммы аминокислот)

Почва	Глубина, см	Подгруппы аминокислот					серосодержащие
		моноаминокислотные	моноаминокислотные (кислые)	диаминокислотные (основные)	ароматические	гетероциклические	
Коричневая горно-лесная	0-5	50,8	16,9	6,7	13,0	5,9	6,7
	5-20	52,3	13,0	7,2	13,6	7,9	6,0

В изучаемом типе почв по всем сезонам количество фенилаланина и лейцина превышает остальные аминокислоты и по всему почвенному профилю содержание их изменяется в пределах 2,00—3,39 мг.

Таким образом, отмечаем понижение содержания аминокислот в зимнем сезоне по отношению к другим сезонам.

Изменения гидролитического режима и физико-химических свойств почв отражается на кислотно-основных свойствах аминокислот. Эти различия кислотно-основных свойств аминокислот, по-видимому, могут привести к изменению их группового состава по характеру функциональных групп в алифатической боковой цепи.

Как видно из табл. 2, моноаминомонокарбоновые аминокислоты: глицин, аланин, валлин, лейцин, серин и треонин в коричневых горно-лесных почвах составляют от общего количества в верхнем слое — 50,8%, в нижнем (5—20 см) — 52,3%; моноамниодикарбоновые (кислые) аминокислоты: аспарагиновая и глутаминовая составляют соответственно — 16,9, 13,0%; диаминомонокарбоновые (основные) аминокислоты: лизин и аргинин — 6,7, 7,2%; серосодержащие аминокислоты: метионин и цист(е)ин — 6,7, 6,0%; ароматические аминокислоты: фенилаланин и тирозин — 13,0, 13,6% и гетероциклические аминокислоты: гистидин и пролин — 5,9, 7,9.

Литература

1. Адерихин П. Г., Щербаков А. П. «Почвоведение», № 6, 1970. 2. Адерихин П. Г., Щербаков А. П. Азот в почвах центральноземной полосы. Воронеж, 1974. 3. Алиев С. А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. Баку, 1978. 4. Зырин Н. Г., Овчинникова М. Ф., Орлов Д. С. «Агрохимия», № 4, 1964. 5. Купревич В. Ф., Щербакова Т. А. Энциклопедия почв. Минск, 1966. 6. Мишустин Е. Н., Петрова А. Н. «Микробиология», т. 35, № 3, 1966. 7. Пейве Я. В. Биохимия почв. М., 1961. 8. Полтавская И. А., Продан В. И. «Агрохимия», № 1, 1973. 9. Турчин Ф. В. «Почвоведение», № 6, 1956. 10. Турчин Ф. В. Агрохимические методы исследования почв. М., 1978.

Институт почвоведения
и агрохимии

Поступило 14. VII 1980

С. Э. Элиев, М. М. Гусейнов

ГӘНВӘЈИ ДАҒ-МЕШӘ ТОРПАҒЛАРДА АМИН ТУРШУЛАРЫНЫҢ ФӘСИЛЛӘР ҮЗРӘ ДИНАМИКАСЫ

Мәгаләдә Агеу районунун гәһвәји дағ-мешә торпағларында амин туршуларынын илин фәсилләри үзрә дәјишмә ганунауҗуғуларыннан бәһс едилир.

Тәдгигат заманы мұзәјјән едилмишдир ки, бу торпағларда амин туршуларынын үмуми миғдарынын жүксәк олмасы илин јаз, јай вә пајыз фәсилләриндә, ән ашағи негә гиш фәслиндә мұшаһидә олунур. Бу торпағларда гидротермик шәраитдән асылы оларат амин туршуларынын үмуми миғдары ән чох үст (0—5 см) гатда олуб, торпағ профили үзрә ашағи кетдикчә ганунауҗуғу оларат азалыр.

S. A. Aliev, M. M. Guseinov

THE SEASONAL CHANGE OF AMINO ACID CONTENT IN BROWN MOUNTAIN-FOREST SOILS

The aim of our investigation was to study the seasonal dynamics of the quantitative and qualitative content of amino acid in the brown mountain-forest soils of Akshin pass of the Great Caucasus.

It is found that in forest chernozyom the total quantity of the amino acid content is the highest in spring, summer and autumn, the lowest is in winter period.

УДК [582.657.24 (Ревень скальный):615.451.16]:615.246.4)

БИОЛОГИЯ

Д. Я. ГУСЕЙНОВ, П. А. ЮЗБАШИНСКАЯ, Г. М. ФАТУЛЛАЕВ, Р. А. АХУНДОВ ИЗУЧЕНИЕ СЛАБИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ РЕВЕНЯ СКАЛЬНОГО ИЗ ФЛОРЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР
В. Ю. Ахундовым)

Ревень скальный (*Rheum rupestre*) — многолетнее мощное травянистое растение высотой до 250 см с многоглавым темно-бурым корневищем и отходящими от него крупными мясистыми на разрезе желтыми корнями. Корни и корневища ревеня содержат 2 группы гликозидов: танногликозиды (6,7—10%) и антрагликозиды (6—23,4%), а также дубильные вещества (12%). К танногликозидам относится глюкогаллин, дающий при расщеплении галловую кислоту и глюкозу, а к антрагликозидам — хризофанин, дающий при гидролизе хризофановую кислоту, глюкозу и реохризин, гидролизующая на реохризидин и глюкозу. Кроме гликозидов корни ревеня содержат в свободном виде их аглюконы (реумэмодин, реин, алоэмодин, хризофановую кислоту и др.) [1, 4].

Установлено, что корни ревеня скального в малых дозах (0,05—0,2) оказывают действие за счет дериватов танногликозидов, следовательно вызывают вяжущий и противопроносный эффект, а в больших дозах (0,5—2,0) они осуществляют слабительное влияние антрагликозидной группой — хризофановой кислотой, реумэмодином, алоэмодином [3]. Таким образом, препараты, получаемые из корней ревеня, являясь эффективными слабительными средствами, в то же время в меньших дозах находят применение при поносах в качестве вяжущих средств.

Известно, что ревень тангутский (*Rheum tanguticum*), широко произрастающий в Китае, в провинции Тангут, издавна применяется в качестве нежного слабительного средства и поставляется на мировой рынок, следовательно является импортным сырьем.

В этой связи изыскание и изучение заменителя тангутского ревеня, как слабительного средства, имеет весьма важное научно-практическое значение.

Исходя из этих соображений мы занялись изучением слабительного свойства корня ревеня скального из флоры Азербайджана. Корень ревеня скального для исследований был заготовлен в окрестностях сел. Сул Нахичеванской АССР, где произрастает в диком виде и имеет большой ареал распространения.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыты проводились с отваром корня ревеня скального, приготовленным ex tempore из расчета 1:10 и 1:30 на кошках и кроликах массой 2,5—3 кг. Эксперименты были проведены в трех направлениях: в остром

опыте на изолированном отрезке тонкой кишки по методу Магнуса, на целостном кишечнике кошки с сохранением иннервации по методу Николаева [2] под хлоргидратовым наркозом, на целостном организме кролика при пероральном введении. В острых опытах у забитых воздушной эмболией кошек изолировалась петля тонкой кишки и производилась регистрация ее моторики на закопченной ленте кимографа. При проведении опытов по методу Николаева кошкам в желудок через фистулу вводили по 20—30 мл отвара корня в концентрации 1:10 и спустя 2—3 ч записывали на закопченной ленте кимографа перистальтические движения тонкого кишечника. В опытах с пероральным введением испытуемого вещества кроликам давался отвар корня ревеня в концентрации 1:10 по 50 мл. Для суждения о фармакологическом действии корня ревеня скального, опыты проводились в сравнительном направлении с применением отвара корня ревеня тангутского в таких же дозах и концентрациях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На изолированном отрезке тонкой кишки проводилось 18 опытов на 6 кошках, из них 12 опытов с отваром в концентрации 1:10 и 6 — с отваром в концентрации 1:30.

Как показывают опыты, отвар корня ревеня скального в концентрации 1:10 резко увеличивает перистальтические движения изолированного отрезка кишечника, после небольшого расслабления тонуса усиление перистальтики кишки периодически повторяется. Если в исходном состоянии сокращения отрезка кишечника были слабо выраженными, то после воздействия отвара ревеня скального происходило их резкое усиление. Вследствие повышения тонуса гладкой мускулатуры уровень линии записи значительно поднимается и держится в течение продолжительного времени, причём расслабления тонуса гладкой мышцы изолированного отрезка кишечника не происходит.

Отвар корня ревеня тангутского в концентрации 1:10 также резко увеличивает перистальтику изолированного отрезка тонкого кишечника, небольшое расслабление которого происходит только после отмывания его изотоническим раствором хлорида натрия, тогда как до воздействия отвара ревеня тангутского изолированный отрезок кишки почти не сокращался. В данном опыте, в результате резкого повышения тонуса гладкой мускулатуры, кривая записи сильно поднимается и до конца опыта держится в таком состоянии.

Для сравнения больших и малых доз отвара корня ревеня скального на изолированный отрезок кишки в одном и том же опыте применялись его отвары в концентрации 1:10 и 1:30. Из кимограммы (рис. 1) видно, что отвар ревеня скального в концентрации 1:30 вызывает расслабление тонуса изолированного отрезка тонкой кишки и сильно подавляет его моторику, а в концентрации 1:10 — заметно повышает тонус гладкой мышцы, но ее повышенный тонус периодически сменяется расслаблением и такое чередование продолжается до конца опыта.

На целостном тонком кишечнике кошек с сохранением иннервации проведены опыты на 6 кошках, наркотизированных хлоргидратом, который был взят из расчета 250 мг/кг и вводился животным подкожно в виде 20%-ного водного раствора. Как видно из кимограммы (рис. 2, а), отвар корня ревеня скального в концентрации 1:10 резко повышает тонус и усиливает перистальтические движения тонкого кишечника кош-

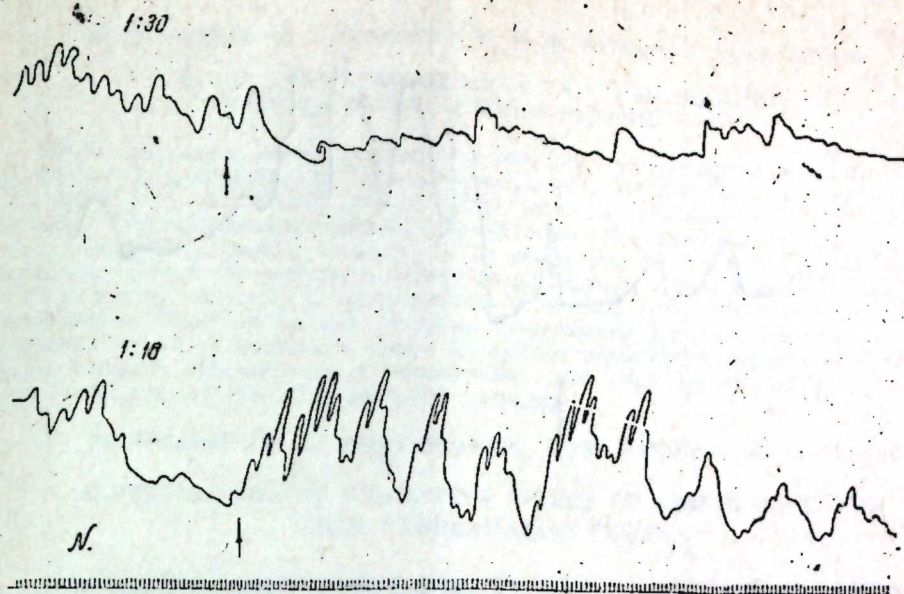


Рис. 1. Действие отвара корня ревеня скального в концентрации 1:30 (первая кр.) и 1:10 (вторая кр.) на изолированный отрезок тонкой кишки кошки. Отметка времени—5 сек.

ки. При этом уровень линии записи значительно поднимается и до окончания опыта (30 мин) держится в таком состоянии. Сравнительно изученный отвар корня ревеня тангутского в такой же концентрации способствует резкому увеличению сократительной способности тонкой кишки, хотя чрезмерно усиленная моторика в дальнейшем (через 60 мин) сменяется некоторым ее ослаблением и восстановлением исходного состояния гладкой мускулатуры (рис. 2, б).

Опыты с пероральным введением 10%-ного отвара ревеня скального и тангутского на целостном организме были проведены на 10 кроликах. Каждый кролик получал одну и ту же дозу отвара в течение 3 дней. Свежеприготовленный 10%-ный отвар вводился подопытным животным через зонд в желудок по 50 мл и велось наблюдение за их состоянием в течение 7—8 ч. Было установлено, что под действием отвара ревеня как скального, так и тангутского, через 5—6 ч происходило опорожнение кишечника животных. Стул был мягкой консистенции, без примеси слизи. У кроликов за опытный период никаких отклонений от нормы не отмечалось. В слабительном эффекте 10%-ных отваров корней скального и тангутского ревеней особой разницы не отмечено.

Таким образом, в эксперименте на кошках и кроликах установлена фармакологическая активность ревеня скального, проявляющаяся в малых дозах (1:30) в расслаблении тонуса гладкой мускулатуры, в больших дозах (1:10) в повышении тонуса и моторики тонкого кишечника и как следствие этого в послабляющем эффекте. По слабительной активности ревеня скальный не уступает импортируемому ревеню тангутскому.

Выводы

1. На изолированном отрезке тонкого кишечника отвар корня ревеня скального (1:10) вызывает повышение тонуса и усиление перистальтических движений, в концентрации 1:30 оказывает противоположный эффект — расслабляет тонус гладкой мышцы кишки.

Д. Ж. Нусеинов, П. А. Юзбашинскаја, Н. М. Фатуллаев, Р. А. Ахундов

АЗЭРБАЙЖАН ФЛОРАСЫНДА ГАЈА РЭВЭНДИНИИ ИШЛЭДИЧИ ТЭСИРИНИИ ОЈРЭНИЛМЭСИ

Тангут рэвэндини эвээдичи кими гаја рэвэндини довшанлар вэ пишиклэр үзэрини-де тэ'сире тэдиги едилмишидир. Рэвэндини көклэринде 2 груп гликозид—танногликозидлэр (6,7—10,6%) вэ антрагликозидлэр (6—23%), слэчэ дэ ашы маддэлэри (12%) ташыл-мышидыр. Гаја рэвэндини көклэринден хазырланмыш 10% биширма пишижи ајрылмыш артырыр, лэкин 1:30 нисбэтинде хазырланмыш биширма эксинэ багырсагыи саја эвэ-лэсини тонуу эинфлэди вэ исчал элэјинэ тэ'сир едир. Багырсаглэри иннервасијасы сахланмагла бүтөв организмде апарылан тэчрүбэлэри нэтичэси көстэрдэ ки, гаја рэвэндини 10%-ли биширмэси назик багырсагыи перисталтик хэрэкэтини күчлэнди-рэрэк багырсаг мөхтэвијатынын бошалмасына сэбэб олур. Бу чөхөтдөн гаја рэвэнди-илэ Тангут рэвэнди ејни тэ'сир хэссэсинэ маликдир.

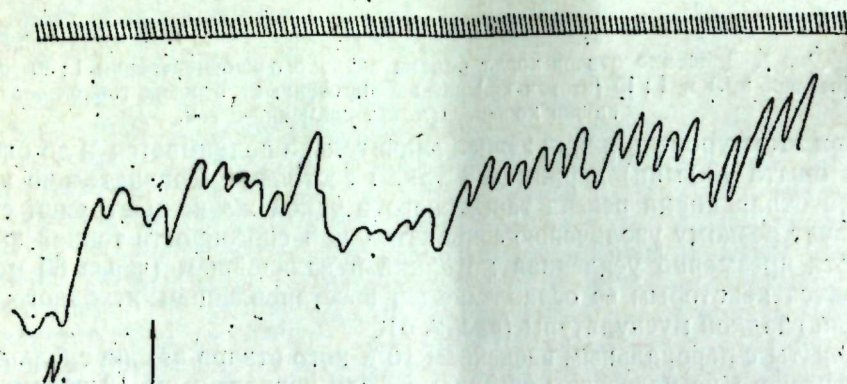
D. Ya. Guseinov, P. A. Yuzbashinskaya, G. M. Fatullaev, R. A. Akhundov

INVESTIGATION OF PURGATIVE EFFECT OF RHEUM RUPESTRA FROM AZERBAIJANIAN FLORA

In experiments carried out on cats and rabbits purgative effect of *Rheum rupestra* which is possible substitute of *Rheum tanguticum* is investigated. It was showed that roots of *Rheum rupestra* contained 2 groups of glycosides: tannoglycosides (6.7—10%) and antraglycosides (6—23%). Besides, roots of *Rheum rupestra* contained some tanning substances which caused their characteristic effect. Investigations carried out on isolated piece of small intestine demonstrated that water decoction of *Rheum rupestra* (1:10) repeated increased the intestinal peristalsis while dilution 1:30 led on the contrary to relaxation of the visceral muscles tension. Experiments carried out on intact small intestine with safe innervation revealed the strengthening of its contractility and motility that led to intestine emptying. Our data lead us to conclusion that purgative effects of *Rheum rupestra* and *Rheum tanguticum* are identical.



Н.



Н.

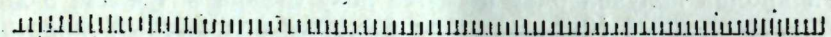


Рис. 2. Повышение тонуса и усиление перистальтических движений иннервируемого тонкого кишечника под действием 10%-ного отвара корня ревеня скального (а) и ревеня тангутского (б).
Отметка времени—5 сек.

2. На целостном иннервируемом кишечнике 10%-ный отвар ревеня скального резко усиливает сократительную способность тонкого кишечника.

3. Пероральное применение 10%-ного отвара корня ревеня скального вызывает у подопытных животных через 5—6 ч опорожнение кишечника.

4. Слабительные эффекты корней скального и ревеня тангутского, изученные сравнительно, оказались идентичными, что указывает на возможность замены импортируемого ревеня тангутского ревенем скальным.

Литература

1. Флоры Азербайджана, т. III, стр. 162—163, Баку, 1952.
2. Муравьева Д. А. Фармакогнозия. М., 1978.
3. Николаев М. П. Учебник фармакологии. М., 1941.
4. Турова А. Д. Лекарственные растения СССР и их применение: М., 1974.

УДК 582.52/59 (479.24)

БОТАНИКА

С. Г. МУСАЕВ

**НОВЫЕ ТАКСОНЫ ДЛЯ ФЛОРЫ СССР,
АЗЕРБАЙДЖАНА И АПШЕРОНА**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. Д. Мустафаевым)

При обработке гербарного материала, собранного автором на Апшероне, выявлены следующие виды пшеницы:

1. *Triticum sphaerosocsum* Perciv.

Пшеница круглозерная до последнего времени не была отмечена во флоре СССР и Азербайджана [1, 7, 8]. Впервые она была собрана нами на Апшероне, считается как новый вид для флоры СССР. Главный ареал распространения этого вида является Пенджа (Индия), встречается также в соседних провинциях Индии. Тип *holanicum* с почти круглым зерном возделывается в Сирии, Палестине, Аравии и в районах, прилегающих к Красному морю, до Синая [8].

2. *Triticum timopheevi* (Zhu k.) Zhu k.

Эндемичный вид Западного Закавказья [9]. В последнее время этот вид собран нами на Апшероне и является новым для флоры Азербайджана.

3. *Triticum turanicum* Jakubz.

Этот вид распространен на Кавказе, в Средней Азии и Иране. В мире встречается 13 разновидностей туранской пшеницы. В Азербайджане зарегистрировано 11 разновидностей, из которых 8 (*Triticum turanicum* var. *turanoaffine*, var. *turanohordeiforme*, var. *turanoprovincum*, var. *turanoturciense*, var. *turanoalexandrium*, var. *turanoboscum*, var. *turanopanicum*, var. *turanoniloticum*) впервые описаны акад. И. Д. Мустафаевым. На Апшероне *T. turanicum* зарегистрирован в Ботаническом саду (25. V 1968, С. Г. Мусаев).

4. *Triticum carthlicum* Nevskii

Во флоре Азербайджана впервые зарегистрирован Н. Н. Кулешовым в 1926 г. в Нахичеванской АССР, а в следующие годы, т. е. 1959—1968 гг., И. Д. Мустафаевым приведены новые местонахождения шести разновидностей на различных высотах от 90 до 1600 м над ур. моря в Кубинском массиве, Талыше, Алазань-Афторанской долине, на Куринской равнине, Кура-Араксинской низменности и других ботанико-географических регионах Азербайджана.

На Апшероне встречается, по-видимому, как смесь среди других растений. Ясамальская долина (25. V 1972, С. Г. Мусаев). Этот сбор относится к var. *stramineum* Flaksb.

В основном встречается на Кавказе, Малайзии и Иране.

5. *Triticum polonicum* L.

В Азербайджане зарегистрирована впервые И. Д. Мустафаевым [5] в качестве редкой примеси в посевах твердой пшеницы. На Апшероне известна с территории Ботанического сада АН Азерб. ССР (23. V 1969, С. Г. Мусаев). Этот вид встречается на Кавказе, Западной Сибири, Средней Азии, Средиземноморья, Малоазии, Иране и Гималайских районах, 6. *Triticum spelta* L.

Этот вид не был известен в Азии [3]. Только в 1923 г. П. М. Жуковский (Иран), в 1933 г. М. Г. Туманяном (Армения), в 1945 г. В. Н. Мартенсен (Туркмения), в 1954 г. Л. Л. Декапрелевичем (Ирак), в 1960 г. И. Д. Мустафаевым (Азербайджан) впервые были найдены из указанных регионов экземпляры этого вида. Таким образом было выяснено его переднеазиатское происхождение. В Институте генетики и селекции АН Азерб. ССР имеется 70 образцов этого вида, относящихся к 17 разновидностям. Из них 3 разновидности характерны для флоры Азербайджана (*T. spelta* var. *alefeldii*, var. *ardinii*, var. *rubrovelutinum*). Одна новая разновидность (*T. spelta* var. *alboardinii*) описана И. Д. Мустафаевым а В. Ф. Дорофеевым описаны 2 разновидности (*T. spelta* var. *pseudopalboardinii*, var. *alboardinsum*).

В Азербайджане этот вид встречается на Апшероне, в Ясамальской долине, на южных травянистых склонах (25. V 1968 С. Г. Мусаев), Ботаническом саду АН Азерб. ССР (23. VI, 1968, С. Г. Мусаев).

7. *Triticum monosocsum* L.

В Азербайджане культурная однозернянка известна с 1926 г. после экспедиционного собрания Н. Н. Кулешова (ВИР).

И. Д. Мустафаевым *T. monosocsum* Host была собрана в Шушинском, Степанакертском, Лачинском районах. Им же впервые в республике обнаружены редкие разновидности — *T. monosocsum* var. *laetissimum* t., *monosocsum* var. *flavescens* и *T. monosocsum* var. *pseudoflavescens* в Нагорном Карабахе. В Азербайджане представлены 9 разновидностей и одна форма этого вида.

На Апшероне *T. monosocsum* впервые зарегистрирована в Ботаническом саду (25. V 1969, С. Г. Мусаев). Все азербайджанские формы культурной однозернянки, по И. Д. Мустафаеву, представлены Нагорно-Карабахской экологической группой — *proles carabachicum* Vav.

Ареал этого вида распространен на Кавказе, в Европейской части СССР, Средней Европе, Средиземноморье, Малайзии, Иране.

8. *Triticum compactum* Host.

В Азербайджане карликовая (плотноколосая) пшеница встречается в посевах твердой пшеницы в горных селах Нахичеванской АССР, НКАО, Кельбаджарском, Шемахинском, Кусарском, Кубинском, Закавказском и других районах [1, 2], а чистые посева — только в Нахичеванской АССР.

По данным И. Д. Мустафаева, в Азербайджане известны 13 разновидностей этого вида. Из них *T. compactum* var. *speldensis*, *T. compactum* var. *icterinum* приведены И. Д. Мустафаевым впервые для флоры Азербайджана.

На Апшероне *T. compactum* Host. впервые зарегистрирована в Ботаническом саду (25. V 1968, С. Г. Мусаев).

Ареал этого вида распространен на Кавказе, Европейской части СССР, Средней Азии, Западной и Восточной Сибири, Дальнем Востоке, Средней Европе, Средиземноморье, Малайзии, Иране и в Японо-Китайских районах.

9. *Triticum durum* var. *leucurum* All.

Эта разновидность до настоящего времени была известна из Нахичеванской АССР и Нагорного Карабаха (20—1500 м над ур. моря), Апшерон-Ясамальская долина (25. V 1972, С. Г. Мусаев).

10. *Triticum durum* var. *erythromelan* K. B. n.

Черные остистые разновидности этого вида, по данным И. Д. Мустафаева, А. В. Али-заде [4], известны в посевах Ахсуинского, Шемахинского, Шекинского, Закатальского, Масаллинского, Сабирабадского, Исмаиллинского, Казахского, Мир-Баширского, Али-Байрамлинского, Девичинского и Кахского районов от 50 до 680 м над ур. моря.

Апшерон-Ясамальская долина, южные травянистые склоны (25. V 1972, С. Г. Мусаев).

Географическое распространение видов указано по Н. Н. Цвелову [9].

В заключение выражаю благодарность И. Д. Мустафаеву за помощь при определении видов рода *Triticum* L.

Литература

1. Карягин И. И. Род *Triticum* L. во фл. Азерб. I, Баку, 1950.
2. Мустафаев И. Д., Гришина Е. Н. В кн.: «Определитель пшениц Азербайджана». Баку, 1973.
3. Мустафаев И. Д., Али-Заде А. В., Гришина Е. Н. В кн.: «Определитель пшениц Азербайджана». Баку, 1973.
4. Мустафаев И. Д., Али-Заде А. В. В кн.: «Определитель пшениц Азербайджана». Баку, 1973.
5. Мустафаев И. Д., Али-заде А. В. В кн.: «Определитель пшениц Азербайджана». Баку, 1973.
6. Мустафаев И. Д., Али-заде А. В. В кн.: «Определитель пшениц Азербайджана». Баку, 1973.
7. Невский С. А. В кн.: «Флора СССР», 2, Л., 1934.
8. Фляксбергер К. А. Определитель настоящих хлебов. Пг., 1922.
9. Цвелев Н. Н. В кн.: «Злаки СССР», Л., 1976.

Институт ботаники

Поступило 20. V 1980

С. Г. Мусаев

БУГДА ЧИНСИНИН ССРИ, АЗЭРБАЙЧАН ВӘ АПШЕРОН ФЛОРАСЫНЫН ЖЕНИ ТАКСОНЛАРЫ НАГГЫНДА

Топланмыш гербарии материалларынын анализин натичесинде ССРИ (*Triticum sphaerococcum*), Азербайжан (*T. timopheevii*) вә Апшерон (*T. turanicum*, *T. polonicum*, *T. carthlicum*, *T. spelta*, *T. monococcum*, *T. compactum*, *T. durum* var. *leucurum* var. *erythromelan*) флорасы үчүн жени таксонлар мұәјјән едилмишдир.

S. G. Musayev

NEW TAXA OF THE GENUS TRITICUM L. FOR THE USSR, AZERBAIJAN AND APSHERON

By critical treatment of herbarium materials on the genus *Triticum* new taxa—*sphaerococcum* (for the USSR), *T. timopheevii* (for Azerbaijan) and *T. turanicum*, *T. polonicum*, *T. carthlicum*, *T. spelta*, *T. monococcum*, *T. durum* var. *leucurum*, var. *erythromelan* (for Apsheron)—were established.

УДК 581.16+581.14

А. М. МАСНЕВ

РАЗМНОЖЕНИЕ И РОСТ ЛИПЫ КAVКАЗСКОЙ НА АПШЕРОНЕ

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

К роду липа — *Tilia* L. относится до 45 видов, распространенных в умеренной и теплоумеренной зонах Северного полушария. В СССР произрастает 16 видов липы, большинство из них на Кавказе и в Крыму [1]. В Азербайджане в диком виде произрастает 4 вида [2], из них больше всего распространена липа кавказская (*Tilia caucasica* Rupr.), которая преимущественно в смеси с другими лиственными породами поднимается высоко в горы.

Липа кавказская — теневыносливая, но отлично развивается и на открытых местах. Имеет красиво построенную и легко формирующуюся тенистую крону с густыми ветвями, обильной листвой и душистыми цветами, выделяющими нектар высокой сахаристостью [3, 4], с хорошо развитым стержневым и сильными боковыми корнями. Она отличается хорошим ростом и выносливостью в различных почвенных и климатических условиях. Благодаря упомянутым качествам липа кавказская является одной из ценных пород для озеленения городов и других населенных пунктов [5—10].

Несмотря на сказанное, липа кавказская очень редко встречается в озеленении городов и сел Азербайджана, в декоративных питомниках почти не выращивается.

Учитывая это, начиная с 1972 г., нами проводились опыты по ее размножению и внедрению с целью озеленения, и поэтому были привезены разновозрастные дички семенного и вегетативного происхождения из Лерикского, Кедабекского и Кубинского районов, которые резко различаются по почвенно-климатическим условиям. Одновременно семена липы кавказской были собраны из Батуми. Посев производился с очищенными и неочищенными семенами 9 ноября на глубину 3 см в заранее подготовленный субстрат из смеси почвы, торфа и песка в соотношении 1:1:1. Всходы семян, очищенных от кожуры в первый год после посева появляются от 2/IV—до 5/V, у неочищенных — от 29/IV—до 5/V.

При этом у очищенных семян в первый год отмечены всходы на 30%, во второй — на 11%, а у неочищенных соответственно 17 и 13%. На второй год после посева семена прорасли позже (26.IV—29/V), чем в первый год. Некоторый процент всходов повреждается птицами и улитками. Приживаемость оставшихся всходов составляет 100%.

Семена прорастают, вынося семядоли на поверхность, где они появляются сначала покрытые семенным колпачком, а затем разворачиваются в виде двух пяти-шестилопастных листьев. Настоящий лист трога-

ется в рост на 13—18-й день после появления семядолей на поверхности почвы. В первый год появляется от 5 до 7 листьев. В пазухах настоящих листьев и семядолей закладываются пазушные почки. Размеры почек увеличиваются к вершине побега. Боковых ветвей однолетние сеянцы не образуют. Некоторые экземпляры образуют боковые ветви во второй год жизни, а большинство в — третий год. Как видно из таблицы, если не принимать во внимание отдельные случаи, с возрастом наблюдается повышение интенсивности роста верхушечного побега по диаметру и высоте. В поливных условиях Апшерона липа кавказская в первый год жизни растет медленно. В дальнейшем годовой прирост верхушечного

Годовой прирост верхушечного побега липы кавказской в зависимости от возраста

Возраст, годы	Показатели роста	
	Высота, см	Диаметр, мм
1	7,9 ± 0,65	2,4 ± 0,22
2	14,9 ± 0,71	4,2 ± 0,24
3	40,6 ± 1,81	6,8 ± 0,70
4	79,2 ± 2,35	9,8 ± 0,91
5	140,2 ± 8,09	13,4 ± 0,53
6	86,0 ± 7,55	9,7 ± 0,33
7	112,4 ± 4,89	13,3 ± 0,55
Общий рост 7-летних растения	413,0 ± 14,42	57,3 ± 1,55

побега почти в два раза превышает предыдущий прирост. Это закономерность продолжается до шестого года жизни. У четырехлетних саженцев при обрезке всех боковых ветвей отмечен интенсивный рост верхушечного побега на 5-й год жизни. Так, годовой прирост верхушечного побега в этом году составил 140,2 см в высоту и 13,4 мм в диаметре. Максимальные показатели роста у отдельных особей были равны по высоте 183 см, а в диаметре 15,1 мм. Ежегодный средний прирост по высоте за семь лет варьировал от 7,9 до 140,2 см. Семилетние саженцы достигали 4,13 м (3,3—4,6) высоты, а диаметр ствола у корневой шейки составлял 57,3 (36—72) мм. Рост липы кавказской зависит как от мест обитания, так и от приемов агротехники. В условиях Ташкента [5], оди-летние сеянцы достигали в среднем 66 см высоты, а в наших условиях всего лишь 7,9 см. В то же время у единичных экземпляров отмечена высота до 60 см.

В условиях Апшерона липу кавказскую можно размножить и отводками. Для плоучения отводков использовали боковые ветви. У 4—5-летних саженцев срезали надземную часть на 40—50 см выше корневой шейки; на оставшемся пенёчке отрастало до 12 пророслевых побегов, которые на следующий год пригибали к почве (глубина ямы 20—25 см), присыпали землей, оставляя точки роста на поверхности земли. В конце вегетации количество укоренившихся побегов составляло: поврежденных или наноловнну окольцованных ветвей — 100%; контрольных — 60—65%. Отводки образовали от 4 до 12 кореньев длиной 15—25 см, на которых появляются многочисленные боковые корни. После отделения от материнского растения — в конце первого года отводки были вполне пригодны для доращивания в школе.

Благодаря развитой корневой системе дички липы кавказской, привезенные как из разных почвенно-климатических условий, так и выращенные из семян и пересаженные на постоянное место в условиях ботанического сада, хорошо прижились (100%). Опыты показали, что саженцы быстро отрастают после механических повреждений, хорошо переносят стрижку, что позволяет придавать растению любую форму.

У липы кавказской в условиях Апшерона фаза набухания почек наступает в середине марта, полное облиствление в первой декаде апреля, начало листопада отмечено в конце сентября, а конец листопада — во второй половине ноября. Продолжительность вегетации — 240—250 дней. Уход за растениями заключался в прополке, рыхлении и поливе. Сеянцы в питомнике поливались через 10—12 дней, в школе и отдельно посаженные растения — через 25—30 дней, начиная с марта до начала октября.

Выводы

1. В условиях Апшерона, липу кавказскую можно размножать семенами, отводками и дичками. При осеннем посеве семян, очищенных от кожуры, всхожесть весной составляет 30%, а во втором году после посева — 11%, у неочищенных соответственно 17 и 13%. Количество укоренившихся отводков составляет: поврежденных или окольцованных — 100%, контрольных — 60—65%. Полностью приживаются дички, привезенные из различных почвенно-климатических условий.

2. Ежегодный средний прирост верхушечного побега липы кавказской по высоте за семь лет варьировал от 7,9 до 140,2 см. Семилетние саженцы семенного происхождения достигают 4,13 (3,3—4,6) м высоты, а диаметр корневой шейки — 57,3 (36—72) мм. Вегетация продолжается 240—250 дней.

3. Липа кавказская-художественно-декоративна летом по форме кроны и листовой пластинке. Зимой — красновато-бурыми побегами и почками устойчива к местным условиям и ее можно применять в озеленении для аллеиной, одиночной и групповой посадок.

Литература

1. Деревья и кустарники СССР, т. IV. Изд-во АН СССР. М.—Л., 1958.
2. Флора Азербайджана, т. VI. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1955.
3. Гирник Д. В. «Пчеловодство», № 11, 17, 1961.
4. Шумаева Л. М. Интродукция и акклиматизация растений, вып. 9, 103—107. Ташкент, 1972.
5. Шумаева Л. М. Интродукция и акклиматизация растений, вып. 6, 90—95. Ташкент, 1970.
6. Шумаева Л. М. Интродукция и акклиматизация растений, вып. 11, 72—80. Ташкент, 1974.
7. Грохольская В. С. Использование липы в защитных насаждениях и озеленении поселков. Гослесбумиздат. М.—Л., 1950.
8. Денчик В. П. Труды Центр. республ. бот. сада, т. VII, 1962.
9. Лория М. Л. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1966.
10. Деревья и кустарники Алма-тинского ботанического сада. Алма-Ата, 1959.

Институт ботаники

Поступило 31. III 1980

Э. М. Мэсијев

АБШЕРОНДА ГАФГАЗ ЧӨКӘСИННИ ЧОХАЛДЫЛМАСЫ ВӘ БӨЈҮМӘСИ

Тәдқиғат нәтижәсиндә мәрәјән едилмишдир ки, Абшерон шәрантиндә Гафгаз чөкәсини тохуму илә, фирғәндә етмәклә вә чыр тикләрдә чохалтмағ олар. Гафгаз чөкәсини тохумундан алынмиш биткиләрин әсас зөгүнүн орта иллик артымы 7 ил әрзиндә 7,9—140,2 см арасында дәјшир. Биткинин јашы артдығча бөјүмә интенсивлији сүрәт-

ләннр. 7 иллик биткинин үмуми һүндүрүлү 4,13 (3,3—4,6) м, көк боғазында диаметр 57,3 (36—72) мм-ә барабар олур. Векетасиясы 240—250 күн давам едир. Яшыгдырмада тәк-тәк вә групп һалында әкилмәси мәсләһәт көрүлүр.

А. М. Masiev

THE MULTIPLICATION AND GROWTH OF CAUCASIAN LIME IN APSHERON

As a result of research it is determined that Caucasian lime propagates by seeds, layers, wildings. Caucasian lime is decorative in summer—in form of crown of the tree and leaf-plates, but in winter—by red-brown sprouts and buds is quite stable to local conditions. It may be recommended to be used in place of greenery for alley and also for individual and group plantings.

АЗӘРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҪУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 6

1981

УДК 575:576:3:633.11

ЦИТОГЕНЕТИКА

В. Г. ХАЛИЛОВ

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕЖРОДОВЫХ ГИБРИДОВ *Ae. ventricosa* Tausch x *T. durum* Desf F₁ и F₂

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. Д. Мустафаевым)

В настоящее время всеми тритологами признано, что одним из компонентов в возникновении гексаплоидных пшениц был какой-то тетраплоидный вид с геномной формулой AABB. Сегодня большинство исследователей наиболее вероятным донором компонента AABB считают *T. persicum* (Tanaka, 1961; Kihara, 1965; Tabuschi, 1969). Полагается, что в результате спонтанного скрещивания *T. persicum* с *Ae. squarrosa* subsp. *stragulata* и последующего удвоения числа хромосом у естественно полученного гибрида возникла первая гексаплоидная пшеница.

Одним из актуальных вопросов современной цитогенетики является выяснение роли цитоплазмы, ядерно-цитоплазматических взаимоотношений в происхождении и эволюции гексаплоидных пшениц.

Известно, что цитоплазма является благоприятной средой для нормальной деятельности наследственного материала—ядра. Развитие кивого организма, начиная от оплодотворенной яйцеклетки определяется взаимодействием наследственного материала с цитоплазмой, в которой этот материал существует. Поэтому изучение особенностей цитоплазмы, влияние ее на проявление наследственных признаков имеет большое значение.

У естественных аутодиплоидных организмов в длительном эволюционном процессе обеспечено равновесие между ядром и цитоплазмой. В результате такого согласованного взаимодействия ядра и цитоплазмы они оказываются полностью жизнеспособными и фертильными. Однако у отдаленных гибридов, поскольку они содержат гаплоидный набор хромосом двух разных растений, относящихся к различным видам и родам, в первую очередь нарушается равновесие между ядром и цитоплазмой. Здесь судьба гибридного организма определяется совместимостью ядра и цитоплазмы скрещиваемых видов, взаимодействием двух разных генетических систем. Часто результат ядерно-цитоплазматических взаимоотношений в отдаленной гибридизации выражается в нескрещиваемости видов, нежизнеспособности полученных гибридных зерен, стерильности гибридов первого поколения и т. п. Обычно подобные гибриды характеризуются также сильно нарушенным мейозом. При этом часто встречается неправильная конъюгация хромосом, их неравномерное расхождение в анафазе и т. п. Редко обнаруживается фрагментация и лишение хромосом.

Нескрещиваемость видов, несовместимость ядра и цитоплазмы скрещиваемых видов и стерильность гибридов первого поколения, обусловленные неправильным течением мейоза являются факторами, которые

нельзя не учитывать при решении проблемы возникновения гексаплоидных пшениц в естественных условиях.

В настоящее время донором третьего генома гексаплоидных пшениц считают вид *Ae. sguarrosa* subsp. *strangulata*. При таком обстоятельстве скрещивание между тетраплоидными видами пшениц и *Ae. sguarrosa* должно происходить относительно легко, полученные гибридные зерна обладать значительно высокой жизнеспособностью, а гибриды первого поколения иметь достаточную фертильность. Однако, судя по таким данным, вопрос об участии *Ae. sguarrosa* в становлении третьего генома гексаплоидных пшениц вызывает сомнение, так как он плохо скрещивается с тетраплоидной пшеницей, полученные гибридные зерна часто нежизнеспособные и гибриды первого поколения стерильные.

В природе существует еще три тетраплоидных вида эгилопсов, которые также содержат Д геном и хорошо скрещиваются с пшеницей и растения F₁ достаточно фертильные. Они следующие: *Ae. cylindrica*, *Ae. ventricosa*, *Ae. crassa*. Среди них особое внимание заслуживает вид *Ae. ventricosa*, так как он лучше скрещивается с тетраплоидной пшеницей не только в опыте, но и в природе. При этом полученные гибриды оказываются самофертильными.

Обнаружено, что *Ae. ventricosa* устойчив к бурой ржавчине, тогда как все разновидности *Ae. sguarrosa* и другие тетраплоидные виды с геномом Д восприимчивы к этой болезни (Мигушова, 1975).

Путем отдаленной гибридизации и отбора в потомстве гибридов *Ae. ventricosa* Tausch. × *T. durum* Desf. Сорокина получила формы типа *T. spelta*, которые имели в соматических клетках 42 хромосомы и нормальный мейоз (Сорокина, 1935 б).

В Институте генетики Г. Р. Пираловым под руководством И. Д. Мустафаева исследовано взаимоотношение пшеницы, эгилопса и ржи. На основании полученных данных авторы полагают, что становление аллогексаплоида может осуществляться также через гибридизацию тетраплоидных пшениц с видами *Ae. ventricosa* (Мустафаев, Пиралов, 1980).

В наших исследованиях в комбинации *Ae. ventricosa* Tausch. × *T. durum* Desf. (сорт Севиждж) завязываемость гибридных семян составляла 8%. Из полученных 28 гибридных зерен 27 дошли до взрослого растения. В мейозе гибридов наблюдали до 3 бивалентов, преимущественно конъюгация хромосом отсутствовала. Гибриды первого поколения были самофертильными и в F₂ получено много анеуплоидных растений типа гексаплоидных пшениц, среди которых были также 56-хромосомные амфидиплоиды.

На основании лучшей скрещиваемости с тетраплоидными видами пшениц, жизнеспособности гибридных зерен, самофертильности гибридных растений первого поколения, а также широкого расщепления по типу гексаплоидных пшениц можно предполагать, что в становлении Д генома гексаплоидных пшениц в качестве материнской формы участвовал *Ae. ventricosa*. Вероятно, что в результате спонтанного скрещивания *Ae. ventricosa* с тетраплоидной пшеницей и последующего самоудвоения числа хромосом у естественно возникших гибридов появились амфидиплоиды с геномной формулой ААВВДДММ или путем слияния анеуплоидных гамет получился неполный амфидиплоид с геномной формулой ААВВДДМ. Позднее, в процессе эволюции, видимо, М геном этих амфидиплоидов подвергался элиминации и таким образом возникла первая гексаплоидная пшеница с геномной формулой ААВВДД.

1. Мустафаев И. Д., Пиралов Г. Р. «Генетика», т. XXI, № 8, 1980. 2. Мигушова Э. Ф. Труды по прикл. бот. генет. и селекции, т. 55, вып. 3, 1975. 3. Сорокина О. Н. Труды по прикл. бот. генет. и селекции, серия 2, № 7, 1935.

Институт генетики и селекции

Поступило 20: XII 1980

В. И. Халилов

ЧИНСЛЭРАРАСЫ ГИБРИДЛЭРИНИН СИТОКЕНЕТИК ӨЛРЭНИЛМЭСИ

Ae. Ventricosa Tausch. × *T. Durum* Desf. F₁ в F₂ чинслэрарасы гибриды алынмышдыр. Гибридин дэнтутма фазни 8% олмушдур. Алынмыш гибрид дэилэр жүксөк һөјат габиллјјэтинэ малл олмуш, биринчи нэсил биткилэри нэс кифајэт гэдэр фертил олмушдур. Гибридлэрин икинчи нэсли гексаплоид бугда типиндэ парчаланма вермишдир. Биринчи нэсл гибридлэринин мејозунун анализи заманы 3-э гэдэр бивалент ашкар олунмушдур, әксэрэн хромосомлар конјугасија етмэмшдир. Алынмыш нэтичэлэрэ әсасэн күман етмэк олар ки, гексаплоид бугдаларын үчүнчү кенемунун әмэлэ кәлмәсиндә *Al. ventricosa* нөү иштирак етмишдир.

V. G. Khalilov

CYTOGENETICAL STUDY OF INTERGENERIC HYBRIDS *AE. VENTRICOSA* TAUSCH. × *T. DURUM* DESF. F₁ and F₂

Cytogenetic analysis of *Ae. ventricosa* Tausch. × *T. durum* Desf. was studied. According to the findings we can suppose that *Ae. ventricosa* which crosses better with the tetraploid wheat and gives fertile progeny takes part in the formation of the third genome of hexaploid wheats. It takes its mother form because its cytoplasm corresponds to the cytoplasm of hexaploid wheats.

Л. И. ВЕЛИЕВА

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПРОИСКАХ АНГЛИЧАН НА КАСПИИ
ВО ВТОРОЙ ЧЕТВЕРТИ XVIII в. ПО СООБЩЕНИЯМ
РУССКИХ КОНСУЛОВ**

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

Во второй четверти XVIII в. английская буржуазия в лице специально созданной «Русской компании» (Russian company) проводила активную колониальную политику в бассейне Каспийского моря, что в определенной степени имело непосредственное отношение к Азербайджану. Однако этот процесс не нашел своего полного отражения ни в советской, ни в зарубежной историографии. Касаясь торговли англичан в пределах Персидского государства в 30—40-х годах XVIII в., как советские [11, с. 98—117; 6, с. 67 и др.], так и английские исследователи [12, pp. 26—28; 15, pp. 220—240; 16, pp. 269—272 и др.] рассматривали данный вопрос в общем контексте, без специального анализа, а главное они видели в «Русской компании» исключительно торговую факторию. Такой односторонний подход во многом объясняется узкой источниковедческой базой указанных работ. При освещении этого вопроса в качестве источников в основном привлекались дневники и путевые заметки английских коммерсантов [13, 17], отдельные дореволюционные монографии [7, 8]. Однако в русских архивах хранятся ценнейшие материалы, помогающие раскрыть подрывную деятельность английской торговой компании в бассейне Каспийского моря, которая, прикрываясь торговыми операциями, была активным проводником колониальной политики английской буржуазии. К таким документам относятся, прежде всего, сообщения русских консулов из Азербайджана и Персии в Санкт-Петербург.

Добившись в 1734 г. по англо-русскому торговому договору права транзита через Россию в Персию [7, с. 109; 5, с. 126; 15, р. 220], «Русская компания» послала в Россию своего агента — морского офицера капитана Дж. Эльтона, перед которым прежде всего стояла задача найти наиболее удобный путь через Россию на Восток. В 1735 г. Дж. Эльтон принял участие в Оренбургской экспедиции, организованной русским государством. Его цель в экспедиции заключалась в том, чтобы найти удобный торговый путь через Россию вглубь Азии [8, с. 384; 13, pp. 9—10]. Убедившись в неудобстве этого пути Эльтон в 1739 г. с другим агентом «Русской компании» Мунго Гремом совершил разведочное путешествие в Персию [13, pp. 11—20]. Ознакомившись с местной торговлей, англичане пришли к выводу, что торговля в бассейне Каспийского моря сулит большие выгоды. Это объяснялось в первую очередь наличием богатейших источников шелка-сырца в азербайджанских провинциях (Ширване,

Ареше), который английские купцы могли здесь покупать из первых рук [9, с. 129—140].

Добившись в Персии грамоты о торговых привилегиях для своей компании, англичане приступили к строительству кораблей для плавания на Каспии. Английские суда строились с разрешения русского правительства, на русских верфях в Казани. Но уже в первый период их плавания по Каспийскому морю они использовались не только для перевозок товаров компании, но и судовых снастей для постройки персидского флота. С 1742 г. в Коммерц-коллегию и Коллегию иностранных дел стали поступать от находившихся в Азербайджане и Персии русского резидента Братищева и консулов Арапова и Бакунина донесения о таких действиях Эльтона и тайно содействующей ему «Русской компании», которые вынудили русское правительство принять специальные меры предосторожности. Русские консулы сообщали о подрыве англичанами русской торговли зерном на Каспии, о враждебном отношении английских коммерсантов к русским купцам и консулу и т. д. Уже в 1743 г. русский резидент Братищев сделал вывод: «До тех пор, пока англичане будут находиться в Персии, они будут чинить препятствия России» [1, л. 29об.]. Наибольшую же опасность для России представляла деятельность Эльтона по строительству персидского флота. Осведомленный о желании Надир-шаха завести свой флот на Каспии, Эльтон при первой же встрече с представителями персидской администрации представился морским офицером, умеющим строить корабли [10, с. 15]. Торговый флот был необходим Надир-шаху, чтобы взять в свои руки каспийскую торговлю, военный же — для усмирения восстаний в северо-восточных районах Азербайджана и успешной борьбы с горцами Дагестана [11, с. 106]. Разумеется, Россия опасалась появления персидского флота на Каспии — это вынудило бы ее иметь здесь дополнительный контингент войск. Усилия же Эльтона, перешедшего на персидскую службу, в деле строительства персидского флота были безуспешными. Так, в январе 1745 г. им был построен первый двадцатипушечный корабль [3, лл. 79—80], приспособленный, как для перевозки пешего, так и конного войска.

Подобный ход событий не мог не волновать русское правительство. Уже с 1744 г. правительство России запретило пересылку товаров на имя Эльтона, пригрозив вообще запретить торговлю, если Эльтон и его компаньоны не покинут пределы Персии. Члены «Русской компании» до сих пор заявлявшие, что «обвинения против него (Эльтона. — Л. В.) базировались на ложных и предумышленных рапортах армянских и русских купцов» [14, р. 288], осознав безвыходность положения, прилагали максимум усилий, чтобы отмежеваться от скомпрометировавшего себя на персидской службе Эльтона, заявляя, что он действовал, не имея никаких инструкций, исключительно по собственной инициативе. В своем письме к Эльтону от 26 октября 1744 г. купцы «Русской компании» предлагали ему вернуться в Англию, для спасения их торговли, обещая за это пенсию «в 400 фунтов стерлингов... и честной чин в Великобританском флоте» [2, л. 443]. Купцы обратились в Коллегию иностранных дел с просьбой дать Эльтону паспорт на свободный проезд из Персии через Россию в Англию.

Хотя паспорт на свободный проезд через Россию был отправлен Эльтону вместе с упомянутым письмом от его английских хозяев, он не только не вернулся в Англию, но вообще перестал приезжать в Астрахань, опасаясь насильственной высылки. Русский консул И. Бакунин доносил, «что мустафий морской команды Мирза Тагий» неоднократно го-

ворил ему, «что присланной из России паспорт якобы от Эльтона шаху давно уже объявлен» [4, л. 269об.]. Вероятно, Эльтон воспользовался и этим случаем, чтобы еще раз оговорить русских, препятствующих строительству персидского флота. «Обещанный вызов его отсюда не иначе как в вящей ему Эльтону кредит при персидском дворе они (Эльтон и английские купцы — Л. В.) обратили» [4, л. 269], — писал по этому случаю И. Бакунин.

Причину отказа Эльтона вернуться в Англию почти все английские исследователи объясняют тем, будто Надир-шах запретил ему покинуть Персию [12, р. 27; 14, р. 289 и др.]. Но новые архивные материалы свидетельствуют об обратном. Отрекающаяся на словах от Эльтона, «Русская компания» на деле поддерживала его активность на персидской службе и отнюдь не была заинтересована в его возвращении в Англию. И. Бакунин 15 сентября 1746 г. доносил, что 17 августа 1746 г. Эльтон был принят шахом, который засвидетельствовал ему, «что службою его весьма доволен, и что он Эльтон будучи иностранной человек, может в свое отечество возвратиться, ежели хочет; на то ему Эльтон, кланяясь ответствовал, что он еще его шахову величеству никакой своей службы не оказал, но впредь оказать оную может, шах де его спросил, может ли он вдруг сто судов заложить и строить: на то Эльтон донес, что сколько может служить и трудиться он готов от всего усердия» [4, л. 238]. Таким образом, дело было вовсе не в тираннии Надир-шаха. Купцы «Русской компании», обещая Эльтону 400 фунтов стерлингов открыто в случае возвращения его в Англию, тайно пообещали ему в несколько раз больше, если он останется в Персии строить флот и окажет их компании протекцию при шахском дворе. И. Бакунин в реляции от 30 сентября 1746 г. доносил, что персидский «Мустафий морской команды Мирза Тагий объявлял ему за конфиденцию об определенной ему Эльтону компанейской пенсии, которая де по смерти утверждена и состоит в двух тысячах рублях на год» [4, л. 269об.]. Таким образом, Эльтон получал от «Русской компании» за свою службу при персидском дворе в пять раз больше денег по сравнению с 400 фунтами стерлингов «нарочитой пенсии», обещанной в случае возвращения в Англию. Такая щедрость со стороны английских купцов неслучайна. Услуги, оказываемые Эльтоном компании, трудно переоценить. Бакунин сообщал: «... всем уже то известно, что он Эльтон здешнюю службу принял и основание персидскому флоту положил, и столь прилежно далее в том простирается не для чего друга, как токмо, дабы английский торг всячески здесь распространить и своим кредитом от всяких здешних противностей оной охранять и защищать. Обретающиеся здесь (английские) прикащики письменно и словестно хотя притворствуют, что якобы с ним Эльтоном имеют спор и ссору...» [4, лл. 268—269].

Расширяя свою торговлю под покровительством Надир-шаха, англичане стремились вытеснить русский и монополизировать торговлю на Каспии. Уже с самого начала торговли англичан в прикаспийских областях русским купцам было трудно конкурировать с ними. Сукно, которое русские продавали по 6—7 рублей аршин, англичане — «малым свыше трех рублей» [4, л. 272]. А в дальнейшем они собирались еще более понизить цены: «Они (англичане. — Л. В.) здесь похваляются, — писал Бакунин, — что нарочно свои товары с убытком в наклад через несколько лет продавать будут, дабы тем всех других наций купцов от здешней коммерции отучить и отогнать» [4, л. 271об.]. Это было реально, ибо

за счет продажи местного шелка в Англии купцы получали огромные прибыли: «...на здешнем шелку, который они на выбор лучшей покупают, могут они в Англии получить на сто процентов по сту и более, и тако ни единая де нация в торгу их здесь преодолеть не может» [4, л. 272].

Стремясь скрыть от правительства России антирусскую направленность своей политики в бассейне Каспия, англичане пытались подкупить консула И. Бакунина. В одном из донесений он сообщал: «Они (английские купцы. — Л. В.) мне... много внушали чтоб весьма б не малая была мне от них польза, ежели б я с ними по их интересам поступал и в надлежащая места о здешних их делах и намерениях не доносил» [4, лл. 270об. — 271]. Когда же консул отказал им в этом, англичане принялись всячески дискредитировать его при шахском дворе.

Все вышеизложенное позволяет вскрыть суть политики английской буржуазии в лице «Русской компании» на Каспии. Добиваясь транзита через Россию, английские купцы заверяли российское правительство, что преследуют в бассейне Каспийского моря чисто торговые интересы и развернувшаяся торговля будет выгодна как Англии, так и России. На самом же деле, Англия с самого начала преследовала колониальные цели политического и экономического усиления своих позиций в данном регионе Среднего Востока. Пытаясь ввести в заблуждение российское правительство в отношении своей политики в Персии и спровоцировать столкновение Персии и России, английская буржуазия стремилась превратить бассейн Каспийского моря в опорную базу для дальнейших колониальных захватов на Востоке. Несмотря на это, до сих пор в исторической литературе «Русскую компанию» рассматривали как чисто торговую факторию и за ее торговыми операциями не усматривали проведения последовательной колониальной политики.

Литература

1. Архив Внешней политики России. Фонд сношения России с Англией, оп. 35/1, д. № 676, 1742—1746.
2. Архив Внешней политики России. Фонд сношения России с Англией, оп. 35/1, д. № 688, 1744.
3. Архив Внешней политики России. Фонд сношения России с Персией, оп. 77/1, д. № 10, 1745.
4. Архив Внешней политики России. Фонд сношения России с Персией, оп. 77/1, д. № 11, 1746.
5. Лебедев В. В. «Уч. зап. МГУ», вып. 167, 121—131, 1954.
6. Маркова О. П. Россия, Закавказье и международные отношения в XVIII в. «Наука», М., 1966.
7. Остроухов П. А. Англо-русский торговый договор 1734 г. СПб., 1914.
8. Попов Н. В. Н. Татишев и его время. М., 1861.
9. Сб. императорского русского исторического общества, т. 85, СПб., 1893.
10. Путешествие через Россию в Персию двух английских джентльменов, которые отправились в 1739 г. Пер. с англ. Абезгуз. Лондон, 1742, НИИ АН Азерб. ССР, инв. № 484.
11. Элиев Ф. М. XVIII эсри биринчи жарысында Азербайджанда тичарэт. Баку. Азерб. ССР ЕА, 1964.
12. Bullard R. Britain and the Middle East. London, Hutchinson University Library, 1964.
13. Hanway J. A historical account of the British trade over the Caspian sea, vol. I, London, 1754.
14. Lockhart L. Nadir Shah, London, LUZAC CO, 1938.
15. Reading D. The Anglo-Russian Commercial Treaty of 1734. London, Yale Historical Publications Miscellany., XXXII, 1938.
16. Sykes P. A history of Persia, vol. II, London, Macmillan and Co., 1921.
17. Thomson J. A Journey from Moscow to Meshed, London, 1742.

Институт истории

Поступило 3. VII 1980

Л. И. Вәлијева

РУС КОНСУЛЛАРЫНЫН МӘЛУМАТЛАРЫНДА XVIII ЭСРНИ ИКИНЧИ РҮБҮНДӘ
ИНКИЛИСЛЭРИН ХЭЗӘР ДӘНИЗИНДӘ ИНТРИГАЛАРЫ БАРӘДӘ
ЖЕНИ ФАКТЛАР

Әввәлләр мәлум олмајан архив сәһәдәтләринә әсасланан мұәллиф «Рус компанијасы»ның сымасында XVIII әсрни II рүбүндә Хәзәр дәннзи һөвзәсиндә инкилис буржуазиясының апардығы хәни вә инкүзләү сийәсәти ифша едир.

«Рус компанијасы» тичарәт ширкәтинин әкентләри Орта Шәргин көстәрилән рајонунда инкилис буржуазиясының мүстәмләкәчилик сийәсәтинин мүвәффәғијјәт газанмасы үчүн бүтүн имканлардан истифадә едирдиләр.

Орта Шәргин көстәрилән рајонунда инкилис буржуазиясының мүстәмләкәчилик сийәсәтинин һәјәтә кечирән «Рус компанијасы» тичарәт ширкәтинин әкентләри иди.

L. I. Velieva

NEW FACTS ABOUT INTRIGUES OF THE ENGLISH ON THE CASPIAN
SEA IN THE SECOND QUARTER OF THE XVIII CENTURY
ACCORDING TO REPORTS OF RUSSIAN CONSULS

Based on early unknown archive materials the author of this article wants to show the hypocrisy and double-facedness of English bourgeois policy on the Caspian sea in the second quarter of the XVIII century. The guides of the colonial policy of English bourgeoisie in the region of the Middle East were the trade agents of the "Russian Company".

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 6

1981

УДК 902.6(2а)

АРХЕОЛОГИЈА

М. М. СЕЛИДОВ

ШАХТАХТЫ НЕКРОПОЛУНУН БИР ДАШ ГУТУ ГӘБРИ

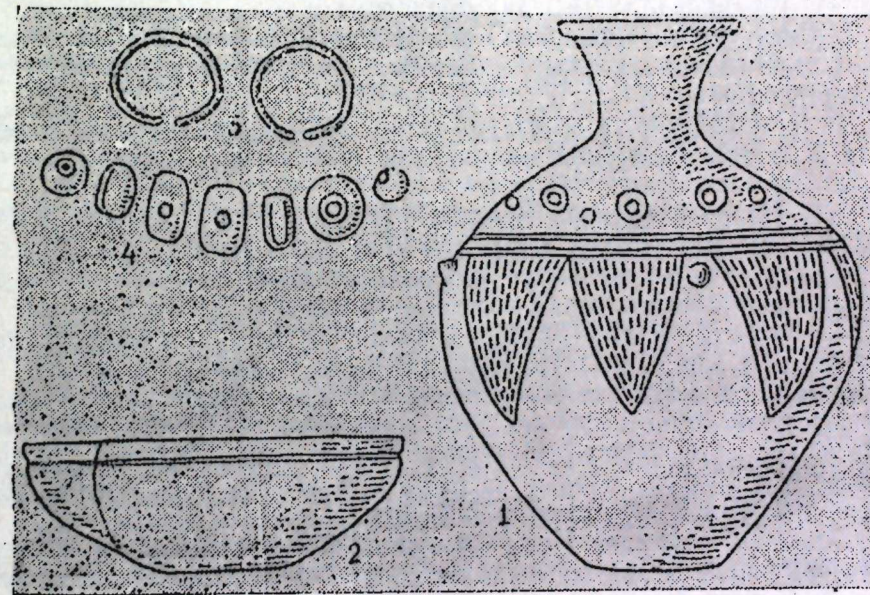
(АзәрбајҶан ССР ЕА академики З. М. Бунјадов тәғдим етмишдир)

Некропол Нахчыван шәһәриндән 35 км гәрбдә, Шахтахты кәндинин шимал-шәрг гуртарачағында јерләшир. Саһәси 10 гектара гәдәрдир. Бурада 1936-чы илдә Ә. К. Әләкбәров бир нечә даш гуту гәбир ачмышдыр¹. Бу гәбирләрдән биринин материаллары О. Н. Һәбибуллајев тәрәфиндән нәшр етдириләрәк аналожи материаллар әсасында е.ә. XII—XI әсрләрә анд едилмишдир².

1968—1971-чи иләрдә В. Н. Әлијев некрополда тәсадүфи дағыдылмыш гәбирләрин материалларыны топлајыб нәшр етдиришдир³.

1975-чи илдә Шахтахты некрополунда торпаг ишләри заманы бир даш гуту гәбири ачылмышдыр. Бу мәгалә һәмин гәбирин өјрәнилмәсинә вә материалларын шәрһинә һәср едилмишдир.

Гәбир дөрдкүнч планда гәрб-шәрг истигамәтиндә јерләшиб (2,2 × 1,57 м), үзәри үч әдәд сал дашларла өртүлмүшдүр. Ортадакы даш инсбәтән ири һәчмдәдир. Гәбирин шәрг, гәрб вә чәнуб диварлары ики, шимал дивары исә үч әдәд сал дашдан тикилмиш; ичәрисин торпагла дол-



дурулмушдур (табло 1, 1-чи шәкил). Бурада скелетә тәсадүф едилмәди, онун дөшәмәси үзәриндән ики әдәд гара рәнкли кил габ, тунч үзүкләр вә әһиг мунчуглар әлдә едилди.

Габлардан бири јуварлаг көвдәли, дар вә гыса богазлы, јасты отурачагы күзәдир. Оуну ағзынын кәнары харичә гатланмышдыр. Көвдәсиндә гули әвәзинә ортасы дешик гулагчыг формалы алты кичик жапма чыхынты вар. Үзәри гара олуб јахшы чилаланмышдыр. Чијин һиссәсиндә бир-биринә паралел ики үфги батыг золаглар вар. Һәмни золаглардан азча јухарыда бир-биринин ичәрисиндә јерләшән кичик даирәләрлә нахышланмышдыр. Габын көвдәси, ичәрисин чызма хәтләрлә долдурулмуш үчбучагларла бәзәдилмишдыр. Күзә дулус чархында һазырланмышдыр (Табло 1, 2-чи шәкил).

Каса типли икинчи габ гара рәнкдә олуб, килинә нарын гум гатылмышдыр. Ағзынын әтрафы еңли батыг хәтлә әһатәләниб. Үзәри нахышсыздыр. Ағзынын кәнарында дешији олан гулагчыг формалы кичик чыхынты вардыр. Каса дулус чархында һазырланмышдыр (Табло 1, 3-чү шәкил).

Гәбирдән әлдә едилән ики әдәд тунч үзүк даирәви формада олуб, харичи үзүндә кичик габартмалар вар (Табло 1, 4-чү шәкил).

Үзүкләрлә јанашы әсасән јумру вә узунсов формалы әңиг мунчулар да әлдә едилмишдыр (Табло 1, 5-чи шәкил).

Шаһтахты даш гуту гәбирләриндә скелетин олмасы хусуси мараг доғурур. Чох еһтимал ки, Шаһтахты некраполундакы скелетсиз гәбирләр узаг јердә һәлак олмуш адамлар аиддыр.

Дикәр тәрәфдән күман етмәк олар ки, Шаһтахты некраполундакы скелетсиз гәбирләр мејит јандырма әдәти илә әлагәдардыр. Лакин кремасија (өлүнүн јандырылмасы) мүшаһидә олунмамышдыр. Ола билсин ки, јандырылмыш мејитин күлү ја мүәјјән габын ичәрисинә гојулмуш ја гәбирә вә ја да суја сәпилмишдыр.

Мәлумдур ки, белә даш гуту гәбирләр вахты илә А. А. Ивановски В. Белһки, Е. Реслер, Ј. И. Гуммел тәрәфиндән Азербайчанын тунч вә илк дәмпр дөврүнә аид гәбристанлыгларында⁴ вә Хачбулаг јајлағындакы даш гуту гәбирләрдә тәдгиг едилмишдыр⁵.

Тәдгигатчыларын фикринә көрә булар мүвәггәти гәбирләр олмушдыр. Һәмни гәбирләрдә дәфн едилмиш мејитләри сонралар башга јерләрә апармышлар.

Бу гәбирләр бир гајда олараг нарын торпагла долдурулмушдыр ки, бу да В. Белһкин фикринә көрә икинчи дәфә истифадә олунманын гаршысыны алмаг үчүн едилмишдыр⁶.

А. А. Ивановскијә көрә гәбирләрин һамысы еһтијат характери дашымышдыр: «Даш гуту үчүн лазым олан сал дашы тапмаг, ону дүзәлтмәк бәзән даһа узаг мөсафәләрдән кәтирмәк вә нәһәјәт ону тикмәк мүәјјән вахт тәләб едирди ки, бу да дәфн мәрәсимини лазым олан вахтдан кичикдирә биләрди. Буна көрә дә, ола билсин ки, һәр бир гәбристанлыгдә еһтијат гәбирләр олмушдыр. Бунарын инди бәзиләринин етдији ким әзләринин кор евини сағ икән тикмәк гајысына галан шәхсләр дүзәлтмишләр. Әкәр бу еһтимал дүздүрсә, онда бәзи гәбирләрин бош тапылмасыны әһалинин башга јерә көчәрәк һазырланмыш даш гуту гәбирләрдән истифадә едә билмәмәси вә јахуд ону тикмиш олан шәхсин башга јердә өлмәси илә ајдынлашдырмаг олар⁷».

Скелетсиз гәбирләр Күрчүстанда Дманиси⁸, Шимали Гафгазда Нестров гәбристанлыгларында мәлумдур⁹. Одесса вилајәтиндә Усатов курганларынын бир гисминин алтында да скелетсиз гәбирләр тапылмышдыр.

А. В. Арциховскијә көрә булар кәнарда өлмүш вә јахуд да судә һәлак олмуш адамларын шәрәфинә тикилмишдыр¹⁰.

Бу гәдим дәфн әдәтләри һагда дејилән фикрләри Шаһтахты некраполунда ашкар олунмуш скелетсиз даш гуту гәбирләрә шамил етмәк ујғун дејилдыр.

Һәр шејдән әввәл ону гејд етмәк лазымдыр ки, Шаһтахты некраполундакы Ә. К. Әләкбәров вә Г. Агајев тәрәфиндән индијәдәк өјрәнилән даш гуту гәбирләрин һамысы скелетсиздыр.

Ола билсин ки, Шаһтахты некраполунда кремасија әдәти үзрә дәфн апарылмышдыр.

Јалныз кәләчәк тәдгигатлар бу мәсәләдә ајдыныг јарада биләр.

Тәјин етдијимиз Шаһтахты даш-гуту гәбиринин дөврү һагында ону демәк олар ки, орадан тапылан материаллар Загафгазијада е.ә. II миңиллијин сону вә I миңиллијин әввәлләринә аид абидәләрдә онларә охшар нүмунәләрә кениш тәсадүф едилмишдыр.

Белә ки, күзә вә каса формалы чилалы габлар Азербайчанда Нахчыван МССР-дә (Галачыгдан, Гызылвәнкдән, Чулфадан)¹¹, Ермәнистанда (Метсамордан, Кармирблурдан, Елардан, Ширакдан, Ачәндән)¹², Күрчүстанда (Самтавродан)¹³, үзәри габартма тунч үзүкләр Нахчыван МССР-дә (Галачыгдан, Гызылвәнкдән, Шаһтахтыдан)¹⁴, Хачбулагдан¹⁵, Доланлардан¹⁶, Минкәчевирдән¹⁷, Талышдан (Ләнкәран)¹⁸, Ермәнистанда (Тәзәкәнддән, Такијдән, Норатусдан, Артикдән)¹⁹, Күрчүстанда (Гурчани)²⁰ вә б. һәмдөвр абидәләрдән мәлум олуб, көстәрилән дөврләрә аид едилди.

Аналоги абидәләрлә мүгајисәли тәһлил Шаһтахты даш гуту гәбирини е.ә. XII—IX әсрләрә аид етмәјә имкан верир.

Әдәбијат

1. Алекперов А. К. Исследования по археологии и этнографии Азербайджана, стр. 46—47. Баку, 1980.
2. Абибуллаев О. А. «Изв. АН Азерб. ССР, серия история, философия и права», № 5, 1961.
3. Әлијев В. Һ. Азербайчан ССР ЕА-нын «Хәбәрләри», тарих, фәлсәфә, һүгүг серијасы, № 4, сәһ. 71, 1968.
4. Хәлилов Ч. Ә. Гәбри Азербайчанын тунч дөврү вә дәмпр дөврүнүн әввәлләринә аид археологи абидәләри. сәһ. 63—64. Азерб. ССР ЕА Нәшријаты, Баку, 1959.
5. Кәсәмәли Һ. П. Азербайчан мәдди мәдәнијәти, IV чилд, сәһ. 39—40, Азерб. ССР ЕА Нәшријаты, Баку, 1965.
6. Хәлилов Ч. Ә. Көстәрилән әсәри, сәһ. 65.
7. Јенә орада, сәһ. 63.
8. Норадзе Г. ВГМГ, т. XIV в., стр. 1—66, 1974.
9. Крупнов Е. И. Новый источник по изучению культуры Северного Кавказа скифского времени (Нестровский могильник), әлјазмасы, сәһ. 32—33, 1974.
10. Арциховский А. В. Основы археологии, стр. 80, М., 1954.
11. Сејидов М. М. Тарих, ичтимајјат, чоғрафија тәдрис журналы, № 3, сәһ. 55—56, Баку, 1973.
12. Азербайчан Тарихи Музеји, инв. № 649/3186; Вәли Әлијев. Азербайчан ССР ЕА «Хәбәрләри», тарих, фәлсәфә, һүгүг серијасы, № 3, сәһ. 76—77, 1968.
13. Ханзадян А. В., Мкртчян К. А., Парсмян Мецамор, Ереван, 1973.
14. Пицхелаури К. Н. Восточная Грузия в конце бронзового века. Изд. «Мецниереба», Тбилиси, 1979.
15. Сејидов М. М. Тарих, ичтимајјат, чоғрафија тәдрис журналы, № 1, сәһ. 49, Баку, 1980.
16. Азербайчан Тарихи Музеји, инв. № 606/3143, 657/3149, 652/3189, 638/3175, 1777, 3175, 1790, 1765, 1774; Әлијев В. Һ. Азербайчан ССР ЕА-нын «Хәбәрләри», № 4, 1974.
17. Кәсәмәли Һ. П. Азербайчан ССР ЕА-нын «Хәбәрләри», № 1, сәһ. 74, 1972.
18. Миңкевич-Мустафаева Н. В. Материальная культура Азербайжана, МКА, I, стр. 57, Баку, 1947.
19. Газијев С. М. Азербайчан мәдди мәдәнијәти МКА, I, 41в. шәкил, Азерб. ССР ЕА Нәшријаты, 1947.
20. Морган Ж. де. Научная поездка в Персию, т. IV, гл. II. Париж, 1896.
19. Мартиросян А. А. Армения в эпоху бронзы и раннего железа. Ереван, 1964; Хачатурян Т. С. Древняя культура Ширака, стр. 185—191. Ереван, 1975.
20. Пицхелаури К. Н. Көстәрилән әсәри.

ОБ ОДНОМ КАМЕННОМ ЯЩИКЕ ШАХТАХТИНСКОГО НЕКРОПОЛЯ

В 1975 г. на Шахтахтинском некрополе во время земляных работ был вскрыт каменный ящик. В погребении скелета не было. В ящике находилось 2 черноглиняных сосуда, бронзовое кольцо и несколько сердоликовых бус.

Отметим, что отсутствие скелетов в Шахтахтинском некрополе вполне закономерно и позволяет нам считать, что в Шахтахах существовал обычай кремации. Несмотря на то, что в каменных ящиках Шахтахтинского некрополя пока не обнаружены следы кремации, мы склонны предполагать, что пепел мог быть развеян в воздухе, брошен в воды, протекающей неподалеку р. Аракс, положен в сосуд или погребение и т. д.

Материал погребения позволяет датировать его XII—IX вв. до н. э.

М. М. Seidov

ABOUT A STONE BOX OF SHAKHTAKHTINSK NECROPOLIS

In 1975 a stone box was found in the Shakhtakhtinsk necropolis. In the interment we found two vessels, bronze ring and cornelian beads. But there was no skeleton in it. The interment materials date from the XII—IX centuries B. C.

С. Г. БАГИРОВА

АБУ-Л-ХАСАН АЛИ ИБН ЗАЙД АЛ-БАЙХАКИ И ЕГО
«ТАТИММА СИВАН АЛ-ХИКМА»

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

Среди письменных арабоязычных памятников средневековья привлекает внимание сочинение автора XII в. ал-Байхаки «Татимма Сиван ал-Хикма» («Дополнение к «Хранителям мудрости») как образец средневекового энциклопедического справочника. В основу труда ал-Байхаки легло сочинение «Сиван ал-Хикма», принадлежащее перу мусульманского философа X в. Абу Сулаймана ибн Тахира ибн Бахрама ас-Сиджази (ас-Сиджистани), который занимал почетное место при дворе Адуд ад-Дауда в Багдаде. Его сочинение «Сиван ал-Хикма», написанное на арабском языке, представляет собой сокращенный вариант (abbeviation) ряда рукописей и содержит краткую историю о греческих и мусульманских философах. На труд ас-Сиджази ссылаются многие средневековые авторы, что свидетельствует о популярности этого сочинения. «Сиван ал-Хикма» служил одним из источников для аш-Шахрастани при написании им «ал-Милал ва-н-нихал» («Вероучения и секты»)¹.

Сочинения, подобные «Сиван ал-Хикма» и «Татимма Сиван ал-Хикма», весьма характерны для своей эпохи, поэтому введение их в научный оборот, их публикация помогли бы восполнить пробелы и получить сведения, зачастую отсутствующие в других источниках.

Автор «Татимма Сиван ал-Хикма» — Захир ад-Дин Абу-л-Хасан Али ибн Зайд, известный также как Ибн Фундук, родился 27 ша'бана 493 г./7 июля 1100 г. в Сабзаваре — административном центре области Байхак в Хорасане.

Подробная биография ал-Байхаки имеется у Йакута², который однако не всегда точен в датировке событий его жизни. К примеру, ссылаясь на автобиографию ал-Байхаки, Йакут датирует его рождение 499/1106 годом, на неточность этого сведения указывает М. Казвини³.

По словам самого ал-Байхаки, его род восходит к сподвижнику пророка Мухаммада — Зу-л-Шахадатайн Хузайме ибн Сабиту:

«Я, Абул-л-Хасан ибн ал-имам Аби-л-Касим Зайд ибн ал-Хаким ал-имам Амирак Мухаммад ибн ал-Хаким Аби Али ал-Хусайн ибн Аби Сулайман ал-имам Фундук ибн ал-имам Аййуб ибн ал-Хасан ибн Ахмад ибн Абд ар-Рахман ибн Убайдаллах ибн Умар ибн ал-Хасан ибн Усман ибн Хузайма ибн Амр ибн Хузайма ибн Сабит ибн Зи-л-Шахадатайн — сподвижник Аллаха, да благословит его Аллах и да приветствует, — ибн ал-Факих ибн Са'лаба ибн Са'ида ибн Амир ибн Инан ибн Амир ибн Хатама ибн Джашам ибн Малик ибн ал-Аус, чья нисба восходит к Адаму⁴. Со стороны матери ал-Байхаки также принадлежал к знатному роду. В той же автобиографии, цитированной Йакутом,

мы находим, что его мать знала наизусть Коран и была сведущей в его толковании⁵.

Ал-Байхаки получил прекрасное образование для своего времени. Он обучался у видных ученых, посещая школу в Нишапуре в Мерве. Среди его учителей упоминаются «венец кадиев» («тадж ал-кудат») Абу Са'д Яхйя ибн Абд ал-Малик ибн Убайдаллах ибн Са'ид, Абу Джа'фар ал-Мукри' и Ахмад ибн Мухаммад ал-Майдани⁶. Смерть отца в 517/1123 г. не помешала карьере ал-Байхаки, поскольку его отчим Мухаммад ибн Мас'уд, бывший в прошлом правителем Рея, благодаря своим связям и влиянию помог ему устроиться кадием в Байхаке. Однако сам ал-Байхаки находил свои обязанности кадия довольно утомительными и неинтересными, поэтому вскоре он подал в отставку. Некоторое время ал-Байхаки изучает алгебру и астрологию, а затем, обосновавшись в 537/1143 г. в Нишапуре, преподает в нескольких мечетях (по пятницам в соборной, по средам — в квартальной, а по понедельникам — в мечети для паломников этого города).

Ал-Байхаки прослыл ученостью, был почитаем и пользовался большим уважением. В 543/1148 г. в Хорасан ко двору султана Санджара прибыла миссия грузинского царя Деметре, вручившая послание с вопросами, по-видимому, религиозного содержания, на арабском и сирийском языках. По настоянию султана Санджара на эти вопросы на обоих языках ответил ал-Байхаки⁷.

Автобиография ал-Байхаки у Йакута доходит до 549/1154—55 г. Ал-Байхаки умер в 565/1169—70 г.⁸

Обладая широким научным диапазоном, ал-Байхаки написал свыше 70 произведений, из которых почти все утрачены за исключением пяти или шести сочинений. Среди дошедших до нас его трудов наиболее известными являются «История Байхака», его родной области, написанная на персидском языке и «Дополнение» к биографической «Сиван ал-Хикма» («Хранители мудрости») ас-Сиджистани, написанная ал-Байхаки на арабском языке. Один из списков этого сочинения хранится в Ташкенте под инвентарным номером 130⁹. Экземпляры его имеются также в Берлине, Мешхеде и Стамбуле¹⁰.

Интересующий нас ташкентский список хорошей сохранности, написан крупным насхом, бумага плотная, лощенная. Унваны выписаны крупным сулсом. Пагинация восточная, местами отсутствует. Имеются дефекты. Колофон не прочитывается и невозможно установить имя переписчика и время переписки. Очевидно переписчик плохо владел арабским языком: имеются лакуны и допускается небрежность в диакритике.

Рукопись начинается с басмалы. Заканчивается неясно, последний лист прочитывается с трудом. Количество строк на странице 15. В Ташкентском экземпляре «Татимма Сиван-ал-Хикма» содержится 103 биографии ученых, философов, врачей, астрономов и математиков. Значительное место отведено Абу Али Ибн Сине (Авиценне), один только перечень сочинений которого достигает 107.

Как отмечает В. В. Бартольд, ал-Байхаки «сообщает интересные сведения и о более близких ему по времени философах, из которых он некоторых знал лично (например, аш-Шахристани, умершего в 548/1153 г.)»¹¹.

«Татимма Сиван ал-Хикма» — произведение, имеющее большое значение с научной и исторической точки зрения и поэтому интерес к нему вполне объясним. В начале XIV в. оно было переведено на пер-

сидский язык под названием «Дуррат ал-ахбар ва лам'ат ал-анвар» («Жемчужина сведений и блеск лучей») и впервые издано М. Шафи в 1935 г. в Лахоре, а позже, в 1939 г. в Тегеране¹². Однако последнее издание не считается полным, поскольку из III биографий арабского текста в него вошли лишь 107, притом с некоторыми сокращениями, а также добавлением биографий Шихаб ад-Дина Сухраварди, Фахр ад-Дина Рази и др.¹³

В 1946 г. в Дамаске был издан персидский перевод этого сочинения параллельно с арабским текстом под ред. М. Курд Али под названием «Тарих Хукама ал-Ислам» («История мусульманских философов») ¹⁴.

Примечания

- 1 EI (NF), 1960, v. I, p. 151—152; JA, II, 1961, s. 585.
- 2 Йакут. «Иршад», V, стр. 211—213.
- 3 См.: Йакут. «Иршад», стр. 208—218; EI, v. I, 1960, p. 1131.
- 4 Там же.
- 5 Йакут. «Иршад», V, стр. 208.
- 6 Йакут. «Иршад», V, стр. 211.
- 7 Йакут. «Иршад», V, стр. 208—209; Ч. А. Стори. Персидская литература. Библиографический обзор. М., 1972, ч. II, стр. 1040.
- 8 Йакут. «Иршад», V, стр. 210; EI, v. I, p. 1132; Ч. А. Стори, там же.
- 9 Собрание восточных рукописей Академии наук Узбекской ССР, Изд. АН Уз. ССР. Ташкент, 1952, т. I, стр. 121 (286).
- 10 EI, v. I, p. 1132.
- 11 В. В. Бартольд. Ученые мусульманского «ренессанса». Соч., т. VI, М., 1966, стр. 625.
- 12 EI, v. I, p. 1131.
- 13 JA, II, s. 585.
- 14 EI, v. I, p. 1131.

Институт народов Ближнего
и Среднего Востока

Поступило 30/III 1980

С. Г. Багырова

ӘБУЛ ҺӘСӘН ӘЛИ ИБН БЕҖҲАГИ ВӘ ОНУН „ТӘТИММӘ СИВАН ӘЛ-ҲИКМӘ“ ӘСӘРИ

Әбул Һәсән Әли ибн Беҗһагинин „Тәтиммә Сиван әл-һикмә“ әсәри X әср философу вә алимә Әс-Сичистанинин „Сиван әл-һикмә“ адля әсәрини тамамламағ мәғ сәди илә җазылмышдыр. Беҗһагинин бу әсәри 1935-чи илдә Мәһәмәд Шафи тәрәфиндән Лаһорда, 1946-чы илдә исе М. Күрд Әли тәрәфиндән Дәмәшгдә нәшр едилмишдир.

S. G. Bagirova

ABU-L-HASAN ALI IBN ZAYD AL-BAYHAQI AND HIS „TATIMMA SIWAN AL-HIKMA“

„Tatimma Siwan al-Hikma“ of al-Bayhaki is an Arabic supplement (Tatimma) to the biographical „Siwan al-Hikma“ of al-Sidjistani. It was edited together with the Persian version by M. Shafi (1935), and by M. Kurd Ali (1946).

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазинјат

А. Ә. Бабајев, Б. И. Мусајев. Лоу гејри-хәтти сингулјар интеграл тәңлијини тәғриби һәлли 3
 Ф. Ә. Чәлилов. Гиперболик тип гејри-хәтти евалјусон тәңлик үчүн Коши мәсәләсини корректлији 8
 Е. А. Гасымов. Кәспләи әмсаллы параболик систем үчүн гарышыг мәсәләјә дәир 11
 Б. Ә. Әлијев. Сәрһәд шәртинә оператор дахил олан еллеттик тип икинчи тәртиб дифференсиал тәңлик үчүн сәрһәд мәсәләсини һәлли 17

Жарымкечиричиләр физикасы

Е. Ф. Бағырзадә, И. М. Әлијев, И. М. Мәммәдов. $CaSe<Sn>$ -дә екситон вә ашгар удулмаја гүввәтли електрик сәһәсини тәсир 21
 Е. Ј. Салајев, И. М. Әскәров, Н. Ч. Мәммәдов, Р. Х. Нәни, Б. һ. Тағыјев. $CdJnCaS_4$ монокристалында ашырма еффеќтини хүсусијјәтләри 24
 С. һ. Абдуллајева, И. Г. Аксјанов. $CaSe_{1-x}S_x$ ләјлы монокристалларында електрик сәһәсини зонаның кәнарында гејри-хәтти удулмасы 27

Кибернетика

Ј. Б. Гәдимов, А. И. Мәммәдов, Б. А. Әскәрзадә, Р. М. Әлијев. Макистрал нефт мәһсуллары кәмәриндә нефт мәһсулларының ардычыл вурулмасы режимләрини оператив идарә едилмәси 31

Механика

Ш. Т. Бабајев, И. М. Јусифов, В. Н. Рәһманов, В. Т. Кравтсов, И. И. Тсупков. Долдурчуларың «10—03» суперпластификатору гатылмыш жүксәк мөһкәм бетонун мөһкәмлик вә деформасија хәссәләринә тәсир 35

Физики кимја

Ф. М. Мустафајев, А. С. Аббасов, И. Ј. Әлијев. $Cu_2S - Ag_2S$ квазибинар кәспјини термодинамик тәдғиги 39

Нефт-мәдән механикасы

А. А. Гәрибов, М. М. Мәликзадә, Х. Б. Кәзәлов, М. К. Кәримов, Шүәләимыш. NaY сеолитиндә парамагнит мәркәзләриң тәдғиги 42

Биофизика

Н. П. Середә, А. И. Чәфәров. Көзүн торлу гишасы липидләрини перекис оксидләшмәсиңә селен бирләшмәләриниң тәсир 47

Нефт-кимја

С. Ч. Меҗдијев, һ. М. Әлимәрданов, М. М. Дәмиров, С. Ә. Мәһәррәмов. Этилтсиклоентаның мис-алүминиум катализатору үзәриндә де-һидрокеңләшмәси реаксijasының тәдғиги 51

Петрография

С. Ә. Әлијев, М. М. һүсејнов. Гәһвәји дар-мешә торпағларда амин туршуларының фисилләр үзрә динамикасы 61

Биолокија

Д. Ј. һүсејнов, П. А. Јүзбашинскаја, һ. М. Фәтуллајев, Р. А. Ахундов. Азәрбајҗан флорасында гаја рәвәидиниң ишләдичи тәсириниң өјрәнилмәси 65

Ботаника

С. һ. Мусајев. Буғда чинсиниң ССРИ, Азәрбајҗан вә Абшерон флорасының јени таксонлары һағғында 70
 Ә. М. Мәсијев. Абшеронда Гафгаз чөкәсиниң чохалдылмасы вә бөјүмәси 73

Дитогенетика

В. һ. Хәлилов. Чинсләрарасы һибридләриниң ситокенетик өјрәнилмәси 77

Тарих

Л. И. Вәлијева. Рус консулларының мәлүматларында XVIII әсриң икинчи рүбүндә инкилисләриң Хәзәр дәнизиндә интригалары барәдә јени фактлар 79

Археолокија

М. М. Сејидова. Шахтаһты некрополунун бир даш гуту гәбри 85

Шәргшүнаслыг

С. һ. Бағырова. Әбүл һәсән Әли ибн Бейһаги вә онун «Тәтимиә сивак әл-һикмәт» әсәри 89

СОДЕРЖАНИЕ

Математика	
Чл.-корр. А. А. Бабаев, Б. И. Мусаев. Приближенное решение нелинейного сингулярного уравнения Лоу	3
Ф. А. Джалилов. Корректная разрешимость задачи Коши для нелинейного уравнения гиперболического типа	8
Э. А. Гасымов. К теории смешанных задач для параболических систем с разрывными коэффициентами	11
Б. А. Алиев. Разрешимость краевой задачи с оператором в краевых условиях для эллиптического дифференциально-операторного уравнения второго порядка	17
Физика полупроводников	
Э. Ф. Багирзаде, И. М. Алиев, Г. М. Мамедов. Экситонное и примесное поглощение в GaSe $\langle \text{Sp} \rangle$ в сильных электрических полях	21
Чл.-корр. Э. Ю. Салаев, И. М. Аскеров, Н. Д. Мамедов, Р. Х. Нани, Б. Г. Тагнев. Особенности эффекта переключения в монокристаллах CdJnCaS ₄	24
С. Г. Абдуллаева, И. Г. Аксянов. Электропоглощение слонстых монокристаллов GaSe _{1-x} S _x в области непрямого края	27
Кибернетика	
Чл.-корр. Я. Б. Кадымов, А. И. Мамедов, Б. А. Аскерзаде, Р. М. Алиев. Оперативное управление режимами последовательной перекачки нефтепродуктов в магистральных продуктопроводах	31
Механика	
Ш. Т. Бабаев, И. М. Юсуфов, В. Н. Рахманов, В. Г. Кравцов, И. И. Цупков. Влияние заполнителей на прочностные и деформативные свойства высокопрочного бетона с добавкой суперпластификатора «10-03»	35
Физическая химия	
Ф. М. Мустафаев, А. С. Аббасов, Н. Я. Алиев. Термодинамическое исследование квазибинарного разреза Cu ₂ S—Ag ₂ S	39
Нефтепромысловая механика	
А. А. Гарибов, М. М. Меликзаде, Х. Б. Гезалов, М. К. Керимов. Исследование парамагнитных центров в облученном цеолите NaY	42
Биофизика	
Н. П. Середа, А. И. Джафаров. Влияние селенсодержащих веществ на перекисное окисление липидов сетчатки	47
Нефтехимия	
Акад. С. Д. Мехтлев, К. М. Алжарданов, М. М. Дамиров, С. А. Магеррамов. Исследование реакции дегидрирования этилциклопентана в присутствии алюмооксидного катализатора	51
Петрография	
А. И. Македос, Л. И. Боголей. Петрологическая характеристика палеогеновых субвулканических диоритовых интрузивов Севано-Акеринский зоны	56

Почвоведение

Чл.-корр. С. А. Алиев, М. М. Гусейнов. Сезонное изменение аминокислотного состава коричневых горно-лесных почв 61

Биология

Д. Я. Гусейнов, П. А. Юзбашинская, Г. М. Фатуллаев, Р. А. Ахундов. Изучение слабительного действия ревеня скального из флоры Азербайджана 65

Ботаника

С. Г. Мусаев. Новые таксоны для флоры СССР, Азербайджана и Апшерона 70

Ботаника

А. М. Масиев. Размножение и рост липы Кавказской на Апшероне . . . 73

Цитогенетика

В. Г. Халилов. Цитогенетическое изучение межродовых гибридов . . . 77

История

Л. И. Веллева. Новые данные о происках англичан на Каспии во второй четверти XVIII в. по сообщениям русских консулов 80

Археология

М. М. Сендов. Об одном каменном ящике шахтахтинского некрополя . . . 85

Востоковедение

С. Г. Багирова. Абу-л-Хасан Али ибн Зайд Ал-Байхаки и его «Татимма Сиван Ал-Хикма» 89

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

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

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

K^n, Γ_n

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

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

Следует избегать знаков типа \sim (волна), \odot , \oplus , \otimes , \square , $\bar{\square}$, \diamond , \vee , \wedge

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

π , \times , $\underline{\epsilon}$, ϕ , ϕ , 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 — волнистой чертой (исключая математические символы).

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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

Сдано в набор 6/IV-1931 г. Подписано к печати 22/VI-1931 г. ФГ 20895.
Формат бумаги 70×100^{1/16}. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литерат.
Печать высокая. Печ. лист. 8,58. Уч. изд. лист. 7,1. Тираж 655. Заказ 184. Цена 40 коп.

Издательство «Элм».
370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31. Академгородок. Главное здание
Типография «Красный Восток» Государственного комитета Азербайджанской ССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Баку, ул. Ази Асланова, 80.

40 глп.
коп.

Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text appears to be organized in paragraphs or sections, but the characters are too light to transcribe accurately.