



ISSN 0002-3078

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XL ЧИЛД

1984 • 4

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

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

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

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

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

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

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

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

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

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

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

8. В «Докладах» публикуются статьи, занимающие не более $\frac{1}{4}$ 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 наклейки на мелованной бумаге. Наклейки даются только для микрофотографий большого увеличения. Штриховые рисунки (карты, схемы и т. п.) на наклейках не печатаются, а даются на кальке. Текст и графический материал представляются в двух экземплярах. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и графиках недопустимо. Рисунки должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей. Фотографии представляются на глянцевой бумаге. Подписи к рисункам должны быть напечатаны в 2-х экземплярах через два интервала на отдельной странице. На обороте рисунков мягким карандашом указываются фамилии авторов, название статьи и номер рисунка.

(Продолжение на третьей странице обложки)

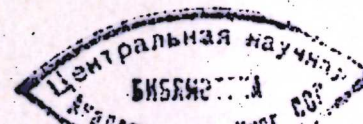
МЭ'РУЗЭЛЭР ДОКЛАДЫ

ТОМ XL ЧИЛД

№ 4

„ЕЛМ“ НЭШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭЛМ“

БАКЫ—1984—БАКУ



УДК 517.9

МАТЕМАТИКА

МОХАМЕД АБДУЛ МАТИН

О СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВАХ ОБЩЕЙ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ
КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С РАЗРЫВНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

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

Исследованию спектральных свойств самосопряженных и несамо-
сопряженных эллиптических операторов посвящено большое число
работ [1—8].

В настоящей заметке нами рассмотрены аналогичные вопросы
для эллиптической системы, коэффициенты которых при младших
производных, в точке вырождаются степенным образом.

Рассмотрим в пространстве s -мерных вектор-функций $U(x) = [u_1(x), u_2(x), \dots, u_s(x)]$ краевую задачу

$$Lu \equiv L_0 u + L_1 u + q(x) u = (-1)^b \sum_{\substack{|k|=b \\ ||=b}} D^k (A_R(x) D^k u) + \\ + \sum_{1 < |R| < 2b-1} b_R(x) D^R u + q(x) u = \lambda u, \dots \dots \quad (1)$$

$$\Phi_\nu(x, D) u|_\Gamma = 0, \nu = 1, 2, \dots, b, \dots \quad (2)$$

где Γ —граница области $\Omega \in R^n$, которая может быть неограниченной.
 L —сильно эллиптический оператор, дифференциальное выражение
 $L_1(x, D)$ имеет вообще говоря комплексные коэффициенты. Предполо-
жим, что элементы матрицы $b_R(x)$ (они могут быть комплекснозна-
чными) разрывные функции в точке, например, $x_0 = 0$. Порядок их
разрыва будем характеризовать с помощью функции $\theta_p(x) = |x|^{-p}$
при $p > 0$, $\theta_p(x) = l_n \frac{1}{|x|}$ при $p = 0$ и $|x| < 1$; $\theta_p(x) \equiv 1$ при $|x| > 1$

и любом положительном p ; $\theta_p(x) \approx 0$ при $p < 0$ и $x \in R^n$. Будем счи-
тать, что $A_R(x)$ —симметричные матрицы с непрерывными элементами
 a_{ik} , $i, R = \overline{1, n}$. Через $q(x)$ обозначена симметрическая положительно
определенная матрица.

Будем считать, что главная часть оператора L является эрмито-
во-симметрической при всех $x \in \Omega$. Пусть характеристические корни
 $\lambda_i(x)$ матрицы $q(x)$ расположены в порядке возрастания. Пусть $a(\xi, x)$
обозначает преобразование Фурье главной части дифференциаль-
ного выражения и выполняются следующие условия:

1. $\|a(\xi, x) - a(\xi, y)\| \leq C_1 |x - y|^\tau |\xi|^{2b}$, $0 < \tau < 1$, $|x - y| \leq 1$.
2. $\|q(x) - q(y)\| \leq B \lambda_1^\alpha(y) |x - y|$, $\alpha < 1 + \frac{1}{2b}$, $|x - y| \leq 1$.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

© Издательство „Элм“ 1984 г.

3. $\lambda_n(x) \leq B \exp [C_2 |x-y| \lambda_1^{1/2b}(y)], |x-y| > 1.$
4. $\lambda_1(x) \leq C_3 \lambda_1(y), |x-y| \leq 1.$
5. $\lambda_n(x) < C_4 \lambda_1^R, R \geq 1.$
6. $\lambda_1(x) \geq C_5 (1+|x|^h), h > 0.$

$$7. \int_{\Omega} \lambda_1^{-l}(x) dx < +\infty, l > 0.$$

Пусть Δ_h^x — разностный оператор, действующий по x с шагом h . Функции $b_m(x)$ удовлетворяют условиям

$$8. |b_m(x)| \leq C \theta_{\alpha_m}(x), |\Delta_h^x b_m(x)| \leq C \omega(|h|) \theta_{\alpha_m+\gamma}(x, x+h), |x| < 1,$$

где $0 < \alpha_m < \min_{1 \leq m \leq 2b-1} (2b - |m|, n), \theta_p(x, x+h) = \max \{ \theta_p(x), \theta_p(x+h) \}, \gamma > 0, \omega(|h|)$ — функция типа модуля непрерывности, для которого сходится интеграл

$$F(|h|) = \int_0^{|h|} \omega(\tau) \tau^{-1} d\tau$$

при некотором h .

$$9. |b^R(x)| < |q(x)| \frac{2b-|R|}{2b}, |R| \leq 2b-1, \varepsilon > 0, |x| \geq 1.$$

Мы полагаем, что операторы $\Phi_v(x, D)$ нормальны, эквивалентны своим сопряженным и удовлетворяют условию Лопатинского, граница Γ является бесконечно гладкой.

Пусть $Z_{2b}(x, y, t)$ — фундаментальные матрицы решений системы с замороженными в точке $x = y$ коэффициентами

$$\frac{du}{dt} = (-1)^{b+1} \sum_{\substack{|R|=b \\ |I|=b}} D^I (A_R(y) L^R u) - q(y) u, \quad (3)$$

а $G(x, y, t)$ — функция Грина следующей параболической краевой задачи

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -Lu, u(x, 0) = f(x) \in L_2(\Omega) \dots \dots \quad (4)$$

$$\Phi_v(x, D)u|_{\Gamma_1} = 0, \dots \dots \quad (5)$$

где $\Gamma_1 = \Gamma \times [0, T], T > 0.$

Повторяя в специальном виде рассуждения работ [6], [7], [9], мы приходим к выводу, что верна следующая основная:

Теорема 1. При выполнении условий 1—9 функция Грина задачи (4)–(5) представляется в виде

$$G(x, y, t) = Z_{2b}(x-y, y, t) + Z_1(x, y, t) + Z_2(x, y, t), \dots, \quad (6)$$

где Z_1 и Z_2 удовлетворяют оценкам

$$|Z_1(x, y, t)| \leq C_5 t^{-\frac{m}{2b}} \exp \left\{ C_6 \frac{||x-y| + \rho(y, \Gamma)|^q}{t^{1/(2b-1)}} - tq(y) \right\} \quad (7)$$

$$|Z_2(x, y, t)| \leq C_7 t^{-\frac{m-1}{2b}} \exp \left\{ -G_8 \frac{||x-y| + \rho(y, \Gamma)|^q}{t^{1/(2b-1)}} - C_{bq}(y)t \right\} +$$

$$+ C_9 q^{-1}(y) \exp \left\{ -C_{10} \frac{|x-y|^q}{t^{1/(2b-1)}} \right\};$$

$$\frac{1}{2b} + \frac{1}{q} = 1, \varepsilon > 0, C_1 > 0. \dots \dots \quad (8)$$

В этих неравенствах $l > 0$ — достаточно большое число, $\rho(y, \Gamma)$ — расстояние от точки $y \in \Omega$ до границы Γ .

Теорема 2. Пусть выполняются условия 1—9 и кроме того $A_R(x) \in C^2(\Omega)$. Тогда спектр задачи (1)–(2) является дискретным. В случае комплекснозначных коэффициентов спектр лежит внутри параболы

$$|\eta| < C_{11} \xi^\beta, \text{ где } C_{11} > 0, \beta < 1, \lambda = \xi + i\eta.$$

Теорема 3. При условиях теоремы 1 верна асимптотическая формула

$$\sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{(\lambda + \lambda_m)^\mu} = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{(\lambda + \xi_m)^\mu} + o(1),$$

где $\lambda_m = \xi_m + i\eta_m$ — собственные значения задачи (1)–(2), $\mu > \frac{2b}{m}$.

Относительно доказательства теорем 1—3 отметим, что основная методика получения оценок и изучение спектральных свойств проводятся по аналогии методик работ [6]–[8], но в данном случае появляются дополнительные трудности, связанные с характером коэффициентов $b_R(x)$.

Литература

1. Clark C. SIAM Rev., 9, № 4, 1967.
2. Березанский Ю. М. Труды по функциональному анализу, вып. 2, Киев, 1970.
3. Александрян Р. А., Березанский Ю. М., Ильин В. А., Костюченко А. Г. Сб.: Дифференциальные уравнения с частными производными. М., 1970.
4. Бирман М. Ш., Соломяк М. З. Итоги науки и техники. Мат. анализ, 14, 1977.
5. Mizohata S. J. Mat. Kyoto Univ., 4–5, 1965.
6. Костюченко А. Г. Четвертая летняя математическая школа, Киев, 1968.
7. Байрамов Ш. К. Диф. уравнение 14, № 7, 1978.
8. Сударев Ю. Н. Диф. уравнение, 3, № 8, 1967.
9. Матийчук М. И. Диф. уравнение, 10 № 8, 1974.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 12. III 1982.

Мәһәммәд Әбдүл Мәтин

КӘСИЛӘН ЭМСАЛЛЫ ҮМУМИ ЕЛЛИПТИК СӘРҮӘД МӘСЭЛӘСИННИ СПЕКТРАЛ ХАССЭЛӘРИ ҖАГГЫНДА

Мәғаләдә кәсилән эмсаллы еллиптик сәрүәд мәсәләсинни спектрал хассәләри өйрәнлмиш, Грин функциясы гижмәтләндирилмиш вә спектрни јерләшдији област кәс-тәрилмишдир.

M. A. Matin

ABOUT SOME SPECTRAL PROPERTIES OF GENERAL BOUNDARY VALUE PROBLEMS WITH DISCONTINUOUS COEFFICIENTS

Spectral properties of boundary value problems in elliptical system with discontinuous coefficients are studied here. The estimate of the Green function is obtained. The asymptotic properties of the eigenvalues and the domain which they belong to are also obtained.

Ф. А. АЛНОВ

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ДИСКРЕТНЫМ ВРЕМЕНЕМ ДЛЯ СИНГУЛЯРНОГО СЛУЧАЯ

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

Рассматривается задача периодической оптимизации [1] дискретных стохастических систем для сингулярной квадратичной формы относительно управляющих воздействий в критерий качества и с вырожденной ковариационной матрицей вектора погрешностей измерений. В отличие от [2] в настоящей работе метод решения основывается на уравнениях соответствующей двухточечной краевой задачи.

Пусть движение объекта описывается линейной стохастической системой

$$x(i+1) = \Psi(i)x(i) + \Gamma(i)u(i) + \eta(i), \quad i = 1, 2, 3, \dots, \quad (1)$$

и имеется совокупность измерений $z(i)$ в виде

$$z(i) = H(i)x(i) + \varphi(i), \quad (2)$$

где $x(i)$ — n -мерный вектор состояния, $u(i)$ — m -мерный вектор управления, $\eta(i)$ и $\varphi(i)$ — n -мерный вектор внешних возмущений и r -мерный вектор погрешностей измерений, предполагаемые гауссовыми случайными последовательностями с нулевыми математическими ожиданиями и известными ковариационными матрицами

$$\text{cov} \left\{ \begin{bmatrix} \eta(i) \\ \varphi(i) \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \eta'(i) \\ \varphi'(i) \end{bmatrix} \right\} = \begin{bmatrix} D(i) & 0 \\ 0 & \Phi(i) \end{bmatrix}$$

Матрицы $\Psi(i)$, $\Gamma(i)$, $L'(i) = D(i) \geq 0$, $\Phi'(i) = \Phi(i) \geq 0$ являются периодическими с периодом l (штрих означает операцию транспонирования). Случайные последовательности $\eta(i)$ и $\varphi(i)$ предполагаются не зависящими от $x(i)$, а начальное состояние системы $x(0)$ — гауссовский случайный вектор, причем $M\{x(0)\} = x_0$, $M\{\cdot\}$ — математическое ожидание величины в скобке.

Требуется найти такой закон управления $u(i)$ как функцию измерений вектора состояния (2) в моменты времени, предшествующие i , чтобы замкнутая система была асимптотически устойчивой и в установившемся режиме достигал минимума следующий квадратичный функционал

$$J = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2} M \left\{ \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (x'(i) Q(i) x(i) + u'(i) C(i) u(i)) \right\}, \quad (3)$$

где $Q'(i) = Q(i) \geq 0$ и $C'(i) = C(i) \geq 0$ периодические с периодом матрицы.

Пусть

$$(C(i) + \Gamma'(i) Q(i+1) \Gamma(i)) > 0 \text{ и } (\Phi(i) + H(i) D(i-1) H'(i)) > 0$$

Обозначим \hat{x} оценку вектора состояния системы, описываемой уравнением (1) в момент времени $i+1$ на основании измерений (2) до момента времени i включительно.

Тогда, согласно принципу стохастической эквивалентности [3] имеем

$$u(i) = -F(i)\hat{x}(i), \quad (4)$$

$$\hat{x}(i+1) = \Psi(i)\hat{x}(i) + \Gamma(i)u(i) + K(i)[z(i) - H(i)\hat{x}(i)], \quad (5)$$

$$\hat{x}(0) = x_0,$$

$$F(i) = (C(i) + \Gamma'(i) S(i+1) \Gamma(i))^{-1} \Gamma'(i) S(i+1) \Psi(i),$$

$$K(i) = \Psi(i) P(i) H'(i) (\Phi(i) + H(i) P(i) H'(i))^{-1},$$

где симметрические неотрицательно определенные матрицы $S(i)$ и $P(i)$ определяются из рекуррентных соотношений

$$S(i) = \Psi'(i) S(i+1) (L(i) + G(i) S(i+1))^{-1} L(i) \Psi(i) + Q(i), \quad (6)$$

$$P(i+1) = \Psi(i) P(i) (N(i) + M(i) P(i))^{-1} N(i) \Psi'(i) + D(i). \quad (7)$$

Здесь

$$R(i) = (C(i) + \Gamma'(i) Q(i+1) \Gamma(i))^{-1}, \quad G(i) = \Gamma(i) R(i) \Gamma'(i),$$

$$L(i) = E - G(i) Q(i+1), \quad T(i) = (\Phi(i) + H(i) D(i-1) H'(i))^{-1}, \quad (8)$$

$$M(i) = H'(i) T(i) H(i), \quad N(i) = E - M(i) D(i-1).$$

Динамика замкнутой системы определяется динамикой соответствующей детерминированной системы

$$y(i+1) = (L(i) + G(i) S(i+1))^{-1} L(i) \Psi(i) y(i) \quad (9)$$

и динамикой системы, описывающей фильтр [5]

$$d(i+1) = \Psi(i) N'(i) (N'(i) + P(i) M(i))^{-1} d(i), \quad (10)$$

Таким образом, для нахождения закона управления (4) и фильтра (5) необходимо определить значение одного элемента в каждой из последовательностей матриц $S(j)$ и $P(j)$.

Вписывая уравнения двухточечной краевой задачи для рекуррентных соотношений (6), можно доказать, что соотношение, связывающее $S(i)$ и $S(i+j)$, имеет вид [4]

$$S(i) = \Psi'(i, j) S(i+j) (L(i+j-1) + G(i, j) S(i+j-1))^{-1} L(i+j-1) \Psi(i, j) + Q(i, j). \quad (11)$$

Здесь для определения матриц $\Psi(i, j)$, $G(i, j)$ и $Q(i, j)$ имеются рекуррентные соотношения

$$\Psi(i, j+1) = \Psi(i+j) R(i, j) L(i+j-1) \Psi(i, j),$$

$$G(i, j+1) = G(i+j) + L(i+j) \Psi(i+j) R(i, j) G(i, j) \Psi'(i+j),$$

$$Q(i, j+1) = Q(i, j) + \Psi'(i, j) Q(i+j) R(i, j) L(i+j-1) \Psi(i, j),$$

$$R(i, j) = (L(i+j-1) + G(i, j) Q(i+j))^{-1} \quad (12)$$

с начальными значениями

$$\Psi(i, 1) = \Psi(i), \quad G(i, 1) = G(i), \quad Q(i, 1) = Q'(i).$$

Соотношения, связывающие $P(i+j)$ и $P(i)$, получаются из ре-

шения детерминированной задачи оптимального управления, дуальной задаче оценки состояния системы. Аналогично [4], имеем

$$P(i+j) = \hat{\Psi}(i, j) P(i) (N(i) + M(i, j) P(i))^{-1} N(i) \hat{\Psi}'(i, j) + D(i, j), \quad (13)$$

где матрицы $\hat{\Psi}(i, j)$, $M(i, j)$ и $D(i, j)$ определяются рекуррентными соотношениями

$$\begin{aligned} \hat{\Psi}(i, j+1) &= \Psi(i+j) N'(i+j) T'(i, j) \hat{\Psi}(i, j), \\ M(i, j+1) &= M(i, j) + N(i) \hat{\Psi}'(i, j) T(i, j) M(i+j) \hat{\Psi}(i, j), \quad (14) \\ D(i, j+1) &= D(i+j) + \Psi(i+j) D(i, j) T(i, j) N(i+j) \hat{\Psi}'(i, j), \\ T(i, j) &= (N(i+j) + M(i+j) D(i, j))^{-1} \end{aligned}$$

с начальными значениями

$$\hat{\Psi}(i, 1) = \Psi(i), \quad M(i, 1) = M(i), \quad D(i, 1) = D(i)$$

Нетрудно доказать, что связь между переменными $y(i)$ и $d(i)$ в дискретные моменты $i+j$ и i выглядит следующим образом

$$y(i+j) = (L(i+j-1) + G(i, j) S(i+j))^{-1} L(i+j-1) \Psi(i, j) y(i), \quad (15)$$

$$d(i+j) = \hat{\Psi}(i, j) N'(i) (N'(i) + P(i) M'(i, j))^{-1} d(i). \quad (16)$$

Вследствие периодичности рассматриваемой системы искомые последовательности матриц $S(i)$ и $P(i)$ должны удовлетворять (в установившемся режиме) условиям периодичности

$$S = S(i+1) = S(i), \quad P = P(i+1) = P(i) \quad (17)$$

Тогда из (11) и (13) следует, что матрицы S и P удовлетворяют дискретным алгебраическим уравнениям Риккати (ДАУР)

$$S = \Psi'(i, l) S (L(i+l-1) + G(i, l) S)^{-1} L(i+l-1) \Psi(i, l) + Q(i, l), \quad (18)$$

$$P = \hat{\Psi}(i, l) P (N(i) + M(i, l) P)^{-1} N(i) \hat{\Psi}'(i, l) + D(i, l). \quad (19)$$

Как следует из уравнений (15)–(16), замкнутая система

$$y(i+l) = (L(i+l-1) + G(i, l) S)^{-1} L(i+l-1) \Psi(i, l) y(i),$$

$$d(i+l) = \hat{\Psi}(i, l) N'(i) (N'(i) + P M'(i, l))^{-1} d(i)$$

будет асимптотически устойчива, если существуют такие решения уравнений (18) и (19), чтобы собственные значения матриц $(L(i+l-1) + G(i, l) S)^{-1} L(i+l-1) \Psi(i, l)$ и $\hat{\Psi}(i, l) N'(i) (N'(i) + P M'(i, l))^{-1}$ по модулю меньше единицы. Эти решения могут быть найдены с помощью алгоритма, приведенного в [5–9].

Отметим, что оптимальная стратегия управления стохастической системой (1) и (2), которая обеспечивает асимптотическую устойчивость замкнутой системы и в установившемся режиме доставляет минимум функционала (3), на каждом периоде задается формулами (4), (5). Здесь матрицы $S(i)$ и $P(i)$ определяются из (6) и (7) с краевыми условиями (17), а S и P удовлетворяют ДАУР (18) и (19) соответственно.

Пример. В качестве иллюстраций применения предложенного алгоритма решения задачи периодической оптимизации дискретной стохастической системы рассмотрим следующий пример (см. работу [2]). Пусть

$$\Psi(i+1) = \Psi(i) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \Gamma(i) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \Gamma(i+1) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix},$$

$$D(i) = D(i+1) = \begin{bmatrix} \alpha_1 & 0 \\ 0 & \alpha_2 \end{bmatrix}, \quad H(i) = [1 \ 0], \quad H(i+1) = [0 \ 1],$$

$$\Phi(i) = \Phi(i+1) = 0, \quad C(i) = C(i+1) = 0,$$

$$Q(i) = Q(i+1) + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (i = 2q, \quad q = 0, 1, 2, \dots), \quad l = 2.$$

Легко установить с учетом соотношения (8), что

$$G(i) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad L(i) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad G(i+1) = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix},$$

$$L(i+1) = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix},$$

$$M(i) = \begin{bmatrix} 1/\alpha_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad M(i+1) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1/\alpha_2 \end{bmatrix}, \quad N(i) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad N(i+1) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Из (12) находим

$$\Psi(i, 2) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad G(i, 2) = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix}, \quad Q(i, 2) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}.$$

Решение уравнения (17), которое обеспечит расположение внутри единичного круга собственных чисел матрицы $(L(i+1) + G(i, 2) S)^{-1} L(i+1) \Psi(i, 2)$, имеет вид

$$S(i+2) = S(i) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 + \sqrt{2} \end{bmatrix}.$$

Используя (6), находим

$$S(i+1) = \begin{bmatrix} 1, \sqrt{2} + 1 & -1/\sqrt{2} \\ -1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} + 1 \end{bmatrix}$$

Аналогичным образом определяются последовательность матриц $P(i)$

$$\hat{\Psi}(i, 2) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad M(i, 2) = \begin{bmatrix} 1/c_1 & 0 \\ 0 & 1/c_2 \end{bmatrix}, \quad D(i, 2) = \begin{bmatrix} 2\alpha_1 & 0 \\ 0 & \alpha_2 \end{bmatrix},$$

$$P(i+2) = P(i) = \begin{bmatrix} 2\alpha_1 & 0 \\ 0 & \alpha_2 \end{bmatrix}, \quad P(i+1) = \begin{bmatrix} c_1 & 0 \\ 0 & \alpha_2 \end{bmatrix}.$$

Полученные выражения для $S(j)$ и $P(j)$ ($j = 0, 1, 2, 3, \dots$) полностью совпадают с результатами, приведенными в [2]. Оптимальная стратегия управления определяется по (4) и (5).

Литература

1. Ларин В. Б. «ДАН СССР», т. 239, № 1, 67–70, 1978. 2. Науменко К. И. В кн. «Прикладные методы исследования физико-механических процессов». Ин-т математики АН УССР. Киев, 1979. 3. Острем К. Введение в стохастическую теорию управления. «Мир». М., 1973. 4. Алиев Ф. А. «Изв. АН Азерб. ССР», № 3, 32–36, 1980.

5. Алиев Ф. А., Ларин В. Б. «Изв. АН Азерб. ССР», № 5, 101—109, 1979. 6. Алиев Ф. А., Ларин В. Б. «Изв. АН Азерб. ССР», № 5, 94—104, 1980. 7. Алиев Ф. А. «ДАН Азерб. ССР», т. XXXVI, № 9, 3—7, 1980. 8. E m a m i A., N a e i m i and F r a n k l i n C. IEEE Trans. Aut. Control, vol. AC-25, N 5, 1015—1016, 1980. 9. Van-Dooren P. A Generalised Eigenvalue Approach for Solving Riccati Equations. Numerical Analysis Project. NA-80-52, Stanford University, July, 1980.

Институт математики
и механики

Поступило 6. I 1982

Ф. Ә. Әлиев

СТОХАСТИК ДИСКРЕТ СИСТЕМИН ЧЫРЛАШАН ҺАЛДА ПЕРИОДИК ОПТИМАЛЛЫҒЫ

Мәғаләдә стохастик дискрет системини функционалда идарәжә нәзәрән квадратик формасынын вә муһалидә олуған векторун хәтәсынын коваријасија матрицисини чырлашан Һалыда периодик оптималлығы мәсәләсинә бахылып. Һәлл үсулу уҗғун ики нәтәғли сәриәд мәсәләсини тәһликләринә әсәсләнир. Нәтичәләр әјани мисалла шәрһ олуур.

F. A. Aliev

PERIODIC OPTIMIZATION OF STOCHASTIC SYSTEMS WITH DISCRETE TIME FOR A SINGULAR CASE

The author discusses a problem of periodic optimization of a discrete stochastic system for singular quadratic form of relatively control effect into quality criterion and with singular covariance matrix of measurement error vector. The method of solution is based on equation of a corresponding two-point boundary value problem. It is reduced to the illustrative example.

УДК 517.4

МАТЕМАТИКА

В. А. НАХМЕТОВ

О НЕКОТОРЫХ КЛАССАХ МЕРООМОРФНЫХ ФУНКЦИЙ ПРЕДСТАВИМЫХ РЯДАМИ ПО РАЦИОНАЛЬНЫМ ДРОБЯМ

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

В статье рассматриваются ряды вида:

$$a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \prod_{k=0}^{n-1} \frac{z - u \lambda_k}{z - v \lambda_k}, \quad (1)$$

где u, v — данные комплексные числа, причем $u \neq v, u \neq 0, v \neq 0$, и через λ_k обозначено:

$$\lambda_k = \left(\left[\frac{k}{p} \right] + 1 \right)^{\frac{1}{p}} \lambda \left(\left[\frac{k}{p} \right] + 1 \right) \omega_p^{k - \left[\frac{k}{p} \right] \cdot p}, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Здесь через $[x]$ обозначена целая часть числа $x, p \geq 1$ — некоторое натуральное число, $\lambda(x)$ — некоторая медленно растущая функция $\omega_p = \exp \frac{2\pi i}{p}$. Нетрудно видеть, что $\{\lambda_k\}_{k=0}^{\infty}$ точки, расположенные на равностоящих лучах, выходящих из начала координат. Представим ряд (1) в следующем виде:

$$a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \Pi_{np}(z), \quad c_n = a_n \left(\frac{u}{v} \right)^{pn}, \quad (2)$$

где

$$\Pi_{np}(z) = \sum_{k=1}^n \left[1 - \frac{z^p}{u^p k^p [\lambda(k)]^p} \right] \left/ \left[1 - \frac{z^p}{v^p k^p [\lambda(k)]^p} \right] \right.$$

Ниже, при определении классов мероморфных функций, предполагаем, что эти функции имеют во всех или в некоторых точках последовательности $\{v \lambda_k\}_{k=0}^{\infty}$ простые полюсы, индикатриса и рост этих функций определяются относительно бесконечно удаленной точки (см. [2]).

Условимся, что мероморфная функция $f(z)$ принадлежит к классу $[\rho(r); H_{pp}(\theta)]$, если она имеет уточненный порядок $\rho(r)$ с индикатрисой $h(\theta)$, которая для всякого значения θ удовлетворяет неравенству $h(\theta) \leq H_{pp}(\theta)$, далее будем говорить, что мероморфная функция принадлежит классу $[\rho(r); H_{pp}(\theta)]$, если она имеет уточненный порядок $\rho(r)$ с индикатрисой $h(\theta)$, которая для всякого значения θ удовлетворяет неравенству $h(\theta) < H_{pp}(\theta)$. Если $H_{pp}(\theta)$ для некоторого

значения θ равна $+\infty$, то условие $h(\theta) < +\infty$ означает, что индикатриса $h(\theta)$ при рассматриваемых значениях θ ограничена.

Введем обозначения: $u = p_1 e^{i\varphi}$, $v = p_2 e^{i\psi}$, $z = re^{i\theta}$

Теорема 1. Пусть $\sum_{k=1}^{\infty} |\lambda_k|^{-1} < +\infty$. Тогда, сумма всякого сходящегося ряда (1) является мероморфной функцией класса $[p(r); H_{pp}(\theta)]$ (с произвольными коэффициентами a_n), где через $H_{pp}(\theta)$ обозначено наибольшее значение интеграла

$$H_{pp}(\theta) = p \int_0^{\infty} \ln \left| \frac{1 - t^p p_1^{-p} e^{ip(\theta-\varphi)}}{1 - t^p p_2^{-p} e^{ip(\theta-\psi)}} \right| \frac{dt}{t^{1+p}}$$

$\rho(r)$ — величина, связанная с $\lambda(r)$ следующими равенствами:

$$\begin{cases} \lim_{r \rightarrow \infty} [\lambda(r)]^p l \left[r^{\frac{1}{p}} \lambda(r) \right] = 1 \\ h(r) = r^p l(r) \\ \rho(r) = \frac{\ln h(r)}{\ln r} \end{cases} \quad (3)$$

Доказательство теоремы основано на асимптотической оценке полинома $P_{pp}(z)$. Из условия теоремы следует, что утверждение сходимости ряда (1) в одной точке эквивалентно сходимости во всей плоскости, кроме полюсов (см. [3]).

Теорема 2. Пусть $\sum_{k=0}^{\infty} |\lambda_k|^{-1} < +\infty$. Тогда, любая мероморфная функция из класса $[p(r); H_{pp}(\theta)]$ разлагается в интерполяционный ряд (1) во всей плоскости.

В связи с выбором контура L_n в остаточном члене интерполяционного ряда (1) доказательство теоремы приводится в трех случаях: $p_2 > p_1$, $p_2 = p_1$, $p_2 < p_1$.

Если в ряде (2) положить $c_n = bnv^n$ и $\xi = v^{-1}$, то при $\xi = 0$ получим ряд:

$$b_0 + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \prod_{k=0}^{n-1} \left[1 - \frac{z^p}{u^p k^p [\lambda(k)]^p} \right] \quad (4)$$

Для ряда (4) в частности получается следующая теорема, которая является самостоятельным результатом для интерполяционного процесса Ньютона целых функций.

Теорема 3. Необходимым условием разложимости целых функций $f(z)$ в ряд (4) является принадлежность ее к классу $[p(r); h_{pp}(\theta)]$, а достаточным условием разложимости $f(z)$ в ряд (4) является принадлежность ее к классу $[p(r); h_{pp}(\theta)]$, где

$$h_{pp}(\theta) = \begin{cases} p \int_0^{\infty} \ln \left| 1 - t^p p_1^{-p} e^{ip(\theta-\varphi)} \right| \frac{dt}{t^{1+p}}, & \cos p(\theta - \varphi) \leq 0 \\ p \int_{2\cos p(\theta-\varphi)}^{\infty} \ln \left| 1 - t^p p_1^{-p} e^{ip(\theta-\varphi)} \right| \frac{dt}{t^{1+p}}, & \cos p(\theta - \varphi) > 0 \end{cases}$$

и $\rho(r)$ определяется равенством (3).

Введем следующее обозначение:

t_0 — положительный действительный корень уравнения

$$\left| \frac{1 - t^p p_1^{-p} e^{ip(\theta-\varphi)}}{1 - t^p p_2^{-p} e^{ip(\theta-\psi)}} \right| = 1$$

$$A_p(\theta) = p_1^p \cos p(\theta - \varphi) - p_2^p \cos p(\theta - \psi)$$

Изучение поведения подинтегральной функции, через которую выражается функция $H_{pp}(\theta; \tau)$ при различных p_1, p_2, θ на интервале $(0, +\infty)$ дает возможность найти функцию $H_{pp}(\theta)$.

а) $p_2 > p_1$

$$H_{pp}(\theta) = \begin{cases} H_{pp}(\theta; 0), & A_p(\theta) \geq 0 \\ H_{pp}(\theta; t_0), & A_p(\theta) < 0 \end{cases}$$

б) $p_1 \geq p_2$

$$H_{pp}(\theta) = \begin{cases} 0, & A_p(\theta) \leq 0 \\ H_{pp}(\theta; 0), & A_p(\theta) > 0 \text{ и } H_{pp}(\theta; 0) \geq 0 \\ 0, & A_p(\theta) > 0 \text{ и } H_{pp}(\theta; 0) < 0 \end{cases}$$

Нетрудно видеть, что функция $H_{pp}(\theta)$ является $\frac{2\pi}{p}$ -периодическая функция.

Литература

1. Ибрагимов И. И. Методы интерполяции функции и некоторые их применения. "Наука", 1971. 2. Миронов В. Т. "ДАН СССР", 102, № 2, 1956. 3. Оруджев Г. А. "Изв. АН Азерб. ССР", № 4, 1958.

Институт математики

Поступило 9. VII. 1982

В. Э. Нәһмәтов

РАЦИОНАЛ КЭСР СЫРАЛАРЫНЫҢ ЧӘМИ КИМИ ИФАДӘ ОЛУНА БИЛӘН МЕРООМОРФ ФУНКЦИЈАЛАРЫН МҮӘЛЈӘН СИНИФЛӘРИ

Мәғаләдә интерполјасија нөгтәләри координат башланғычындан чыхан вә ејни узагылда јерләшән шуәлар үзәриндә олдуғда рационал кәсрләрлә интерполјасија мәсәләсінә бахылыр. Мерооморф функцијанын белә сыраларын чәми шәклиндә кәстәрилмәси үчүн зарур ивә кафи шәртләр тапылыр.

V. A. Nahmatov

ON SOME CLASSES OF THE MEROMORPHIC FUNCTIONS REPRESENTING BY ROWS BY RATIONAL FRACTIONS

In the paper the interpolating rows with rational fractions are considered. The author found the necessary and sufficient conditions for the representability of meromorphic function in the form of sum of such rows.

А. В. ГОРШКОВ, Ф. А. ЗАЙТОВ, Ф. К. ИСАЕВ

МЕХАНИЗМ БЫСТРОЙ ДИФФУЗИИ МЕДИ, СЕРЕБРА,
ЗОЛОТА В $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$

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

В предыдущих наших работах [1—3] было установлено, что при диффузии меди, серебра, золота в $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ имеет место диффузионный перенос с быстрой и медленной составляющими. Подобные явления характерны при диффузии быстродиффундирующих примесей I группы в полупроводниковых соединениях типа $A^{II}B^{VI}$ и как принято считать являются отражением сложного диффузионного процесса, включающего обмен между различными положениями примеси в решетке* [4]. В [3] показано, что медленная диффузия меди, серебра, золота в $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ происходит по диссоциативному или эстафетному механизмам миграции. В настоящей работе делается попытка модельного представления механизма быстрой диффузии указанных примесей в $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$.

Для идентификации механизма быстрой диффузии меди, серебра, золота в $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ необходимо учитывать следующие его характерные особенности, обнаруженные в работе [3].

1. Феноменально большие значения коэффициентов диффузии примесей при максимальном давлении пара ртути, соизмеримые, на наш взгляд, с коэффициентами диффузии точечных дефектов.
2. Близость значений коэффициентов быстрой диффузии меди, серебра, золота.
3. Уменьшение значений коэффициентов быстрой диффузии примесей при уменьшении давления пара ртути.
4. Уменьшение величины поверхностной концентрации, соответствующей быстрой диффузии, в ряду медь—серебро—золото.

Рассмотрим кристаллическую решетку, в одном из узлов которой находится примесный атом. Предположим, что примесный атом попеременно находится в узле и междуузлии, т. е. совершает колебания типа узел — междуузлие с некоторой частотой f_1 . Пусть частота скачков соседнего с ним атома ртути f_2 . В зависимости от соотношения частот f_1 и f_2 возможны три различные ситуации:

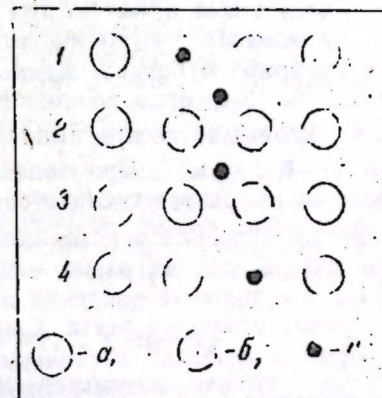
1. $f_1 \ll f_2$. За время нахождения примесного атома в междуузлии вакансии, образовавшаяся на его месте, успевает сместиться на значительные расстояния от «места рождения». В результате этого примесный атом, не имея возможности вернуться на прежнее место в кристаллической решетке, перемещается по междуузлиям до тех пор, пока

не встретится с вакансией.* Эта ситуация соответствует диссоциативному механизму миграции.

2. $f_1 \gg f_2$. В этом случае соседний атом ртути не может занять позицию примесного атома в кристаллической решетке. Элементарный акт диффузии атом примеси может совершить лишь при наличии близрасположенного вакантного узла. Эта ситуация соответствует вакансионному механизму миграции.

3. $f_1 \approx f_2$. При данном соотношении частот вакансии, образовавшаяся при переходе атома примеси в междуузлие, успевает совершить один элементарный акт диффузии и атом примеси из междуузлия возвращается в соседнее, по сравнению с исходным, положение в кристаллической решетке. Далее описанный процесс, назовем его «резонансно-

Схематическое изображение элементарного акта диффузии при резонансно-вакансионном механизме миграции: 1 — исходное положение; 2 — атом примеси перемещается в междуузлие; 3 — образовавшаяся на его месте вакансии совершает скачок; 4 — атом примеси возвращается в «новый» вакантный узел (конечное положение). а — атомы ртути; б — вакансии ртути; с — атом примеси.



вакансионным», повторяется. Схематически последовательность скачков примесного атома и вакансии ртути изображена на рисунке. Скорость диффузии примеси в данном случае определяется коэффициентом диффузии вакансии ртути и корреляционными эффектами, и не зависит от природы примесного атома, при условии, конечно, что соотношение $f_1 \approx f_2$ выполняется.

Для объяснения наблюдаемых в эксперименте зависимостей коэффициентов диффузии примесей от давления пара ртути и поверхностной концентрации примесей от типа диффундирующих атомов необходимо рассмотреть возможную зависимость величины f_1 от концентрации точечных дефектов. Применительно к серебру, квазихимическая реакция, описывающая процесс колебания узел-междуузлие, имеет следующий вид:



Как следует из уравнения (1), при низких значениях концентрации однократно заряженных вакансий ртути (V_{Hg}') квазихимическая реакция сдвигается вправо и концентрация междуузельных атомов-

* Имеется в виду вакансии вообще, а не та вакансия, которая образовалась при уходе примесного атома, в междуузлие.

серебра (Ag_i^+) увеличивается. Возрастание эффективной концентрации Ag_i^+ можно отождествить с увеличением времени пребывания атома серебра в междоузлии, т. е. с уменьшением частоты колебания f_1 . Поскольку $[V_{Hg}'] \sim [Ag_{Hg}']^\gamma$ ($\gamma = -1, -1/2$ в зависимости от вида уравнения электронейтральности) [5], то по мере снижения концентрации атомов серебра в узлах кристаллической решетки (Ag_{Hg}') частота колебания f_1 будет возрастать. При некотором критическом значении величины f_1 возникает условие „резонанса“: $f_1 \approx f_2$.

Нетрудно также показать, что частота колебания примесного атома обратно пропорциональна корню квадратному его массы ($f_1 \sim m^{-1/2}$). Таким образом, величина $f_1 \sim [V_{Hg}']^{1/2} m^{-1/2} [Ag_{Hg}']^\alpha m^{-1/2}$ (где $\alpha = -\gamma = 1; 1/2$). Из этого выражения следует, что чем меньше масса атома примеси, тем при большей его концентрации условие „резонанса“ выполняется и появляется быстрая составляющая диффузионного потока. Данный вывод хорошо согласуется с экспериментом [3], согласно которому при $T = 300^\circ C$ быстрая диффузия меди наблюдается при концентрации $3 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$, серебра — $9 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$, золота — $6 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$. При более высоких значениях концентрации примесей выполняется соотношение $f_1 \ll f_2$ и диффузия примесей происходит по диссоциативному механизму, что также согласуется с анализом механизмов миграции медленной диффузии, проведенным в работе [3]. Уменьшение давления пара ртути приводит к возрастанию концентрации вакансий ртути. Следствием этого является увеличение f_1 , которая становится несколько больше f_2 , условие «резонанса» нарушается и величина коэффициента быстрой диффузии примесей падает.

Резюмируя сказанное, можно сделать следующие выводы.

Тип механизма миграции примеси во многом определяется соотношением частот колебания примесного атома (f_1) и атома матрицы (f_2).

При равенстве этих частот имеет место «резонансно-вакансионный» механизм миграции, обеспечивающий высокую скорость диффузии. Коэффициент диффузии примеси в этом случае не зависит от природы примесного атома, а определяется величиной коэффициента диффузии вакансии и корреляционным эффектом.

При $f_1 \ll f_2$ имеет место диссоциативный механизм миграции. Поскольку величина f_1 зависит от концентрации точечных дефектов при некоторой критической концентрации примеси диссоциативный механизм может перейти в резонансно-вакансионный. Следствием этого является появление диффузионных потоков с быстрой и медленной составляющими.

Можно предположить, что особенности диффузионного поведения примесей I группы в полупроводниковых соединениях типа $A^{II} B^{VI}$ обусловлены именно этими явлениями.

Литература

1. Горшков А. В., Зайтов Ф. А., Исаев Ф. К., Шаляпина Г. М. Двухпоточный механизм миграции иония и серебра в $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1982, № 6, с. 97—99.
2. Зайтов Ф. А., Горшков А. В., Шаляпина Г. М., Шагин С. Б. Диффузия серебра в $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$. Тез. докл. V Всесоюз. конф. по физико-химическим основам легиро-

вания полупроводниковых материалов. Металлургия, 1982, с. 85.
- 3. Горшков А. В., Зайтов Ф. А., Исаев Ф. К., Шаляпина Г. М., Шагин С. Б., Асат урова И. С. Диффузия акцепторных примесей в $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$. ДАН Азерб. ССР, 1983, т. 40, № 2, 4.
- 4. Болтакс Б. И. Диффузия и точечные дефекты в полупроводниках. Наука, Л., 1972, 384 с.
- 5. Крегерф. Химия несовершенных кристаллов. Мир, М., 1969, 654 с.

АММ и.м. Н. Нариманова

Поступило 29. IX 1983

А. В. Горшков, Ф. А. Зайтов, Ф. К. Исаев

МИС, КҮМУШ ВӘ ГЫЗЫЛ АШГАРЛАРЫНЫН $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ НҮМУНЭЛЭРИНЭ СҮР'ЭТЛИ ДИФФУЗИЈАСЫНЫН МЕХАНИЗМИ

Мәғаләдә ашгар атомларының йердәјишмәсинин (миграциясынын) йени модели („резонанс-вакансиялы“) тәклиф едилер.

Бу модел мис, күмүш, гызыл ашгарларының $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ нүмунэләринә диффузиясынын ики ахынлы механизминин вә һәмин ашгарларын чох бөјүк сүр'әтли диффузия әмсалларыны изәһ етмәјә имкан верир. Сүбүт едилмишдир ки, ашгар атомунун гәфәсинин дүјүн-дүјүнләрарасы типли рәгсинин тезлији (f_1) илә чивә вакансиясынын сычрама тезлији (f_2) бәрәбәр оlanda ашгарын диффузия сүр'әти чивә вакансиясынын диффузия әмсалы илә тә'јин олунур вә ашгар атомунун тәбиәтиндән асылы дејилдир.

$f_1 \ll f_2$ бәрәбәрсизлији өдәнилдикдә йердәјишмәсинин диссоциатив механизми баш верир. f_1 кәмијәтинин нөгтәви дефектләринин концентрациясындан вә ашгар атомунун нөвүндән кәјфијәт асылылығы тә'јин едилмишдир. Мүәјјән едилмишдир ки, бә'зи һалларда диссоциатив механизм „резонанс-вакансиялы“ механизмә кечир. Буунун да нәтичәсиндә ашгарларын диффузиясы сүр'әтли вә тәдричән баш верән һиссәләрдән ибарәт олур.

A. V. Gorshkov, F. A. Zaitov, F. K. Isayev

THE RAPID DIFFUSION MECHANISM OF COPPER, SILVER, GOLD IN $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$

A new model of migration of admixture atoms („resonance-vacancy“) is suggested. The model allows to explain the two-flow diffusion mechanism of copper, silver, gold in $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ and the extraordinarily large meanings of coefficient of rapid diffusion of these admixtures. It is shown, that if a frequency of the „lattice site—interstice“-type vibration of the admixture atom (f_1) is equal to a frequency of jumpings of the mercury vacancy (f_2), then a velocity of diffusion of the admixture is defined by a diffusion coefficient of the mercury vacancy and is independent on the admixture atom nature. When $f_1 \ll f_2$, the dissociative mechanism of migration takes place. A qualitative dependence of f_1 on concentration of point defects and on a type of the admixture atom is determined. It is found that the dissociative mechanism transforms at any conditions into the „resonance-vacancy“ one. It results in appearance of the diffusion flow with rapid and slow components.

Акад. М. И. АЛИЕВ, А. З. ДАИБОВ, И. Г. ОГАНОВА

О ПОДВИЖНОСТИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНКАХ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

Известно, что в тонких пленках антимионда индия, полученных различными методами, в частности методом напыления на подложку полупроводящего арсенида галлия наблюдается характерная зависимость подвижности носителей заряда (ПНЗ) от температуры [1, 2]. В области температур 80 — 200 К величина ПНЗ довольно низка, особенно в легированных пленках. С ростом температуры подвижность в них растет, а достигнув максимума, в области комнатных температур, падает.

Такого же типа зависимость ПНЗ от температуры наблюдается в неоднородных полупроводниках, например, компенсированных или облученных [3, 4]. При этом, если длина свободного пробега носителей заряда l значительно больше характерного размера неоднородности a , то неоднородность структуры проявляется через появление дополнительного механизма рассеяния носителей заряда. При выполнении обратного неравенства $a \gg l$ проводимость кристалла довольно резко уменьшается, в связи с этим падает величина измеряемой холловской подвижности. Однако ПНЗ в самом кристалле сохраняется приблизительно равной подвижности однородного материала [5].

Наличие различного типа неоднородностей — дислокаций, дефектов упаковки неравномерное распределение примеси характерно и для пленочных структур. В связи с этим нас интересовал вопрос, каким образом неоднородности пленочных структур влияют на ПНЗ в них и в каком соответствии эта подвижность находится с определяемой непосредственно холловской ПНЗ. Для этого нами в эпитаксиальных пленках антимионда индия, помимо холловской определялась величина подвижности из продольного эффекта Нернста-Эттингсгаузена. В работе [6] было установлено, что наличие неоднородностей в материале кристалла, в частности даже его поликристалличность не приводит к увеличивающимся с ростом магнитного поля поправкам измерения изменения термо-э. д. с. в сильном магнитном поле. В работе [7] определялась величина ПНЗ в поликристаллах на основе измерения термомагнитных эффектов, которые как считают авторы являются характеристиками материала в гораздо большей степени, чем его электропроводность и поэтому должны определять истинную подвижность в материале образца.

Нами проводились исследования кинетических эффектов в эпитаксиальных пленках антимионда индия на полупроводящей подложке из арсенида галлия. Характеристики ряда измеренных образцов представлены в таблице. Образцы 1, 2, 3, 4, 5 легированы оловом в процессе осаждения.

Измерения кинетических эффектов проводились на образцах гантелеобразной формы, полученных методом фотолинтографии.

Для определения подвижности на основании измерения термо-э. д. с.

№ образца	$\frac{1}{Re} (\text{см}^{-3})$ $T = 80 \text{ K}$	Толщина пленок, мкм	$\left(\frac{\mu_{\text{хол}}}{\text{В} \cdot \text{с}}\right)$	$\Gamma_{\text{эф}}$	$\left(\frac{\mu_{\Delta z}}{\text{В} \cdot \text{с}}\right)$
	$1,3 \cdot 10^{17}$	7,0	2,60 (100 K)	1,30	2,03
	$3,0 \cdot 10^{17}$	9,2	2,00 (95 K)	1,37	1,99
	$2,7 \cdot 10^{17}$	14	1,78 (109 K)	1,35	1,94
	$7,3 \cdot 10^{16}$	6,2	2,50 (160 K)	1,29	2,33
	$1,1 \cdot 10^{16}$	16,6	4,40 (150 K)	1,28	3,51
	$1,9 \cdot 10^{15}$	5,2	0,58 (162 K)	1,87	0,80
	$7,6 \cdot 10^{15}$	1,35	1,30 (150 K)	1,70	1,32

в магнитном поле для вырожденных полупроводниковых образцов в работе [7] пользовались формулой

$$\Delta z = \Delta z_{\infty} \frac{(\mu B)^2}{1 + (\mu B)^2} \quad (1)$$

где $\Delta z(B) = z(B) - z(0)$, $\Delta z_{\infty} = \lim_{B \rightarrow \infty} \Delta z$, μ — подвижность носителей заряда. Из наклона прямой зависимости $\frac{B^2}{\Delta z}$, рассчитывалась величина

Δz_{∞} , а затем подвижность μ .

Для невырожденных образцов в области примесной проводимости, очевидно, можно поступить следующим образом. Как известно, Δz_{∞} зависит лишь от механизма рассеяния носителей заряда [8]. На основании решения уравнения

$$\Delta z_{\infty} = \frac{\kappa_0}{e} \left(\frac{J'_{3/2,0}}{J^0_{3/2,0}} - \frac{J'_{\Gamma+1,2}}{J^0_{\Gamma+1,2}} \right) \quad (2)$$

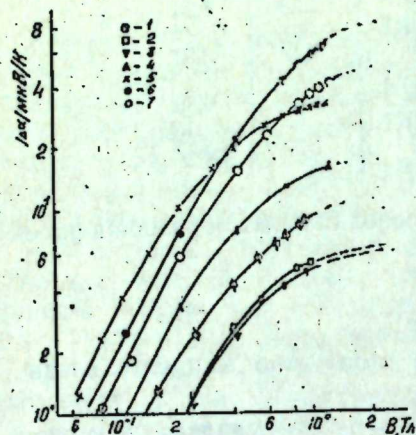
где $J'_{\kappa, m}$ — двухпараметрические интегралы Ферми, e — заряд электрона, κ_0 — постоянная Больцмана, определяется эффективный параметр рассеяния $\Gamma_{\text{эф}}$. При этом приведенный уровень Ферми η рассчитывается по известной концентрации носителей заряда через двухпараметрический интеграл $J^0_{3/2,0}$. Величина ПНЗ может быть вычислена по формуле для изменения термо э. д. с. в слабом магнитном поле при известном параметре рассеяния

$$\Delta z(B) = \frac{\kappa_0}{e} L_1(\beta, \eta) (\mu B)^2 \quad (3)$$

где $L_1(\beta, \eta)$ определяется через интеграл Ферми [8]. Как видно, величина ПНЗ, рассчитываемая таким образом, в определенных пределах зависит лишь от соотношения величин Δz в слабом и сильном полях. На основании зависимостей $\Delta z(B)$ исследованных пленок (рисунки) для отдельных температур был проведен расчет ПНЗ в них.

В случае, когда магнитосопротивление в сильном поле насыщается, погрешность в измерении термоэ. д. с. в магнитном поле, связанная с неоднородностями, не растет с ростом магнитного поля [7]. Экспериментально на монокристаллах InSb было установлено, что вклад неоднородности в изменении термоэ. д. с. пропорционален $\frac{RQ^{\perp} B^2}{\rho_B}$,

где Q^{\perp} — поперечный эффект Н—Э, ρ_B — магнитосопротивление [9]. В слабых магнитных полях $\Delta\alpha_{\text{исол.}} \sim B^2$, в сильных полях зависимость $\Delta\alpha_{\text{исол.}}$ от магнитного поля будет определяться зависимостями $Q^{\perp}(B)$ и $\rho_B(B)$ и, следовательно, может не достигать насыщения. При этом



Зависимость изменения термо э. д. с. от магнитного поля. Обозначения 1÷7 соответствуют номерам образцов. Температуры измерений приведены в таблице.

величину ПНЗ из $\Delta\alpha$, видимо, можно определить достаточно точно при низком уровне неоднородностей или, если характер изменения $\Delta\alpha_{\text{исол.}}$ от B в исследуемом интервале магнитных полей незначительно отличается от зависимости $\Delta\alpha(B)$, что в основном и наблюдалось в исследованных образцах. В противном случае, величина рассчитанной подвижности несколько занижена.

Изменение термо-э. д. с. в магнитном поле в данной области температур в пленках имеет отрицательный знак. Величина $\Delta\alpha_{\infty}$ для случая вырождения определялась графическим методом по формуле (1), в остальных случаях — экспериментальным путем или экстраполяцией в область сильных магнитных полей. Результаты расчета подвижности $\mu_{\Delta\alpha}$ представлены в таблице в сравнении с холловской подвижностью для той же температуры.

Как видно из таблицы, ПНЗ, рассчитанная из продольного эффекта Н—Э в основном соответствует холловской.

Этот результат наряду с величинами параметра рассеяния, определяемого из $\Delta\alpha$ говорит о том, что в основном величину ПНЗ в пленках InSb определяют неоднородности, распределенные с высокой плотностью и создающие дополнительный механизм рассеяния НЗ. Известно также, что существенным фактором, определяющим ПНЗ в пленках, является их слоистая неоднородность в направлении от подложки в поверхности пленки [10]. Проявлением такой неоднородности являются большие ве-

личины магнитосопротивления, а также его анизотропия в зависимости от направления магнитного поля и плоскости пленки, наблюдавшаяся в исследованных нами образцах.

Очевидно, что влияние двух факторов — слоистая неоднородность пленок, а также высокая плотность дополнительных рассеивающих центров, создаваемых дефектами структуры определяет рассчитанные величины подвижностей носителей заряда в исследованных пленках антимида индия.

Авторы статьи выражают благодарность В. Т. Игуменову и В. Я. Штейншрайберу за оказанную помощь.

Литература

1. Frelle H. Thin Solid Films, 58, 1, 48, 1979.
2. Hapus W., Oswaldowski M. Thin Solid Films, 61, 2, 235, 1979.
3. Головкина Э. Д., Левченя Н. Н., Шик А. Я. ФТП, 10, 2, 383, 1976.
4. Шик А. Я. ФТП, 11, 9, 1758, 1977.
5. Шик А. Я. В сб.: «Мат-лы VII Зимней школы по физике полупроводников. Изд-во «Наука». Л., 487, 1975.
6. Кудинов В. А., Мойжес Б. Я. ФТТ, 7, 8, 2309, 1965.
7. Кайданов В. И., Мельник Р. Б., Шалабутов Ю. К. Межвузовск. сб. «Полупроводниковая электроника». Изд-во ЛГУ 1, 38, 1974.
8. Аскеров Б. М. Кинетические эффекты в полупроводниках. Изд-во «Наука», Л., 1970.
9. Мосанов О., Егениязаров Е. «Изв. АН Туркмен. ССР, серия физ.-техн., хим. и геол. наук», № 3, 110, 1977.
10. Кравченко А. Ф., Митин В. В., Скок Э. М. Явления переноса в тонких полупроводниковых пленках. Изд-во «Наука». Новосибирск, 1980.

Поступило 31. VIII 1982

Институт физики

М. И. Алиев, Э. З. Даилов, И. Г. Оганова

ИНДИУМ АНТИМОНИДИНИН ЭПИТАКСИАЛ ТЭБЭГЭЛЭРИНДЭ ЖУКДАШЫЖЫЧЫЛАРЫН ЖҮРҮКЛҮҮ ҲАГГЫНДА

Индиум антимионидинин эпитаксиал тэбэгэлэриндэ узунуна Нерст-Эттинггаузен эффектиндэн тэжини едилмиш жүкдашыжычыларын жүрүклүү, болл жүрүклүү кими пачми кристалларда олдуғундан көскин фэрглэнир. Жүкдашыжычыларын жүрүклүүнү тэжин едэн тэбэгэ гејри-бирчинелији илэ јанашы, тэбэгэ гурулушунда олан во олаво сөпилме механизми јарадан гејри-бирчинеликлэрин варлыгы бу нэтичэнин јанунајугун олдуғуну көстэрир.

М. И. Алиев, А. З. Даилов, И. Г. Оганова

ON THE MOBILITY OF CHARGE CARRIERS IN EPITAXIAL FILMS OF INDIUM ANTIMONIDE

It is established that the mobility of charge carriers (MCC) in epitaxial films of indium antimonide, determined from the longitudinal Nernst—Ettingshausen effect, differs substantially from the MCC of indium antimonide bulk crystals, just as the Hall mobility does. Such a result is regular if one assumes that the effect of microinhomogeneties in the film structure brings about an additional scattering mechanism of charge carriers, defining along with the stratified inhomogeneity of the films the value of the MCC in them.

Б. ГАДЖИЕВ, чл-корр. Ф. М. ГАШИМЗАДЕ

РЕНОРМ — ГРУППОВОЙ АНАЛИЗ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В СИСТЕМЕ С ДВУХКОМПОНЕНТНЫМ ПАРАМЕТРОМ ПОРЯДКА

В настоящей работе рассмотрен пример фазового перехода, вызванного двумерным векторным неприводимым представлением (НП) группы S_6 симметричной фазы. Путем построения обобщенной функции Моллена [1] установлено, что имеется всего один инвариант четвертой и два инварианта шестой степени, составленные из компонент параметра порядка. Конкретный вид нетривиального инварианта шестой степени найден с помощью оператора проектирования [2]. Включение инвариантов шестой степени в разложение термодинамического потенциала в данном случае необходимо для определения равновесного значения параметра порядка, определяющего симметрию диссимметричной фазы [3]. Минимумов термодинамического потенциала всего двенадцать и все они определяют симметрию S_6 . При этом 6 из них соответствуют положительному знаку коэффициента при нетривиальном инварианте шестой степени, а остальные 6 — отрицательному. Условия обращения этого коэффициента в нуль разграничивают две области, переход между которыми может быть только первого рода. Этот результат был ранее получен в работе [4] и там же показано, что целый рациональный базис инвариантов группы S_{6v} состоит из двух функций.

Для установления критического поведения системы построен гамильтониан Ландау — Гинзбурга — Вильсона (ЛГВ) и использована ренорм-групповая (РГ) техника в пространстве размерности $d=4 - \epsilon$ [5].

$$H[\psi] = \frac{-1}{2} \sum_{i=0}^2 \int d_x^d (\nabla \psi_i)^2 - \sum_{i=0}^3 u_i \int d_x^d I_i, \quad (1)$$

где ψ_i — базисные функции НП ответственного за фазовый переход, I_i — инварианты различных степеней, составленные из функций:

$$I_0 = \psi_1^2 + \psi_2^2; I_1 = I_0^2; I_2 = I_0^3 \\ I_3 = (\psi_1^2 - \psi_2^2) \cdot [(\psi_1^2 + \psi_2^2)^2 - 16 \psi_1^2 \psi_2^2] \quad (2)$$

Величины u_i являются аналитическими функциями термодинамических переменных T и P и образуют четырехмерное параметрическое пространство \mathcal{P} . Преобразования РГ определяются как преобразования, сохраняющие вид $H[\psi]$, но изменяющие сами величины u_i . Последовательное применение РГ преобразований в конце концов переводит гамильтониан тождественно в себя с неизменными уже величинами u_i , совокупность которых называют неподвижной точкой

(НТ). Задачей РГ анализа является нахождение всех НТ и установление характера поведения системы вблизи них.

Составление РГ-уравнений — трудоемкая процедура, которая может быть значительно облегчена, если использовать симметрию гамильтониана ЛГВ. Группа симметрии гамильтониана содержит в качестве подгруппы группу симметрии симметричной фазы. Интерес представляет нахождение более широкой группы симметрии в m -мерном пространстве параметра порядка. Непосредственной проверкой нетрудно убедиться, что элементы группы S_{12v} коммутируют с гамильтонианом (в вышеупомянутом смысле), при этом преобразование в пространстве параметра порядка индуцирует соответствующее преобразование в параметрическом пространстве \mathcal{P} . Матрицы группы $G_T \cong S_{12v}$, коммутирующей с уравнениями РГ, имеют вид:

$$I_+ = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad I_- = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где I_+ стоит для элементов симметрии из подгруппы S_{6v} , а I_- для элементов смежного класса группы S_{12v} по этой подгруппе.

Уравнения РГ с учетом указанной симметрии записываются в виде:

$$\begin{aligned} u_0' &= b^2 (u_0 + \gamma_1 u_1 + \alpha_2 u_2) \\ u_1' &= b^\epsilon (u_1 + \beta_1 u_1 + \beta_2 u_1^2 + \beta_3 u_3^2 + \beta_4 u_1 u_2 + \beta_5 u_2^2) \\ u_2' &= b^{-2+2\epsilon} (u_2 + \gamma_1 u_1^2 + \gamma_2 u_3^2 + \gamma_3 u_1 u_2 + \gamma_4 u_2^2) \\ u_3' &= b^{-2+2\epsilon} (u_3 + \delta_1 u_1 u_2 + \delta_2 u_1 u_3) \end{aligned} \quad (4)$$

Коэффициенты α_i , β_i , γ_i и δ_i легко найти, используя комбинаторику и вычисляя соответствующие фейнмановские диаграммы:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 16 A(u_0); \quad \alpha_2 = \frac{9}{32} \alpha_1^2; \quad \beta_1 = \frac{9}{4} \alpha_1; \quad \beta_2 = -40 C(u_0) \\ \gamma_3 &= \frac{12}{5} \beta_2; \quad \delta_2 = 6\beta_2; \quad \beta_4 = \frac{9}{16} \alpha_1 \beta_2; \quad \gamma_4 = 0 \\ \beta_5 &= \frac{1}{15} \beta_3 + \frac{54}{5} \alpha_2 \beta_2; \quad \gamma_1 = \frac{1}{15} \gamma_2; \quad \delta_1 = \frac{1}{100} \gamma_2 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \beta_3 &= -86400 D(u_0); \quad \gamma_2 = -96000 B(u_0) \\ \text{Величины } A(u_0), C(u_0), E(u_0), D(u_0) &\text{ приведены в [7], а} \\ B(0) &= \frac{1}{8} \kappa_1^2 L^2 \left(1 - \frac{1}{L^2}\right) l_n l, \end{aligned} \quad (6)$$

где сохранены обозначения работы [7].

Н. Т. уравнений [5] являются: гауссова Н. Т., соответствующая симметрии $E(2)$, гейзенбергова НТ, соответствующая симметрии $O(2)$. Решая линеаризованные уравнения (5) вблизи неподвижных точек, находим, что гауссова НТ является неустойчивой, гейзенбергова НТ — устойчивой. Уравнения РГ при условии $u_1=0$ имеют устойчивую неподвижную точку, которая соответствует критической точке пере-

одов второго рода [3]. Расчет дает для критического показателя $\nu = \frac{1}{2}$, что соответствует результату термодинамической теории Ландау.

Литература

1. J. Jaric M. and Birman J. J. Math. Phys., 18, 1456, 1977. 2. Штрай-вольф Г. Теория групп в физике твердого тела. Наука. М., 1976. 3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. Наука. М., 1976. 4. Гуфан Сахиенко ЖЭТФ 63, вып. 5, 11, 1909, 1972. 5. Phase transitions and critical phenomena, v. 6, 1976. 6. Jaric M. Phys. Rev., B. 18, 2237, 1978. 7. Bruce A. D., Droz M. and A horony A. J. Phys., 7, 3673, 1974.

Институт физики

Поступило 4. VI 1983

Б. Начижев, Ф. М. Нешимзаде

ИКИКОМПОНЕНТЛИ НИЗАМЛАМА ПАРАМЕТРИНЭ МАЛИК СИСТЕМЛЭРИН РЕНОРМ-ГРУП АНАЛИЗИ

Мәгаләдә икикомпонентли низамлама параметринэ малик системлэрини ренорм-груп арашдырылмасына бахылар. Ренорм-груп операторунун симметрия хассэлэри мүәјјәнләшдирилмишдир.

B. R. Hajiev, F. M. Gashimzade

THE RENORM-GROUP ANALYSIS OF THE PHASE TRANSITION IN THE SYSTEM WITH THE TWO-COMPONENT ORDER PARAMETER

The renorm-group analysis of the phase transition in the system with the two-component order parameter was performed. The property of the symmetry of the renorm-group transformations was investigated.

УДК 532 — 523

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

И. А. АМИРАСЛАНОВ

О РАСПРОСТРАНЕНИИ СКАЧКОВ КОНЦЕНТРАЦИИ В СМЕСИ ЖИДКОСТИ С ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. Х. Мирзаджанзаде)

Рассмотрен процесс возникновения и распространения скачка уплотнения или разрежения в смеси жидкости с твердыми частицами, что представляет интерес для изучения переноса частиц буровой жидкостью в скважине. Предполагается, что средняя скорость смеси зависит от концентрации твердых частиц.

При изучении процессов переноса твердых частиц жидкостью в первом приближении предполагается, что скорость буровой жидкости с взвесью ν не зависит от концентрации твердых частиц C . Это верно только при достаточно малых концентрациях взвеси. Увеличение концентрации частиц оказывает двойное воздействие на поток жидкости: с одной стороны, взвесь приводит к гашению турбулентных пульсаций и тем самым к уменьшению сил трения на стенках межтрубного пространства, с другой — увеличение объемной доли более тяжелой фракции твердых частиц приводит к увеличению среднего удельного веса буровой жидкости и тем самым к большим затратам работы внешних сил (насоса) на подъем жидкости. При одном и том же перепаде давления жидкости между забоем и дневной поверхностью (задаваемом работой насоса) первый фактор приводит к увеличению средней скорости потока с увеличением концентрации взвеси, а второй фактор — к уменьшению скорости ν с увеличением C .

Влияние первого фактора оказывается обычно более существенным при малых C и для не слишком тонких фракций взвеси [1]. В этом случае зависимость ν от C в общем виде можно записать так:

$$\nu = \nu_0 [1 + f(c)] \quad (1)$$

Здесь ν_0 — скорость потока при $c = 0$, $f(c)$ — некоторая функция с причем $f(c) > 0$, а производная $f'(c) > 0$, по крайней мере в некоторой окрестности точки $c = 0$, т. е. при $0 < c < c_*$.

Транспортное уравнение в стационарном режиме работы насоса имеет следующий вид [1]

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \nu_0 [1 + f(c)] \frac{\partial c}{\partial x} = 0 \quad (\nu_0 = \text{const}) \quad (2)$$

Характеристические уравнения, связанные с уравнением (2), будут следующими [2,3]:

$$\frac{dx}{dt} = v_0 [1 + f(c)], \quad \frac{dc}{dt} = 0, \quad \frac{dp}{dt} = -v_0 p q f'(c), \quad (3)$$

$$\frac{dq}{dt} = -v_0 q^2 f'(c)$$

Здесь

$$p = \frac{\partial c}{\partial x}, \quad q = \frac{\partial c}{\partial t}, \quad q + v_0 p [1 + f(c)] = 0$$

Соотношения (9) позволяют проинтегрировать уравнение (1) вдоль характеристик. Как видно, вдоль каждой характеристики величина c постоянна. Скорость распространения возмущения в каждой точке, определяемая первым уравнением (3), зависит только от c и тем больше, чем больше c . Таким образом характеристики на плоскости xt представляют собой семейство прямых с различным углом наклона.

Рассмотрим следующую задачу Коши:

$$\text{при } t = 0 \quad c = c_0(x) \quad (4)$$

Здесь: $C_0(x)$ заданное непрерывное начальное возмущение, обращающееся в нуль вне некоторого участка $[x_1, x_2]$, т. е.

$$C_0(x) = 0 \quad \text{при } x < x_1 \quad \text{и при } x > x_2$$

с увеличением x функция $c_0(x)$ монотонно возрастает от нуля при $x = x_1$ до максимальной величины c_{\max} при $x = x_*$, а затем при $x > x_*$ с увеличением x функция $c_0(x)$ монотонно убывает до нуля при $x = x_2$.

Решение этой задачи, согласно (3), строится следующим образом. Вначале из каждой точки отрезка $[x_1, x_*]$ проводится луч-полупрямая с углом наклона, тангенс которого равен $v_0 [1 + f(c_0(x))]$. Так как функция $f(c)$ и $c_0(x)$ непрерывны и монотонны на отрезке, то указанное семейство лучей непрерывно заполнит область D_0

$$D_0: \{t > 0, \quad x - x_1 > v_0 t, \quad x - x_* < v_0 [1 + f(c_{\max})]\}$$

Можно показать, что всюду непрерывного однозначного решения задачи Коши (4) для квазилинейного уравнения (2) не существует. Поэтому будем искать однозначное разрывное решение этой задачи с разрывом в области D_* . Очевидно, скачок должен быть расположен так, чтобы любая точка области D_* имела однозначно определенное решение, т. е. через каждую точку этой области проходила одна и только одна характеристика. Это условие единственным образом определяет положение скачка на плоскости xt , т. е. огибающая характеристик, криволинейная дуга OB —это скачок на плоскости xt . Решение в области D_* однозначно определяется характеристиками, исходящими из точек отрезка $[x_*, x_{**}]$. Характеристики, исходящие из точек отрезка $[x_{**}, x_2]$ заканчиваются на скачке. Из тех же геометрических соображений определяется точка x_{**} ; точка x_{**} —точка наибольшего изменения функции $1 + f(c_0(x))$ на отрезке $[x_*, x_2]$.

В частности, если функции $c_0(x)$ и $f(c)$ дважды дифференцируемы на отрезке $[x_*, x_2]$, то точка x_{**} является точкой перегиба этой функции, т. е. при $x = x_{**}$ $\frac{d}{dx} \left(\frac{df}{dc} \frac{dc_0}{dx} \right) = 0$.

Скорость скачка в каждой точке определяется тангенсом угла касательной к дуге OB в соответствующей точке.

В точке B скачок, очевидно, переходит на прямую

$$x - x_* = v_0 [1 + f(c_0(x_*))]$$

в этой точке скачок догоняет передний фронт возмущения. При $t > t_B$ скачок является передним фронтом возмущения

$$x - x_* = v_0 t [1 + f(c_{\max})]$$

Осталось найти положение точки O на прямой

$$x - x_{**} = v_0 t [1 + f(c_0(x_{**}))].$$

т. е. найти момент и координату рождения скачка. В начальный момент $t = 0$ в точке наибольшего изменения $x = x_{**}$ тангенс угла наклона кривой $y = f(c_0(x))$ в этой точке равнялся $a_0 = \frac{d}{dx} [f(c_0(x))]$.

С увеличением времени точка наибольшего изменения на кривой $y = f(c_0(x))$ при $t = \text{const}$ располагается на прямой

$$x - x_{**} = v_0 t [1 + f(c_0(x_{**}))]$$

тангенс угла наклона кривой $c = c(x)$ в этой точке монотонно возрастает по абсолютной величине, с ростом t , стремясь к бесконечности при $t \rightarrow t_0$ (где t_0, x_0 —координаты точки O).

Можно показать, что общее решение задачи Коши (4) для уравнения (2) записывается в виде следующего неявного аналитического выражения

$$c = c_0 [x - v_0 t - v_0 t f(c)] \quad (5)$$

для произвольных функций $f(c)$ и $c_0(x)$.

Однако такое замкнутое аналитическое решение является мало-полезным из-за неоднозначности определяемой им функции $y = y(x)$ в некоторой области и появления скачков, не описываемых этим аналитическим выражением.

Используем общее решение (5) для определения величин t_0 и x_0 , характеризующих время и место рождения скачка. Обозначим через $x = C_0^{-1}(c)$ функцию, обратную функции $c = c_0(x)$. Тогда общее решение (5) можно записать в виде

$$x - v_0 t - v_0 t f(c) = C_0^{-1}(c)$$

Продифференцируем по x это тождество при $c = c(x, t)$ и находим отсюда $\frac{\partial c}{\partial x}$

$$\frac{\partial c}{\partial x} = \frac{1}{v_0 t f'(c) + \frac{d}{dc} (C_0^{-1}(c))} \quad (6)$$

Так как при $t = t_0$ $x \rightarrow x_0$ будет $\frac{\partial c}{\partial x} \rightarrow \infty$ (при $t = t_0 + \varepsilon, \varepsilon < t_0$

кривая $c = c(x, t_0 + \varepsilon)$ будет иметь петлю неоднозначности вблизи точки $x = x_0$ —кривая „опрокидывается“, то отсюда на основании (6) вытекает

$$t_0 = - \frac{\frac{d}{dc} [C_0^{-1}(c)]}{v_0 f'(c)} \quad \text{при } c = c_{**} \quad (7)$$

Здесь: $c_{**} = c_0(x_{**})$ —значение c в точке наибольшего изменения функций $f(c_0(x))$ на отрезке $[x_*, x_2]$; это значение сохраняется неизменным вдоль прямой

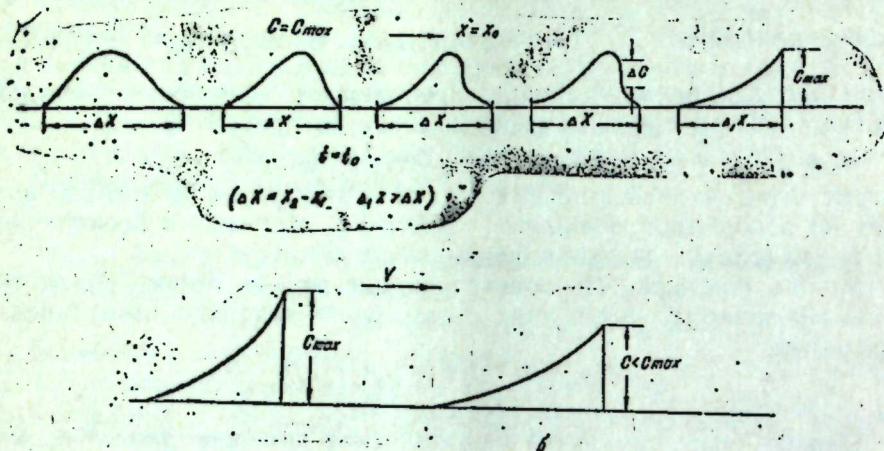
Отсюда имеем

$$x - x_{**} = v_0 t [1 + f(c_{**})]$$

$$x = x_{**} + v_0 t [1 + f(c_{**})]$$

При $t \geq t_B$ скачок выходит на передний фронт возмущения и идет с максимальной скоростью $v_0 [1 + f(c_{\max})]$, так что длина импульса возмущения неограниченно увеличивается при $t \rightarrow \infty$.

Таким образом, все основные явления квазилинейного одномерного нестационарного транспорта твердых частиц, подчиняющиеся



О распространении скачков концентрации в смеси жидкости с твердыми частицами

модели (1), изучены; все, представляющие интерес, физические величины выражаются в эффективном аналитическом виде. В качестве иллюстрации на рисунке показано изменение формы возмущения во времени: при $t \rightarrow \infty$ возмущение „размывается“, однако величина скачка остается неизменной и равной c_{\max} (передний пик возмущения становится все более острым). Последнее обстоятельство приводит к неустойчивости скачка по отношению к бесконечно малым звуковым плоским фронтам, движущимся навстречу скачку. Поэтому пик при $t \rightarrow \infty$ вырождается (рисунок 6).

Отметим, что случай $f(c) < 0$ в (1.1) исследуется совершенно аналогично. В отличие от предыдущего, в этом случае будет возникать скачок разрежения, который перемещается в „хвост“ импульса возмущения и затем движется с минимально возможной скоростью $v_0 [1 + f(c_{\max})]$. Пик скачка разрежения пульпы при $t \rightarrow \infty$ также вырождается, так как волна разрежения неустойчива по отношению к бесконечно малым звуковым фронтам, догоняющим ее сзади.

Литература

1. Фортъе А. Механика суспензий. „Мир.“ М., 1971.
2. Гурса Э. Курс математического анализа. Л., 1933.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике „Наука“, М., 1978.

Азерб. технологический институт
г. Кировабад

Поступило 18. V 1983

И. Э. Эмирасланов

МАЈЕНИН БЭРК НИССЭЧИКЛЭРЛЭ ГАРЫШЫҒЫНДА КОНСЕНТРАСИЈА СЫЧРАЈЫШЛАРЫНЫН ЈАҒЫЛМАСЫ БАҒҒЫНДА

Магаләдә мајенин бәрк ниссәчикләрлә гарышығында сыхлашма вә сејрәлмә сычрајышларынын јаранмасы вә јајылмасы просесинә бахылмышдыр. Гарышығын орта сурәтинин бәрк ниссәчикләрин консен¬трасијасындан асылылығы фәрз едилир.

I. A. Amiraslanov

ON SPREADING OF LEAP CONCENTRATION IN A LIQUID MIXTURE WITH SOLID PARTICLES

A process of arising and spreading of leap condensation or rarefaction in a liquid mixture with solid particles was examined here, which is of interest for studying of transportation of particles with drilling liquid in a well. It is supposed that average speed of mixture depends on concentration of solid particles.

Акад. Г. Б. ШАХТАХТИНСКИЙ, Г. А. ШАКАРОВ, А. А. ГЕНДАРОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ГАЛЛИЯ ПРИ ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ЦИНКОВОГО КЕКА

Для извлечения цинка из цинкового концентрата применяют два способа — гидрометаллургический и пирометаллургический.

Одним из основных процессов при гидрометаллургической переработке цинковых концентратов является окислительный обжиг. Вследствие ферритообразования при обжиге цинковых концентратов в процессе выщелачивания часть цинка остается в кеках в форме нерастворимых соединений. Наряду с цинком в нерастворимом остатке остается свинец, золото, серебро, а также 50—60 % Cu около 30 % Cd [1].

Изыскание наиболее рациональных методов переработки цинковых кеков является актуальной задачей для комплексного использования сырья.

Цинковые кеки являются большим дополнительным источником как для получения цинка, так и других сопутствующих металлов [2].

В последние годы широкое распространение получает гидрометаллургическая переработка цинковых кеков, основанная на их кислотном выщелачивании с дальнейшим осаждением железа из кислого раствора в виде ярозита или гетита [3].

Из литературных источников известно, что содержание галлия в цинковых кеках колеблется в пределах 0,01—0,001 % [4].

Целью настоящей работы является изучение условий извлечения галлия при кислотной переработке цинкового кека, полученного при переработке цинкового концентрата филизчайской полиметаллической руды.

Объектом исследования являлся цинковый кек, полученный при выщелачивании обожженного цинкового концентрата, а также проба (цинковый кек), взятая с одного отечественного завода.

В табл. 1 приведен средний состав цинкового кека цинковых концентратов филизчайской руды в сравнении с заводской пробой.

Как видно из данных, приведенных в табл. 1, цинковый кек, полученный нами из цинковых концентратов филизчайской руды, отличается от заводского повышенным содержанием цинка. Это объясняется тем, что цинковый концентрат филизчайской полиметаллической руды отличается от других концентратов повышенным содержанием железа. В литературе имеются сведения о том, что если в концентрате содержится больше железа, переход цинка в кек составляет примерно 20—25% от общего содержания его в концентрате [1].

По содержанию галлия, кек полученный нами почти не отличается от заводской пробы (см. табл. 1).

Нами изучалось влияние концентрации серной кислоты на извле-

каемость галлия в раствор. Результаты этих опытов приведены в виде графика на рис. 1.

Как видно из данных, приведенных на рис. 1, с повышением концентрации серной кислоты извлекаемость галлия в раствор повышается и при концентрации серной кислоты 200 г/л степень извлечения галлия достигает 90%, дальнейшее повышение концентрации кислоты на извлекаемость галлия заметного влияния не оказывает.

Таблица 1

Компоненты кека	Содержание, %	
	в исследуемом кеке	в заводском кеке
Zn	20,48	18,5
Cu	0,57	0,63
Fe	35,84	21,47
Pb	4,7	3,1
Ga	0,004	0,0037

Следующая серия опытов была посвящена изучению влияния времени выщелачивания на извлекаемость галлия. При этом одновременно изучалась также извлекаемость основных компонентов цинкового кека, таких как Zn, Cu и Fe. Время выщелачивания варьировалось от $18 \cdot 10^2$ до $108 \cdot 10^2$ сек. Результаты этих опытов приведены в виде графика на рис. 2.

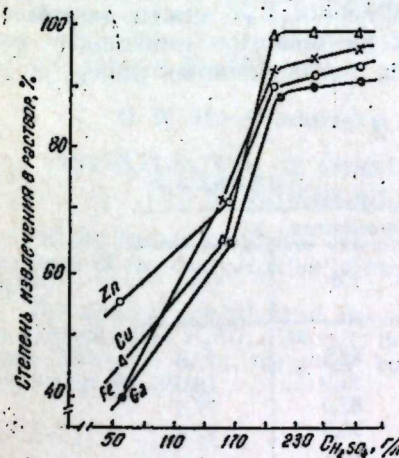


Рис. 1. Зависимость степени извлечения Zn, Fe, Cu и Ga от концентрации серной кислоты

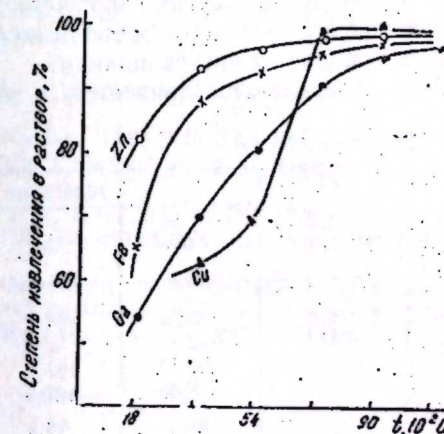


Рис. 2. Зависимость степени извлечения Zn, Fe, Cu и Ga от времени выщелачивания

Из рис. 2 видно, что с увеличением времени выщелачивания увеличиваются количества как основных компонентов, так и галлия перешедших в раствор. Установлено, что степень извлечения галлия при времени выщелачивания $72 \cdot 10^2$ сек достигает 90—92%, дальнейшее увеличение времени выщелачивания не оказывает заметного влияния на извлечение галлия в раствор.

Как известно, степень извлечения как основных компонентов кека, так и галлия в большей степени зависит от температуры выщелачивания. В связи с этим нами изучалось влияние температуры выщелачивания на извлекаемость галлия в раствор. При этом температурный интервал составлял от комнатной температуры до 363—368 К. Результаты этих опытов приведены на рис. 3.

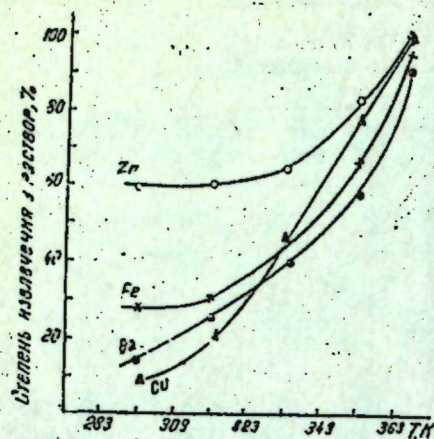


Рис. 3. Зависимость степени извлечения Zn, Fe, Cu и Ga от температуры выщелачивания.

Как видно из кривых, приведенных на рис. 3, оптимальной температурой выщелачивания цинкового кека следует считать 363—368 К. При такой температуре выщелачивания степень извлечения галлия достигает 94%.

Далее нами изучалось влияние соотношения Т:Ж смеси на извлекаемость галлия и других составляющих компонентов цинкового кека в раствор. Эти опыты проводились при установленных ранее оптимальных условиях выщелачивания.

Результаты опытов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Т:Ж	Содержание компонентов, %			
	Zn	Cu	Fe	Ga
1:5	93,08	61,7	82,2	77,6
	93,15	16,8	81,9	78,0
1:10	93,10	61,6	82,0	77,5
	98,05	100,0	98,0	97,3
1:15	98,0	99,8	98,0	97,3
	98,1	99,7	97,8	97,3
	99,0	100,0	98,0	97,3
	99,2	100,0	98,0	97,3

Как видно из данных, приведенных в табл. 2, при соотношении Т:Ж=1:10 извлечение галлия в раствор достигает 97%. Дальнейшее увеличение соотношения Т:Ж не оказывает существенного влияния на извлекаемость галлия в раствор. При Т:Ж=1:10 наряду с галлием одновременно почти полностью извлекаются в раствор основные компоненты цинкового кека, такие как цинк и медь.

Выводы

Установлены оптимальные условия выщелачивания цинкового кека серной кислотой (концентрация H_2SO_4 —200 г/л, время выщелачивания $72 \cdot 10^2$ сек, температура выщелачивания 363—368 К.).

При найденных условиях степень извлечения галлия в кислый раствор составляет 96—97%.

Полученный сульфатный раствор может быть источником получения как основных компонентов цинкового кека (цинк, медь), так и галлия.

Литература

1. Снурников А. П. Комплексное использование сырья в цветной металлургии. «Металлургия», М., 1977.
2. Тесмецкая М. В., Константинов Т. В. Новое в переработке основных промпродуктов цинкэлектrolитного производства за рубежом. Цветметинформация, М., 1974.
3. Хан О. А., Сапрыгин А. Ф., Гусар Л. С. и др. «Сб. тр. ВНИИ цвет. мет.», № 25, стр. 223, 1975.
4. Меерсон Г. А., Зелеман А. Н. Металлургия редких металлов. Металлургиздат, 1955.

Институт неорганической и физической химии

Поступило 2. XII 1981

И. Б. Шахтахтински, И. Э. Шэкэров, А. Э. Иедэров.

СИНК КЕКИНИН ИДРОКИМЈОВИ ЕМАЛЫ ЗАМАНЫ ГАЛЛИМУН ЧЫХАРЫЛМАСЫ ШЭРАИТИНИН ӨЖРЭНИЛМЭСИ

Мэгалэдэ синк концентратынын е'малындаи алынмыш синк кекиндэн сульфат туршусу илэ галлиумун мэхлула чыхарылмасы шэранти өжрэнилмешдир.

Мүэјјэн едилмешдир ки, туршунун гатылыгы 200 г/л, јујулма мүддэти $72 \cdot 10^2$ сан, температуру 363—368 К, бэрк маје гарышыгынын исбэти 1:10 олдугда галлиумун мэхлула чыхымы 96—97% олур.

G. B. Shakhhtakhtinsky, G. A. Shakarov, A. A. Geydarov

INVESTIGATION OF CONDITIONS OF GALLIUM EXTRACTION AT THE HYDROCHEMICAL TREATMENT OF ZINC CAKE

The conditions of gallium extraction at acid leaching of Zn cake, obtained by the treatment of the concentration of Phylitzhai polymetallic ore are investigated in this paper.

The optimal conditions of zinc cake leaching by sulphuric acid were determined: the concentration H_2SO_4 —200 g/l, the leaching time— $72 \cdot 10^2$ sec, the leaching temperature 363—368 K. In the given conditions the range of gallium extraction in acid solution is 96—97%.

А. И. БАГИРОВ, А. И. НУРИЕВ, С. М. РУСТАМОВ

РЕГЕНЕРАЦИЯ АНИОНИТОВЫХ КОЛОНН, НАСЫЩЕННЫХ ТЕТРАБОРАТ-ИОНОМ

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

Исследованию закономерностей регенерации анионитовых колонн в литературе посвящено сравнительно небольшое число работ [1—3].

В данной работе, на примере вытеснения из анионитовых колонн тетраборат-ионов гидроксил-ионом, приводятся результаты по проверке теоретических уравнений [4—6] по определению объема и удельного расхода регенеранта.

Методика экспериментов заключалась в следующем.

Колонки с анионитами ЭДЭ-10п высотой 51,5 см насыщались тетраборат-ионом путем фильтрации через нее со скоростью 8,0 мл/мин 0,05 N раствора тетрабората натрия. Фильтрация продолжалась до полного насыщения колонок.

Далее подготовленные таким образом колонки с тетраборат-ионами подсоединялись к напорной установке и начиналась со скоростью 1,5 мл/мин фильтрация раствора вытесняющего иона (регенеранта). В качестве регенеранта использовался раствор гидроксида натрия, концентрация (C_0) которого в опытах менялась в пределах 0,25—3,0 N. Фильтрация раствора NaOH продолжалась до полного вытеснения тетраборат-ионов из колонок. После определения концентрации тетраборат-ионов в фильтратах (C_v) были построены выходные кривые вытеснения тетраборат-ионов в координатах $\varphi \left(\frac{C_v}{C_{\max}} \right) - V$ (объемы филь-

траты), которые приведены на рис. 1. В данных опытах нами определялся фронт вытесняемого тетраборат-иона. Однако в силу закона эквивалентности ионного обмена легко определяется и фронт иона-вытеснителя (гидроксил-иона).

Из кривых на рис. 1 были сняты объемы регенеранта (V) для соответствующих значений φ . Далее рассчитывались значения массы регенеранта ($M = C_0 V$) для всех значений φ . Значения M и V внесены в табл. 1.

Как видно из таблицы, значение минимума расхода массы регенеранта ($M = 360$ мг-экв) при полной регенерации колонки соответствует 1,25 N (5%) концентрации NaOH. При концентрации NaOH больше или меньше 1,25 N расход массы регенеранта возрастает и при 3N достигает 375 мг-экв.

На рис. 2: приведены графики зависимости расхода массы регенеранта от концентрации для 80, 90 и 100% регенерации колонки. Эти

графики хорошо демонстрируют существование минимума расхода массы регенеранта.

Таким образом, эти графики являются наглядным подтверждением теоретических выводов по регенерации, развитых в работах В. В. Ра-

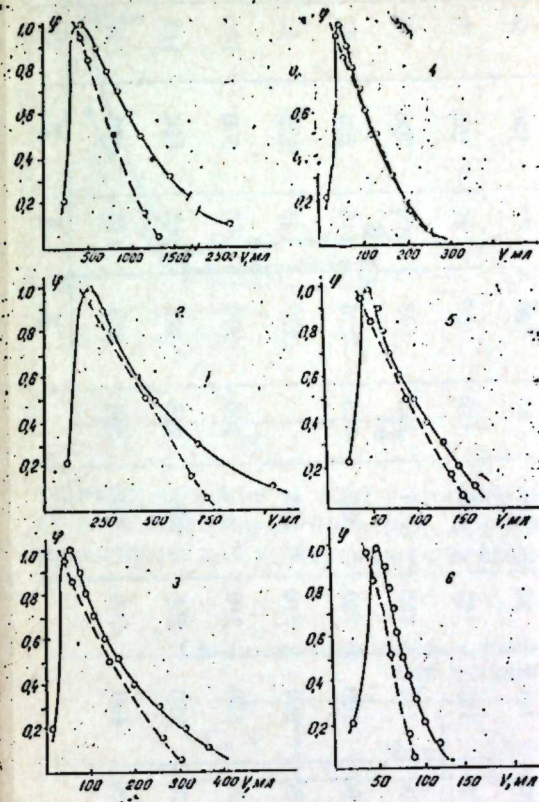


Рис. 1. Выходные кривые вымывания тетраборат-ионов из колонок ЭДЭ-10 п раствором NaOH различной концентрации. Сплошные кривые — эксперимент, пунктирные — теоретический расчет. Условия опыта: $Q_0 = 0,785$ см²; масса воздушно-сухой смолы $g = 15$ г; размера зерна анионита $d = 0,063$ см; концентрация промывающего раствора $C_0 = 0,25$ N (1); 0,5 N (2); 1,0 N (3); 1,5 N (4); 2,0 N (5); 3,0 N (6); площадь сечения переноса раствора внутри колонки $Q = 0,365$ см²; емкость поглощения $S_0 = 5,01$ мг/экв абс. сух. смолы

чинского и сотрудников [4—6]. Зависимость затрат регенеранта от его концентрации [$M = f(C_0)$], как предсказывается теорией, имеют минимум. Кроме наличия минимума, эти графики имеют и другие сходства с теоретическими положениями. Около минимума имеется довольно широкая область концентраций (1,25—2,5 N), близких к оптимальной; кривые круто поднимаются вверх в области малых ($C_0 \rightarrow 0$) и сравнительно полого в области больших концентраций.

Данные табл. 1 показывают, что практически целесообразно осуществлять неполную регенерацию (80 или 90%-ная регенерация) колонки, насыщенных тетраборат-ионом, при которых расход массы регенеранта в 1,3—1,5 раза меньше, чем при полной регенерации. При осуществлении регенерации в широком интервале изменений концентрации регенеранта (1,25—2,5 N) расход массы регенеранта возрастает незначительно.

Теперь рассчитаем теоретические значения V и M , затрачиваемых для полной регенерации колонны ($L = 51,5$ см), насыщенной тетраборат-ионом по формулам, предложенным в работе [6] и сравним их с экспериментальными значениями, приведенными в табл. 1.

При составлении этих показателей мы исходили из высказанного

Экспериментальные значения V и M при регенерации анионитовых колонн, насыщенных тетраборат-ионом ($C_0, \text{NaOH} = 0,25-3N$) ($L=51,5 \text{ см}$), насыщенных тетраборат-ионом

C_0, N	0,25		0,50		1,00		1,25		1,50		2,00		3,00	
	V , мл	M , мг-экв	V , мл	M , мг-экв	V , мл	M , мг-экв	V , мл	M , мг-экв	V , мл	M , мг-экв	V , мл	M , мг-экв	V , мл	M , мг-экв
0,1	380	95	250	125	70	70	45	56	65	98	60	120	55	165
0,2	600	150	290	145	80	80	70	88	75	112	65	130	60	180
0,3	820	205	330	165	100	100	95	119	85	126	70	140	65	195
0,4	960	240	420	210	125	125	125	156	110	165	80	160	70	210
0,5	1 100	275	510	255	160	160	155	194	130	195	100	200	75	225
0,6	1 250	312	580	290	190	190	180	225	150	225	115	230	80	240
0,7	1 450	362	700	350	250	250	210	263	270	270	135	270	90	270
0,8	2 100	525	830	415	320	320	240	320	300	300	150	300	100	300
0,9	2 600	650	1 030	510	370	370	255	320	323	323	165	330	115	345
1,0	3 180	800	1 220	610	400	400	290	360	368	368	185	370	125	375

ранее вывода об эффективности проведения регенерации в пределах концентрации раствора NaOH 1,25-2,5 N . Теоретические и экспериментальные значения объема, необходимого для полного вытеснения

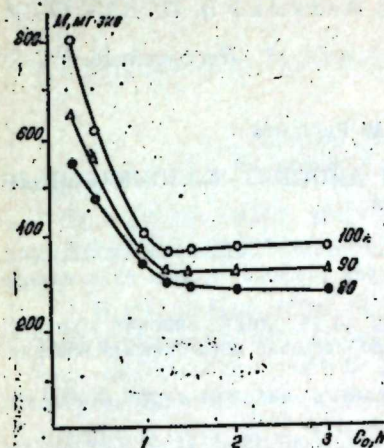


Рис. 2. Зависимость массы расхода NaOH от его концентрации при 80, 90 и 100%-ной регенерации колонки от тетраборат-ионов.

тетраборат-ионов и массы регенеранта близки. Согласно результатам экспериментальной проверки приведенные в работе [4, 6] уравнения применимы для инженерных расчетов.

Таблица 2

Сравнительная таблица расчетных и экспериментальных значений V и M

C_0, N	ор	$V_{\text{экс}}$	$M_{\text{теор}}$	$M_{\text{экс}}$
1,25	390	290	488	360,0
1,50	276	245	414	367,5
2,00	163	185	326	370,0
3,00	83	125	250	375,0

Выводы

1. Установлено, что результаты по регенерации анионитовых колонн, насыщенных тетраборат-ионами, удовлетворительно согласуются с выводами по теории регенерации ионообменных колонн.

2. Установлено значение минимума расхода массы регенеранта при полной регенерации колонн, соответствующее 1,25 N (5%) концентрации NaOH . Около минимума имеется довольно широкая область концентраций (1,25—2,50 N), близких к оптимальной.

3. Выявлено, что практически целесообразно осуществлять неполную регенерацию (80 или 90%-ная регенерация) колонн, при которых расход массы регенеранта в 1,3—1,5 раза меньше, чем при полной регенерации.

Литература

1. Толмачева Ю. А., Давыдов А. Т. ЖФХ, 1962, т. 36, № 11, с. 2347—2351.
2. Мелешко В. П., Измайлова Д. Р., Червинская О. В., Анпи-

лова Н. С. ЖФХ, 1963, т. 36, № 1, с. 130—134. 3. Лурье А. А., Рачинский В. В., Мязо А. А., Мелешко В. П., Шипа Е. Теор. осн. химич. техн., 1967, т. 1, № 6, с. 803—807. 4. Рачинский В. В., Салдадзе К. М., Рустамов С. М. ЖФХ, 1966, т. 40, № 3, с. 599—602. 5. Рачинский В. В., Рустамов С. М. ЖФХ, 1966, т. 40, № 8, с. 1801—1805. 6. Рачинский В. В., Мелешко В. П. ДАН СССР, т. 172, № 5, с. 1141—1144.
ИНФХ

Поступило 26. V 1982

Ә. Н. Багыров, Ә. Н. Нуриев, С. М. Рустамов

ТЕТРАБОРАТ ИОНЛАРЫ ИЛӘ ДОЈДУРУЛМУШ АНИОНИТ КОЛОНКАСЫНЫН РЕКЕНЕРАСИЈАСЫ

Мәгаләдә анионит колонкасындан, гидроксил ионларынын тетраборат ионларыны чыхармасы мисалында рекенерантын һәчминн вә хәуси сәрфини мүәјјән едән нәзәри тәһликләрни јохланылмасынын нәтичәләри верилиб.

Мүәјјән едилмишдир ки, тетраборат ионлары илә дојдурулмуш анионит колонкасынын рекенерасијасынын нәтичәләри һәндәјишмә колонкасынын рекенерасија нәзәријәсинин нәтичәләри илә кифәјәт дәрәчәдә ујғунлашыр.

Колонканын там рекенерасијасы заманы рекенерантын минимал сәрфи NaOH-ын 1,25 N гатылығына ујғун кәлир.

Ајдынлашмышдыр ки, колонканын 80—90%-ли рекенерасијасы даһа мәгсәдә ујғундур вә бу заман рекенерантын сәрфи там рекенерасија илә мүгајисәдә 1,3—1,5 дәфә аздыр.

A. I. Bagirov, A. N. Nuriyev, S. M. Rustamov

REGENERATION OF ANIONITE COLUMNS SATURATED BY TETRABORATE IONS

In the present work on the example of displacement from anionite columns of tetraborate ions by hydroxyl ion the results are given on the examining of theoretical equilibrium on the bulk determination and specific expenditure of regenerate.

It is determined that the results on the regeneration of anionite columns saturated by tetraborate ions are in good agreement with conclusions on the theory of regeneration of ion-exchangeable columns.

The value of the minimum expenditure of the regenerate mass at the complete column regeneration corresponding to the 1.25 concentration of NaOH is given.

It is discovered that it is practically objective to carry out incomplete regeneration (80 or 90%) of columns at which the mass expenditure of regenerate is 1.3—1.5 times less than at the complete regeneration.

УДК 541.124.7:66.094.382+553.982

ХИМИЯ НЕФТИ

Чл.-корр. М. М. ГУСЕЙНОВ, Ә. Б. ЗЕЙНАЛОВ,
Б. Ю. ТРИФЕЛЬ, К. У. ВЕЛИЕВА, Х. А. МАСТАЛИЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ НЕФТЯНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ БИБИЭЙБАТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В последние годы особый интерес вызывают исследования, связанные с применением кинетических методов определения антиокислительной активности компонентов ряда природных соединений. Для этого широко используются достаточно хорошо изученные модельные, цепные процессы [1—4]. В частности, с использованием модельной цепной реакции инициированного окисления изопропилбензола (кумола) удалось оттестировать на содержание антиоксидантов некоторые растительные масла [5, 6], лекарственные растения [7], полимерные композиции [5, 8]. Появились работы в области количественного анализа антиоксидантов в нефтях [9]. В этих работах на примере западно-сибирских нефтей была показана возможность идентификации природных нефтяных антиоксидантов с помощью модельной цепной реакции.

В настоящей работе исследована нефть Бакинского нефтяного района — Бибиэйбатского морского месторождения, Бухты Ильича. Была использована нефть, добываемая на промысле № 1 НГДУ им. 26 Бакинских комиссаров, из скважины № 3567, парафинистая, со следующими характеристиками — забой 2233 м, нижний фильтр — 2232 м, верхний — 2144 м, пласт II+III кирмакинской свиты (КС), относящийся по возрасту к среднему плиоцену и представляющему в отношении нефтеносности наибольший интерес [10].

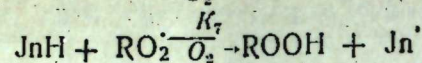
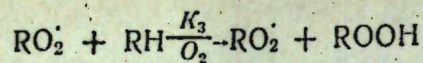
Эксперимент показал, что с помощью модельной цепной реакции инициированного окисления кумола в нефти указанного месторождения легко идентифицируются антиоксиданты-компоненты нефти. Используя соотношения для ингибированного окисления углеводорода (кумола) [5, 11]

$$\tau = \frac{fn [J_n H]}{W_1} \quad (1)$$

и

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

где τ — продолжительность индукционного периода, f — коэффициент ингибирования, равный числу реакционных цепей окисления, обрываемых одной ингибирующей группой ингибитора, n — число ингибирующих групп, W_1 — скорость инициирования, $\Delta(O_2)$ — количество поглощенного кислорода, $[RH]$ — концентрация углеводорода, K_3 и K_7 — константы скорости роста и обрыва цепи



были рассчитаны эффективные концентрации антиоксидантов $f_n [JnH]$, моль/л и соответствующие константы скорости ингибирования $K_{7,i}$, л/моль·сек*.

На рис. 1, 2 и 3 представлены кинетические кривые поглощения кислорода (а) при окислении кумола, содержащего 0,5 мл добываемой нефти с водой (рис. 1), 0,5 мл только буровой воды, отделенной нефти

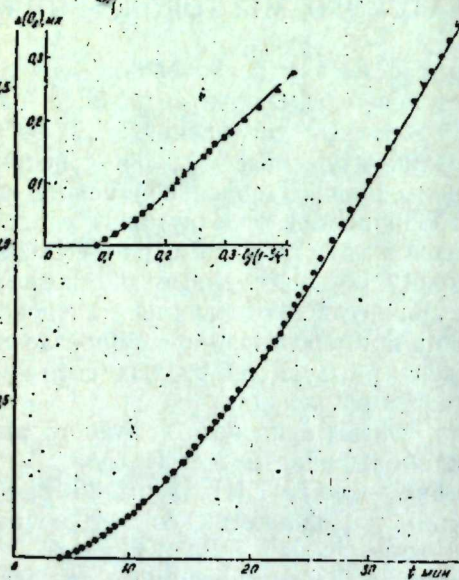


Рис. 1. Кинетическая кривая поглощения кислорода (а) и ее полулогарифмическая анаморфоза (б) при окислении кумола с добавкой 0,5 мл нефти и буровой воды; $W_1 = 6,7 \cdot 10^{-8}$ моль/л. сек; $60^\circ C$; объем реакционной смеси-10,5 мл.

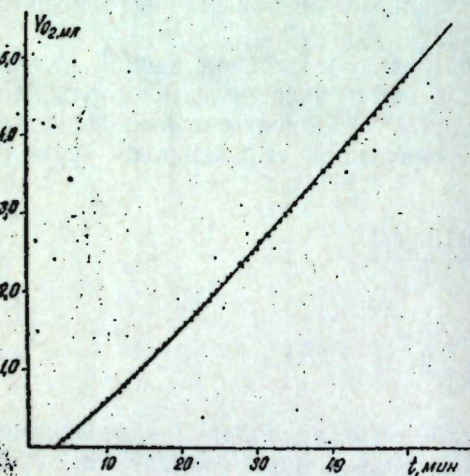


Рис. 2. Кинетическая зависимость поглощения кислорода в реакции инициированного окисления кумола в присутствии 0,5 мл буровой воды; $W_1 = 6,7 \cdot 10^{-8}$ моль/л. сек; $60^\circ C$; объем реакционной смеси-10,5 мл.

* Период индукции — τ определяется графически из кинетической кривой поглощения кислорода при окислении модельного углеводорода. Константа скорости ингибирования — K_7 определяется по тангенсу угла наклона полулогарифмической анаморфозы кинетической кривой.

Ингибирующая способность нефтей

Месторождение (участок)	Средняя глубина залегания, м	$K_7 (60^\circ) \cdot 10^{-4}$ л/моль·сек	$f_n [JnH] \cdot 10^3$, моль/кг
1	2	3	4
Баку			
Бибэйбат	2 188		
а) Нефть+вода		$10,5 \pm 1,6$ $5,3 \pm 0,8$ $3,5 \pm 0,5$ $0,8 \pm 0,2$	$0,3 \pm 0,05$ $0,2 \pm 0,03$ $0,3 \pm 0,03$ $1,1 \pm 0,3$
б) нефть	Скважина 3567		$\Sigma 1,8 \pm 0,5$
		$10 \pm 1,5$ $5,4 \pm 1,0$ $3,2 \pm 0,3$ $0,7 \pm 0,2$	$\Sigma 133 \pm 40$
Западная Сибирь			
Русское	851	13 ± 7 $6,1 \pm 2,4$ $0,92 \pm 0,23$	44 88 84 $\Sigma 161$
Федоровское	1 866	$8,6 \pm 0,6$ $4,8 \pm 1,7$ $0,88 \pm 0,12$	84 19 79 $\Sigma 182$
Советское	2 132	15 ± 2 $7,6 \pm 0,4$ $1,4 \pm 0,1$	45 33 33 $\Sigma 111$
Мыльджинское	2 410	$8,8 \pm 2,0$ $1,0 \pm 0,2$	27 30 $\Sigma 57$
	2 464	$5,2 \pm 1,2$ $0,96 \pm 0,19$	45 45 $\Sigma 90$
Останинское	2 449	$5,1 \pm 1,2$ $0,86 \pm 0,19$	51 43 $\Sigma 94$
Верх-Тарское	2 472	$5,5 \pm 1,5$ $1,1 \pm 0,2$	41 31 $\Sigma 72$
Мыльджинское	2 535	$5,8 \pm 0,6$ $1,3 \pm 0,3$	24 21 $\Sigma 45$
Верх-Тарское	2 698	$5,0 \pm 3,1$ $1,4 \pm 0,2$	13 8 $\Sigma 21$
Малочское	2 750	$8,6 \pm 1,7$ $1,2 \pm 0,3$	29 27 $\Sigma 56$
Останинское	2 756	$6,7 \pm 1,4$ $1,1 \pm 0,4$	18 15 $\Sigma 33$

Продолжение табл.

1	2	3	4
Малиновое	2 997	$5,4 \pm 1,1$ $1,2 \pm 0,2$	24 30 Σ 54
Урманское	3 082	$6,5 \pm 0,8$ $0,92 \pm 0,25$	39 71 Σ 110

(рис. 2), $1 \cdot 10^{-2}$ мл нефти, освобожденной от воды и посторонних примесей (рис. 3) и полулогарифмические анаморфозы (б) кинетических кривых.

Из анаморфозы (б) рис. 1 видно, что наблюдаются 4 участка с различным углом наклона. Это свидетельствует о наличии в анализируемой смеси нефти и воды 4 антиоксидантов с разными K_7 [5, 6, 12].

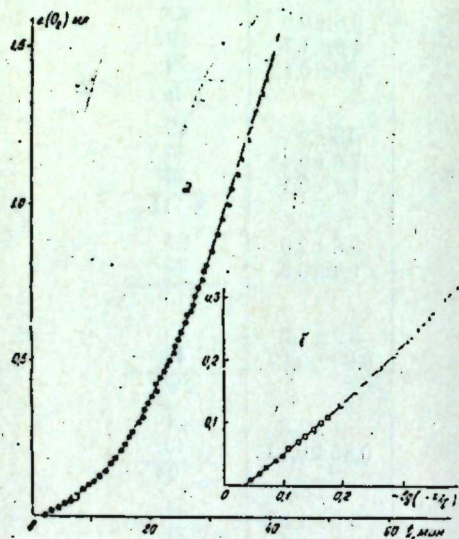


Рис. 3. Кинетическая кривая поглощения кислорода (а) в реакции инициированного окисления кумола с добавкой $1 \cdot 10^{-2}$ мл нефти и ее полулогарифмическая анаморфоза (б); $W_1 = 7,14 \cdot 10^{-8}$ моль/л.сек, 60°C ; объем реакционной смеси—10 мл.

В буровой воде практически отсутствуют сильные ингибиторы: на кинетической кривой поглощения кислорода (рис. 2) при окислении кумола с добавками буровой воды отсутствует период индукции. Это значит, что все четыре идентифицированных антиоксиданта находятся в нефти. Действительно, согласно данным, приведенным на рис. 3, в «чистой» нефти содержится также 4 антиоксиданта. Определенные по периодам индукции (рис. 1 а, 3 а) и из полулогарифмических анаморфоз (рис. 1 б, 3 б), а также с использованием соотношений (1) и (2) значения K_7 для каждого типа антиоксиданта в смеси «нефть+вода» и «нефть» совпадают в пределах ошибки эксперимента (таблица). Это совпадение

свидетельствует о том, что в обоих случаях идентифицированы нефтяные антиоксиданты.

В таблице приведены полученные константы скорости ингибирования K_7 и эффективные концентрации антиоксидантов $[n][\text{JnH}]$, а также сравнительные данные по западносибирским нефтям [9].

Из таблицы видно, что нефть Бибиэбатского месторождения в отличие от западно-сибирских нефтей содержит 4 типа антиоксидантов, из которых антиоксиданты с $K_7 \approx 10^5$ сопоставимы с такими сильнейшими синтетическими ингибиторами-антиоксидантами типа «2246», 4010 NA, эджрайт-уайт и др. Это означает, что нефть или концентраты из нефти в определенном соотношении можно использовать в качестве антиокислителей для различных синтетических и природных органических материалов.

Выводы

1. Показана возможность определения ингибирующей способности компонентов нефтей Биби-эйбата — нефтяных антиоксидантов, идентифицируемых с помощью модельной цепной реакции инициированного окисления кумола.

2. Найдено, что в нефти из скважины № 3567 НГДУ им. 26 Бакинских комиссаров содержится 4 типа антиоксидантов, из которых антиоксидант с $K_7 = 1 \cdot 10^5$ л/моль·сек сопоставим с сильнейшими синтетическими ингибиторами-антиоксидантами.

Литература

1. Эмануэль Н. М., Гладышев Г. П., Денисов Е. Т., Цепалов В. Ф., Харитонов В. В., Пиотровский К. Б. Тестирование химических соединений как стабилизаторов полимерных материалов. ИХФ АН СССР. Черногловка, 1973. Препринт.
2. Эмануэль Н. М., Гладышев Г. П., Цепалов В. Ф., Пиотровский К. Б. ВИНТИ, № 6815 — 73. Деп. от 25. IX 1973
3. Гладышев Г. П., Цепалов В. Ф. «Усп. химии», 1975, 44, 1830.
4. Гладышев Г. П., Попов В. А. Радикальная полимеризация при глубоких степенях превращения. «Наука», М., 1974.
5. Цепалов В. Ф., Харитонова А. А., Зейналов Э. Б., Гладышев Г. П. «Азерб. хим. ж.», 1981, 4, 113.
6. Харитонова А. А., Козлова З. Г., Цепалов В. Ф., Гладышев Г. П., «Кинетика и катализ», 1979, 20, 593.
7. Комаров Ф. И., Гладышев Г. П., Цепалов В. Ф. Вестник АМН СССР, 1982.
8. Харитонова А. А., Цепалов В. Ф., Гладышев Г. П., К. де Йонг В. Дж. Мис. «Кинетика и катализ», 1980, 21, № 6.
9. Sidorenko A. A., Kгуazhev Yu. G., Gseralov V. F., Gladyshev G. P. Reacht. Kinet. Catal. Lett., 1977, vol. 6, № 1, p. 1—8.
10. Ашумов Г. Г. Азербайджанские нефти. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1961.
11. Цепалов В. Ф., Харитонова А. А., Гладышев Г. П., Эмануэль Н. М. «Кинетика и катализ», 1977, 18, 1261, 1395.
12. Харитонова А. А., Цепалов В. Ф., Гладышев Г. П., К. д. Йонг В. Дж. Мис. «Кинетика и катализ», 1978, 19, 551.

Институт хлороорганического синтеза

Поступило 19. XI 1982

М. М. Нусејнов, Е. Б. Зейналов, Б. Ј. Трифел, Г. У. Вэлијева, Х. А. Мэстэлијева

БИБИ-БЕЈБЭТ НЕФТ ЈАТАГЛАРЫНДА ЧЫХАН НЕФТ ОКСИДАНТЛАРЫНЫН ИНКИБИТОР ФЭЛЛЫҒЫНЫН ТЭДГИГИ

Мэгалэдэ модел зэнчирвары реаксия васитэсилэ, кумолун фэал оксидлэшмэен илэ Биби-Бейбэт нефтиндеки тэбии антиоксидантларын мигдары анализ едилмишдир. Тэјин едилмишдир ки, нефтин тэркибинде дерд нөв антиоксидант вар. Реаксия

сүр'әтини ләңкитмә сабити $K_7 = 1 \cdot 10^5$ л/мол-сан олан антиоксидант өз фәаллығына көрә ән фәал снитетик реаксия сүр'әтини ләңкидән маддәләрлә мүгајисә олуна билир.

M. M. Guseinov, E. B. Zeninalov, B. Yu. Trifel, K. U. Velieva,
Kh. A. Mastalieva

STUDY ON INHIBITING ACTIVITY OF PETROLIC ANTIOXIDANTS OF BIBI-EIBAT DEPOSIT

The natural antioxidants of Bibi-Eibat deposit are analyzed quantitatively using a model chain reaction of initiated oxidation of isopropylbenzene. Four antioxidants are identified having various rate constants of inhibition. Their concentrations are determined. It is found that investigated oil contains relatively strong inhibitors. The antioxidant with $K_7 = 10^5$ is compared with the strongest synthetic inhibitors-antioxidants.

УДК 550.834.3

ГЕОФИЗИКА

М. М. РАДЖАБОВ

ВОЗМОЖНЫЕ СКОРОСТНЫЕ МОДЕЛИ СРЕДЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ АНОМАЛИЮ АМПЛИТУД ПРЕЛОМЛЕННЫХ ВОЛН

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

В [1] на основе анализа решения задачи об амплитудах продольных преломленных (головных) волн, соответствующих границе раздела двух упругих полупространств, было установлено, что аномальный эффект амплитуд, наблюдаемый в реальных средах при методике поперечного профилирования и отмечаемый на амплитудной кривой зоной минимума, является следствием главным образом латеральной изменчивости скоростных свойств среды в зоне выхода преломленных волн, т. е. вдоль линии поперечного профиля с учетом сноса. Это обстоятельство приводит к существованию множества эквивалентных скоростных моделей среды, вызывающих аномалию амплитуд преломленных волн. Именно поэтому прогнозирование неоднородностей покрывающей толщи по указанному динамическому признаку становится задачей неоднозначной. Вместе с тем, использование аномального эффекта преломленных волн как поискового критерия может найти более широкое применение в сейсморазведке, если предварительно установлены скоростные свойства среды в зоне выхода преломленных волн и определена ее скоростная модель. Именно с этих позиций представляет интерес рассмотреть возможные скоростные модели среды в зоне выхода преломленных волн, способные вызывать аномалию амплитуд, и найти их некоторые геологические аналоги. Этому вопросу и посвящена настоящая статья.

Условия существования аномального эффекта амплитуд проходящих преломленных волн в пределах линии поперечного профиля, когда n_2 находится в промежутке n_1, n_3 записываются в виде следующих неравенств

$$n_2 < n_1, n_2 < n_3, (n_1 < n_3), \quad (1)$$

где n_1, n_2, n_3 — соответствующие отношения скоростей в зоне выхода, т. е. скорости покрывающей толщи к скорости подстилающего слоя.

Для определения возможных эквивалентных скоростных моделей, вытекающих из условия (1), введем следующие обозначения: скорости покрывающей толщи и подстилающего слоя, представленного преломляющим горизонтом, обозначим соответственно индексами V_1 и V_2 внутри скобок, а за скобками укажем номера соответствующих скоростных неоднородностей, т. е. примем

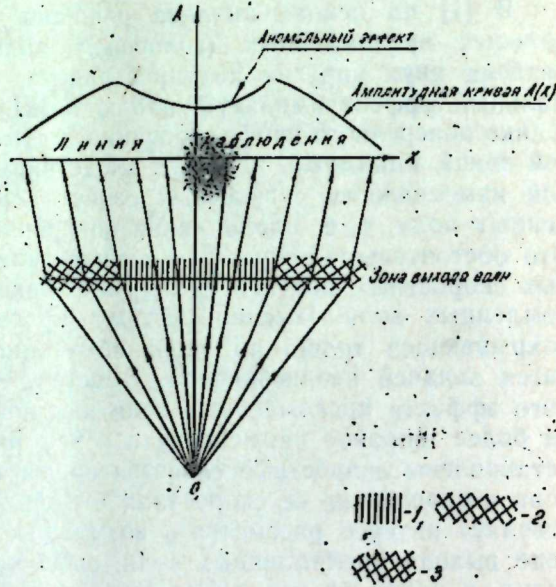
$(V_1)_1, (V_1)_2, (V_1)_3$ для покрывающей толщи,

$(V_r)_1, (V_r)_2, (V_r)_3$ для преломляющего горизонта.

где V_1 —средняя скорость, V_r —граничная скорость вдоль преломляющего горизонта.

Допустим, что в пределах линии поперечного профиля, равной $2R$, т. е. в пределах профиля, равной сумме каждой стороны от проекции источника возбуждения $x=0$, определяемой как $x=R$ (где R —расстояние по перпендикуляру от источника возбуждения, x —расстояние вдоль линии поперечного профиля, отсчитываемое от проекции источника возбуждения на профиль), среда в зоне выхода характеризуется латеральной изменчивостью скоростных свойств, выражаемой скоростными неоднородностями так, что выполняются условия (1) (рисунк). Тогда возможные эквивалентные скоростные модели, вызывающие аномальный эффект амплитуд проходящих преломленных волн,

Схема просвечивания среды методикой поперечного профилирования. A —амплитуда преломленной волны, x —расстояние вдоль линии наблюдения, отсчитываемое от проекции источника возбуждения в каждую сторону. O —источник возбуждения. $1, 2, 3$ —скоростные неоднородности в зоне выхода, $1—p_2, 2—p_1, 3—p_3$.



отмечаемый на амплитудной кривой зоной минимума, могут быть записаны в следующем виде:

$$A = A(x) \quad (2)$$

$$(V_1)_1 > (V_1)_2 < (V_1)_3 \quad (3)$$

$$(V_r)_1 < (V_r)_2 > (V_r)_3 \quad (4)$$

$$(V_1)_1 > (V_1)_2 < (V_1)_3 \quad (5)$$

$$(V_r)_1 = (V_r)_2 = (V_r)_3 \quad (6)$$

$$(V_1)_1 < (V_1)_2 > (V_1)_3 \quad (7)$$

$$(V_r)_1 > (V_r)_2 < (V_r)_3 \quad (8)$$

$$(V_1)_1 < (V_1)_2 > (V_1)_3 \quad (9)$$

$$(V_r)_1 = (V_r)_2 = (V_r)_3 \quad (10)$$

$$(V_1)_1 < (V_1)_2 > (V_1)_3 \quad (11)$$

$$(V_r)_1 < (V_r)_2 > (V_r)_3 \quad (12)$$

$$(V_1)_1 < (V_1)_2 < (V_1)_3 \quad (8)$$

$$(V_r)_1 < (V_r)_2 > (V_r)_3 \quad (9)$$

$$(V_1)_1 = (V_1)_2 = (V_1)_3 \quad (10)$$

$$(V_r)_1 < (V_r)_2 > (V_r)_3 \quad (11)$$

Это множество скоростных моделей среды в зоне выхода проходящих преломленных волн, очевидно, можно продолжить. Такое многообразие сильно затрудняет разделение эффектов, связанных со скоростными особенностями покрывающей толщи от эффектов, связанных со скоростными особенностями преломляющего горизонта. Именно это обстоятельство делает неоднозначным решение задачи прогнозирования скоростных неоднородностей покрывающей толщи по аномалиям амплитуд проходящих преломленных волн. Выше указывалось, что однозначность решения задачи тесно связана с определением скоростных свойств среды вдоль линии поперечного профиля. Тогда использование аномального эффекта амплитуд проходящих снизу преломленных волн может оказаться перспективным при изучении таких трудных для сейсморазведки задач как поиски рифовых построек, рудных залежей и т. д. Связано это с тем, что упругие свойства объектов существенно отличаются от упругих свойств вмещающих образований. В этом смысле данные объекты являются наиболее близкими геологическими аналогами указанных скоростных моделей. Как известно [2], рифовые постройки имеют сложную конфигурацию, кровля которых представляет криволинейную поверхность. Вследствие разной пористости в пределах одного и того же рифа объемная плотность и пластовая скорость не одинаковы в различных его частях. Латеральная изменчивость этих физических параметров является благоприятным фактором выявления рифовых построек при просвечивании среды проходящими преломленными волнами по методике поперечного профилирования.

Другим примером возможного использования аномалий амплитуд преломленных волн, отмечаемых на амплитудных кривых при методике поперечного профилирования, является поиск монокристаллических сульфидных руд, характеризующихся меньшими скоростными параметрами, чем скоростные параметры изверженных пород, не затронутых метаморфизацией.

Рудные тела, подвергшиеся выветриванию и окислению и характеризующиеся значительно меньшими скоростными параметрами, также представляют благоприятный объект для постановки работ методикой поперечного профилирования. При просвечивании подобных объектов проходящими преломленными волнами над ними будут наблюдаться аномалии амплитуд. Применение методики поперечного профилирования преломленными волнами может дать положительный эффект и при поисках вкрапленных руд, если только отмечается различие в скоростных свойствах между рудосодержащими и вмещающими образованиями.

Таким образом, определение скоростных свойств среды вдоль линии поперечного профиля может позволить использовать динамический признак — аномалию амплитуд проходящих преломленных волн для локализации и изучения области распространения скоростных неоднородностей среды, представляющих значительный разведочный интерес.

1. Раджабов М. М. О физической природе аномалии амплитуд преломленных волн. ДАН Азерб. ССР, т. XXIX, № 6, 1983. 2. Справочник геофизика, т. IV. Изд. «Недра», М., 1966, стр. 681—711.
Южное отделение Всесоюзного института геофизических методов разведки

Поступило 23. XII 1981

М. М. Раджабов

МҮНТИН СЫНАН ДАЛҒАЛАРЫН АМПЛИТУД АНОМАЛИЈАЛАРЫНЫ ТӨРЭДЭН МҮМКҮН СҮР'ЭТ МОДЕЛИ

Мәгаләдә енинә профилләмә заманы далғаларын чыхыш зоналарында мүнтин мүмкүн сүр'әт модели, онларын бә'зи геоложи аналоглары вә амплитуд әрисиини минимум зонасында аномалија шәклиндә амплитуд азалмаларыны төрәдә билмәк габилијәтлијинә бахылмышдыр.

М. М. Radjabov

POSSIBLE VELOCITY MODELS OF THE MEDIUM CAUSING AMPLITUDE ANOMALY OF THE REFRACTED WAVES

Possible velocity models of the medium in a zone of the refracted waves output and some their geological analogues are examined, capable of causing the amplitude anomaly, recorded on the amplitude curve by a zone of minimum under transverse profiling.

УДК 532. 595. 2

НЕФТЕПРОМЫСЛОВАЯ МЕХАНИКА

Р. М. САТТАРОВ, Р. Н. БАХТИЗИН

ОЦЕНКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДЫ ПРИ НЕЛИНЕЙНОМ ЗАКОНЕ ТРЕНИЯ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. Х. Мирзаджанзаде)

При движении вязких жидкостей, особенно при больших скоростях потока, закон трения, как правило, носит нелинейный характер. С целью упрощения инженерных расчетов обычно используется линейный закон [4]. Однако линеаризация нелинейного закона трения не всегда оправдана, поскольку при расчетах гидродинамических характеристик жидкостей такое допущение может приводить к существенным ошибкам. Поэтому важный практический интерес представляет оценка такой линеаризации по информации, замеряемой при переходных режимах течения жидкостей в трубах.

Для определения гидравлических характеристик потока часто используется постановка и решение обратных задач [2, 3]. В указанных работах используются методы, позволяющие находить параметры жидкости в случае линеаризованной модели. В данной работе предлагается способ оценки гидродинамических параметров среды при нелинейном законе трения методом модулирующих функций. Этот метод [1] требует знания информации о давлении или расходе вдоль потока на некотором временном интервале $[t_1, t_2]$.

Рассматривается неустановившееся движение вязкой жидкости в упругой трубе при квадратичном законе трения. Система дифференциальных уравнений относительно давления P и скорости потока W для данного случая имеет вид:

$$\begin{cases} -\frac{\partial P}{\partial x} = \rho \left(\frac{\partial W}{\partial t} + \alpha W + \beta W^2 \right) \\ -\frac{\partial p}{\partial t} = \rho c^2 \frac{\partial W}{\partial x} \end{cases} \quad (1)$$

Разрешая систему (1) относительно давления P и принимая в первом приближении при нелинейном члене формулу Жуковского

$W = \frac{P}{\rho c}$, получается:

$$c^2 \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 P}{\partial t^2} + \alpha \frac{\partial P}{\partial t} + \gamma \frac{\partial P^2}{\partial t}, \quad (2)$$

где $\gamma = \frac{\beta}{\rho c}$.

Точки наблюдения, км	Время, с								
	0	60	120	180	240	300	360	420	480
	Давление P, МПа								
0	0	0,60	0,78	0,85	0,95	1,00	1,05	1,10	1,14
32	0	0,08	0,33	0,43	0,53	0,60	0,68	0,74	0,78
94	0	0,01	0,02	0,05	0,15	0,25	0,30	0,40	0,45

Предполагается, что в интервале $[t_1, t_2]$ производятся измерения давления в некоторых точках вдоль трубы, т. е. на множестве $\{t \in [t_1, t_2]\} \times \{x \in [x_1, x_2]\}$ задано поле давлений $P(x, t)$.

Модулирующие функции $\varphi(x)$ и $\psi(t)$ для уравнения (2) определяются условиями

$$\frac{\partial^i \varphi(x_1)}{\partial x^i} = \frac{\partial^i \varphi(x_2)}{\partial x^i} = \frac{\partial^i \psi(t_1)}{\partial t^i} = \frac{\partial^i \psi(t_2)}{\partial t^i} = 0, \quad i = 0, 1 \quad (3)$$

Следуя [1], выбираются следующие пары модулирующих функций

$$\varphi_1(x) = 1 - \cos \frac{2\pi(x-x_1)}{x_2-x_1}, \quad \psi_1(t) = 1 - \cos \frac{2\pi(t-t_1)}{t_2-t_1}$$

$$\varphi_2(x) = (x-x_1)^2(x_2-x_1)^{-2}, \quad \psi_2(t) = (t-t_1)^2(t_2-t_1)^{-2}$$

Умножая обе части уравнения (2) на $\varphi_i(x) \psi_i(t)$ при $i = 1, 2$ и интегрируя, пользуясь соотношениями (3), получается система алгебраических линейных уравнений относительно α и γ

$$A_{11}\alpha + A_{21}\gamma = B_1, \quad i = 1, 2, \quad (4)$$

где

$$B_i = \int_{x_1}^{x_2} dx \int_{t_1}^{t_2} [\varphi_i(t) \varphi_i(x) - c^2 \psi_i(t) \varphi_i(x)] P(x, t) dt$$

$$A_{ij} = \int_{x_1}^{x_2} dx \int_{t_1}^{t_2} \varphi_i(x) \psi_j(t) P^j(x, t) dt, \quad i, j = 1, 2$$

Для апробации метода были обработаны данные по замерам давления на участке нефтепровода Куйбышев—Саратов, приведенные в таблице. Были получены следующие значения коэффициентов: $\alpha = 0,11 \text{ с}^{-1}$, $\gamma = 10^{-2} (\text{МПа} \cdot \text{с})^{-1}$. При вычислении соответствующих интегралов значения $P(x, t)$ по x аппроксимировались кусочно-линейной функцией по трем точкам замеров давления вдоль трубопровода.

Следует отметить, что сравнение полученных в работе параметров с параметрами, найденными по тем же данным другими методами для линеаризованной модели [2,3] дало удовлетворительное совпадение.

Метод модулирующих функций может быть использован и в качестве диагностирующего критерия. Рассмотрим модулирующие функции $\varphi(x)$ и $\psi(t, \tau)$, определяемые соотношениями

$$\frac{\partial^i \varphi(x_1)}{\partial x^i} = \frac{\partial^i \varphi(x_2)}{\partial x^i} = \frac{\partial^i \psi(t, \tau)}{\partial t^i} = \frac{\partial^i \psi(\tau, \tau)}{\partial t^i} = 0, \quad t_1 \leq \tau \leq t_2 \quad (5)$$

$$i = 0, 1$$

Время, с									
540	600	660	720	780	840	900	960	1020	1080
Давление P, МПа									
1,18	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25
0,82	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96
0,49	0,50	0,53	0,55	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60

Умножая обе части уравнения (2) на $\varphi(x) \psi(t, \tau)$ и интегрируя, пользуясь соотношениями (5), получается

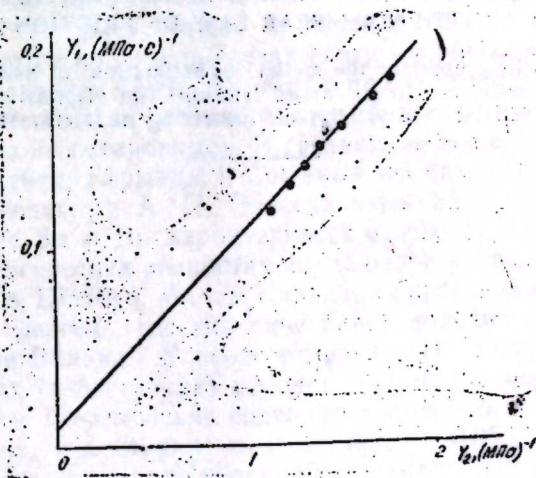
$$Y_1(\tau) = \alpha Y_2(\tau) + \gamma, \quad \text{где}$$

$$Y_1(\tau) = \left\{ \int_{x_1}^{x_2} dx \int_{t_1}^{\tau} [c^2 \psi(t, \tau) \varphi''(x) - \psi''(t, \tau) \varphi(x)] P(x, t) dt \right\} / Z(\tau)$$

$$Y_2(\tau) = \left\{ \int_{x_1}^{x_2} dx \int_{t_1}^{\tau} \psi'(t, \tau) \varphi(x) P(x, t) dt \right\} / Z(\tau)$$

$$Z(\tau) = \int_{x_1}^{x_2} dx \int_{t_1}^{\tau} \psi'(t, \tau) \varphi(x) P^2(x, t) dt$$

Таким образом, если в координатах (Y_1, Y_2) получается прямая линия, проходящая через начало координат, то имеет место линейный закон трения. Если же прямая не проходит через начало координат, то это свидетельствует о наличии в законе трения квадратичного члена. Отклонение же от прямой линии означает, что на закон трения влияют нелинейности выше второго порядка. На рисунке приведен результат



обработки данных, приведенных в таблице, в координатах (Y_1, Y_2) .

Из рисунка видно, что для данного случая имеет место квадратичный закон трения, причем влияние квадратичного слагаемого на процесс незначительно и составляет не более 10% относительно линейного члена. Поэтому с допустимой для инженерных расчетов точностью

можно пользоваться в данном случае линейризованным законом трения.

Предложенный диагностирующий метод может быть без принципиальных трудностей перенесен для оценки влияния на закон трения нелинейностей более высокого порядка, чем второй.

Авторы приносят свою признательность акад. А. Х. Мирзаджанзаде за постоянное внимание к работе.

Литература

1. Георгиевский В. Б. Унифицированные алгоритмы для определения фильтрационных параметров. «Наукова думка», Киев, 1971. 2. Саттаров Р. М. Некоторые изотермические и неизотермические движения вязко-пластичных сред. Канд. дис. Фонды ИТМО им. А. В. Лыкова, Минск, 1973. 3. Мирзаджанзаде А. Х., Саттаров Р. М. и др. Методическое руководство по применению вероятностно-статистических методов при гидродинамических исследованиях скважин и пластов АЗИНЕФ-ТЕХИМ им. М. Азизбекова. Баку, 1975. 4. Чарный И. А. Неуставившееся движение реальной жидкости в трубах. «Недра», М., 1975.

Азербайджанский институт нефти и химии им. М. Азизбекова

Поступило 28. X 1981

Р. М. Саттаров, Р. Н. Бахтизин

GEJRI-XƏTTI SÜRTÜNMƏ GANUNUNDA MÜHİTTİN HİDRODİNAMİK XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN GİJMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Məqalədə gejrı-xətti sürtünmə ganununun mühıttıni hıdrodınamıki xüsusiyyətlərıni gıjməttıni tapmaq üçün üsul verılmışdır.

Sürtünmə ganununun xəttıləşdırılməsıni düzqılılujunı gıjmətləndırılməsi üçün diagnostik kriteri təklıf olunur.

R. M. Sattarov, R. N. Bakhtizin

ESTIMATION OF HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF MEDIUM WITH NON-LINEAR LAW OF FRICTION

The present article provides the method of estimation of hydrodynamic characteristics of medium with non-linear law of friction. The diagnostic criterion by means of which one can estimate the validity of linearizing of friction law is offered.

ЛИТОЛОГИЯ

Акад. А. Д. СУЛТАНОВ, М. Г. НАБИЕВ,
А. И. МЕЛИКОВА, Ш. М. САЛИМОВА

ХАРАКТЕРИСТИКА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАЛЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НАХИЧЕВАНСКОЙ АССР

Одним из слабоизученных геологических вопросов эоценовых отложений Нах. АССР является распределение в них малых химических элементов. Изучение геохимической характеристики эоценовых отложений позволяет нам наиболее детально представить процессы и условия осадконакопления, а также восстановить палеогеографию данной области. Распределение химических элементов в эоценовых отложениях исследовалось полуквантитативным спектральным методом. Анализы проводились в спектральной лаборатории Управления геологии при Совете Министров Азерб. ССР.

В результате исследования установлено наличие следующих элементов: Mn, Pb, Mg, Si, Gd, Cr, Fe, Ni, Al, Ti, V, Cu, Zn, Co, Sr, Zr, Yb, Ba, Ca, среди которых наибольшим распространением пользуются Mn, Mg, Si, Fe, Ni, Al, Ti, V, Sr, Ba, и Ca. Содержание малых элементов не остается постоянным по отделам эоцена, а меняется как по площади, так и во времени. Элементы щелочно-земельной группы (Mg, Cd), а также группы железа (Fe) присутствуют в нижекларковых значениях. Эти элементы встречаются во всех разрезах почти в одинаковом количестве.

Поскольку элементы Al, Si, Ca, Mg, и Fe являются породообразующими и содержание во всех исследованных образцах составляет >1,0%, на их описании мы не остановимся. В среднем эоцене содержание V, Cu и Sr в разрезах Вайхир, Арындж и Союзмышьяк находится в кларковых значениях, установленных А. П. Виноградовым для осадочных пород.

Распределение Sn и Ba характеризует соленость бассейна. Содержание Ba в литологических разностях пород разреза Арындж и стронция в разрезах Арындж, Шахбуз, Милах, Карадара в пределах кларка. Исключение составляет мергель, где значение бария доходит до 0,1% (выше кларка) в разрезе Билага. В неотсортированных алевроитовых и глинисто-карбонатных (известняках) породах значение бария ниже кларка. Стронций в разрезе Союзмышьяк содержит в песчаниках — 0,1% (почти в два раза больше, чем кларка) и известняках — 0,05%. В мергелях и аргиллитах в разрезе Карадара стронций составляет 0,01% и превышает его кларковое значение в осадочных породах. В туфогонных породах, алевролитах, хлидолитах, редко аргиллитах и глинах среднего эоцена стронций и барий содержится почти в одинаковых значениях. Только лишь в разрезе Арындж в туфопесчаниках обнаруживается вышекларковое скопление бария. Повышенное значение стронция в указанных типах пород, видимо, связано с органикой, которая обитала в морском бас-

сейне. После их вымирания осадки, которые накапливались на дне бассейна, обогащались этими элементами. Следует отметить, что содержание этих элементов увеличивается от более грубых до более тонкодисперсных отложений, кроме того в глинистых породах наблюдается уменьшение содержания их с севера на юг.

Содержание никеля и кобальта в морских бассейнах, как известно, низкое, что, видимо, связано с миграцией этих элементов и с поглощением их дисперсными частицами. Значение никеля и кобальта в среднем эоцене пониженное и составляет: Ni — 0,0006%, Co — 0,0004%. Сравнительно повышенное содержание Ni (0,001%) приурочено к мергелям рр. Арындж, Карадара, Билава, к глинам — Карадара (0,001%), Арындж (0,0007%), к известнякам (0,001% — Союзмышьяк, Парага, 0,0006% — Билава), туфопесчаникам (0,001% — Билава, 0,0006% — Парага, 0,0008% — Арындж). Пониженное (0,0003%) скопление глинистых пород в разрезах Милах, Билава. Следует указать, что в составе карбонатных пород наблюдается увеличение содержания Ni с юго-запада на юго-восток. В среднем повышенное значение Ni отмечается в песчано-глинистых породах (0,003 — 0,004%). Концентрация кобальта по сравнению с никелем понижена. Повышенное содержание кобальта (0,001%) отмечается в песчаниках Карадара и туфопесчаниках Билава; туфоконгломератах в разрезе Парага, а пониженное (0,0001% — Билава, 0,002% — Карадара) скопление кобальта приурочено к карбонатно-глинистым породам.

Марганец довольно широко распространен в морских химических осадках, образующихся в прибрежно-мелководных участках бассейна. Вероятно, он связан непосредственно с организмами и переносится пресными водами. Это предположение подтверждают и наши исследования. Характерно, что марганец присутствует во всех литологических типах пород в пределах 0,005 (Вайхир — глинистые породы, Союзмышьяк — конгломераты) — 0,1% (выше кларка в разрезе Арындж). Наибольшее (вышекларковых содержаний) значение его отмечается в туфопесчаниках (0,19%) и мергелях (0,1%) в разрезе Арындж. Наименьшее (0,005%) — в глинистых и грубообломочных породах, а в туфопесчаниках и мергелях (0,08 — 0,04%). В остальных изученных нами разрезах марганец содержится ниже кларка.

Распределение ванадия в изученных нами отложениях как по площади, так и по разрезу в исследуемой области колеблется в пределах нижекларковых значений — 0,00015% (с. Карадара) — 0,005% (Арындж). В среднем эоцене ванадий составляет 0,004%. Повышенная концентрация приурочена к глинистым породам (0,01%) и к туфопесчаникам (0,02%). Относительно повышенное содержание 0,004% обнаружено в известняках и мергелях — Парага, Билава; песчаниках — р. Милах (0,005%), в мергелях р. Арындж и в туфоконгломератах р. Парага. В аргиллитах, алевролитах и конгломератах рр. Вайхир, Союзмышьяк, Карадара ванадий не обнаружен.

Содержание титана в среднеэоценовых отложениях колеблется от 0,1 до 0,3%. Максимальное скопление его (0,3%) приурочено к глинам и песчаникам рр. Арындж, Карадара, Союзмышьяк, а также к туфогенным породам рр. Билава, Парага. Наименьшее скопление 0,1% наблюдается в карбонатных породах (известняках) р. Вайхир, в туфопесчаниках р. Карадара и конгломератах р. Союзмышьяк.

Значение меди в исследованных породах очень незначительное,

Исключение составляет р. Вайхир, где в известняках отмечается вышекларковое значение ее (0,02%). В остальных разрезах, где присутствуют известняки, содержание меди не превышает 0,001%; в среднем он содержится в пределах кларка. В грубообломочных, песчано-алевритовых, глинистых, а также туфогенных породах и мергелях среднее содержание меди по отдельным разрезам не доходит до 0,002%. Только лишь в разрезах Арындж, Милах значение меди равно 0,002%.

Цинк был обнаружен в очень незначительном количестве (0,0007 — 0,00008%) в песчаниках и туфопесчаниках (рр. Милах, Арындж), но в мергелях (р. Арындж) отмечается возрастание его содержания до 0,001%.

Распределение хрома в среднеэоценовых отложениях не подвергается значительным изменениям. Только лишь в туфопесчаниках р. Билава отмечается в пределах кларка содержание хрома (0,01%). В глинистых породах с севера на юг наблюдается возрастание содержания хрома. В мергелях, алевролитах, туфопесчаниках по сравнению с остальными типами пород среднее значение хрома относительно повышенное. В отдельных разрезах (рр. Союзмышьяк, Билава) в глинах и мергелях содержание хрома также несколько повышенное (0,005 — 0,006%). Элементы щелочно-земельной группы (Mg, Ca), а также группы железа (Fe) присутствуют в значениях ниже кларковых. Эти элементы встречаются почти в одинаковых содержаниях.

Таким образом, перечисленные элементы являются более или менее коррелятивными по отдельным площадям и разрезам, наряду с ними присутствуют также Pb, Ga, Yb, но количество их ниже кларковых значений.

Резюмируя изложенное, можно сделать следующие выводы по среднему эоцену:

- 1) содержание меди отмечено в р. Вайхир в известняках (0,02%), стронция в песчаниках (0,1%) и известняках (0,005%) — р. Союзмышьяк.
- 2) содержание бария в мергелях в разрезе Билава значительное (0,1%); содержание бария и стронция от грубообломочных до более тонкодисперсных пород относительно увеличивается, что связано с геохимической характеристикой этих элементов.
- 3) повышенная концентрация марганца отмечается в туфопесчаниках (0,19%) и мергелях (0,1%) в разрезе Арындж.
- 4) повышенная концентрация ванадия приурочена к туфопесчаникам (0,014 — 0,02%) рр. Вайхир, Арындж и аргиллитам (0,01%) р. Парага.

В литологическом составе верхнего эоцена основная часть приходится на долю песчаных пород. В связи с этим кларковое накопление химических элементов Ti, Zn, Sr и Ba также приурочено к песчаникам. Среднее содержание стронция в песчаниках, хлидолитах и алевролитах составляет 0,03 — 0,04%, а в глинах — 0,04%. Бария же в глинах содержится в среднем 0,01%, а в песчаных породах он достигает 0,02 — 0,08%. Стронций накапливается в глинах (0,08%), хлидолитах (0,06%) и песчаниках (0,47%) Шурутского разреза, в известняках и мергелях (0,07%) Сирабского разреза, в алевролитах Парадашского разреза. Повышенное содержание бария приурочено только лишь к песчаникам Шурутского разреза. По сравнению со средним эоценом содержание стронция и бария здесь постепенно возрастает, исключение составляют песчаники. Во всех изученных разрезах в составе хлидолитов содержание циркония повышенное. Содержание Co, Ni ниже кларка, но по сравнению со средним эоценом в верхнем их значении сравнительно повышенные. Наим

большая концентрация марганца (0,04 — 0,07%) обнаруживается в глинах Парадаитского и в известняках Кызылджинского разрезов, а наименьшее (0,022%) — в глинах и хлидолитах Сирабского разреза. Высокое значение марганца (0,07%) встречается только в известняках р. Сираб. Кларковое содержание бериллия (0,001%) приурочено к алевролитам разреза Кирна; наибольшее (0,005 — 0,007%) скопление хрома обнаруживается в песчано-алевритовых породах, а наименьшее (0,002%) — в карбонатно-глинистых породах разрезов Нахичеванского и Джульфинского районов; содержание его 0,021% отмечается в хлидолитах Кызылджинского разреза. Значение титана и ванадия в изученных типах пород и разрезах ниже кларка. По сравнению со средним эоценом скопление Ti и V относительно повышенное. Значение меди (тоже ниже кларка) по сравнению со среднеэоценовыми известняками резко пониженное.

Таким образом, анализируя распределение малых элементов в отдельных типах пород верхнего эоцена установили следующую закономерность:

- 1) содержание стронция 0,05, 0,06, 0,08% отмечается в песчано-глинистых породах в разрезах Шурут, Парадаит, Хошкешен, Кызылджа, а также в известняках (0,07%) разреза Сираб.
- 2) барий (0,08%) скапливается в песчанниках разреза Шурут.
- 3) содержание 0,02% циркония и хрома приурочено к хлидолитам разреза Кызылджа.
- 4) повышенное значение (0,07%) марганца приурочено к известнякам разреза Кызылджа.
- 5) кларковое значение (0,01%) бериллия обнаружено в алевролитах разреза Кирна.

Как видно из изложенного, концентрация исследованных элементов в отложениях среднего и верхнего эоцена Нах. АССР изменяется в небольшом интервале. Среднее содержание большинства элементов обнаружено в количестве ниже кларка, что объясняется бедностью этими элементами терригенных пород, поступающих в бассейн, а также палеоклиматом эоцена. Также нужно отметить роль механического выветривания, которое преобладало над химическим.

Наиболее постоянные концентрации элементов и их значительное изменение при переходе от среднего эоцена к верхнему свидетельствуют о том, что в эти периоды бассейн имел примерно одинаковые физико-химические условия, что может подтвердить также наличие характерных макро- и микрофаун во многих отложениях, сходных друг с другом. Незначительное превышение одного и того же элемента в разных литологических типах пород в среднем и верхнем эоцене связано со степенью выветривания и с различным составом терригенных пород.

Литература

1. Азизбеков Ш. А. Геология Нахичеванской АССР. Госгеолтехиздат. М., 1961.
2. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. Изд-во АН СССР, 1957.
3. Катченков С. М. Малые химические элементы в осадочных породах и нефтях. Госгеолтехиздат, 1959.

Институт геологии

Поступило 5. IV 1983

Э. Ч. Султанов, М. Г. Набијев, Э. И. Мэликова, Ш. М. Салимова

НАХЧЫВАН МССР ЕОСЕН ЧӨКҮНТҮЛЭРИНДЭ АЗ ТАПЫЛАН ЭЛЕМЕНТЛЭРИН ХАРАКТЕРИСТИКАСЫ ВӘ ЈАҢЫЛМАСЫ НАГГЫНДА

Нахчыван МССР еосен чөкүнтүлөрүндө аз тапылан элементлэрин јаҗылмасы эиф өрәнлиб. Һәмни чөкүнтүлэрин кеокимјэви чәһәтдән өрәнлимәси еосен чөкүнтүлэрини әмәлжәлмә шәраитини вә һөвзәнин палеогеографјасыны өрәнмәјә имкан верир.

Орта еосен чөкүнтүлэриндә мисин мигдары Вајхир кәсилишинини әһәнкдашларында, стронциул Сојузмышјак кәсилишинини гумдашларында вә әһәнкдашларында гејд олууб, үмумијјәтлә, барiumу вә стронциуму мигдары кобуддәәли сүхурлардан инчәдәәли сүхурлара доғру артыр ки, бу да бу элементлэрин кеокимјэви хүсусијјәтлэриндән асылдыр. Јухары Еосенин гумдашларында титан, сник, стронциум, барium, ванадиум даһа кениш јаҗылыб, элементлэрин концентрасјасы орта вә јухары еосен чөкүнтүлэриндә чох да бөјүк олмајан интервал арасында дәјишир.

Әксәр элементлэрин мигдары кларкдан ашағыдыр, бу да һөвзәјә төкүлән кәлмә сүхурларын бу элементләрлә, һәмчинини механики дифференсасјасынын үстүнлүјү илә вә еосен дөврүнүн палеоклиминдән асылдыр.

A. D. Sultanov, M. G. Nabyev, A. I. Melikova, Sh. M. Salimova

CHARACTERISTICS AND DISTRIBUTION OF SMALL CHEMICAL ELEMENTS IN EOCENE DEPOSITS IN NAKHICHEVAN ASSR

The study of geochemistry of eocene deposits represents the definite interest with the standpoint of processes and conditions of sedimentations that take place in the territory of Nakhichevan ASSR.

In the deposits of middle eocene the clark copper content is marked among the limestones of Vaikhir section, strontium—among sandstones and limestones of Soyuzmushyak section.

In general, barium and strontium content is increased from rougher to more thin-dispersional rocks, which is connected with geochemical characteristics of these elements. The presence of concentrations of manganese and vanadium is timed to tuff sandstones, marls and argillites of Aryndzh, Vaikhir and Paragi sections.

In lithological composition of upper eocene the main part falls to the share of sandy rocks. In connection with this clark accumulation of chemical elements of Ti, Zn, Sr and Ba is timed to sandstones too. In comparison with middle eocene accumulation of Ti and V in upper eocene is relatively heightened.

The most constant concentration of elements and their insignificant change during transition from middle eocene to upper one witnesses that in these periods basin has nearly the same physico-chemical conditions.

УДК 631.432

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Б. Т. МУСАЕВ

СРАВНИТЕЛЬНОЕ РАССМОТРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ХАРАКТЕРНЫХ ТИПОВ ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. Р. Волобуевым)

В генетическом почвоведении вопрос о почвенно-климатических соотношениях является одним из координальных.

Среди других факторов (условий) — главная особенность климата почвообразования заключается в том, что он определяет такие существенные факторы жизни растений, почвенных животных и микроорганизмов как тепло и влага.

Исследования, проводимые В. Н. Димо (1964), А. Эйюбовым (1968), В. Р. Волобуевым и Л. Н. Кулишовым (1974), показали прямую связь между температурой почвы в слое 0,2 м и температурой приземного слоя воздуха в некоторых почвенных типах Азербайджанской ССР. В этой области работали также следующие исследователи: С. А. Алиев (1978), Р. Г. Мамедов, А. М. Герай-заде, Г. М. Мамедов, Д. И. Керимов и др.

В предыдущей работе нами был рассмотрен температурный режим почвы по 15 графикам от слоя почвы 0,5 см до глубины 320 см. В процессе исследований выяснилось, что средняя температура в слое 0—50 см, та же, что и температура почвы в слое 0—20 см. Исходя из этого, мы сделали вывод о целесообразности принять в качестве основного терморегимного слоя толщину 0—50 см как наиболее отвечающую представлению о корнеобитаемом слое почвы. Для этой толщи мы и составили карту почвенных изотерм Азербайджанской ССР. При этом хорошо обнаружилась связь изменения температуры почвы в соответствии с рельефом и с термонизоплетями приземного слоя воздуха и почвенными зонами Азербайджанской ССР.

Имея в виду то, что слой 0—50 см является наиболее корнеобитаемым, мы нашли целесообразным исследовать ход температуры именно в этом слое.

Целью нашей дальнейшей работы является выяснение на основании имеющихся климатических данных температуры в слое 0—50 см по характерным почвенным типам Азербайджанской ССР.

На первом этапе изучения были вычислены средние значения температуры почвы в слое 0—50 см по всем метеорологическим станциям республики. Были также собраны данные о температурном режиме почв, полученные на почвенных стационарах (Керрар, Джафархан). В дальнейшем данные метеорологических станций и почвенных стационаров на основе почвенной карты сгруппированы по типам почв.

Общим для всех почвенных типов Азербайджана является вполне

однотипный ход изменения на протяжении года с холодным периодом в январе и максимумом в июле. Существенных различий в значениях наибольших и наименьших температур по типам почв не наблюдается.

Наиболее низкая температура почвы в июле — августе в горно-луговых почвах, за ними идут бурые, лесные, горно-коричневые, каштановые

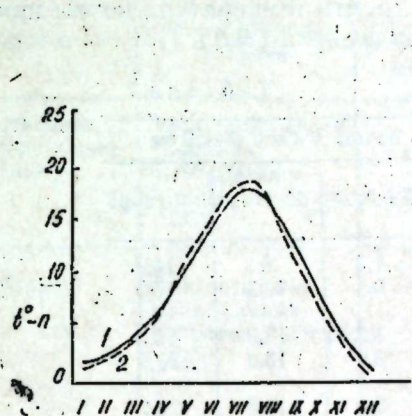


Рис. 1. Температурные кривые в слоях горно-луговых почв: 1—0,2; 2—0—0,5 м.

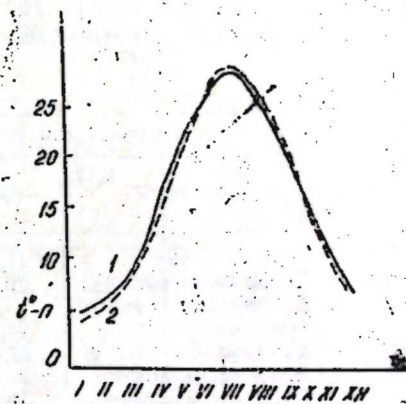


Рис. 2. Температурные кривые в слоях коричневых горно-лесных почв: 1—0,2; 2—0—0,5 м.

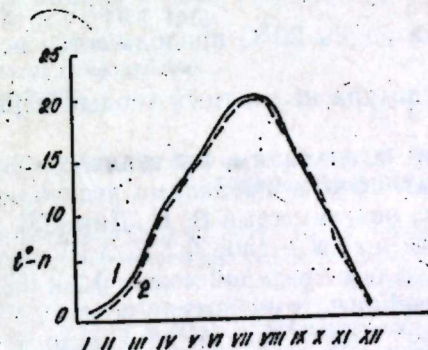


Рис. 3. Температурные кривые в слоях почв черноземы горные.

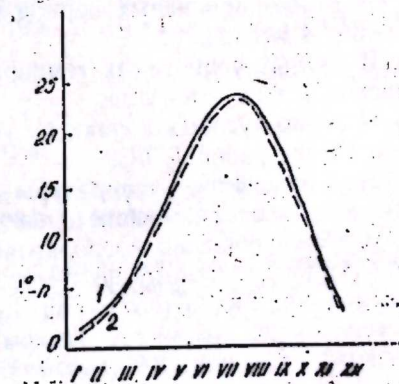


Рис. 4. Температурные кривые в слоях желтоземно-подзолистых желтоземов: 1—0,2; 2—0—0,5 м.

(серо-коричневые). С самым теплым верхним слоем 0—50 см в июле — августе являются почвы сероземные и желтоземно-подзолистые.

На основании этих данных составлены графики по типам почв. Причем, для сравнения, на них были нанесены температурные значения в слоях почвы 20 и 0—50 см. Эти графики (рис. 1, 2, 3, 4) подтверждают, что температура почвы в слое 50 см имеет прямую связь с температурой почвы в слое 20 см. Подтверждается и то, что температура почвы прямо зависит от температуры приземного слоя воздуха (табл. 1).

Таблица 1

Среднемесячные температуры почвы в слое 0—50 см				
Типы почв	Июнь	Январь	Апрель	Сентябрь
Горно-луговые	18,8	1,3	6,2	14,7
Черноземы горные	20,5	0,4	10,3	17,5
Коричневые горно-лесные	24,7	3,2	12,3	23,0
Каштановые	27,9	3,4	13,0	23,5
Желтоземно-подзолистые, желтоземы	29,2	5,0	13,8	23,7
Сероземы	29,9	4,1	14,4	25,6

Рассматривая графики температурного режима по типам почв мы приходим к выводу, что в связи с изменением температуры воздуха по высоте изменяется и температура почвы в слое 0—50 см.

Наблюдается следующий ход температуры почвы.

В сероземных почвах температура 20°C бывает 5 месяцев — с мая по октябрь включительно.

В каштановых (серо-коричневых) >20°C продолжается 4 месяца — с июня по октябрь включительно.

В горно-коричневых период с температурой >20°C несколько короче — 3—4 месяца.

В горных черноземах температура почвы 20°C продолжается всего 2 месяца (июль — август).

В горно-луговых почвах их температура не в самый теплый период не достигает уровня 20°C.

Для сравнения температуры почвы по их типам, мы взяли температурные показатели по некоторым типам почв за пределами республики.

В этом случае мы воспользовались результатами В. Н. Димо [4], который приводит данные по температуре почвы в слое 0,2 м, а из наших исследований видна тесная связь между температурой почвы 0,2 и 0,5 м. Следовательно, мы вполне можем сравнивать температуру почвы по некоторым типам почв в Азербайджанской ССР с такими же типами почв за пределами республики.

Нами выбрано два типа почв: каштановые — Восточного Предкавказья и Казахстана, сероземы — пригиссарские и прикопетдагские. Причем, у В. Н. Димо температура почвы показана всего за 4 срока на протяжении года: самый теплый месяц, самый холодный месяц, апрель и сентябрь. Для того, чтобы отчетливо видеть сходства и различия в температурах, составили табл. 2, из которой следует, что существенных различий в температурном режиме рассматриваемых почв не обнаруживается.

Несколько лишь отличаются каштановые казахстанские, что можно объяснить их более северным положением и тем, что климат данной местности отличается резкой континентальностью.

Таким образом, в результате выполненной работы, получены первые

Таблица 2

Типы почв	Районы распространения	Самый холодн. зимн. месяц	Самый тепл. летн. месяц	Апрель	Сентябрь
Каштановые (серо-коричневые)	Восточно-предкавказский Казахстанский В пределах Азерб. ССР	—0,7	26,3	10,0	20,7
		—8,9	21,2	3,1	14,5
		—3,4	27,9	13,0	23,6
Сероземы	Пригиссарская Копетдагская В пределах Азерб. ССР	4,3	32,3	16,2	26,0
		4,1	31,0	14,6	25,3
		4,1	29,9	14,4	25,6

обобщенные данные по характеристике основных различий температурного режима корнеобитаемого слоя распространенных типов почв Азербайджанской ССР.

Литература

1. Алиев С. А. Условия накопления и природа органического вещества почв. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1966.
2. Волобуев В. Р. Почвы и климат. Изд-во АН Азерб. ССР, 1953.
3. Волобуев В. Р. Эколого-генетический анализ почвенного покрова Азербайджана. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1962.
4. Димо В. Н. Тепловой режим почв СССР. Изд-во «Колос», М., 1972.
5. Мамедов Р. Г., Герайзаде А. П., Мамедов Г. М. Исследование по биоэнергетике в Азербайджане. Изд-во «Элм», Баку, 1979.
6. Справочник по климату СССР (Азербайджанской ССР), вып. 15. Температура воздуха и почв. Гидрометеоназдат. Л., 1966.
7. Кулишов Л. Н. «Изв. АН Азерб. ССР», № 5, 1974.

Поступило 19. V 1982

Институт почвоведения и агрохимии

Б. Т. Мусаяев

АЗЕРБАЙДЖАН ССР-ин ХАРАКТЕР ТОРПАГ ТИПЛЭРИНДЭ ТЕМПЕРАТУР РЕЖИМИНИН МУГАЛИСЭЛИ ТЭЪЛИЛИ

Азербайджан ССР-ин бүтүн торпаг типлэри үчүн ил эрзиндэ январ ајында минимум ва июлда максимум ејни типли температур дэјишмэси үмүмлик тэшкил едир. Торпаг типлэриндэ эн бөјүк ва эн кичик температур фэрглэри нэзэрэ чарпыр.

Апарылан елми-тэдгигат ишлэри Азербайджан ССР-дэ јайлымыш торпаг типлэрини көк системи јайылан дэринликлэриндэ температур режими һаггында бир сыра үмүмни нэтичэлэр элдэ етмэјэ имкан вермишдир.

В. Т. Musayev

COMPARATIVE OBSERVATION TEMPERATURE REGIME OF CHARACTERISTICAL TYPES OF SOILS OF AZERBAIJAN SSR

As a result of finished studies we received the first generalized data about the characteristics of the main root containing layer in well-known types of soils of Azerbaijan SSR.

УДК 581.1

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Акад. Д. А. АЛИЕВ, В. Ф. АДЫГЕЗАЛОВ, В. И. РАГИМОВ

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА И ИНГИБИТОРОВ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ЛИСТЬЕВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

В последние годы количество работ по изучению природы фотоиндуцированных биоэлектрических потенциалов (ФИБЭП) листьев высших растений сильно возросло. Однако полученные данные носят косвенный, нередко и противоречивый характер [1, 2, 3, 4]. До сих пор нет единого мнения о природе ФИБЭП.

Между тем, выяснение связи ФИБЭП с фотосинтетическими процессами заслуживает глубокого внимания потому, что в случае получения положительного ответа по данному вопросу характеристики ФИБЭП можно было бы использовать в качестве показателя фотосинтетических процессов. В связи с этим, мы изучали влияние ряда физико-химических факторов (изменение интенсивности света, ингибиторов фотосинтеза), воздействующих, как известно, на фотосинтетическую функцию растений, одновременно на ФИБЭП и интенсивность фотосинтеза (ИФ).

В экспериментах использовали листья III яруса 2-х недельного растения кукурузы Югославский простой гибрид БС-66-25, который выращивали в лабораторных и полевых условиях при различных освещенностях (36,8 дж. м⁻².сек⁻¹; 64,4 дж. м⁻².сек⁻¹; 92 дж. м⁻².сек⁻¹; 368 дж. м⁻².сек⁻¹). Одновременная регистрация ИФ и ФИБЭП одного и того же листа целого растения осуществлялась по методике, разработанной авторами [5, 6]. В качестве количественной меры сигнала использовали значение амплитуды и знак второй фазы ФИБЭП (см. рис. 1).

Опыты повторяли 12 раз. Всегда наблюдали воспроизводимость эффектов в отношении полярности и формы сигнала.

На рис. 1 показана зависимость амплитуды ФИБЭП и ИФ от интенсивности светового потока. Как видно, у растений, выращенных при одинаковых условиях освещения, насыщение амплитуды ФИБЭП и ИФ наблюдается почти при одних и тех же значениях интенсивности света. Кроме того, у растений, выращенных при сравнительно низких интенсивностях света, насыщение как ИФ, так и ФИБЭП сдвигается в область малых интенсивностей. В работах разных исследователей [7, 8, 9] показано, что для растений, выращиваемых при низкой интенсивности света, насыщение фотосинтеза (выход световой кривой на плато) наблюдается при сравнительно низких значениях интенсивности света. В наших экспериментах в отличие от других вариантов у растений, выращенных в полевых условиях при естественном освещении (368 дж. м⁻².сек⁻¹) с увеличением интенсивности света происходит резкое повышение как амплитуды ФИБЭП, так и ИФ (см. рис. 1, г).

Полученные данные говорят о том, что ФИБЭП связаны с фотосинтетической деятельностью растений. Подтверждением этого может служить выяснение действия ингибиторов фотосинтеза на ФИБЭП. В связи с этим, мы изучали влияние диурона, линурона и антимицина А на величину ФИБЭП и ИФ. Как известно, указанные вещества являются специ-

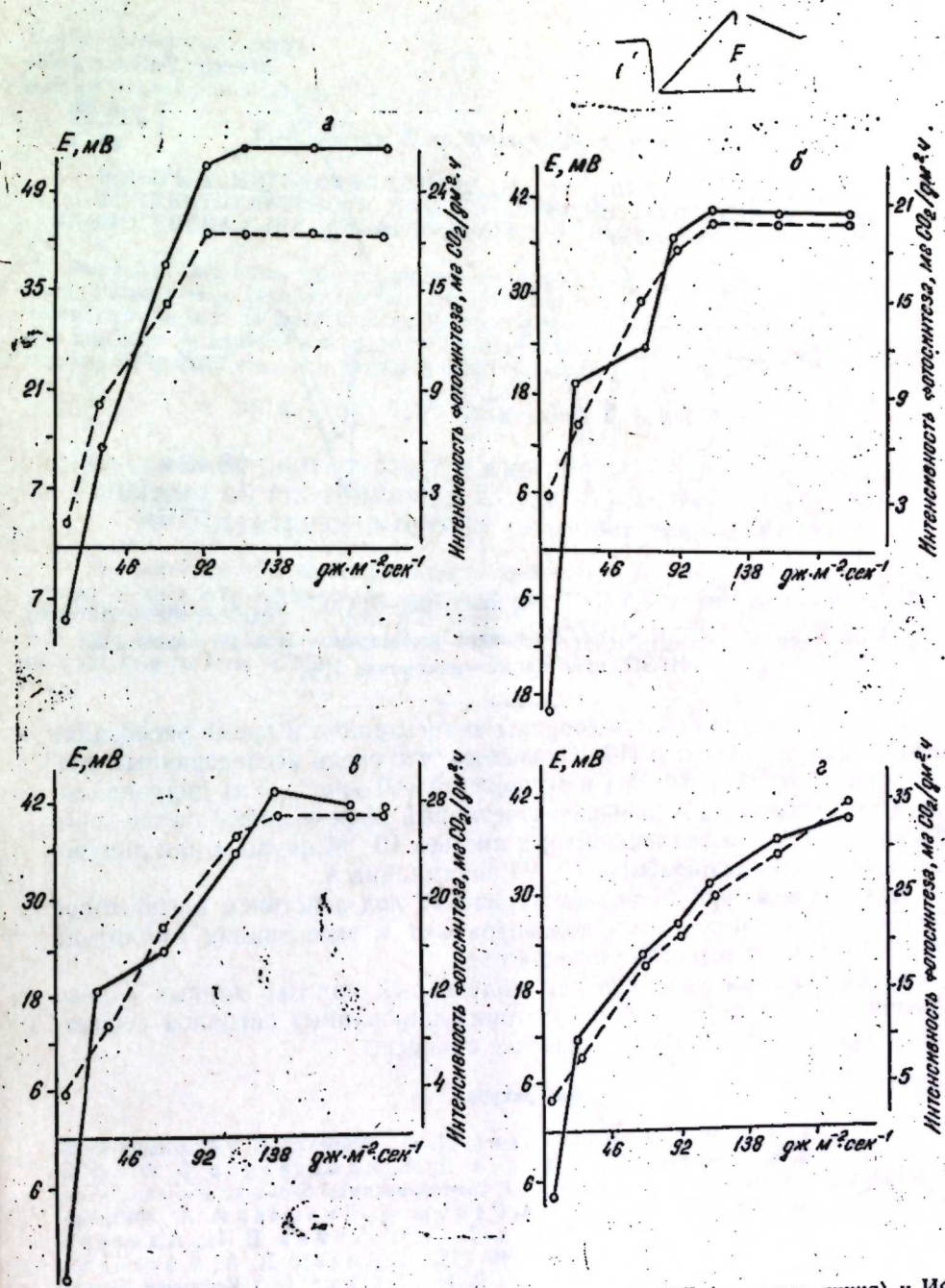


Рис. 1. Влияние интенсивности света на амплитуду ФИБЭП (сплошная линия) и ИФ (пунктирная линия) у растений, выращенных при различных условиях освещения: а — 36,8; б — 64,4; в — 92; г — 368 дж. м⁻².сек⁻¹. Справа сверху показаны начальные фазы ФИБЭП и его определяемый параметр. С — момент включения света.

фическими ингибиторами нециклического фотофосфорилирования (диурон, линурон) и циклического фотофосфорилирования (антимидин А) [10]. Раствор ингибитора антимицина А готовили в растворе 96%-ного этанола, поэтому в контрольные растворы такое же количество спирта (не более 8% от общего объема). Растворы обычно приготавливали перед опытом.

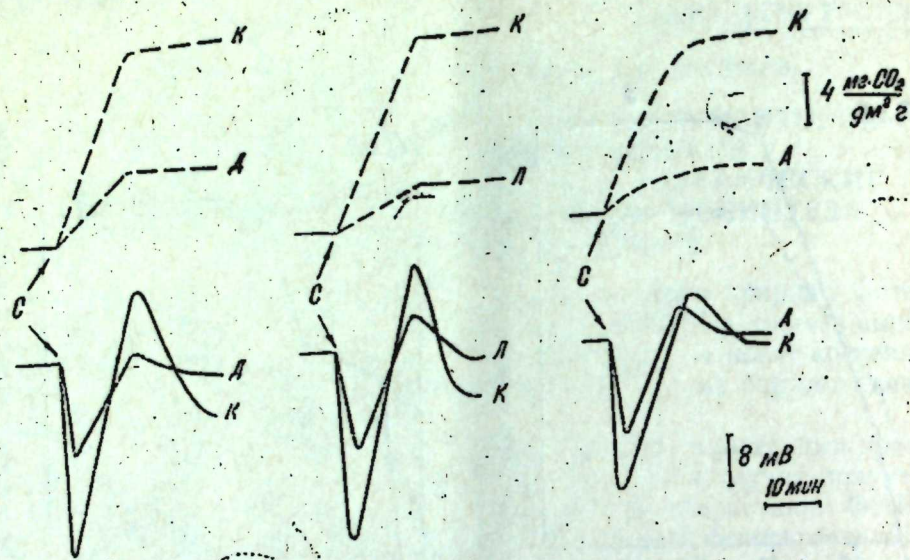


Рис. 2. Действие диурона—Д (10^{-4} М), линурона—Л (10^{-4} М) и антимицина А—А (10^{-3} М) на ФИБЭП и ИФ. К—контроль. Сплошные кривые—изменение ФИБЭП, пунктирные—изменение ИФ.

Предварительно были подобраны концентрации и время экспозиции ингибиторов по значению ИФ. Оказалось, что среди исследованных концентраций (10^{-3} М ÷ 10^{-5} М) и экспозиций (40 мин ÷ 3 ч) диурона, линурона и антимицина А наиболее отчетливый эффект наблюдается через 40 мин после обработки подопытных листьев 10^{-4} М диурона или линуро-на и через 1 ч после обработки 10^{-3} М антимицина А.

Как видно из рис. 2, во всех вариантах под действием ингибиторов фотосинтеза в применяемых концентрациях и экспозициях амплитуда ФИБЭП и ИФ значительно уменьшается.

Таким образом на основании полученных прямых данных можно заключить, что в формировании фотоиндуцированных сигналов существенную роль играют фотосинтетические процессы.

Литература

1. Адыгезалов В. Ф., Гродзинский Д. М. Физиология и биохимия культурных растений, 8, № 6, 601, 1976.
2. Алиев Д. А., Адыгезалов В. Ф. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол.», № 1, 29, 1980.
3. Светозависимая биоэлектрическая активность листьев растений. Свердловск, 1980.
4. Ремиш Д., Булычев А. А. Физиология растений, т. 28, 4, 711, 1981.
5. Алиев Д. А., Рагимов В. И., Адыгезалов В. Ф. «ДАН Азерб. ССР», 38, № 8, 40, 1982.
6. Алиев Д. А., Казимбекова Э. Г., Адыгезалов В. Ф., Рагимов В. И. «Тез. докл. на I Всесоюз. биофизич. съезде», т. 4, 49, М., 1982.
7. Осипова О. П., Ашур Н. И. Физиология расте-

ний, т. 11, 3, 369, 1964. 8. Осипова О. П., Хейи Х. Я., Ничипорович А. А. Физиология растений, т. 18, 2, 257, 1971. 9. Голомазова Г. М. Физиология растений, т. 28, 2, 263, 1981. 10. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Л., т. 61, вып. 3, 153, Л., 1978.

Поступило 15. VII 1983

Сектор физико-химической биологии Ин-та физики АзНИИ земледелия МСХ Аз. ССР

Ч. Э. Элиев, В. Ф. Адыгезалов, В. И. Рагимов

ИШЫҒЫН ИНТЕНСИВЛИЈИНИН ВЭ ФОТОСИНТЕЗ ПРОСЕСИНИН ИНКИБИТОРЛАРЫНЫН АЛИ БИТКИЛЭРИН ЈАРПАҒЫНЫН ФОТОБИОПОТЕНСИАЛЫНА ВЭ ФОТОСИНТЕЗИН ИНТЕНСИВЛИЈИНЭ ТӘСИРИ

Мәғаләдә бир сыра физики-химјәви амилләрин (ишығын интенсивлијинин дәјиш-мәси, фотосинтезин инкибиторлары) ејни заманда һәм биткинин жарпағынын фотобио-потенсиалына, һәм дә фотосинтезин интенсивлијинә тәсири тәдқиғ едилмишдир. Алы-нан бирбаша нәтичәләрә әсасән фотобиопотенсиаларын јарамасында фотосинтез про-сесинин мүнүм рол ојнамасы барәдә фикир сөјләнилди.

Dj. A. Aliev, V. F. Adygezalov, V. I. Ragimov

INFLUENCE OF LIGHT INTENSITY AND PHOTOSYNTHESIS PROCESSES INHIBITORS ON PHOTOINDUCED BIOELECTRICAL POTENTIALS AND PHOTOSYNTHESIS INTENSITY OF HIGHER PLANTS LEAVES

The influence of a series of physico-chemical factors (changes of light intensity, photosynthesis inhibitors) on the photoinduced bioelectrical potentials (PIBER) and photosynthesis intensity of plant leaf simultaneously was studied. The obtained direct data permit to draw a conclusion that the photosynthesis processes play a significant role to form PIBER.

А. ЗЕЈНАЛОВ

«ӘКИНЧИ»НИН НӘШРИ ТАРИХИНИН БИР
СӘНИФӘСИ НАГГЫНДА

(Азәрбајжан ССР ЕА академики М. З. Чәфәров тәғдим етмишидир)

Илк милли Азәрбајжан гәзети «Әкинчи» наггында аз јазылмамышдыр. Оун бир орган кими феалијјәти, нәшри тарихи, ичтиман фикри-мизин инкишафында ролу вә с. мәсәләләр бир чох алимләрин тәдгигат объектинә чеврилмишидир.

Бу мөгаләдә исә «Әкинчи» гәзетинин нәшри тарихи илә әлагәдар олуб, бу вахтадәк наггында данышылмамыш бир мәсәләдән бәһс олу-нур.

Һ. Зәрдаби «Әкинчи» гәзетини чап етмәјә һазырлашаркән мадди көмәјә бөјүк еһтијачы варды. Мәлүмдур ки, бу әрәфәдә она мадди јардым көстәрәнләр дә (Абдулла аға Бакыханов) олмушду. Амма мәт-бәә јаратмаг, гәзети чап етмәк үчүн Һ. Зәрдабинин әлиндә олан вәсаит кифәјәт етмәзди. Бу чәтинлији о, «Әкинчи»нин нәшринә ичазә алдыг-дан сонра, әсас ишә башламаг лазым кәлдикдә даһа артыг һисс етмәјә башламышды.

«Әкинчи» үчүн ичазә алмагда, оун сензурасы ишиндә Һ. Зәрдаби-јә, өзүнүн јаздыгына көрә, Бақы губернатору Д. С. Староселскинин кө-мәји дәјмишди. Гәзетин һарада чап олунамасы мәсәләси мејдана чых-дыгы заман јенә она Староселски көмәклик көстәрмиш, «Әкинчи»нин губернија идарә мәтбәәсиндә чапына ичазә вермишди.

«Гырмызы губернатор»ун [1] әмиси олан кенерал-мајор Дмитри Сем-јонович Староселски (1832—1884) дворјан полкунда һәрби тәһсил ал-мыш, 1872-чи илин мај ајынадәк мүхтәлиф гошун һиссәләриндә хидмәт етмишди. О, Терск губернија рәисинин көмәкчиси ишләдији заман Гаф-газ чанишининин тәгдиматы вә чарын 1872-чи ил 29 мај тарихли 9 нөм-рәли әмрилә Бақыја губернатор тәјин олунашду [2].

Һ. Зәрдабинин Староселски илә танышлығы бу вахтдан башлан-мышды. О, бу илләрдә мүсәлман чәмијјәти-хејријјәси тәшкилине тә-шәббүс көстәрәрәк Азәрбајжанын ири шәһәрләриндә олмуш, чәмијјәт үчүн вәсаит топламышды. Чәмијјәтә үзв јазылан Староселски Бақыда губернатор олачагы мүддәтдә чәмијјәтә һәр ил 100 манат үзвлүк наггы верәчәјини јазылы шәкилдә вәд етмишди. Бу илк танышлыг сонрақы илләрдә даһа да мөһкәмләниб достлуға чеврилмишди. Һ. Зәрдаби гәзет нәшри фикринә дүшдүјү заман илк нөвбәдә оунла көрүшүб мәсләһәт-ләшмишди. Сөһбәт, шүбһәсиз ки, илк нөвбәдә гәзетин мәрәнамәси вә башлығы, һарада чап олунамасы, сензурадан кечирилмәси вә башга әла-гәдар мәсәләләр барәдә кетмишидир: «Мән она (Староселскијә — А. З.) дәрдими дејјәндән сонра мәсләһәт көрдү ки, гәзетин адыны «Әкинчи» гојум ки, куја мәнз әкин вә зираәтдән данышачаг вә өзү дә бојнуна чәкди ки, сензорлуғуну гәбул еләсин. Бу төвр әризә вериб ичазә алдым» [3].

Һ. Зәрдабинин нәшринә чалышдыгы гәзетинә нә башлыг вермәк ис-тәдијини билмирик. Бунула әлагәдар һеч бир гејдә дә раст кәлмирик. Белә бир башлығын сечилмәси шүбһәсиз ки, сензура органларынын фик-рини гәзетин күдәчәји әсас идеја истигамәтиндән јайындырмаг, оун мәнз «Әкин вә зираәт»дән јазачагы бәһанәси илә нәшринә ичазә алмаг ишини сүр'әтләндирмәк, нәшри заманы исә ону сензура нәзәрәтиндән арха плана чәкмәк мөгсәди күдмүшдүр.

Д. С. Староселскинин Һ. Зәрдабијә јахшы мүнәсибәт бәсләмәси она гәзетиндә дөврү үчүн әһәмијјәтли мәсәләләри кениш ишыгландыр-маға, хүсусән демократик фикирләрини јаймаға һимкан јаратмышды. Проф. З. Көјүшов наггы олараг јазыр ки, «Һәсән бәј Зәрдабинин губер-натор Д. С. Староселски илә јахынлығы гәзетин губернија мәтбәәсиндә чап олунамасы вә биләваситә губернаторун өзү тәрәфиндән сензурадан кечирилмәси нәинки «Әкинчи»нин демократик идеја истигамәтинә мане олмамыш, әксинә, ону Зәрдабинин өзүнүн дедији кими, Азәрбајжан халгынын дүшмәнләриндән горумушдур» [4].

1876-чы илдә Д. С. Староселскинин Бақыдан кетмәси «Әкинчи» гәзетинин вәзијјәтинин чәтииләшдирир. Бу кедиши Һ. Зәрдаби гәзетинин «әввәлиинчи бәдбәхтлији» сајыр: «Әкинчи»нин әввәлиинчи бәдбәхтлији губернатор Староселскинин Бақыдан кетмәји олду. Ондан сонра витсе губернатор бир јоғун сензор олду» [5].

Д. С. Староселски Тифлиسدә ишләдији мүддәтдә дә Һ. Зәрдабијә мүнәсибәтини дәјишмәмиш, әксинә, оун вәзијјәтинин ағырлашдыгыны билинчә она дөвләт һесабына јардым етмәкдән белә чәкинмәмишди. Оун «Әкинчи»нин нәшри илә нә дәрәчәдә марагланыб-марагланмады-ғыны әтрафлы сөјләмәк чәтиндир. Амма бу бирчә факт — јардым едил-мәси ајдын көстәрир ки, о гәзетин нәшрини изләмиш, редактор-наши-ринин вәзијјәтиндән хәбәрдар олмушдур. Чох күман ки, «Әкинчи»нин материаллары, Зәрдабинин гаршылашдыгы чәтинликләрлә ону М. Ф. Ахундов таныш едирмиш. Чүнки бу илләрдә Ахундов Баш рәисин дәф-тәрханасында ишләјирди вә кенерал она меһрибан мүнәсибәт бәсләјир-ди. Ону «мәләк хасијјәтли чаван» адландыран мүтәфәккир јазычы дос-ту, Фарс әјаләтинин чанишини Фәрһад Мирзәјә, 1877-чи ил 14 март тарихли мәктубунда Староселскинин барәсиндә јазмышды: «Бир дә Сизә билдирирәм ки, һәзрәтли-әшрәфинизин сәмими досту, Бақынын сабиг губернатору мәләк хасијјәтли чаван кенерал Староселски инди Гафгаз чанишинлијинин үмуми идарә рәис тәјин олунаш вә она табе олаң бизләрә көзәл күнләр һисмәт олмушдур» [6, 404].

Һ. Зәрдаби 1876-чы илин башланғычында «Әкинчи»дә дәрч етдији хүсуси мөгаләсиндә гәзетин биринчи илинә јекун вуруб гаршылашдыгы чәтинликләрдән, дүшдүјү зәрәрдән вә с. әлагәдар мәсәләләрдән бәһс етмишди. Еһтимал ки, бу мөгаләнин мәзмуну илә Староселски таныш олмуш, јахуд да она бу мәсәлә барәдә М. Ф. Ахундов мәлүмат вермиш-ди. Һәр һалда бу хәбәрдарлығын нәтичәси иди ки, оун тәшәббүсү илә Һ. Зәрдабијә дөвләт хәзинәсиндән беш јүз манат мәбләғиндә бир-дәфәлик јардым олунашду.

Јардым верилмәси илә әлагәдар илк дәфә үзә чыхарылмыш сәнәд-ләр Азәрбајжан ССР Мәркәзи Дөвләт Тарихи Архивиндә сахланылар [7]. Онлардан бири Бақы губернија хәзинәдарлығындан губернија ида-рәсинә јазылмыш 1876-чы ил 31 ијул тарихли тәлиғәдир. Тәлиғәдән өјрәнирик ки, Гафгаз чанишининин Баш идарәсинин департаменти һәмин ил 10 ијул тарихли 7,189 нөмрәли барат тәләбнамәсинә әсасән губер-

нија рәисинин сәрәнчамына, Бақы шәһәриндә русча чыхан рәсми «Бакинская известия» вә хусуси татар (Азәрбајчан — А. З.) диллиндәки «Әкинчи» гәзетләринин редакцияларына бирдәфәлик нәгди ярдым көстәрилмәк үчүн, бу редакцияларын һәрәсинә 500 манат верилмәк шәр-тилә, 1000 манат тә'сисат ајрылмышдыр. «Губернија хәзинәси буну гу-бернија идарәсинә билдирмәји өзүнә шәрәф һесап едир» [7, вәр. 1].

Бақы губернија идарәси рәисинин идарә мұһасибинә һәмнин илин 9 нојабрында јаздығы, шәрти олараг икинчи адландырдығымыз, сәнәд-дән исә нәгди ярдымын Гафгаз чанишинлији Баш идарәси рәисинин 1876-чы ил 26 ијун тарихли 4017 нөмрәли тәгдиматына әсасән чанишин көмәкчисинин әмринә әсасән ајрылдығы гејд олуноур [7, вәр. 6].

Сырф һ. Зәрдабијә аид олан бу сәнәддә идарә рәиси ярдымын алынмасы үчүн зәрури олан сәнәдләри һазырламағы мұһасибәтә тап-шырмышды. Мұһасибәт онун адына бирбаша тәхсиснамә [7, вәр. 7] ај-рылмыш ярдымын хәзинәдән алмаг үчүн пул бурахма талону [7, вәр. 8] һазырламышды. Тәхсиснамәдә гејд олуноушду ки, «Әкинчи» гәзети ре-дакциясына ярдым 1876-чы ил үчүн мүлки сметанын биринчи маддә-синин бешинчи параграфына әсасән вериллир.

Бақы губернаторунун, онун мұшавири вә губернија мұһасибинин им-заладығы пулбурахма талонунда охујуруг: «Издатель газеты «Акинчи» коллежский ассесор Гасанбек Меликов имеет получить пятьсот руб».

Беләликлә дә. һ. Зәрдаби 1876-чы ил нојабрын 11-дә 10946 нөмрәли талонла Бақы губернија хәзинәсиндән 500 манат мәбләгиндә ярдым алмыш вә имза етмишдыр.

«Әкинчи» кими демократик фикирли бир гәзетә дөвләт тәрәфиндән ярдым көстәрилмәсинин онун нәшринин мөһкәмләндирмәк мәгсәди илә едилдијини дүшүнмәк, әлбәттә, садәләвһлүк оларды. Чүнки чаризм «өзкә» адландырдығы халглары итаәтдә вә әсарәтдә сахламаг үчүн он-ларын тәрәггисинә сәбәб олачаг һәр чүр тәшәббүсүн гаршысыны нәин-ки алыр, һәтта бу тәшәббүсләри амансызчасына боғурду. Д. С. Старо-селски дә чаризмин икиүзлү сijasәтиндән истифадә едиб һ. Зәрдабијә мадди ярдым көстәрмишди. Лакин «Әкинчи»јә едилән ярдым истә-нилән нәтичәни вермәди. О, әввәлдә олдуғу кими, демократик мәсләкни-дә сабит галды. Буна көрәдир ки, чар һакимләринин гәзетә әввәлки мұ-һасибәти көкүндән дәјишилди вә «Әкинчи» чидди сензура тәзјигинә мәрүз галды. «Һөкүмәтин она («Әкинчи»јә—А. З.) мұһасибәти кетдик-чә исләшди... Иш о јерә чатды ки, губернатор мурәттиб Миннасазовун фитнәсинә ујараг, «Әкинчи»нин чап олуноуш бир нөмрәсини ләғв едиб, редакторсуз вә истәдији мәзмунда јени бир нөмрә бурахдырды. Драмын певбәти пәрдәси Зәрдабинин реал мәктәбдән чыхарылмасы вә Бақыдан узаглашдырылмасы олду» [8].

Әдәбијат

1. Әтрафли бах: Лебанидзе Г. «Красный губернатор», «Правда» гәзети, 4 ав-густ 1970-чи ил; Көјүшов З. «Гырмызы губернатор»ун әмиси, «Коммунист» гәзети, 22 јанвар 1980-чи ил. 2. Азәрбајчан ССР МДТА, фонд 45, сјаһы 2, иш 120, вәрәг 48.

Гејд: Брокгауз-Ефрон Енсиклопедија лүгәтиндә кенерал Д. С. Староселскинин 1878-чи илдән 1884-чү иләдәк Гафгазда хидмәт етдији гејд олуноушду (61-чи чилд, Лейпсиг—СПб, 1900, сәһ. 454). һ. Зәрдабинин «Сечилмиш әсәрләри» китабына (Бақы, 1960) јазылмыш «Гејдләрдә исә онун 1874—1876-чы илләрдә Бақыда губернатор олдуғу көстәрилди. Дәгиг дејилди. Чүнки о, 1878-чи илдән дејил, 1872-чи илин ијун ајындан 1876-чы илин ијул ајындак Бақынын губернатору олмушду. һәмнин илдә

Д. С. Староселски Гафгаз чанишинлијинин Баш идарәсинә рәис тә'јин олуноуш вә сепата үзв сечилмишди.

Лүгәтдә верилән ашағыдакы чүмләнни дә дүзәлишә ештијачы вардыр, куја Ста-роселски «Положил начало изданию» «Бакинских известий (с. 1872 г.) газете на та-тарском языке «Акинчи» («Пахарь») (Јенә орада, сәһ. 455). һәр ики гәзет онун Бақыда губернатор олдуғу илләрдә нәшр едилсә дә, биринчинин редактор-нашири Хирстиан Синк, икинчиники исә билдијимиз кими, һ. Зәрдаби иди. Д. С. Староселски Азәрбај-чан дилиндә мәтбу органын олмадығы бир вахтда «Бакинскије известия»нын редак-тору Х. Синкә гәзетинә азәрбајчанча вәрәг әлаво етмәјә ичазә вермишди. 3. Зәрда-би һ. Русијада әввәлиини түрк гәзети, «Һәјат» гәзети, 3 јанвар 1906-чы ил, № 2. 4. Көјүшов З. «Гырмызы губернатор»ун әмиси, «Коммунист» гәзети, 22 јанвар 1980-чи ил. 5. Акад. С. П. Агајан гәзетә «Әкинчи» адынын верилмәсини башга чүр илаһ едәрәк јазыр: «Гасанбек Меликов с гордостью подчеркивал свое происхождение из селения Зардоб. Не случайно так же что, он выбрал названием с своей газеты «Акинчи» («Пахарь») (к вопросу об издании газеты «Акинчи», Труды АГУ им. С. М. Кирова (сер. историческая), вып. 1, Баку, 1950, сәһ. 41). Доғру дејилди. 6. Ахун-дов М. Ф. Әсәрләри, үч чилдә, III ч., Бақы, 1962, сәһ. 404. 7. Азәрбајчан ССР МДТА, фонд 44, сјаһы 2, иш 431, вәрәг 1—8. 8. Мирәһмәдов Ә. «Әкинчи» гә-зети (там мәтни) китабына мугәддима, Бақы, 1970, сәһ. 15.

Низами адына Әдәбијат
Институту

Алыммышдыр 1.11.1982

А. Зейналов

ОБ ОДНОЙ СТРАНИЦЕ ИЗ ИСТОРИИ ИЗДАНИЯ «ӘКИНЧИ»

Издание первой национальной газеты Азербайджана «Әкинчи» было сопряжено с большими материальными трудностями. На втором году существования ее положение еще больше осложнилось. В это время наместник Кавказа оказал единовременную по-мощь редактору газеты Г. Б. Зардаби на сумму 500 руб.

Конечно, было бы наивным думать, что оказанная помощь со стороны государства направлялась на укрепление издания газеты, в самом же деле помощь прогрессивной газете оказывалась с той целью, чтобы в будущем добиться послушания ее царской политике.

А. Zeynalov

ABOUT A PAGE OF PUBLICATION DATE OF „EKENCHI“

The first Azerbaijan national newspaper „Ekenchi“ was published with material difficulty and in the second year of publication its position became heavier. At that time the Caucasus authority helped the editor-in-chief of the newspaper H. Zarcab with 500 roubles. Of course, it would be naivety to think that the helping of sove-ign to the democratic newspaper such as „Ekenchi“ was done for firming its publi-cation. This material helping was done only to make the newspaper to obey to the politics of tzar in future.

ЭДЭБИЈАТШУНАСЛЫГ

ГАФАР КЭНДЛИ

ХАГАНИ ШИРВАНИ ВЭ ХАЧЭ ИМАДЭДДИН ИМАД

(Азербайжан ССР ЕА академики М. З. Чэфаров тэгдим етмишдир)

Хаганинин Имадэддин адлы бир нечэ танышы вэ досту вар иди. Онлардан бири Низаминин өзүнэ «вэлине'мэт» саядыгы, «хачеје-эрчо-мэнд Имад Хоји»-улуг хачэ Имад Хоји дедији. Хагани Ширванинин «Хачэ Имам Имадэддин-Имад» адландырдыгы Хачэ Имад Хојијэ Эф-зэлэддин Ибраһимин јаздыгы мәктуб бизэ бәллидир [8, 27]. Бу мәк-туба көрө, Хачэ Имадэддин адлы-санлы олмуш, шаирин сөзү илэ де-сәк, «вөтәнинин—Азербайжанын башында көлкәси вар имиш». Хагани Хачэ Имам Имадэддин Имада јаздыгы мәктубунда онун адыны «Хачэ Имами-әчәлли-әкрәми-әкмәл», «сәхи»—әлиачыг, «сејјиди» ағам, «Има-дәддин», «шәмсүл-әфазил»—биличиләрин күнәши, «ән севимли алим-ләрин күвәни» кими јүксәк сөзләрлэ чәкир. Шаирин јаздыгына көрө, онула Имадэддин арасында достлуг әлагәлери вэ јазышма бир чох илләр давам етмишдир. Бу мәктубунда шаир өз әкси достуну көрмәк диләјиндә олдуғуну билдирмишдир. «Мәфхәри-Азербайжан»—Азербайжа-нын фәхр етдији, күвәндији Хачэ Имам Имадэддинин јүксәк мәчлисн-дән јазылмыш мәктубларын «јүз миң ил илаһи кәрәми дашыјан һәр бириси јерли-јериндә, јубанмадан сизин мүштагыныз олан кичијинизә—мәнә чатыб. Сизи көрмәк истәји саяғыларымы һәјәчанландырыр. Јара-лы көксүмү руһландырыр». «Мәнә-синә-мәчруһ»—көксү јаралы олан мән ифадәсини Хагани кәнч оғлу Рәшидәддинин вэ севимли арвадынын өлү-мүндән, икинчи Мәккә сәфәриндән сонра, Тәбриздә јашадыгы илк ил-ләрдә, шаирин һичри-гәмәри 571(1175/76)-чи илдән сонралар јаздыгы мәктубларында вэ ше'рләриндә даһа чох ишләнишдир. О, јазыларында ишләтдији «мәчруһ-синә», «синә-мәчруһ» ифадәси илэ һичри-гәмәри 571(1175/76)-чи илдә бир-биринин ардынча башына кәлән уғурсузлуг-ларына, јурдундан чыхыб кетмәсинә тохунмагдадыр. Хагани мүәјјән уғурсузлуглар үзүндән доғулдуғу Шамаһыдан, севимли Ширвандан чыхыб кетмәли олмуш, икинчи Мәккә сәфәриндән Тәбризә гајыдарат 24 ил Тәбриздә јашамышдыр. Тәбриздән Ахистана јаздыгы мәктубла-рынын бириндә билдирдијиә көрә тәбризликәрин истәји илэ бағлы оларат, Тәбризин јахынлығында дүшдүјү кәндән Тәбризә көчмүш, орада јашамышдыр.

Хагани Имадәддинә көндәрдији мәктубуну да Тәбриздә јашадыгы күнләрдә һичри-гәмәри 572(1176/77)-чи илдә јазмышдыр. Шаирин бу јазысында: «Не'мани-Азербайжан» адландырдыгы Кәримәддин адлы би-рисиндән дә сөз кедир. Ону «дүнја кәримләринин әкрәми», «үммәт сеч-киләринин севимлиси» адландырағат, Имадәддинә јазыр: «Танрынын

јијәсини сағ сахладыгы хиттеји-шәрифдән»—Тәбриздән Үшнәјә кә-ләчәјәм. Кәримәддинә зәһмәт вермәмәк үчүн кәлмирдим. «Шаирин бу сөзләри онун башга бир јазысыны да андырыр. Имадәддинә јазылмыш мәктубун мүндәричәсини дәриндән ачмағ үчүн бу јазыдан өтәри дә ол-са, бир нечә сөз демәлијик:

Хаганинин Имадәддинә көндәрдији мәктубун јазылдыгы күнләрдә шаирин Сејфәддин Бәктәмирә јаздыгы мәктубда дејилир: «... Елэ инди-чә мәнә хәбәр вердиләр ки, сизин јүксәк мәчлисиниз Тәбриз чеврәсинин үч ағачлығындан атынын башыны чевирди. Күнәш кими бејтүш-шәрәфи-мә'һрусәјә кетди. Орада әјләшди» [1, 465]. Бу ики мәктубда Хаганинин ишләтдији «хиттеји-шәриф» сөзү Тәбризи ифадә едир. Шаир «бејтүш-шәрәфи-мә'һрусә» ифадәси илэ Сејфәддин Бәктәмирин о илләрдә әлине кечирдији, орада јашадыгы «Руиндеж»дән данышыр. «Хагани вә Руиндеж һадисәси» [2, 3—7], «Хаганинин Мараға вә Ағсунгурлу Әһмә-ддләр очағы илэ бағлылығы вэ шаирин һәјатынын бир сыра башлыча проблемләри» [1, 307—467] адлы јазыларымызда бу барәдә даһа кениш данышылмышдыр. Руиндеж галасынын Тәбризлә Мараға арасында јер-ләшдијини билirik. Гәзвини вэ Хачә Рәшидәддинин Руиндежини јерләш-дији јерлә бағлы олан јазылары чох дәјерлидир. Гәзвини «Асарүл-белад»да [3,20] Руиндеж галасынын Марағанын үч ағачлығында, Чән-бәзәг кәндинин бир ағачлығында јерләшдијини билдирир. Рәшидәддин «Вәғфнамә»синдә Азербайжанын Мараға бәләдәси-шәһәрчијиндәки тор-пағларындан вэ кәндләриндән данышаркән Хылычан кәндинин Руин-дежин јанында олдуғуну, Руиндеж вэ Хылычан арасында бир «вади»—чөл, овлаг олдуғуну, Хылычанын Дәрчруд һаһијәсиндә јерләшдијини јазмышдыр [5, 143]. Демәк, Руиндеж галасы Тәбризин чәнуб-гәрбинә доғ-ру јерләшмишдир. Күнәш чәнубдан гәрбә доғру кетдикчә јола дүшмә-лидир. Хагани дә Сејфәддин Бәктәмирин Тәбриз чеврәсиндән күнәш кими «бејтүш-шәрәфи-мә'һрусәјә» јола дүшдүјүнү көстәрдикдә Бәктә-мирин 571(1175/76)-чи иләдәк әлине кечирдији Руиндеж галасына доғ-ру јол алдығыны, орада јерләшдијини көстәрир [1, 465]. Шаир Имадә-динә көндәрдији мәктубда исә ону «бејтүш-шәрәфә» доғру-күнәшини јерләшдији јерә доғру-Руиндежә чағырағат: «Мәнә бу севиндиричи хә-бәр чатды ки, сиз лап сағламсыныз. Вөтәнин башына көлкә салдығы-ныз даһа хејирлидир, анчағ Мүштәринин јери Сәрәтанда даһа учадыр. Һәм дә вахтдыр ки, Сә'ди-әкбәр нечә олурса-олсун овча галхсын, беј-түш-шәрәфә тәһвил етсин. О, бунула әһднин јеринә јетирмиш олар» [8, 27]—дејә досту Имадәддинин «бејтүш-шәрәфә» кәлмәсини мәсләһәт көрүр. Мәктубда адлары чәкилмиш Имадәддин вә Кәримәддинин «Азәр-байжанын» ән көркәмли шәхснәјәтләриндән олдуғу ајдын көрүнмәкдә-дир. Хагани Үшнәдә јашајан Кәримәддини өзүнүн вәлине'мәти адлан-дырыр. Тәбриздән Үшнәјә-Кәримәддинин јанына кетмәк истәдијини Имадәддинә билдирир. Шаирин Хачә Имады Руиндежә чағырмасы, Үшнәјә кетмәк истәмәсиндән ајдын олур ки, о, Имадәддинлә бирликдә Кәримәддинин евинә гонағ кетмәк истәјир. Имадәддинә «мәним сая-ғыларымы Кәримәддинә чатдырын!»—демәси Имадәддинин Кәримә-динлә-Хаганинин вәлине'мәти илэ танышлығы, онула јазышдығыны көстәрир.

Мәктубун сонунда Имадәддинә билдирир ки, «мән кәрәк ширин су-булағына кәләјдим». Санки о, бу сөзләри илэ Хоја кетмәк истәдијини Имадәддинә јазыр. Мәһәммәдәли Тәрбијәт «Данешмәндәне-Азәрбај-чан»да Хаганинин дәнә-дәнә Хоја олмасындан данышмышдыр [6, 131].

Шаирин диванындакы жазыларына көрө о, Хојла, онун көркөмлү адам-лары илэ жакындан таныш олмуш, онлара ше'рлөр дэ жазмышдыр. Гази Рүкнэддин Хоји дэ онлардан бирисидир. Биз Хаганинин Хојла, Гази Рүкнэддинлэ багылыгыны ажрыча бир жазыда ајдынлашдырыб өјрөнмишик. Мәктубда адлары чөкүлмиш «бејтүш-шэрәф»—Руиндеж, Үшнэ вэ «ширин су чешмәси»—Хој Тәбризин Урму көлүнэ доғру олан ахар-бахарынын ашагы вэ јухарысында чәнуб-гәрбэ вэ гәрбинэ доғру јер-ләшир. Тәбризин чәнубундан бојланан күнәш Руиндеждән Үшнэјэ, Үш-нэдән бојландыгда исэ батабатда өзүнү «ширин су чешмәсинэ» — Хоја салмалыдыр. Ел арасындакы ишаныша көрө күнәш батанда ширин су чешмәсинэ дүшүр вэ онда чимир. Бу о јерләрин хәритәсинэ илк ба-хышда көзө дәјир. Мәктубда Хачә Имадәддинин «фүтүввәтчи» дүшүн-чөләри архасынча кетмәси, бу дүшүнчөләрин «хиридары» олмасындан да данышылыр. Шаир Имадәддинин «фүтүввәт һәрәкатынын башлыча әрканларындан бири» сајыр: «Она бахмајараг ки, ширинлик чешмәси орададыр! Анчаг шәһәрчијин сусузлары бурададырлар, тәшнәләрин—сусузларын ширин булага доғру чан атмасы рәсмдир. Адәтә гаршы олса да, булагын-чешмәнин тәшнәјэ—сусуза говушмасы кәрәкдир. Бундан фүтүввәт әрканына һеч бир үзүнтү вэ сарсынты јетишмәз» [8, 27]—дејир.

Хаганинин Имадәддинин адына жаздыгы «Чәшм» [7, 902] рәдифли бир гитәси вардыр. «Имадәддинә мәрсијә» башлыгылы гитәни шаир Хачә Имадын өлүмүнэ һәср етмишир. Жаздыгына көрө, о, бу уғурсуз хәбәри «гулаг јолу илэ» ешитмишир. Бу о демәкдир ки, шаир Имадәддиндән узагда икән Имадәддин өлмүшдүр. Низами Кәнчәви «Игбалнамә»дә вәлине мәти Хачә Имад Хојинин өлүмүнү анараг, ажрылыгындан бәрк-бәрк тутулдуғу кими [4, 14], Хагани дэ Имадәддинин өлүмүнү ешитдик-дә бәрк-бәрк тутулмушду. Гитәнин башлыгында Имадәддинин ләғәби верилмиширсә, мәтниндә Хагани дэ «Игбалнамә»дә олдуғу кими, Има-дәддинин тәхәллүсүнэ тохунараг «Имад» — дејә достуну анмагдадыр.

Хагани Ширвани һичри-гәмәри 595 (1199)-чи илин шәввал (август) ајында өлдүјүндән Имадәддинин бу тарихдән габаг вәфат етдијини еһ-тимәл етмәлијик. Бу тарихдән сонра өлсәјди, Хагани она нечә мәрсијә дејә биләрдн? Ше'рдән аңлашылдыгына көрө, Имадәддин шаирин «һәм-дәминин»—сон арвадынын өлүмүндән сонра вәфат етмишир: Шаир ағ-лар көзүндән төкдүјү көз јашлары илэ јазыр: «Көзүм кизличә көнлүмә дејирди: Имадын өлүмүнэ көрө һачападәк гәмли вэ ишыгылы көз јаш-лары ахыдачагсан? Сән ки, көзүнүн сујуну апардын! Бу һадисә гулағы-мын јолу илэ мәнә кәлиб чатды. Гулағымын јолу бағланса да, көзүмүн јухусуну нә илэ бағлајачагсан? Көнлүм торпагына анд ичди ки, онун торпагынын үстүнү көзүмүн ганлы јашлары илэ сувармадан јерә отур-мајачагам! Көзүм онун торпагына сүртүрәм ки, көзүмүн чивәси төкүл-сүн! Гулағымы да көзүмүн чивәси илэ башабаш долдурурам. Мәним көзүм Имады көрмәк илэ ишыгланмаса, һәсрәти, исти вэ гәмли көз јашы көзүмүн сујуну апарсын!» [7, 902]. Хаганинин Имадәддинин адына жаздыгы «әст» рәдифли [7, 845] бир гитәси дэ вардыр. Шаир бурада Имадәддинә «сәдри-заман», «икинчи Неман»—демишир. Хагани бу ше'рини Хорасан мөгсәдли Реј сәфәриндән Тәбризә гајытдыгда хәстә-ләндији, Тәбриздә 40 күн јенидән хәстә јатдыгы күнләрдән сонра сағал-дыгда жазмыш, Имадәддин евинә гонаг чағырмышдыр.

«Низами Кәнчәви вэ Хачә Имад Хоји» адлы мәгаләмиздә дэ Ни-заминин Хачә Имадла олан багылыгыларындан кениш данышмышыг.

Јухарыда дејиләнләрдән көрүндүјү кими бу кими-багылыгылар Хагани илэ Имад арасында да олмушдур. Хој шәһәринин рәиси, Азербайчан ренессанс һәрәкатынын көркөмли нүмајәндәләриндән бири олан фүтүв-вәтчи вэ јазычы Имадын һәјат вэ јарадычылыгынын дәриндән өјрәнил-мәси XII јүзилдәки Азербайчан ренессанс һәрәкаты вэ ренессанс әдә-бијјатынын бир сыра чизкиләрини үзә чыхармаг үчүн чох дәјерли бир ишир.

Әдәбијјат

1. Кәндли Гафар. Дәр пирамуне мөһтәвијә тарихијә әланге Хагани ба Мара-ге, Нәшријјәје Данешкәдеје әдәбијјат вэ үмүме иисани, шумареје панз, земестан, 1353, Тәбриз. 2. Кәндли Гафар, Руиндеж һадисәси вэ Хагани Ширвани, Азербайчан ССР ЕА «Хәбәрләри», Әдәбијјат вэ ишәсәһәт серијасы, Бақы, 1971. 3. Мәшкур Мәһәммәдчавад, Нәзәре бе тарихе Азербайчан, 1349, Тегран. 4. Низами Кәнчәви, Игбалнамә, 1317, Тегран. 5. Рәшидәддин Фәзлуллаһ. Вәғһнамә, 1350, Тегран. 6. Тәрбијјәт Мәһәммәдәли. Данишмәндане-Азербайчан, 1314, Тегран. 7. Хагани Ширвани. Диван, 1338, 8. Хагани Ширвани. Мүншә-ат, фотосурәт, Сепһсәлар китабханасы, Тегран, хүсуси китабханамыз.

Низами адына Әдәбијјат
Институту

Алынмышдыр: 2. X. 1981

Гафар Кәндли

ХАГАНИ ШИРВАНИ И ХАДЖА ИМАДАДДИН ИМАД

В статье анализируются письма и стихотворения Хагани Ширвани, связанные с Хаджа Имададдином Имадом — видным представителем прогрессивных общественных сил Азербайджана, являющимся крупным политическим деятелем, а также известным поэтом. Подчеркивается большое значение изучения политических и литературных связей обоих поэтов — Хагани и Низами для исследования азербайджанского ренессанса XII в.

Gafar Kendli

KHAKANI SHIRVANI AND HADJA IMADADDIN IMAD

The article deals with the analysis of letters and poems by Khakani Shirvani, connected with Hadja Imadaddin Imad—a famous representative of progressive social forces of Azerbaijan, who was a great politician and also a well-known poet. The author underlines the great importance of revealing the political and literary relationships of both poets Khakani and Nizami for the studies in Azerbaijan Renaissance of the XII century.

Л. Г. АЛНЕВА

ИЗ ИСТОРИИ УПОТРЕБЛЕНИЯ МЫШЬЯКА В XII ВЕКЕ (По материалам Хубайша Тифлиси и др.)

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

В трактате «Описание ремесел» азербайджанского ученого XII в. Хубайша Тифлиси среди веществ обозначенных им «летучими телами» отмечен также зарних, одновременно обозначенный как «солнечный камень». Г. П. Михалевич, выполнившая перевод этого труда с персидского под веществом зарних полагает мышьяк [1]. Но действительно ли это название относится к мышьяку? Проанализировав некоторые выдержки, касающиеся мышьяка, начинаешь еще больше сомневаться. Например, Хубайша Тифлиси пишет: «Если кто-нибудь захочет, чтобы мышьяк дал желтую [краску], пусть разотрет его с водой в ступке, а потом добавит настоя аравийской камеди, чтобы оживить краску. А если захочет, чтобы желтый цвет приобрел красноватый оттенок, пусть хорошо разотрет [мышьяк] в сухом виде. Чем суше мышьяк при растирании, тем краснее получается краска, подобно киновари».

Как мы видим, в данном случае мышьяк образует в порошкообразном состоянии при его растирании с водой желтую краску. Отсюда явно вытекает, что речь идет не об элементарном мышьяке, а его природном соединении. Приписывая во внимание, что у Хубайша Тифлиси зарних одновременно обозначается как «солнечный камень», а согласно принятому в то время отождествление металлов с небесными светилами, солнцем обозначалось золото, то надо полагать, что это природное соединение не что иное как мышьяковый минерал аурипигмент (As_2S_3). Этот минерал, как известно, имеет золотисто-желтый цвет, а современное название его происходит от латинских слов: «аурум», т. е. золото и «пигментум» — краска [2]. В древности, как описывает Плиний Старший [3], из минерала аурипигмента пытались плавкой выделить золото. Он пишет: «К сему привлекла надежда Императора Каия, самого алчнейшего до золота, чего ради повелел проплавить однажды большое количество аурипигмента, и получил превосходное золото, но столь малого веса, что почувствовал убыток».

Следует отметить, что Хубайш Тифлиси упоминает также и о другом «зарнихе», т. е. «красном зарнихе», который, будучи смешан с синей краской индиго и разведен в настое аравийской камеди или в яичном белке, образует краску другого цвета, как написано в тексте труда — «противоположный этим двум цветам». Одновременно он описывает получение красок различных цветов путем смешивания желтого или красного «зарниха» с другими красками. Например, «зелено-желтый оттенок придает синей краске желтый зарних. Далее о красном «мышьяке», т. е. «зарнихе» Хубайш отмечает в разделе «отбеливание снадобий».

а именно «отбеливание серы». Он пишет: «Пусть возьмет произвольное количество серы, хорошо разотрет с солью и водой и оставит на солнце, чтобы побелела. Затем добавит немного хорошо измельченного «красного мышьяка», а потом, налив мочу теленка, оставит на семь дней, пока не побелеет. Когда [сера] станет белой, то благодаря приобретенным ею свойствам она отбеливает медь...». По-видимому, в этом рецепте Хубайша, опущено, что отбеливание меди мышьяковыми соединениями могло произойти лишь при их совместной плавке. Что же представляет собой красный мышьяк? На этот счет сомнений нет, ибо сам переводчик расшифровывает, что красный мышьяк — минерал реальгар, содержащий 70,1 % мышьяка и 29,9 % серы, и что он использовался для приготовления оранжевой краски.

Следует отметить, что история употребления мышьяка в Азербайджане уходит в глубокие корни. Исследованиями, проведенными в лаборатории археологической технологии Института истории АН Азерб. ССР, было открыто, что в составе древних медных сплавов, датированных IV—III тыс. до н. э., входит мышьяк. В этот хронологический период мышьяк играл роль легирующего медь элемента, улучшая физико-механические свойства сплава [4]. Предметы из медно-мышьяковых сплавов обнаружены в поселении Кюль-тепе близ г. Нахичевани и в других местах. Но был ли тогда использован для легирования элементарный или самородный мышьяк? Исследованиями установлено, что нет, самородный мышьяк в природе встречается весьма редко, а элементарный тогда еще не мог быть выделен из его природных соединений. Легирование меди производилось путем совместной плавки медных и мышьяковых минералов. Этими минералами являлись золотисто-желтый аурипигмент или ярко-красный реальгар, мощные месторождения которых находятся в Нахичеванской АССР. Медно-мышьяковые сплавы имели широкое распространение на территории Азербайджана до появления медно-оловянных сплавов.

Интересные сведения о «мышьяке» отмечены и у арабского ученого X в. Абу Дулафа [5], который также занимался использованием металлов. Он пишет: «Когда я стал заниматься благородным искусством и успокоительной торговлей с ее сублимацией, дисцилляцией, плавкой и кальцинацией, в мое сердце закралось сомнение относительно драгоценных камней и возникли у меня неясности касательно лекарственных элементов и тогда я решил обследовать копи и рудники. По рассказам и описаниям я добрался до города Шиза... среди гор, которые объединяют рудники золота, ртути, свинца, серебра, желтого арсеника...». Таким образом в X в. арсеник, притом желтый, не мог не быть мышьяковым минералом аурипигментом.

В современной литературе, цитирующей труды авторов средневековья, также допускается ошибочная интерпретация данных, приведенных в этих трудах. Например, М. Х. Шарифли [6] пишет, что в XIII—XIV в. азербайджанские города вывозили в зарубежные страны перец, гвоздику, корицу, драгоценные камни, особенно фирузу, малахит, мышьяк и др. Как мы видим, мышьяк с полудрагоценными камнями им отнесен к драгоценным камням, что глубоко ошибочно, не говоря о том, что элементарный мышьяк не мог тогда быть в употреблении и предметом торговли.

О знакомстве Хубайша Тифлиси с трудами химиков — алхимиков прошлых столетий, т. е. тех, которые были до него, можно судить даже

потому, что обозначение зарних — желтый и красный было употреблено в труде «Книга тайны тайн» ар-Рази. В ряде описываемых им рецептов он пишет о зарнихе, как об одном из составных элементов. О том, что же обозначает в этих случаях «зарних» красный и желтый в комментариях У. И. Каримова, видимо, из-за опечатки отмечается, что «красный зарних» это мышьяковый минерал-аурипигмент, а «желтый зарних» — реальгар. На самом деле цвета этих минералов расшифровывают неправильно. Который из них красный или желтый? Минерал реальгар именно обладает красным, иногда ярко-красным цветом, а аурипигмент — золотисто-желтым.

Литература

1. Михалевич Г. П. Хубайш Тифлиси. Описание ремесел (Байан ас-санаат), с. 70, 94, 96, 149, 224. «Наука». М., 1976. 2. Бетехтин А. Г. Курс минералогии. Изд. второе, исправленное. Госгеолтехиздат, 1956, с. 174. 3. Кания Плиния. Естественная история ископаемых тел. Императорская АН, с. 52. Пб., 1819. 4. Селимханов И. Р. Металлы и сплавы древности. Сб. «Всеобщая история химии», т. 1. «Наука», 1980, с. 35—60. 5. Крачковский И. Ю. «Изв. АН Азерб. ССР», № 8, с. 69, 1949. 6. Парифли М. Х. «Изв. АзФАН СССР», № 2—3, с. 54. 1944. 7. Каримов У. И. Независимое сочинение ар-Рази «Книга тайны тайн». Ташкент, 1957, с. 119.
ИНФХ

Поступило 3. VI 1983

Л. Н. Алијева

XII ƏSRDƏ ARSENIH İSTİFADƏ EDİLMƏSİ TARİXİNDƏN

(Hübeş Tiflisi və b. materialları əsasında)

Məğalədə Azərbaycan alimi Hübeş Tiflisi özünün «Bəjan əs-sənə'ət» əsərində «uçucu maddələr» qrupuna daxil etdiyi «zərinih», arsen kimi verilməlidir. Müəlliflər Hübeşli kimyəvi resentlərinin elmi analizi nəticəsində belə nəticələrə gəlirlər ki, sarı rəng əmələ gətirən «zərinih»-arsen mineralı saşylan auripigmentdir ki, gızıly-sarı rəngdə olur. Biz bu fikrin təsdiqini ar-Razi və b. alimlərinin əsərlərində də kəşf etdik.

Azərbaycanda auripigment ilə zənkini jataqlar Naxçıvan MССР-дәdir. Həmin elmi mə'lumdur ki, auripigment və realgarдан чох гəдим дəврдəн мисə əlavə етмəк үчүн истифаде едилрди.

L. N. Aliyeva

TO THE HISTORY OF ARSENIC USE IN THE XII CENTURY

(on the data of Hubaysh Tiflisi and others)

"Volatile Bodies" zarnih mentioned in the work of "Bayan as-sanaat" written by Azerbaijan scholar Hubaysh Tiflisi is considered to be of arsenic. The authors by the way of studying the prescriptions of Hubaysh come to the conclusion that zarnih which forms yellow colour belongs to auripigment, that of arsenic mineral which is golden-yellow colour. We find the proof of above-mentioned in the works of ar-Razi and other medieval scholars.

The rich auripigment fields are situated in the Nakhichevan ASSR. It is also known that auripigment and realgar were used as copper alloying elements since ancient times.

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- Мохамед Абдул Матни. О спектральных свойствах общей эллиптической краевой задачи с разрывными коэффициентами 3
Ф. А. Алиев. Периодическая оптимизация стохастических систем с дискретным временем для сингулярного случая 6
В. А. Нахметов. О некоторых классах мероморфных функций представимых рядами по рациональным дробям 11

Физика полупроводников

- А. В. Горшков, Ф. А. Зантов, Ф. К. Исаев. Механизм быстрой диффузии меди, серебра, золота в $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ 14
М. И. Алиев, А. З. Даилов, И. Г. Оганова. О подвижности носителей заряда в эпитаксиальных пленках антимонида индия 18

Теоретическая физика

- Б. Гадживв, Ф. М. Гашимадзе. Ренорм — групповой анализ фазового перехода в системе с двухкомпонентным параметром порядка 22

Прикладная механика

- И. А. Амйрасланов. О распространении скачков концентрации в смеси жидкости с твердыми частицами 25

Неорганическая химия

- Г. Б. Шахтактинский, Г. А. Шакаров, А. А. Гейдаров. Исследование условий извлечения галлия при гидрохимической переработке цинкового кека 30

Физическая химия

- А. И. Багиров, А. Н. Нуриев, С. М. Рустамов. Регенерация анионитовых колонн, насыщенных тетраборат-ионом 34

Химия нефти

- М. М. Гусейнов, Э. Б. Зейналов, Б. Ю. Трифель, К. У. Велиева, Х. А. Масталиева. Исследование ингибирующей активности нефтяных антиоксидантов Бибиэйбатского месторождения 39

Геофизика

- М. М. Раджабов. Возможные скоростные модели среды вызывающие аномалию амплитуд преломленных волн 45

Нефтепромысловая механика

- Р. М. Сагтаров, Р. Н. Бахтизин. Оценка гидродинамических характеристик среды при нелинейном законе трения 49

Литология

- А. Д. Султанов, М. Г. Набиев, А. И. Меликова, Ш. М. Салимова. Характеристика и распределение малых химических элементов в эоценовых отложениях Нахичеванской АССР 53

Почвоведение

Б. Т. Мусаев. Сравнительное рассмотрение температурного режима характерных типов почв Азербайджанской ССР 58

Физиология растений

Д. А. Алнев, В. Ф. Адыгезалов, В. И. Рагимов. Влияние интенсивности света и ингибиторов фотосинтетических процессов на фотиндуцированные биоэлектрические потенциалы и интенсивность фотосинтеза листьев высших растений 62

Литературоведение

А. Зейналов. Об одной странице из истории издания «Экинчи» Гафар Кендли. Хагани Ширвани и Хаджа Имададдин Имад. 66
 70

История науки

Л. Г. Алиева. Из истории употребления мышьяка в XII века. 74

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазийјат

Мәһәмәд Әбдүл Мәтин. Кәсилән әмсаллы үмүми еллиптик сәрһәд мәсәләсинин спектрал хәссәләри һаггында 3
 Ф. Ә. Әлијев. Стохастик дискрет системин чырлашан һалда периодик оптималлығы 6
 В. Ә. Нәһмәтов. Расионал кәср сырларынын чәми кими ифадә олуна билән мерооморф функцијаларын мүүјән синифләри 11

Јарымкечиричиләр физикасы

А. В. Горшков, Ф. А. Зантов, Ф. К. Исајев. Мис, күмүш вә гызыл ашгарларынын $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ нүмунәләринә сүр'әтли диффузијасынын механизми 14
 М. И. Әлијев, Ә. З. Даибов, И. Г. Оганова. Индиум антимонидинин спитаксиал тәбәгәләриндә јүкдашыјычыларын јүрүклүјү һаггында 18

Теоретик физика

Б. һачыјев, Ф. М. һәшимзәдә. Икикомпонентли низамлама параметринә малик системләрин ренорм-груп анализи 22

Тәтбиғи механика

И. Ә. Әмирасланов. Мајенин бәрк һиссәчикләрлә гарышығында концентрасија сычрајышларынын јайылмасы һаггында 25

Гејри-үзви кимја

Һ. Б. Шаһтахтински, Һ. Ә. Шәкәров, А. Ә. һејдәров. Синк кеккинин гидрокимјәви е'малы заманы галлиумун чыхарылмасы шәраитинин өјрәнилмәси 30

Физики кимја

Ә. И. Бағыров, Ә. И. Нуријев, С. М. Рүстәмов. Тетраборат ионлары илә дојдурулмуш аннонит колонкасынын рекенерасијасы 34

Нефт кимјасы

М. М. һусејнов, Е. В. Зејналов, Б. Ј. Трифел, Г. У. Вәлијева, Х. А. Мәстәлијева. Биби-һејбәт нефт јатагларында чыхан нефт оксидантларынын инкибитор фәаллығынын тәдғиги 39

Кеофизика

М. М. Рәчәбов. Мүһитин сынан далгаларын амплитуд аномалијаларынн төрәдән мүмкүн сүр'әт модели 45

Нефт-мә'дән механикасы

Р. М. Сәттаров, Р. Н. Бахтинин. Гејри-хәтти сүртүнмә гануунда мүһитин гидродинамик хусусијәтләринин гијмәтләндирилмәси 49

Литоламија

Ә. Ч. Султанов, М. Һ. Нәбијев, Ә. И. Мәликова, Ш. М. Сәлимова. Нахчыван МССР еосен чөкүнтүләриндә аз-тапылан элементләрин характерликасы вә јайылмасы һаггында 53
 79

Торпагшүнаслыг

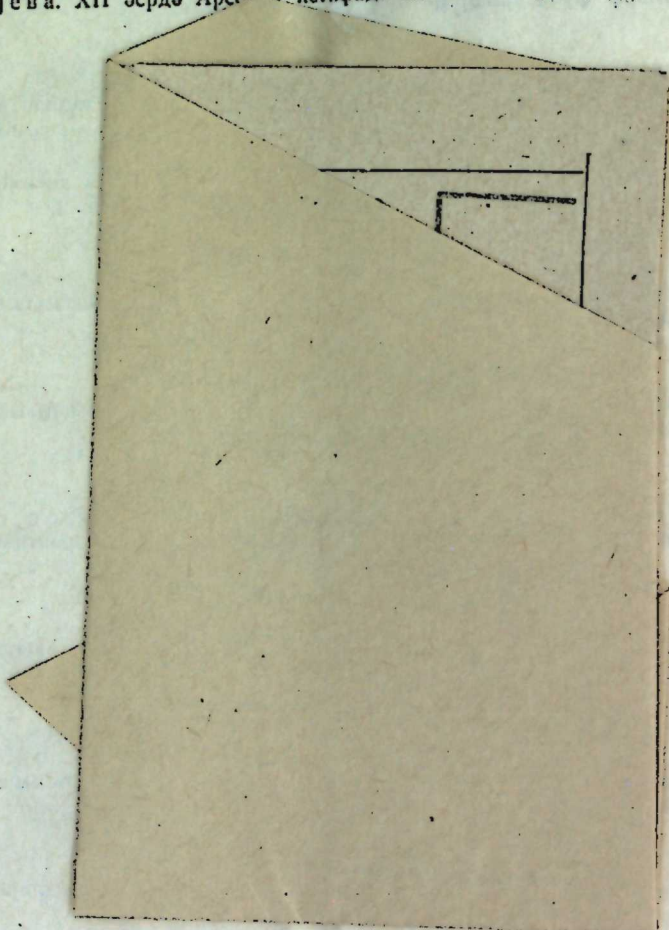
Б. Т. Мусаев. Азербайжан ССР-ин характер торпаг типлэриндэ температура режиминин мугајисэли тэһлили 58

Битки физиолокијасы

Ч. Э. Әлиев, В. Ф. Адыкөзөлов, В. И. Рәһимов. Ишыгын интенсивлијинин вэ фотосинтез просесинин инкибиторларынн али биткилэрин жарпагынн фото-биопотенсиналына вэ фотосинтезин интенсивлијинэ тәсири 62

Әдәбијатшүнаслыг

А. Зејналов. «Әкинчи»нин нәшри тарихинин бир сәһифәси һаггында 66
 Гафар Кәндли. Хагани Ширавани вэ Хачә Имадәддин Имад 70
 Л. П. Әлијева. XII әсрдә Арсенни истифадә едилмәси тарихиндә 74



Слано в набор 7. 05. 84. Подписано к печати 22. 08. 84, ФГ 00706. Формат бумаги 70×100^{1/16}. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. лист 6,5. Усл. кр.-отт. 6,5. Уч. изд. лист 5,3. Тираж 605. Заказ 812. Цена 70 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

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

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

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

$$R^n, r_n$$

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

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходное начертание (Сс; Кк; Рр; Оо; Ss; Uu; Vv; и т. д.), буквы I (i) и J (j) букву I и римскую единицу I, а также арабскую цифру I и римскую I' (вертикальная черта), I и штрих в индексах, I (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (с), а строчные — сверху (с.).

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

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

$$h \times \text{€}, \text{ф}, \text{ф}, \text{ф}, \text{ф}$$

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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