

17-168



АЗƏРБАЙҘАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТƏМ ХХХІV ЧИЛД

1978 • 7

ҮЧҮН ГАЈДАЛАР

УВАЖАЕМЫИ ЧИТАТЕЛЬ!

Просмотрев издание,
укажите номер
читательского билета
и код категории
читателя.

(Пример: 325/3Е1)

«Азери Мәрузэлери»ндә нәзәри вә тәчрүби
тамланмыш вә һәлә дәрч едилмәмиш нәтичә-
тур.

р нечә ајры-ајры мә'луматлар шәклинә салын-
мә'луматлардан мәһрум мүбәһисә характерли
ирмәләрсиз көмәкчи тәчрүбәләрни тәсвири-
тәсвири вә ичмал характерли ишләр, төвсијә
ирф методик мәгаләләр, һабелә битки вә һеј-
н хүсуси әһәмијјәтә малик тапынтылары тәс-
илмир.

әр һәмми мә'луматларын даһа кениш шәкилдә
әлифин һүгүгуну әлиндән алмыр.

һил олан мәгаләләр јалныз ихтисас үзрә бир
едаксија һеј'әти тәрәфиндән нәзәрдән кечир-
әлмамағ шәртилә мәгаләләр тәгдим едә биләр.
һынны мүхбир үзвләринин мәгаләләри тәгди-

дир ки, мәгаләләри тәгдим едәркән онларын
ә мәгаләнин јерләшдирилчәји бөлмәнин ады-

3 мәгалә дәрч етдирә биләр.
л олмагла, мүәллиф вәрәгәнин дөрлдә бирин-
јазылмыш 6—7 сәһифә һәчминдә (10000 чап

дә хүләсәси олмалыдыр; бундан башга, Азәр-
диллиндә хүләсә әләвә едилмәлидир. Рус ди-
лилиндә хүләсәси олмалыдыр.

кәндәрилдији елми идарәнин ады вә

олунмасы

т ара бу-
р. Дүстур-
ни исә үс-
гирмызы

клиндә де-
мәтидәки
сијаһысы

ады, чил-

ы вә иһи-
олундуғу

әнини ады,

ссертасија-

вә шәклин
әрәгдә тәг-

т үзрә мә-
вә етмәли.

тниндә бу

үчүн нәтичәләр јалныз зәрури һалларда вә-

м едилдикдә онларын дәрчедилмә ардычылы-

МӘ'РУЗЭЛЭР
ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIV ЧИЛД

7



редактура көндәрилдији тәгдирдә исә јалныз мәтбәә сәһвләрини дүзәлтмәк олар.

15. Редаксија мүәллифә пулсуз оларағ мәгаләнини 15 нүсхә ајрыча оттискини верир.

УДК 517.956.3

МАТЕМАТИКА

К. И. ХУДАВЕРДИЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОМЕРНОЙ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ
ОДНОГО КЛАССА НЕЛИНЕЙНЫХ АБСТРАКТНЫХ
ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

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

Работа посвящена исследованию смешанной задачи

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + A(u) \equiv \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \sum_{|\alpha| = |\beta| < m} (-1)^{|\alpha|} D^\alpha (a_{\alpha\beta}(x) D^\beta u) =$$

$$= F \left(t, x, u, u_t, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}, \dots, \frac{\partial^m u}{\partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n}} \right) \quad (t \in [0, T], x \in \bar{\Omega}) \quad (1)$$

$$u(0, x) = \varphi(x) \quad (x \in \bar{\Omega}), \quad u_t(0, x) = \psi(x) \quad (x \in \bar{\Omega}), \quad (2)$$

$$\left. \frac{\partial^\kappa u}{\partial \nu^\kappa} \right|_S = 0 \quad (\kappa = 0, 1, \dots, m-1), \quad (3)$$

где $0 < T < +\infty$, Ω — ограниченная n -мерная область, $x = (x_1, \dots, x_n)$, $S \equiv [0, T] \times \Gamma$, Γ — граница области Ω , ν — внешняя нормаль к S , $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$ — векторные индексы, $|\alpha| = |\alpha_1| + \dots + |\alpha_n|$, $a_{\alpha\beta}(x)$ — действительные функции в $\bar{\Omega}$, симметричные относительно перестановок индексов и измеримые и ограниченные в Ω , $D^\alpha = \partial^\alpha / \partial x_1^{\alpha_1} \times \dots \times \partial x_n^{\alpha_n}$, для любого действительного n -мерного вектора $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_n)$ при всех $x \in \bar{\Omega}$

$$A_0(x; \xi) \equiv \sum_{|\alpha| = |\beta| = m} a_{\alpha\beta}(x) \xi^\alpha \cdot \xi^\beta \geq C_0 \cdot |\xi|^{2m}, \quad (4)$$

$C_0 > 0$ — постоянное, $\xi^\alpha = \xi_1^{\alpha_1} \dots \xi_n^{\alpha_n}$, $|\xi|$ — евклидова норма ξ , φ, ψ, F — заданные функции, а $u(t, x)$ — искомая функция; кроме того, всюду в статье будем предполагать, что квадратичная форма

$$D(u, u) = D(u) = \int_{\Omega} \sum_{|\alpha| = |\beta| < m} a_{\alpha\beta}(x) D^\alpha u(x) D^\beta u(x) dx \quad (5)$$

коэрцитивна на $\dot{W}_2^m(\Omega)$ ([1]), т. е.

$$\forall u \in \dot{W}_2^m(\Omega) \quad D(u) \geq C \cdot \|u\|_{\dot{W}_2^m(\Omega)}^2, \quad (6)$$

где $C > 0$ — постоянное, не зависящее от u .

Следует отметить, что линейный случай задачи (1) — (3), т. е. случай, когда $F = f(t, x)$, исследован в работе [2].

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), М. Т. Абасов,
Ал. А. Ализаде, Г. А. Алиев, В. Р. Волобуев, Г. Г. Гасанов,
Дж. Б. Гулиев, Н. А. Гулиев, А. И. Гусейнов, М. З. Джафаров,
Ю. М. Сендов (зам. главного редактора), Г. Ф. Султанов,
А. С. Сумбатзаде, М. А. Топчибашев, Т. Н. Шахтагтинский,
Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство «Элм», 1978 г.

В данной статье установлены локальные (в малом) и нелокальные (в целом) теоремы существования и единственности обобщенного почти всюду и классического решений задачи (1)–(3), причем определения этих решений даны в [3] (стр. 262).

Приведем некоторые из результатов полученных автором для задачи (1)–(3) еще в 1971 г. и подробно изложенных в [3].

Теорема 1. Пусть

- $\varphi(x) \in \dot{W}_2^m(\Omega)$, $\psi(x) \in L_2(\Omega)$.
- а) функция $F(t, x, u_1, \dots, u_N)$ определена в области $Q_T \times (-\infty, \infty)^N$ и в этой же области удовлетворяет условиям Каратеодори;
- б) в области $Q_T \times (-\infty, \infty)^N$:

$$|F(t, x, u_1, \dots, u_N) - F(t, x, u_1, \dots, u_N)| \leq C \cdot \sum_{i=1}^N |u_i - \tilde{u}_i|,$$

где $C > 0$ — постоянное; $F(t, x, 0, \dots, 0) \in L_2(Q_T)$.

Тогда задача (1)–(3) имеет единственное обобщенное решение.

Теорема 2. Пусть

- Выполнены условия 1 2-й теоремы 1.
- В области $Q_T \times (-\infty, \infty)^N$:

$$|F(t, x, u_1, \dots, u_N)| \leq a(t, x) + b(t) \cdot \sum_{i=1}^N |u_i|,$$

$$|F(t, x, u_1, u_2, \dots, u_N) - F(t, x, \tilde{u}_1, \tilde{u}_2, \dots, \tilde{u}_N)| \leq C(t) \cdot \sum_{i=2}^N |u_i - \tilde{u}_i|,$$

где $a(t, x) \in L_2(Q_T)$, $b(t), C(t) \in L_2(0, T)$.

Тогда задача (1)–(3) имеет обобщенное решение.

Теорема 3. Пусть

- $a(x) \in C^{|\alpha|}(\bar{\Omega})$ ($0 \leq |\alpha| = |\beta| \leq m$); поверхность Γ принадлежит классу R^{2m} (см. [4], стр. 66); $\varphi(x) \in W_2^{2m}(\Omega) \cap \dot{W}_2^m(\Omega)$, $\psi(x) \in W_2^m(\Omega)$.

- $n \leq N_m$, где $N_m = 4m + 1 + \frac{2}{m-1}$ при $m = 1, 2, 3$, $N_m = 2m + 2$ при $m \geq 4$.

3. $F = f(t, x, u)$, причем

а) функция $f(t, x, u)$ непрерывна в области $Q_T \times (-\infty, \infty)$ вместе с производственными $\partial^i f(t, x, u) / \partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n} \partial u^{\alpha_{n+1}}$ ($i = 1, \dots, m$);

б) $\partial^i f(t, x, u) / \partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n} \partial u^{\alpha_{n+1}} \equiv 0$ ($t \in [0, T]$, $x \in \Gamma$, $u = 0$; $i = 0, 1, \dots, m-1$);

в) при $n \leq 4m$ (т. е. при $4m \leq n \leq N_m$) в области $Q_T \times (-\infty, \infty)$

$\partial^\nu f(t, x, u) / \partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n} \partial u^\alpha \leq C \cdot (1 + |u|^{\gamma_{\nu, \alpha}})$ ($0 \leq \alpha \leq \nu \leq m$);

где $C > 0$ — постоянное и

$$0 < \gamma_{\nu, 0} < \frac{n}{n-4m}, \quad 0 < \gamma_{\nu, \alpha} < \frac{n - (n-4m) \cdot \alpha - 2(\alpha + m - \nu)}{n-4m} \quad (1 \leq \alpha \leq \nu \leq m).$$

Тогда при достаточно малых значениях T задача (1)–(3) имеет единственное решение почти всюду.

Теорема 4. Пусть

- $n < 4m$ и выполняется условие 1 теоремы 3.

$$2. F = f(t, x, \dots, D_i^2 D^3 u, \dots) + \sum_{s_0+1 \leq i \leq m+|s| \leq m} D_i^1 D^s u \cdot f(t, x, u, Du, \dots, D^s u), \quad (7)$$

$$\text{где } 0 \leq \alpha \cdot m + |\beta| \leq S_0, \quad S_0 = \min \left\{ 2m - \frac{n}{2} - 1, m \right\}, \quad |S| = S_0,$$

причем при $S_0 = m$ под \sum понимаем 0.

3. а) функции $f(t, x, u_1, \dots, u_{N_1})$ и $f_{\gamma, \delta}(t, x, u_1, \dots, u_{N_1})$ непрерывны соответственно в областях $Q_T \times (-\infty, \infty)^{N_1}$ и $Q_T \times (-\infty, \infty)^N$, вместе со всеми производными по переменным x_i и u_j до m -го порядка включительно:

$$\text{б) } \partial^i f(t, x, u_1, \dots, u_{N_1}) / \partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n} \partial u^{\beta_1} \dots \partial u^{\beta_{N_1}} \equiv 0$$

при $i = 0, 1, \dots, m-1$, $t \in [0, T]$, $x \in \Gamma$, $u_1 = 0, u_{N_1} = 0$ (если $S_0 = m$), $u_j \in (-\infty, \infty)$ ($j = 2, \dots, N_1-1$), причем u_1 — обозначение u , а u_{N_1} — обозначение $\frac{du}{dt}$;

$$\text{в) } \partial^i f_{\gamma, \delta}(t, x, u_1, \dots, u_{N_1}) / \partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n} \partial u^{\beta_1} \dots \partial u^{\beta_{N_1}} \equiv 0$$

при $i = 0, 1, \dots, m-1$, $t \in [0, T]$, $x \in \Gamma$, $u_1 = 0$;

г) все производные порядка m по переменным x_i и u_j каждой из функций $f(t, x, u_1, \dots, u_{N_1})$ и $f_{\gamma, \delta}(t, x, u_1, \dots, u_{N_1})$ при любом $R > 0$ удовлетворяют соответственно в областях $Q_T \times [-R, R]^{N_1}$ и $Q_T \times [R, R]^{N_1}$ условию Липшица по переменным u_j с коэффициентом Липшица C_R .

Тогда при достаточно малых значениях T задача (1)–(3) имеет единственное решение почти всюду.

Теорема 5. Пусть

- $n < 2m$ и выполняется условие 1 теоремы 3.

$$2. F = f(t, x, u) + \Phi(t, x, u) + f_0(t, x, u) \cdot u_1 + \sum_{1 < |\beta| < m} f_\beta(t, x, u) \cdot D^\beta u, \quad (8)$$

причем

а) функция $f(t, x, u)$ удовлетворяет условиям 3_a и 3_б теоремы 3 и тем же условиям удовлетворяет каждая из функций $\psi(t, x, u)$, $f_0(t, x, u)$ и $f_\beta(t, x, u)$;

б) в области $Q_T \times (-\infty, \infty)$

$$\int_0^u f(t, x, \xi) d\xi \equiv g(t, x, u) \leq a_0(x) + C_0 \cdot u^2 - g_0(u),$$

$$|\Phi(t, x, u)| \leq a(t, x) \leq b(t) \cdot (|u| + \sqrt{g_0(u)}),$$

$$|f_0(t, x, u)| \leq C(t), \quad |f_\beta(t, x, u)| \leq b(t) \quad (1 \leq |\beta| \leq m),$$

где $a_0(x) \in L_2(\Omega)$, — постоянное, функция $g_0(u) \geq 0$ непрерывна на $(-\infty, \infty)$, $a(t, x) \in L_2(Q_T)$, $b(t) \in L_2(0, T)$, $c(t) \in L(0, T)$;

в) все производные порядка m по переменным x_1, \dots, x_n , и каждой из функций $f(t, x, u)$, $\Phi(t, x, u)$, $f_0(t, x, u)$ и $f_\beta(t, x, u)$ удовлетворяют при любом $R > 0$ в области $Q_T \times [-R, R]$ условию Липшица по u с коэффициентом Липшица C_R ;

г) функция $f_1(t, x, u)$ непрерывна в области $Q_T \times (-\infty, \infty)$ и в этой же области

$$|f_1(t, x, u)| \leq a_1(t, x) + b_1(t) \cdot |u|,$$

где $a_1(t, x) \in L_2(Q_T)$, $b_1(t) \in L(0, T)$.

Тогда задача (1)–(3) имеет единственное решение почти всюду.

Теорема 6. Пусть

- $n = 2m$ и выполняется условие 1 теоремы 3.

$$2. F = f(t, x, u) \div \Phi(t, x, u), \quad (9)$$

причем

а) функции $f(t, x, u)$ и $\Phi(t, x, u)$ удовлетворяют тем же условиям, что и в условиях 2а, 2б и 2г теоремы 5;
 б) в области $Q_T^x(-\infty, \infty)$
 $|\partial^\nu F(t, x, u) \cdot |\partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n} \partial u^{\alpha_{n+1}}| \leq c(t) \cdot (1 + |u|^\gamma)$ ($\nu = \bar{0}, m$; $\gamma > 0$),
 где $c(t) \in L_2(0, T)$.

Тогда задача (1)–(3) имеет единственное решение почти всюду.

Теорема 7. Пусть

1. $a_{\alpha\beta} \in C^{|\alpha|+|\beta|-2m}(\bar{\Omega})$ ($0 \leq |\alpha| = |\beta| \leq m$); поверхность Γ принадлежит классу R^{km} см. [4], стр. 66); $\varphi(x) \in W_2^{km}(\Omega)$, $\varphi(x)$,

$A\varphi(x), \dots, A^{[\frac{k-1}{2}]} \varphi(x) \in \dot{W}_2^m(\Omega)$; $\psi(x) \in W_2^{(k-1)m}(\Omega)_\Gamma$, $\psi(x)$, $A\psi(x), \dots$,

$A^{[\frac{k-2}{2}]} \psi(x) \in \dot{W}_2^m(\Omega)$, где $k = \left[\frac{n}{2m} \right] + 3$, а A — оператор, фигурирующий

в левой части уравнения (1).

2. а) функция $F(t, x, u_1, \dots, u_N)$ непрерывна в области $Q_T^x(-\infty, \infty)$ вместе со всеми своими производными по переменным $x_1, \dots, x_n, u_1, \dots, u_N$

до $\left(\left[\frac{n}{2m} \right] + 2 \right)$ -го порядка включительно;

б) $\partial^1 F(t, x, u_1, \dots, u_N) / \partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n} \partial u_1^{\beta_1} \dots \partial u_N^{\beta_N} \equiv 0$,

$Ai = 0, \dots, 2m \cdot \left[\frac{\left[\frac{n}{2m} \right] + 1}{2} \right] + m - 1$, $t \in [0, T]$, $x \in \Gamma$, $u_1 = u_2 = 0$, u_3, \dots, u_N

$\times u_N \in (-\infty, \infty)$;

в) все производные порядка $\left(\left[\frac{n}{2m} \right] + 2 \right) \cdot m$ по переменным x_j и u_j

функции $F(t, x, u_1, \dots, u_N)$ удовлетворяют при любом $R > 0$ в области $Q_T[-R, R]^N$ условию Липшица по переменным u_j с коэффициентом Липшица $C_R(t) \in L_2(0, T)$.

Тогда при достаточно малых значениях T задача (1)–(3) имеет единственное классическое решение.

Теорема 8. Пусть

1. $n < 2m$ и выполняется условие 1 теоремы 7.

2. Функция F имеет вид (8), причем:

а) функция $f(t, x, u)$ непрерывна в области $Q_T^x(-\infty, \infty)$ вместе со всеми своими производными по переменным x_1, \dots, x_n, u до $2m$ -го порядка включительно и $\partial^1 f(t, x, u) \partial_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n} \partial u^{\alpha_{n+1}} \equiv 0$ для любых $i = 0, \dots, m-1$, $t \in [0, T]$, $x \in \Gamma$, $u = 0$; тем же условиям удовлетворяет каждая из функций $\Phi(t, x, u)$, $f_0(t, x, u)$ и $f_\beta(t, x, u)$;

б) выполняются условия 2₆ и 2₇ теоремы 5;

в) все производные порядка $S = \left(\left[\frac{n}{2m} \right] + 2 \right) \cdot m$ по переменным

x_1, \dots, x_n , и функций $f(t, x, u)$, $\Phi(t, x, u)$, $f_0(t, x, u)$ и $f_\beta(t, x, u)$ удовлетворяют при любом $R > 0$ в области $Q_T^x[-R, R]$ условию Липшица по переменной u с коэффициентом Липшица $C_R(t) \in L_2(0, T)$. Тогда задача (1)–(3) имеет единственное классическое решение.

Теорема 9. Пусть

1. $n = 2m$ и выполняется условие 1 теоремы 7.

2. функция F имеет вид (9), причем:

а) функции $f(t, x, u)$ и $\Phi(t, x, u)$ удовлетворяют условиям 2₁ и 2₂ (для $S = 3m$) теоремы 8 и условию 2б теоремы 5;

в) выполняется условие 2₆ теоремы 6.

Тогда задача (1)–(3) имеет единственное классическое решение.

Литература

1. Агмон С. J. *Analyse Math.*, 6, 1958, № 2, 183–228.
2. Бриш Н. И., Валешкевич И. Н. *ДАН СССР*, 146, 1962, № 6, 1247–1250.
3. Худавердиев К. И. Докт. дисс. Баку, 1973.
4. Слободецкий Л. Н. *Уч. зап. ЛГПИ*, 197, 1958 54–112.

АГУ им С. М. Кирова

Поступило 22-II 1978

К. И. Худавердиев

БИР СИНИФ ГЕЈРИ -ХЭТТИ АБСТРАКТ ҺИПЕРБОЛИК ТЭНЛИКЛЭР
 ҮЧҮН ГОЈУЛМУШ ЧОХӨЛЧҮЛҮ ГАРЫШЫГ МЭСЭЛЭНИН ТЭДГИГИ

Мэгалэдэ (1)–(3) мäsэлäсинин үмүмилäшминш, санки һәр јердә вә классик һәл-ләринин варлығы вә јекәһәлији һаггында бир нечә локал вә гејри-локал теоремләр исбат едилмишдир.

K. I. Khudaverdiev

THE RESEARCH OF THE MANY-DIMENSIONAL MIXED PROBLEM FOR ONE CLASS OF NON-LINEAR ABSTRACT HYPERBOLIC EQUATIONS

In the paper there are proved the local and non-local theorems of the existence and uniqueness of the generalized, almost everywhere and classical solutions of the problem (1)–(3).

УДК 517. 956. 3

МАТЕМАТИКА

Ф. НЕЙМАН, Я. ВОСМАНСКИ (ЧССР)

О ФУНКЦИЯХ (ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ), ПРОИЗВОДНЫЕ (ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ) КОТОРЫХ ЗНАКОПОСТОЯННЫ

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

1. Введение

Функции, производные которых до порядка n или все производные в интервале (a, b) знакопостоянны, играют значительную роль в различных математических дисциплинах. Систематически начал развивать их теорию С. Н. Бернштейн. Функцию F он назвал регулярно монотонной на (a, b) , если F и все производные в (a, b) не меняют знака относительно переменной.

Регулярно монотонные функции и последовательности (т. е. последовательности со знакопостоянными дифференциациями i -го порядка) применялись в теории дифференциальных уравнений, например в [3,5—7]. Весьма интересной является также работа [2].

В настоящей статье будут выведены основные леммы, описывающие возможный след знаков производных регулярно монотонных функций в интервале (a, ∞) и возможный след знаков дифференциаций регулярно монотонных последовательностей. С явной формулировкой этих элементарных лемм авторы статьи нигде не встретились, хотя, например, в [4] и [9] для случая регулярно монотонных функций приведен относительно близкий результат. По сообщению С. Н. Бернштейна на математическом конгрессе в Болонье (1936 г), ему также были знакомы возможные следы знаков производных регулярно монотонных функций.

Приведенные в статье простые леммы интересны прежде всего их приложениями.

Так, например, для разложения корней колеблющихся интегралов дифференциального уравнения

$$y'' - q(x)y = 0 \tag{1.1}$$

в интервале $[a, \infty)$ справедливо

1. 1. *Предложение.* Пусть решения дифференциального уравнения (1.1) колеблются в $[a, \infty)$ таким образом, что дифференциации второго порядка последовательности $\{t_k\}_{k=0}^{\infty}$ последовательных корней некоторого решения этого уравнения отрицательны (например, функция q возрастающая). Пусть дифференциации порядка i последовательности $\{t_k\}_{k=0}^{\infty}$ знакопостоянны для $i=3, 4, \dots$, т. Тогда нечетные дифференциации до порядка t положительны и все четные дифференциации до порядка $t-1$ отрицательны без дальнейших предположений для функции q .

2. Основные понятия и отношения

2. 1. Рассмотрим действительные функции одной действительной переменной, которые определены в (a, ∞) , a — конечное, и последовательности действительных чисел $\{a_k\}_{k=0}^{\infty}$. Априорно предполагается существование всех производных, находящихся в отдельных формулах.

Между регулярно монотонными функциями на (a, ∞) имеют большое значение функции абсолютно монотонные, т. е. функции φ , удовлетворяющие условиям

$$\varphi^{(i)}(x) \geq 0 \text{ для } i=0, 1, 2, \dots, \tag{2.1}$$

и функции вполне монотонные, определяемые условием

$$(-1)^i \varphi^{(i)}(x) \geq 0 \text{ для } i=0, 1, 2, \dots, \tag{2.2}$$

Эти понятия введены Бернштейном [1], который называет функции, удовлетворяющие условию (2.1) для $i=0, 1, \dots$, кратно монотонными порядка n , и функции, удовлетворяющие условию (2.2) для $i=0, 1, \dots, n$, монотонными порядка n на (a, ∞) .

Класс монотонных функций порядка n в пределах интервала (a, ∞) был позже обозначен M_n , в случае, что в (2.2), когда справедливы острые неравенства, — через M_n^* .

Рассмотрим дальше последовательность $\{a_k\}_{k=0}^{\infty}$ и определим дифференциации $\Delta a_k := a_k$, $\Delta a_k := a_{k+1} - a_k$,

$$\Delta^{i+1} a_k := \Delta(\Delta^i a_k) \text{ (} i, k=0, 1, 2, \dots \text{)}.$$

Отдельные типы регулярно монотонных последовательностей определяются аналогично способу определения регулярных монотонных функций (понятие „дифференцирование“ заменяется понятием „дифференциация“). Аналогично определены классы последовательностей M_n, M_n^* .

2. 2. Пусть для всех $x \in (a, \infty)$ справедливо $f(x) \geq 0$, $f'(x) \leq 0$ и $f''(x)$ не меняет знака на (a, ∞) , т. е. или $f''(x) \geq 0$, или $f''(x) \leq 0$ для всех $x \in (a, \infty)$. Тогда $f''(x) \geq 0$ на (a, ∞) .

Доказательство. Предположим противное. Следовательно, пусть существует такая функция f , что для $x \in (a, \infty)$ справедливо $f(x) \geq 0$, $f'(x) \leq 0$, $f''(x) \leq 0$ и такое $\xi_0 \in (a, \infty)$, что $f''(\xi_0) < 0$. Ввиду того что $f'(\xi_0) \leq 0$, существует $\xi_1 \geq \xi_0$ такое, что $f'(\xi_1) < 0$. Тогда, конечно, $f'(x) \leq f'(\xi_1) < 0$ для каждого $x \in (\xi_1, \infty)$, так как $f''(x) \leq 0$ на $[\xi_1, \infty)$. Итак, для каждого $x \in (\xi_1, \infty)$ существует $\tau_x \in (\xi_1, x)$ такое, что

$$f(x) = f(\xi_1) + f'(\tau_x)(x - \xi_1).$$

Следовательно, $f(x) \leq f(\xi_1) + f'(\xi_1)(x - \xi_1)$ для $x \in (\xi_1, \infty)$. Для положительного δ положим $x_0 := \xi_1 - f(\xi_1)/f'(\xi_1) + \delta$; очевидно, $x_0 \in (\xi_1, \infty)$, так как, по предположению, $f(\xi_1)/f'(\xi_1) \leq 0$. Но когда $f(x_0) \leq f'(\xi_1)$, $\delta < 0$, что противоречит предположению, и утверждение 2.2 доказано.

2. 3. Пусть для последовательности $\{a_k\}_{k=1}^{\infty}$ для всех $k=1, 2, \dots$ $a_k \geq 0$, $\Delta a_k \leq 0$ и $\Delta^2 a_k$ не меняют знака, т. е. они являются или неотрицательными, или неположительными. Тогда $\Delta^2 a_k \geq 0$ для всех $k=1, 2, \dots$.

Доказательство. Предположим противное, т. е. пусть, по упомянутому предположению, $\Delta^2 a_k \leq 0$, и пусть существует натуральное число k_0 , для которого $\Delta^2 a_{k_0} < 0$. Следовательно, $\Delta a_{k_0+1} < 0$ и $\Delta a_k \leq \Delta a_{k_0+1} < 0$ для каждого $k > k_0+1$, так как $\Delta^2 a_k \leq 0$ для всех k .

Так как $a_k = a_{k_0+1} + \sum_{l=k_0+1}^{k-1} \Delta a_l$ для всех $k > k_0 + 1$, имеет

$$a_k \leq a_{k_0+1} + (k - k_0 - 1) \Delta a_{k_0+1}.$$

Для натурального $k_1 > k_0 + 1 - a_{k_0+1} / \Delta a_{k_0+1}$ последнее отношение дает $a_{k_1} < 0$, что противоречит предположению. Тем утверждение 2.3 доказано.

2.4. Договор. Мы говорим, что g соответствует знак $+$ в интервале (a, ∞) , когда $g(x) \geq 0$ для всех $x \in (a, \infty)$. Пока g соответствует знак $-$, то справедливо $g(x) \leq 0$ на (a, ∞) . То же самое аналогично для последовательностей.

Конечную или бесконечную последовательность этих знаков, упорядоченных в порядке возрастающих порядков производных или дифференциаций, называем следом.

3. Основная лемма для регулярно монотонных функций в интервале (a, ∞)

Из 2.2 легко доказать следующее утверждение.

3.1. Функция, производные которой до порядка m не меняют знака в интервале (a, ∞) , имеет точно один из следующих следов знаков производных порядка i ($i = 0, 1, 2, \dots, m$):

- (i) $+, +, \dots, +, +, -, +, -, \dots, \pm,$
(ii) $-, -, \dots, -, -, +, -, +, \dots, \pm,$

причем число одинаковых знаков в начале следа типа (i) или (ii) удовлетворяет неравенству $1 \leq k \leq m+1$ (для $k-1$ знаки чередуются в целом следе, для $k=m+1$ чередование знаков не появляется).

3.2. Функция, все производные которой сохраняют неизменным знак в пределах интервала (a, ∞) , имеет один из следующих следов знаков производных порядка i ($i = 0, 1, 2, \dots$):

- (+) $+, +, +, \dots, +, +, \dots$
(-) $-, -, -, \dots, -, -, \dots$
(+ -) $+, +, +, \dots, +, +, +, -, +, -, \dots, +, -, \dots$
(- +) $-, -, -, \dots, -, -, -, +, -, +, \dots, -, +, \dots,$

причем число $k, k \geq 1$ одинаковых знаков с левой стороны у следа (+ -) и (- +) является конечным. Для $k=1$ соседние знаки всегда различны.

3.3. Нетрудно показать, что существуют функции всех выше приведенных типов. Очевидно, e^x или $-e^x$ имеет след знаков производных типа (+) или (-). Функции $\pm(x^r \pm e^{-x})$, $\pm(x^r \pm \ln x)$, $\pm(x^r \pm \pm x^{-s})$, $x \in (1, \infty)$ имеет след знаков производных типа (+ -) или (- +), причем подходящим выбором знаков и натуральных чисел $r, s \geq 0$ можно достичь того, чтобы эти следы имели в начале заранее установленное число одинаковых знаков.

3.4. В определении отдельных типов регулярно монотонных функций рассматриваются надлежащие неравенства обыкновенно в нестрогой форме (см., например, (2.1), (2.2), 2.4). Возможности появления знака $>$ в (2) и в аналогичных неравенствах для функций типа (+ -) (- +) даны следующим утверждением.

Пусть для $t \in (0, \infty)$ и $i = 0, 1, \dots, n$ справедливо $(-1)^i f^{(i)}(t) \geq 0$. Если $f'(t) \neq 0$ для $t \in (0, \infty)$, то $(-1)^i f^{(i)}(t) > 0$ для $t \in (0, \infty)$ и $i = 0, 1, \dots, n-1$.

Доказательство см. в [7]-лемма 0.3.

4. Основная лемма для регулярно монотонных последовательностей

Из 2.3 легко доказать следующие утверждения:

4.1. Последовательность, дифференциации которой до порядка m не имеют знака, имеют след знаков дифференциаций типа (i) (ii) (см. 3.1)

4.2. Последовательность, все дифференциации которой не меняют знака, имеет след знаков типа (+), (-), (+ -) или (- +) (см. 3.2).

4.3. Для каждого следа знаков типа (+), (-), (+ -), (- +), (i) или (ii) существует всегда такая последовательность, что след знаков ее дифференциаций (начиная с 0-й) является следом предписанного типа. Этот результат получим непосредственно после положения $a_j := f(a + j + 1)$ $j = 0, 1, 2, \dots$, где f — одна из функций, приведенных в \rightarrow § 3, и когда применим обобщенную лемму о среднем значении для случая более высоких дифференциаций и производных.

4.4. В определении регулярно монотонных последовательностей обыкновенно рассматриваются надлежащие неравенства в нестрогой форме. Для последовательностей $\{c_k\}_{k=0}^{\infty}$ монотонных порядка n и, следовательно, для последовательностей типа (+ -) (- +) можно доказать следующее утверждение:

Пусть $(-1)^i \Delta^i c_k \geq 0$ для $i = 0, 1, 2, \dots, n$ и $k = 0, 1, 2, \dots$. Если $\Delta c_k \neq 0$ для всех k , то $(-1)^i \Delta^i c_k > 0$ для $i = 0, 1, \dots, n-1$.

5. Заключение

Вполне монотонные функции или функции монотонные порядка n можно на основе утверждения 3.2 или 3.1 охарактеризовать следующим образом:

5.1. Функция f , $f(x) \geq 0$ и $f'(x) \leq 0$ для $x \in (a, \infty)$, каждая производная которой знакопостоянна в интервале (a, ∞) , вполне монотонна в интервале (a, ∞) .

5.2. Функция f , $f(x) \geq 0$ и $f'(x) \leq 0$ для $x \in (a, \infty)$, (a, ∞) , каждая производная которой до порядка m знакопостоянна в интервале (a, ∞) , монотонна порядка m в интервале (a, ∞) .

Аналогично на основе утверждения 4.2 или 4.1 справедливо:

5.3. Последовательность положительных членов $\{t_k\}$, все дифференциации которой порядка i знакопостоянны (относительно k для $i = 0, 1, 2, \dots$) и дифференциации первого порядка которой отрицательны, должна быть вполне монотонной.

5.4. Последовательность положительных членов $\{t_k\}$, все дифференциации которой порядка i знакопостоянны (относительно k для $i = 0, 1, 2, \dots, m$) и дифференциации первого порядка которой отрицательны, должна быть монотонной порядка m .

5.5. Утверждение 1.1 является теперь непосредственным следствием 5.4. Последовательность последовательных корней некоторого решения дифференциального уравнения (1.1) имеет 1-е дифференциации положительные, и если по предположению, дифференциации второго порядка являются отрицательными, то в силу 5.4 дифференциации следующего порядка (имеющие одинаковые знаки) должны быть противоположного знака.

Литература

1. Бернштейн С. Н. О регулярно монотонных функциях. Собр. соч., т. I М., 1952 2. Boas R. P. Amer Math. Monthly, 78, 1971, 9085—1093. 3. Hartman P. Amer. J. Math., 83, 1961, 151—188. 4. Киругадзе И. Т. ДАН СССР, 141, 1962.

33—38. 5. Lorch L, Muldoon M. E., Szegő P. Canad. J. Math., vol. XXIV, 349—368. 6. Neuman F, Acta Math. Acad. Sci. Hungar., 13., 1962. 281—287. 7. Vosmansky J. Arch. Math. (Brno), т. 6, 1970, 37—73. 8. Vosmansky J. Arch. Math. (Brno), т. 10, 1974, 87—102. 9. Williamson R. Duke Math. J., 23, 1956, 189—207.

Математический институт
Чехословацкой Академии наук, филиал в Брно,
кафедра математического анализа
Университета Я. Э. Пуркине г. Брно

Поступило 16.III 1978

Ф. Нејман, Ј. Восмански

ТӨРЭМЭСИ (ДИФЕРЕНСАЛЫ) САБИТИШАРЭЛИ ФУНКСИЈАЛАР
(АРДЫЧЫЛЛЫГЛАР) ҺАГГЫНДА

Мәгаләдә интервалда регулар монотон функцијаларын төрәмәләри ишарәләрини мүмкүн изләрини вә регулар монотон ардычыллыглары изләрини шәрһи верилр.

F. Neiman, Y. Vosmanski

ON THE FUNCTIONS (SEQUENCES), THE DERIVATIVES (DIFFERENCES)
OF WHICH ARE OF CONSTANT SIGNS

In the paper it is given the description of the possible sign traces of the derived regularly monotone functions on interval and traces of regularly monotone sequences.

УДК 539.1

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Й. А. ВЕРДИЕВ, Г. А. КЕРИМОВ, Б. А. РАДЖАБОВ

К ТЕОРИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ГРУППЫ ДЕ СИТТЕРА $SO(3,2)$

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Л. И. Имановым)

В связи с усилившимся в последнее время интересом к группам де Ситтера [1—5] становятся весьма актуальными изучение теории представлений и вычисление коэффициентов Вигнера этой группы.

Представления универсальной накрывающей группы $SO(3,2)$ впервые изучены Дж. Б. Эрманом [6]. В работе [7] исследованы максимально вырожденные унитарные представления группы $SO(p, q)$ и вычислены базисные функции для основной серии. Представления группы де Ситтера рассмотрены также в работах А. Н. Лезнова и И. А. Федосеева [8, 9]. Хотя ими и получены эрмитовы инвариантные формы, однако положительная определенность этих форм не исследовалась.

В настоящей статье представлены результаты изучения теории представлений группы $SO(3, 2)$ методом, основанным на исследовании билинейных инвариантных форм, предложенным одним из авторов [10] для группы $SO(p, q)$.

Представление группы $SO(3, 2)$, т. е. связной компоненты единицы группы преобразований, составляющих инвариантную квадратичную форму $\kappa_1^2 + \kappa_2^2 + \kappa_3^2 - \kappa_4^2 - \kappa_5^2$, построим в пространстве D^5 , $\chi = (\sigma, \varepsilon)$ -однородных функций $F(\kappa)$ определенной четности, заданных на конусе $\kappa^2 = 0$:

$$F(ak) = |a|^\sigma \text{sign}^\varepsilon a F(k), \quad (1)$$

где σ — комплексное число и $\varepsilon = 0, 1$.

Действие оператора представлений $T^\chi(g)$, $g \in SO(3, 2)$:

$$T^\chi(g)F(\kappa) = F(g^{-1}\kappa). \quad (2)$$

В дальнейшем удобно пользоваться другой реализацией представления $T^\chi(g)$. Для этого на конусе введем сферическую систему координат:

$$\kappa = \omega n, \quad n = (\xi, \eta), \quad 0 < \omega < \infty. \quad (3)$$

Здесь η и ξ — соответственно двумерный и трехмерный единичные векторы:

$$\eta = (\cos\psi, \sin\psi), \quad \eta^2 = 1, \quad 0 \leq \psi < 2\pi,$$

$$\xi = (\sin\theta \cos\varphi, \sin\theta \sin\varphi, \cos\theta), \quad \xi^2 = 1, \quad 0 \leq \psi, \theta \leq \pi, \quad 0 \leq \varphi < 2\pi.$$

В силу однородности

$$F(\kappa) = \omega^\sigma f(n), \quad f(n) \equiv F(\kappa)|_{\omega=1} \quad (4)$$

Следовательно, представление группы $SO(3, 2)$ можно реализовать в пространстве бесконечно дифференцируемых функций на прямом произведении окружности на двумерную сферу $S^1 \otimes S^2$. В этой реализации операторы представления (оставим прежние обозначения для оператора и пространства представления) действуют следующим образом:

$$T^*(g)f(n) = (\omega_g/\omega)^{\sigma} f(n_g), \quad (5)$$

где n_g, ω_g определяются из соотношений

$$g^{-1}k = \kappa_g, \quad \kappa_g = \omega_g n_g. \quad (6)$$

Выясним, при каких значениях χ представления (5) группы $SO(3, 2)$ унитарны, т. е. существует положительно определенная невырожденная инвариантная эрмитово-билинейная форма (f_1, f_2) . Сначала рассмотрим простейшую эрмитову форму¹:

$$(f_1, f_2) = \int f_1(n) \overline{f_2(n)} dn, \quad (7)$$

где $dn = \sin \theta d\theta d\varphi d\psi$ — инвариантная мера на $S^1 \otimes S^2$. Как легко видеть, эта мера преобразуется следующим образом:

$$dn = (\omega_g/\omega)^3 dn_g. \quad (8)$$

Из формул (5) и (8) следует, что эрмитова форма (7) инвариантна относительно представления $T^*(g)$, если

$$\sigma + \bar{\sigma} + 3 = 0,$$

т. е. $\sigma = -3/2 + i\rho$, $-\infty < \rho < +\infty$.

Очевидно, что эрмитова форма (7) положительно определена. Другими словами, если $\varepsilon = 0, 1$ и $\sigma = -3/2 + i\rho$, где ρ — действительное число, представление $T^*(g)$ унитарно. Эти унитарные представления называются представлениями непрерывной основной серии группы $SO(3, 2)$.

В общем случае эрмитову форму можно представить в виде

$$(f_1, f_2) = \iint K(n_1, n_2) f_1(n_1) \overline{f_2(n_2)} dn_1 dn_2. \quad (9)$$

Из условия инвариантности следует, что ядро $K(n_1, n_2)$ формы (9) подчиняется функциональному уравнению

$$K(n_{1g}, n_{2g}) = (\omega_{1g}/\omega_1)^{\sigma+3} (\omega_{2g}/\omega_2)^{\bar{\sigma}+3} K(n_1, n_2). \quad (10)$$

Кроме того, K -функция должна удовлетворять еще условиям четности

$$K(-n_1, n_2) = K(n_1, -n_2) = (-1)^{\varepsilon} K(n_1, n_2). \quad (11)$$

Решение уравнения (10), удовлетворяющее условию (11), существует лишь при $\sigma = \bar{\sigma}$ и определяется с точностью до множителя $c(\sigma, \varepsilon)$:

$$K(n_1, n_2) = c \operatorname{sign}^{\varepsilon}(n_1, n_2) |n_1 n_2|^{-3-\sigma}$$

Таким образом, в случае действительных σ скалярное произведение определяется следующим образом:

$$(f_1, f_2) = c \iint |n_1 n_2|^{-3-\sigma} \operatorname{sign}^{\varepsilon}(n_1, n_2) f_1(n_1) \overline{f_2(n_2)} dn_1 dn_2. \quad (12)$$

Этот интеграл сходится для $\operatorname{Re} \sigma < -2$. При $\operatorname{Re} \sigma > -2$ интеграл следует понимать в смысле регуляризованного значения.

¹Здесь и далее черта над величиной означает комплексное сопряжение.

Выясним теперь, при каких $\chi(\sigma, \varepsilon)$ эрмитова форма (12) положительно определена. Сначала исследуем нецелые значения σ . Для этого воспользуемся „Фурье разложением“ на $S^1 \otimes S^2$:

$$f(n) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \sum_{n=-\infty}^{\infty} Y_{lm}(\theta, \varphi) e^{in\psi} f_{lmn}, \quad (13)$$

Y_{lm} — шаровые функции [11]. По определению пространства D^{σ} при $\varepsilon = 0$, это разложение содержит только члены с четными $l+n$, а при $\varepsilon = 1$, — только с нечетными.

Подставляя разложение в формулу (12), имеем:

$$(f_1, f_2) = c \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \sum_{n=-\infty}^{\infty} \alpha_{ln}(\sigma, \varepsilon) f_{lmn}^{(1)} \overline{f_{lmn}^{(2)}}$$

где

$$\alpha_{ln}(\sigma, \varepsilon) = \int_0^{\pi} \int_0^{\pi} |\cos \theta - \cos \psi|^{-3-\sigma} \operatorname{sign}^{\varepsilon}(\cos \theta - \cos \psi) P_l(\cos \theta) e^{in\psi} \sin \theta d\theta d\psi$$

Вычислив интеграл с помощью формулы Мелера—Дирихля (3.7 (27) [12]), окончательно имеем²

$$(f_1, f_2) = \sum_{lmn} [1 + (-1)^{l+n+\varepsilon}] \frac{\Gamma\left(\frac{3+\sigma+l+n}{2}\right) \Gamma\left(\frac{3+\sigma+l-n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{-\sigma+l+n}{2}\right) \Gamma\left(\frac{-\sigma+l-n}{2}\right)} f_{lmn}^{(1)} \overline{f_{lmn}^{(2)}} \quad (14)$$

Форма (14) для нецелых σ , очевидно, невырождена и является положительно определенной при $-2 < \sigma < -1$.

Итак, если σ — вещественное число из интервала $(-2, -1)$ и $\varepsilon = 0, 1$, то представления $T^*(g)$ унитарны. Соответствующие представления называются унитарными представлениями дополнительной серии.

Рассмотрим теперь случай, когда σ целочисленно³. Нетрудно убедиться, что в этом случае в пространстве D^{σ} есть подпространства, инвариантные относительно представления $T^*(g)$, а именно: подпространства D_+^{σ} , D_-^{σ} , D_0^{σ} , состоящие из таких функций $f(n)$, которые разлагаются в „ряды Фурье“ вида

$$D_+^{\sigma} \ni f(n) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \sum_{n=-\sigma+1}^{\infty} f_{lmn} Y_{lm}(\theta, \varphi) e^{in\psi},$$

$$D_-^{\sigma} \ni f(n) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \sum_{n=-\infty}^{\sigma-1} f_{lmn} Y_{lm}(\theta, \varphi) e^{in\psi},$$

$$D_0^{\sigma} \ni f(n) = \sum_{l=-1-\sigma}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \sum_{n=-1-\sigma-l}^{\sigma+1} f_{lmn} Y_{lm}(\theta, \varphi) e^{in\psi}.$$

² Положили $c = \pi^{1/2} 2^{-3-\sigma} \left[\sin^2 \left(\frac{3+\sigma}{2} \right) \Gamma(-\sigma-3/2) \Gamma(-\sigma-2) \right]^{-1}$.

³ Такие представления однозначно определяются числом σ . Поэтому будем обозначать их через $T^{\sigma}(g)$, а соответствующие подпространства — через D^{σ} .

Здесь и далее штрих над символом суммирования означает, что шаг индекса суммирования равен 2.

Формула (14) определяет в этом случае инвариантную эрмитову форму в подпространствах D_+^2 , D_-^2 , D_0^2 :

$$(f_1, f_2)_+ = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-1}^1 \sum_{n=-\sigma+1}^{\infty} \frac{\Gamma\left(\frac{3+\sigma+l+n}{2}\right) \Gamma\left(\frac{2+\sigma-l+n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{-\sigma+l+n}{2}\right) \Gamma\left(\frac{-1-\sigma-l+n}{2}\right)} f_{lmn}^{(1)} \overline{f_{lmn}^{(2)}}$$

$$(f_1, f_2)_- = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-1}^1 \sum_{n=-\infty}^{\sigma-1} \frac{\Gamma\left(\frac{3+\sigma+l-n}{2}\right) \Gamma\left(\frac{2+\sigma-l-n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{-\sigma+l-n}{2}\right) \Gamma\left(\frac{-1-\sigma-l-n}{2}\right)} f_{lmn}^{(1)} \overline{f_{lmn}^{(2)}}$$

$$(f_1, f_2)_0 = \sum_{l=-1-\sigma}^{\infty} \sum_{m=-1}^1 \sum_{n=-\infty}^{\sigma-1} \frac{\Gamma\left(\frac{3+\sigma+l+n}{2}\right) \Gamma\left(\frac{3+\sigma+l-n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{-\sigma+l+n}{2}\right) \Gamma\left(\frac{-\sigma+l-n}{2}\right)} f_{lmn}^{(1)} \overline{f_{lmn}^{(2)}}$$

Нетрудно убедиться, что эти формы положительно определены при $\sigma = -2, -3, \dots$. Отсюда вытекает, что при целочисленном σ представления T_+^{σ} , T_-^{σ} , T_0^{σ} унитарны. Эти унитарные представления называются представлениями дискретной серии.

В заключение один из авторов (Р. Б.) выражает искреннюю признательность Н. М. Атакишиеву за полезные замечания.

Литература

1. Barut A. O. Raporteur's talk presented at the Symposium on De Sitter and conformal groups. University of Colorado, 1970. 2. Fronsdal C. Rev. Mod. Phys., 37, 1965, 221; Phys. Rev., D 10, 1970, 589. 3. Hahnbus K. C. Proc. Camb. Phil. Soc., 70, 1970, 283. 4. Кадышевский В. Г. В сб.: "Проблемы теоретической физики", посвящ. памяти И. Б. Тамма, М., Наука, 1972. 5. Донков А. Д. и др. "Болгар. физ. ж.", 1, 1974, 58; 2, 1975, 3. 6. Ehrman I. B. Proc. Camb. Phil. Soc., 53, 1957, 290. 7. Raczka R, Limic N. Niederle J. Math. Phys., 7, 1966, 1861; 7, 1966, 2026; 8, 1967, 1079. 8. Лезнов А. Н., Препринт ИФБЭ 69-31-К. Серпухов, 1968. 9. Лезнов А. Н., Федосеев И. А. Препринт ИФВЭ 68-75. Серпухов, 1968. 10. Вердиев И. А. Препринт № 44 Ин-та физики. Баку, 1976. 11. Юцис А. П., Бандзайтис А. А. Теория момента количества движения в квантовой механике. Вильнюс, 1965. 12. Бейтмен Т., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции, т. 1. М., Наука, 1973.

Институт физики
АН Азерб. ССР

Поступило 16. III 1978

И. Э. Вердиев, К. А. Керимов, Б. Э. Рэчэбов

SO (3,2) ДЕ СИТТЕР ГРУПУНУН ТЭСВИРЛЭРИНИН НЭЭЭРИЛЖЭСИНЭ ДАИР

SO (3,2) Де Ситтер групунун тэсвирлэри инвариант бихэтти функционаллары өрэнлимеһинэ эһасланан методла тэдгиг олунур. Тэсвирлэр конусун јухары јарыһинда тэјин олунмуһ консуз дифференциалланан функцијалар фэһасында гурулмуһдур.

Yi. A. Verdiev, G. A. Kerimov, B. A. Rajabov

THEORY OF REPRESENTATIONS OF DE SITTE GROUP SO (3,2)

The theory of the representations of De Sitter group SO(3,2) is investigated by a method based on the study of bilinear invariant forms. The realization of the representations on the space of infinitely differentiable homogeneous functions on the upper sheet of cone is considered.

УДК 621.382.2

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

З. А. ИСКЕНДЕРЗАДЕ, М. Р. АХУНДОВ, Э. А. ДЖАФАРОВА,
А. Г. АБДУЛЛАЕВ, С. Н. РАГИМОВ, Д. Н. ГЛУШКОВА, Р. М. МАМЕДОВ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Al-SiO₂-nSi-СТРУКТУР

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

Изучение эффектов переключения памяти и сопутствующих им явлений в твердом теле, имеющее целью выявление возможности создания новых полупроводниковых устройств, обусловило исследование нами системы Al-SiO₂-П на основе p- и n- кремния с различным удельным сопротивлением [1, 2].

Известно, что длительный высокотемпературный отжиг, способствующий диффузии примесей в полупроводник, приводит к возникновению термических напряжений, структурных дефектов, к боковой диффузии под защитный слой окиси при планарной технологии и т. д., что ухудшает параметры приборов и создает предпосылки для их деградации. Поэтому создание p-n-перехода под слоем SiO₂ без вскрытия окон в окисле SiO₂ для последующей высокотемпературной диффузии, помимо исключения вышензложенного, обуславливает еще и незагрязняемость кремния во время технологических операций, что чрезвычайно важно для интегральной микросхемотехники.

С учетом вышензложенного нами исследованы ВАХ p-n-структур, полученных без длительной высокотемпературной диффузии Al в n-Si через слой SiO₂.

Экспериментальные образцы (рис. 1) получены на n-Si(4), легированном фосфором, с $\rho = 0,05; 0,2; 4,5$ и 200 м. см. ориентацией <111>, толщиной 250-300 мкм. Окисление проводилось в атмосфере сухого кислорода и водяных паров при $T = 1150^\circ\text{C}$ в течение 20-45 мин., соответствующих толщинам окисла (l) 0,2-0,5 мкм. В обычном исполнении (А) верхний контакт (2) изготовлялся с использованием фотолитографии круглым — диаметром 60 мкм — 2 мм

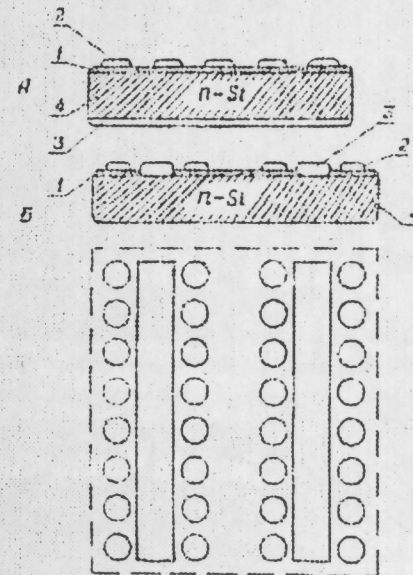


Рис. 1. Поперечный разрез экспериментальных образцов Al-SiO₂-nSi в обычном (А) и планарном исполнении (Б)

и прямоугольным—размером 1×2 мм² напылением Al в вакууме 10^{-5} мм Hg толщиной 0,5–1,0 мкм и последующим отжигом в потоке азота при температуре 500°C в течение $t=(5 \div 10)$ мин. После травления нижнего окисного слоя напыляли нижний (3) сплошной контакт. В планарном исполнении (Б) между двумя рядами дискретных контактов (2) (8÷10 контактов в каждом ряду) вдоль них в слое SiO₂ протравливалось окно прямоугольной формы шириной 100 мкм. Расстояние между дискретными контактами (2) и общим контактом (3) составляло 100–200 мкм. Затем по всей площади прорубленного окна на поверхность кремния наносился невыпрямляющий контакт (3).

В исходном состоянии ВАХ структуры симметрична и подчиняется закону $I \sim U^n$, где $n=1,5 \div 2,0$ для различных образцов, т. е. в высокоомном состоянии перенос заряда через исследованные структуры обусловлен током, ограниченным пространственным зарядом. Дифференциальное сопротивление структуры в исходном закрытом состоянии изменяется в интервале $5 \cdot 10^{13} - 10^{11}$ Ом.

В результате некоторого определенного воздействия внешним электрическим полем на Al—SiO₂—nSi-структуру ее ВАХ становится асимметричной подобно диодной с коэффициентом выпрямления

$$K = \frac{I_F}{I_R} = 10^4 - 10^6 \text{ при } U=1\text{В}$$

Наличие диодной характеристики в открытом состоянии связано с образованием p-n-перехода при приложении электрического поля в результате низкотемпературной кратковременной диффузии атомов алюминия через слой SiO₂ в n-кремний.

Создание p-n-перехода под выращенным слоем SiO₂ путем только воздействия электрического поля без вскрытия окон в окисле SiO₂ и последующей высокотемпературной диффузии для получения p-n-перехода обуславливает незагрязняемость кремния во время технологических операций и улучшение параметров p-n-перехода.

В открытом состоянии прибор может оставаться длительное время, переключение его снова в закрытое состояние с $R_d \sim 10^8 - 10^9$ Ом производится коротким одиночным импульсом тока.

Подача напряжения отрицательным полюсом источника на n-кремний соответствует прямому направлению диода. ВАХ при этом является экспоненциальной (рис. 2а). При малых уровнях инжекции, когда преобладает сопротивление самого p-n-перехода над сопротивлением базы, все кривые

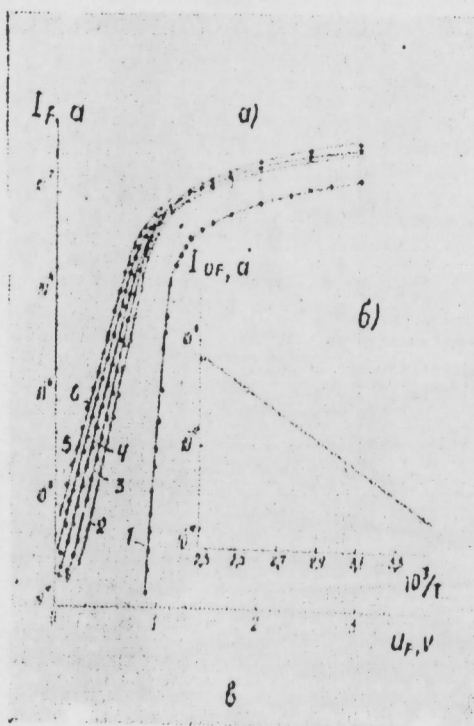


Рис. 2. Прямая ветвь ВАХ одного из исследованных образцов при разных температурах (а); зависимость I_{R0} ($1/T$) (б): 1—77; 2—293; 3—330; 4—356; 5—393; 6—432°K

описываются формулой [3] $I_F = I_{F0} \exp \frac{qU}{\beta kT}$, где при 300°K $I_{F0} = 7 \cdot 10^{-12}$ А ($1 \cdot 10^{-9} \div 6 \cdot 10^{-13}$ А) и $\beta=1,9$ ($1,4 \div 1,9$). Разброс параметров I_{F0} и β среди образцов, вероятно, обусловлен различием условий получения p-n-структур. С повышением температуры I_{F0} экспоненциально растет (рис. 2б), а β несколько (до 1,2 при 433°K) уменьшается. Наклон зависимости дает энергию активации ($0,53 \pm 0,04$ эВ, равную половине запрещенной зоны кремния и соответствующую рекомбинационному току).

В области средних и больших прямых смещений как при низких (температура кипения жидкого азота), так и при повышенных температурах наблюдается ослабление роста тока с напряжением до степенной зависимости $I_F \sim U^n$, где $n \sim (1,5 - 3)$ для разных образцов, т. е. ток ограничивается модулированным сопротивлением растекания базы (рис. 3).

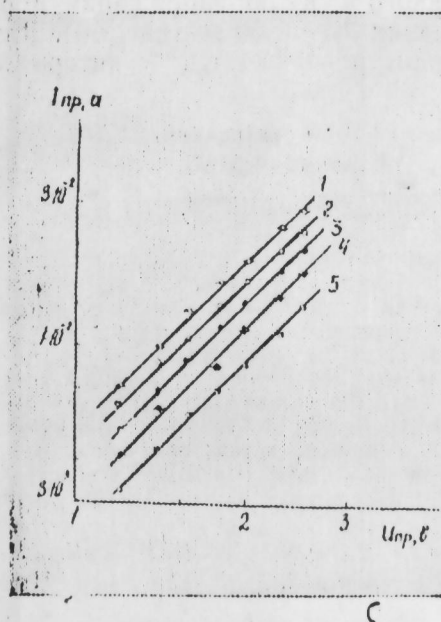


Рис. 3. Прямая ветвь ВАХ при высоких уровнях инжекции и различных температурах: 1—293; 2—330; 3—356; 4—393; 5—432°K

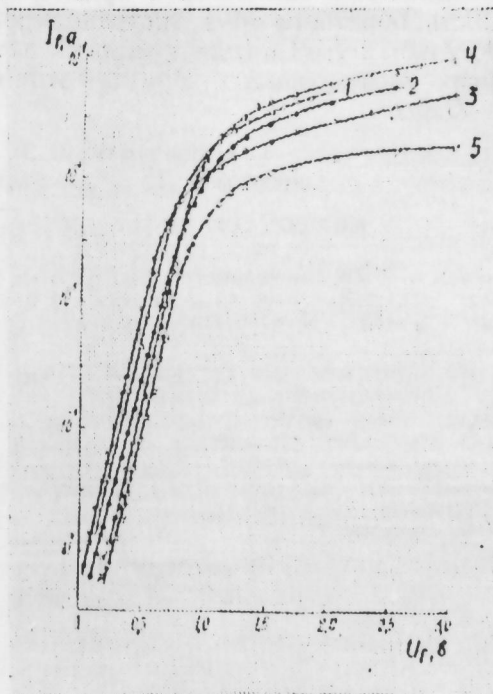


Рис. 4. Прямая ветвь ВАХ для образцов на n-Si с различной площадью алюминиевого контакта: 1— $7,85 \cdot 10^{-5}$; 2— $1,96 \cdot 10^{-3}$; 3— $7,85 \cdot 10^{-3}$; 4— $2 \cdot 10^{-2}$ см² ($\rho=0,05$ Ом·см.) и 5— $2,54 \cdot 10^{-2}$ см² ($\rho=20$ Ом·см.)

Напряжение инверсии характера температурной зависимости прямого тока составляет 0,9÷1,2В, что согласно [4] определяется влиянием сопротивления базы диодов. Так как в исследованном интервале температур концентрация основных носителей в кремнии не меняется, то уменьшение величины прямого тока с температурой обусловлено уменьшением подвижности носителей. Действительно, температурная зависимость величины прямого тока, экстраполированного от участка $U > 1$ В, где ток ограничивается последовательным сопротивлением растекания базы диода, к малым прямым смещениям, имеет вид $I_F \sim T^\alpha$, где $\alpha=2,3 - 3,0$. Такая зависимость достаточно хорошо согласуется с температурной зависимостью подвижности носителей в исследованном интервале температур, учитывающей их рассеяние на колебаниях

атомов решетки [5]. Исследования показывают, что токи через p - n -структуру не зависят ни от площади алюминиевого электрода, ни от удельного сопротивления исходного кремния в интервале $\rho=0,05-20$ ом. см. (рис. 4). Это, возможно, обусловлено во-первых, тем, что переключение структур $Al-SiO_2-n$ на основе как p -, так и $n-Si$ из высокоомного состояния в низкоомное носит канальный характер; во-вторых, p -область исследованных p - n -структур является более высокоомной по сравнению с n -областью и все процессы при прохождении тока происходят именно в этой области.

В обратном направлении наблюдается большое разнообразие зависимостей тока от приложенного напряжения; наиболее характерной является степенная: $I_R \sim U_R^m$ (рис. 5а), где для данного образца m изменяется в интервале $293-432^\circ K$ в пределах $1,0-0,5$ при $(0,1 \div 1,5)V$ и $7,0-2,0$ при $(1,5 \div 6,0)V$. Столь большое разнообразие закономерностей изменения тока с напряжением, по-видимому, обусловлено влиянием поверхностных состояний в прослойке $Si-SiO_2$. Температурная зависимость обратного тока, экстраполированного к нулю напряжений первого участка $I_{R0}(U_R)$, дает энергию активации $\Delta E=0,50$ эв (рис. 5б). Для других исследованных образцов этот параметр изменяется в интервале $0,1-0,5$ эв.

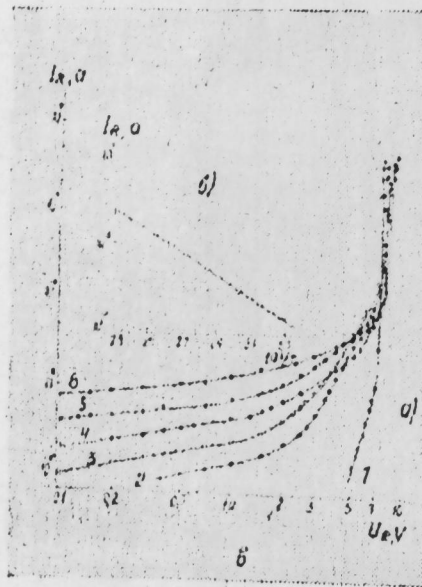


Рис. 5. Обратная ветвь ВАХ одного из исследованных образцов при различных температурах (а); зависимость $I_{R0}(1/T)$ (б): 1—77; 2—293; 3—330; 4—356; 5—393; 6—432°K

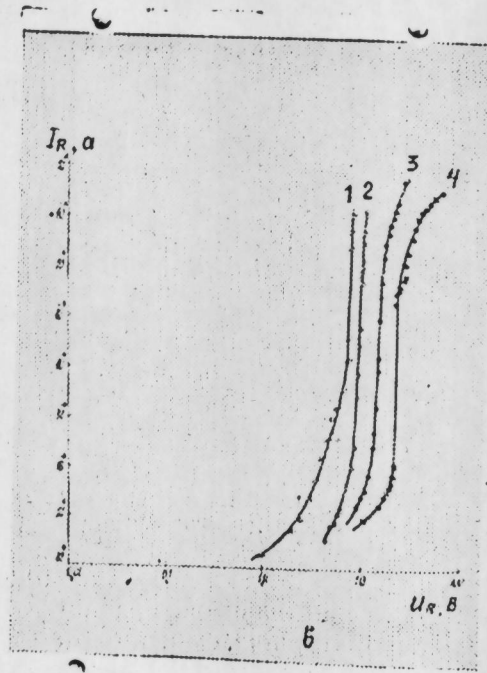


Рис. 6. Обратная ветвь ВАХ для образцов, имеющих различные значения исходного удельного сопротивления кремния: 1— $\rho=0,05$; 2—0,1; 3—0,2; 4—20 ом. см

Напряжение пробоя диодов не превышает $4-15$ В при $T=300^\circ K$ и увеличивается с повышением исходного удельного сопротивления кремния (рис. 6). Причем для части образцов пробой носит лавинный характер, о чем свидетельствует рост напряжения пробоя с температурой (рис. 5а). У более низковольтных образцов ($I_R \leq 7V$) наблюдается уменьшение или отсутствие зависимости напряжения пробоя от темпе-

ратуры, что свидетельствует о росте концентрации подвижных носителей в основном вследствие туннельного механизма пробоя.

Экспериментальные исследования ВАХ структур как в прямом, так и в обратном направлениях, их анализ и сопоставление с выводами теории, учитывающей рекомбинационно-генерационный механизм тока, показывают, что в $Al-SiO_2-nSi$ -структуре возникает p - n -переход в локальной области кремния, прилегающей к каналам металлической проводимости в слое окисла. Реактивные свойства этих структур исследуются.

Литература

1. Абдуллаев Г. Б., Искендерзаде З. А. и др. "Микроэлектроника", 6, 1977, № 5, 462.
2. Искендерзаде З. А. и др. ДАН Азерб. ССР, XXXII, № 6, 1976, 18.
3. Sah C. T., Noyce R., Shockley W. Proc. IRE, 45, 1957, № 9, 1228.
4. Стафеев В. И. ФТТ, 3, вып. 1, 1961, 185.
5. Смит Р. Полупроводники. Изд-во иностран. лит., 1962.

Институт физики АН
Азерб. ССР

Поступило 22. II 1978

З. Э. Искендерзаде, М. Р. Ахундов, Е. Э. Чафарова, А. Н. Абдуллаев,
С. Н. Рагимов, Д. Н. Глышкова, Р. М. Мамедов

$Al-SiO_2-nSi$ СТРУКТУРУНУН ЕЛЕКТРИК ХАССЭЛЭРИ

Мәгаләдә $Al-SiO_2-nSi$ структурунун волтампер характеристикасы шәри едилмишдир. Тәдгиг едилән нүмунәләр гуру оксикен атмосфериндә вә су бухарларында силициуму оксидләшдирмәк јолу илә алынмыш, фотолитографија үсүлу илә үст алүминиум контактлары һазырланмышдыр.

Мүәјјән едилмишдир ки, јүксәк мүгавимәтли һалда структурун волтампер характеристикасы симметриkdir вә чәрәјән һәчми јүкләрлә мәһдудлашыр. $Al-SiO_2-nSi$ структуруна мүәјјән харичи електрик сәһәсилә тәсир едикдә систем кичик мүгавимәтли вәзијјәтә ашырылыр вә онун волтампер характеристикасы асимметрик олур. Дүз вә әкс истигамәтдә волтампер характеристикасынын тәдгиги, онун тәһлили вә ујгун нәзәријјә илә мүгәјјисәси нәтичәсиндә мүәјјән едилмишдир ки, $Al-SiO_2-nSi$ структурунда $p-n$ кечиди јараныр.

Z. A. Iskender-zade, M. R. Akhundov, E. A. Jafarova, A. G. Abdullayev,
S. N. Ragimov, D. N. Glyshkova, R. M. Mamedov

THE CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS OF $Al-SiO_2-nSi$ STRUCTURES

$n-Si \rho=0,05-20$ (ohm. cm) was oxidation in the dry O_2 and in vapor $H_2O \rightarrow Al$ contacts were evaporated in vacuum 10^{-4} mm Hg.

It is shown, that the current-voltage characteristics of the structure in the starting high resistance state is symmetrical and current limited the space charge.

The forward and reverse current-voltage characteristics of structure show, that in $Al-SiO_2-nSi$ structure arise $p-n$ -junction in the local region of Si adjacent to channels metall conduct.

Р. Н. МЕХТИ-ЗАДЕ

К ИССЛЕДОВАНИЮ КИНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ МИКРОЭМУЛЬСИЙ

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

В настоящей статье излагаются некоторые результаты выявления релаксационных свойств микроэмульсий, применяемых для интенсификации добычи нефти. Высокая эффективность этих микроэмульсий при вытеснении нефти из пор пласта в значительной степени объясняется их вязкоупругими свойствами. Исследования в области реологии вязкоупругих систем указывают на существование в последних динамических структур—флокуляционных агрегатов, обладающих вязкоэластическими свойствами релаксационной природы. Так, в работе [1] показано, что в концентрированных полимерных растворах могут наблюдаться релаксационные процессы, связанные с изменением структуры вязкоупругих систем. Исходя из этого с целью изучения особенности неьютоновского поведения микроэмульсий в статических условиях при воздействии на нее избыточного давления проведена серия опытов по восстановлению давления на линейных моделях пористой среды.

Исследуемая микроэмульсия состояла из углеводородной жидкости (керосин)—47%, воды—49%, водорастворимого ПАВ (сепарол-25)—3%, поливинилового спирта—0,96% и полиакриламида—0,04%. Предварительно пласт и микроэмульсия тщательно вакуумировались и термостатировались. Вначале в модели пласта создавали установившуюся фильтрацию, затем на выходе из нее закрывали вентиль (давление при этом быстро устанавливалось до его значения на входе); в момент выравнивания давления на выходе с давлением на входе закрывали входной вентиль. Установлено, что в течение нескольких часов давление в герметизированной модели медленно падало до некоторого стационарного значения (рис. 1). Для сравнения укажем, что при исследовании вязких жидкостей (вода, трансформаторное масло, глицерин) давление в системе не изменялось.

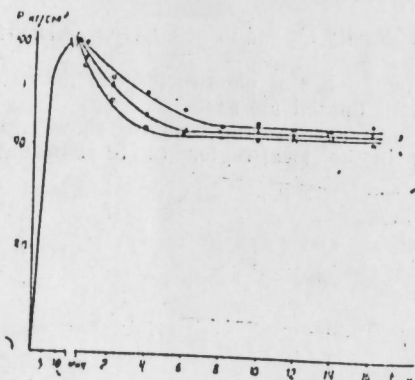


Рис. 1. Кривые восстановления давления в герметически замкнутой модели пласта: 1—30; 2—50; 3—70°C

Для приближенного описания указанного явления предполагаем, что скорость падения давления пропорциональна величине давления. Тогда уравнение релаксации напряжения для рассматриваемого случая может быть записано в виде

$$P = P_{\infty} + (P_0 - P_{\infty}) \exp\left(-\frac{t}{\tau_p}\right),$$

где P_0 , P_{∞} и P —давление в системе соответственно в начальный момент времени, в конце и текущее в процессе опыта, τ_p —время релаксации. Анализ экспериментальных данных показывает, что величина

времени релаксации (τ_p), при прочих равных условиях, во многом зависит от температуры проведения опыта: с повышением последней релаксационные процессы осуществляются намного быстрее, вследствие чего время релаксации уменьшается. Так, если при 30°C τ_p составляет 3,2 ч, то при 50°C 2,1 ч, а при 70°C—1,4 ч.

Полученные результаты, свидетельствующие о наличии в системе кинетических эффектов, можно объяснить исходя из предположения о возможности существования в микрогетерогенной системе—микроэмульсии флуктуационной структуры надмицеллярных образований (ФСНМО) с характерной „энергией связи“. Количество и размер агрегатных образований возрастают с увеличением объемной доли дисперсной фазы, причем система находится в динамическом равновесии. В этих условиях отдельные мицеллы в агрегатах отделены друг от друга прочными поверхностными слоями эмульгатора. Нагружение системы приводит к отклонению от термодинамического равновесия и вызывает возникновение „в скелете“ структуры напряжений, релаксирующих путем „вязкого внутреннего течения“ относительное смещение элементов ФСНМО. Установление при этом равновесного напряжения в системе приводит к образованию энергетически более выгодной упорядоченной структуры. Время, в течение которого происходит перестройка структуры, определяется временем релаксации. Указанные явления приводят к эффектам, типичным для релаксирующих жидкостей.

Изменение структуры микроэмульсии в результате воздействия давлением должно привести к изменению ее реологических свойств. В связи с этим исследовано влияние барообработки на реологические параметры микроэмульсии. Барообработка проводилась в контейнере высокого давления. Вся система тщательно термостатировалась при 30°C и вакуумировалась.

Как установлено в [2], эффективным фактором процесса является не продолжительность обработки, а цикличность нагружения системы давлением. Поэтому с целью сокращения времени проведения опыта обработка давлением осуществлялась циклически, с продолжительностью цикла 10 мин. Как показали данные опытов, уже после пятого цикла наступала стабилизация давления в системе. В первом опыте система нагружалась давлением до значения $P_0 = 200$ атм.

На ротационном вискозиметре типа Реотест—2 снимались реологические характеристики исследуемой микроэмульсии до и после барообработки. По замеренным τ и $\dot{\gamma}$ рассчитывалась ее кажущаяся вязкость при различных скоростях сдвига (рис. 2).

Как видно, в результате барообработки состояние микроэмульсии претерпело большие изменения. Если до обработки она характеризовалась аномальными свойствами (кр. 1), то после нее (кр. 2) отличалась ньютоновским поведением. Величина кажущейся вязкости микроэмульсии уменьшилась с 26 при $\dot{\gamma} = 160 \text{ сек}^{-1}$ до 19 сн. Для установления степени устойчивости изменения структуры микроэмульсии определены ее реологические параметры через 2,40 ч и 5 суток после отбора пробы. Оказалось, что после барообработки

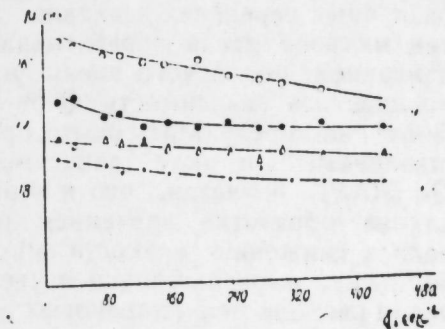


Рис. 2. Реологическая характеристика микроэмульсии: 1—до барообработки; 2, 3, 4—соответственно через 10 мин, 40 ч и 5 суток после обработки

вязкость микроэмульсии несколько возросла во времени. Так, через 40 ч после снятия давления она возросла до 20,5 *сП*, (кр. 3), а через 5 суток—до 22 (кр. 4).

Во втором опыте микроэмульсия обрабатывалась давлением $P_0 = 100$ ат, которое затем сбрасывалось до нуля, и на вискозиметре снималась реологическая характеристика микроэмульсии. После этого микроэмульсию вновь обрабатывали, но уже давлением $P_0 = 200$ ат, и опять снималась реологическая характеристика (рис. 3).

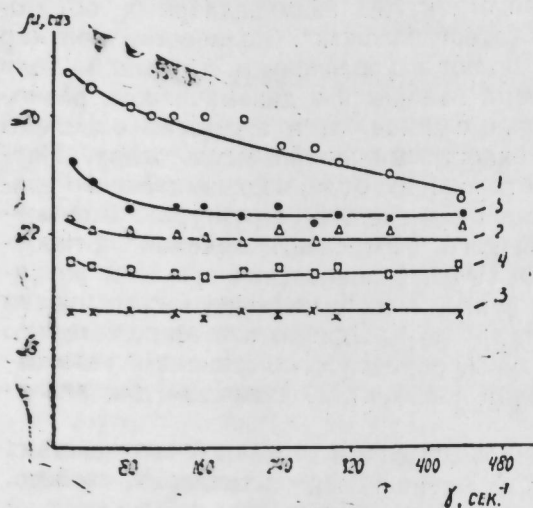


Рис. 3. Реологическая характеристика микроэмульсии: 1—до барообработки; 2—после обработки давлением $P_0 = 100$ ат; 3, 4, 5—соответственно через 10 мин, 40 ч и 5 суток после обработки давлением $P_0 = 200$ ат

ся функцией среднего размера мицелл с отрицательным показателем степени, то увеличение их размеров приводит к снижению вязкости.

Исследовано также влияние барообработки на фильтрационную характеристику микроэмульсии в пористой среде. С этой целью жидкость прокачивалась через модель пласта и расход Q измерялся при различных перепадах давления. Затем микроэмульсия обрабатывалась давлением, после чего вновь устанавливалась зависимость Q от ΔP . Полученные результаты опыта, представленные в виде зависимости $Q = Q(\Delta P)$, показали, что и в этом случае обработка давлением привела к снижению вязкости микроэмульсии, выразившемуся в увеличении расхода при одинаковых значениях ΔP приблизительно на 25—30% (рис. 4).

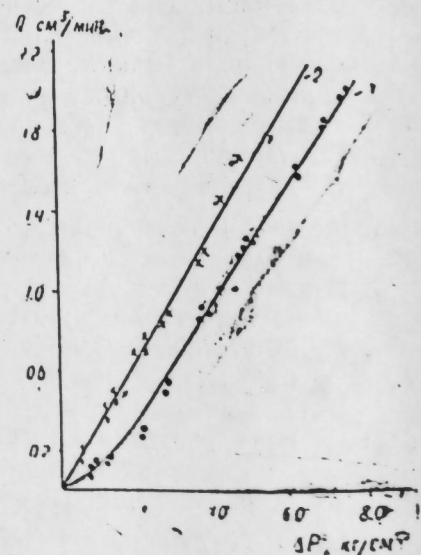


Рис. 4. Фильтрационная характеристика микроэмульсии в пористой среде: 1—до обработки; 2—после обработки

Как видно из рисунка, вторичное воздействие давлением вызвало дополнительное уменьшение вязкости микроэмульсии. Как и в первом опыте, имело место частичное восстановление вязкости через 40 ч и 5 суток после снятия давления. Неполное восстановление вязкости микроэмульсии через длительное время после снятия давления—результат необратимого уменьшения межфазовой поверхности вследствие деформации и разрушения мицеллоокружающих адсорбционных слоев, приводящих к частичной коалесценции мицелл в агрегатах. Но так как вязкость микроэмульсии является

Литература

1. Мирзаджанзаде А. Х. и др. „Нефть и газ“, 1976, № 2.
2. Мирзаджанзаде А. Х. Тр. Весоюз. школы по геологии. Новосибирск, 1977.
3. Шерман Ф. Эмульсии, пер. с англ. М., „Химия“, 1972.
4. Хасанов А. М. „Нефтепромысловое дело“, 1975, № 2.

АзНИПИнефть

Поступило 24. III 1978

Р. Н. Мехдизадэ

МИКРОЕМУЛСИЈАНЫН КИНЕТИК ЕФФЕКТИНИН ТЭДГИГИНЭ ДАИР

Мэгалэдэ микроемулсијанын статик шэрантдэ гејри-ијутон хассэсинин тэдгиг олунмасы мэсэлэсинэ бахылыр.

Бу мэсэдлэ хэтти лэј моделиндэ мүхтэлиф температурларда тээјигин бэрпаолунма эјрилэри чыхарылмышдыр. Тэдгиг олунан микроемулсијада релаксасија процесин (јенидэн бэрпаолунма) мүшанидэ олунур. Бу процес структуранын јенидэн бэрпа олунмасы илэ элагэдардыр. Структуранын јенидэн бэрпа олунмасы үчүн вахт релаксасија вахтыдыр. Релаксасија вахтынын эсаслы сурэтдэ температурдан асылы олмасы мүшанидэ едилмишидир.

R. N. Mehti-zade

ON RESEARCH OF KINETIC EFFECTS OF MICROEMULSIONS

The peculiarities of non-Newtonian behaviour of microemulsions under static conditions at surplus pressure affects are investigated. It has been stated that the decrease in microemulsion viscosity is caused pressure affects.

УДК 622.276—52

НЕФТЕДОБЫЧА

Член-корр. АН АЗЕРБ. ССР А. А. АБДУЛЛАЕВ, А. М. БАЙРАМОВ

**О РЕШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ
НЕФТЕДОБЫЧИ НА ПЛАСТОВЫХ НЕФТЯНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

(ч. II)

1. Введение

В [1] показано, что решение задачи оптимального управления нефтедобычей на многопластовых нефтяных месторождениях с учетом динамических процессов обводнения в каждый момент времени сводится к решению серии статических задач. Данная статья посвящена разработке алгоритмов решения статической оптимизации режимов работы скважин на многопластовых нефтяных месторождениях.

Для реальных месторождений Азербайджана и Татарии проведены расчеты на ЭВМ, показавшие эффективность предложенного алгоритма [5].

**2. Постановка статической задачи оптимизации режимов
работы на многопластовых месторождениях**

Относительно объекта сделаем те же предположения, что и в [1]. Тогда система линейных дифференциальных уравнений, описывающих установившееся течение в пласте, имеет вид [2].

$$\frac{\partial}{\partial x} k k_1 \frac{\partial p_1}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} k k_1 \frac{\partial p_1}{\partial y} + \alpha_{21} (p_2 - p_1) - \alpha_{10} (p_1 - p_0) = f_1 \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} k k_n \frac{\partial p_n}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} k k_n \frac{\partial p_n}{\partial y} + \alpha_{0n} (p_0 - p_n) - \alpha_{nn-1} (p_n - p_{n-1}) = f_n.$$

Сформулируем граничные условия на контуре Γ_0^l пластов (контур нагнетательных скважин):

$$p_1 = p_k^l, \quad (2)$$

на внутренних контурах (контур эксплуатационных скважин) $\Gamma_i^l, i = 1, N,$

$$p_{ij}^l \geq p_c^{lmin} \quad (3)$$

$$q_j^l \geq 0 \quad j = 1, N_1, l = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Требуется найти режим работы скважин, максимизирующих количество нефти, добываемой из пласта:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{N_c} c_j^i q_j^i \rightarrow \max, \quad (5)$$

Функция распределения p по пластам удовлетворяет системе дифференциальных уравнений (1) при граничных условиях (2)–(4).

3. Построение конечно-разностной модели

G^l — площадь l -пласта; Γ^c — внешняя граница l -пласта; Γ_i^l — контур i -скважины на l -пласте.

Составим следующую конечно-разностную схему, аппроксимирующую уравнение (1), при граничных условиях (2)–(4).

Для внутренних узлов G_{ij}^l

$$\begin{aligned} & (p_{i+1}^l - p_{ij}^l) \cdot \frac{(k_{ij+1}^l + k_{ij}^l)}{2} + (p_{ij-1}^l - p_{ij}^l) \frac{(k_{ij-1}^l + k_{ij}^l)}{2} + (p_{i-1j}^l - p_{ij}^l) \cdot \\ & \cdot \frac{(k_{i-1j}^l + k_{ij}^l)}{2} + (p_{i+1j}^l - p_{ij}^l) \frac{k_{i+1j}^l + k_{ij}^l}{2} + \alpha_{i+1i} \cdot h^2 (p_{ij}^{l+1} - p_{ij}^l) + \\ & + \alpha_{i+1,i} \cdot h^2 (p_{ij}^{l-1} - p_{ij}^l) = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Для приграничных узлов Γ_{ij}^l

$$\begin{aligned} & \frac{2}{h_1 + h} \left(\frac{p_{ij+1}^l - p_{ij}^l}{h_1} \cdot \frac{k_{ij+1}^l + k_{ij}^l}{2} - \frac{p_{ij}^l - p_{ij-1}^l}{h} \cdot \frac{k_{ij-1}^l + k_{ij}^l}{2} \right) + \\ & + \frac{2}{h_2 + h} \left(\frac{p_{i+1j}^l - p_{ij}^l}{h} \cdot \frac{k_{i+1j}^l + k_{ij}^l}{2} - \frac{p_{ij}^l - p_{i-1j}^l}{h_2} \cdot \frac{k_{i-1j}^l + k_{ij}^l}{2} \right) + \\ & + \alpha_{i-1i} (p_{ij}^{l+1} - p_{ij}^l) - \alpha_{i-1i} (p_{ij}^l - p_{ij}^{l-1}) = 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Для граничных узлов $\Gamma_{ij}^l = p_{kij}^l (i, j) \in \Gamma_{ij}^0;$ (8)

p_k^l — давление на внешнем контуре l -пласта.

Для скважин, эксплуатирующих несколько горизонтов одновременно

$$\begin{aligned} & \sum_{l \in F_{ij}} \left[(p_{ij+1}^l - p_{ij}^l) \frac{k_{ij+1}^l + k_{ij}^l}{2} + (p_{ij-1}^l - p_{ij}^l) \frac{k_{ij-1}^l + k_{ij}^l}{2} + \right. \\ & \left. + (p_{i-1j}^l - p_{ij}^l) \frac{k_{i-1j}^l + k_{ij}^l}{2} + (p_{i+1j}^l - p_{ij}^l) \frac{k_{i+1j}^l + k_{ij}^l}{2} \right] + \\ & + k_q^2 (p_c^2 - p_{ij}^l) = 0 \quad (ij) \in B_s, r = 1, s; \end{aligned} \quad (9)$$

F_{ij} — множество пластов, на которые работает r -скважина при совместной эксплуатации.

Для скважин, эксплуатирующих отдельный пласт или несколько пластов совместно — раздельно,

$$\begin{aligned} & (p_{ij+1}^l - p_{ij}^l) \frac{k_{ij+1}^l + k_{ij}^l}{2} + (p_{ij-1}^l - p_{ij}^l) \frac{k_{ij-1}^l + k_{ij}^l}{2} + (p_{i+1j}^l - p_{ij}^l) \frac{k_{i+1j}^l + k_{ij}^l}{2} + \\ & + (p_{i-1j}^l - p_{ij}^l) \frac{k_{i-1j}^l + k_{ij}^l}{2} + k \partial (p_c^l - p_{ij}^l) = 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Отсюда видно, что задачи (6)–(10), (13), (14) эквивалентны $s =$ задаче линейного программирования.

В двойственной задаче требуется найти векторы

$$\psi^i = (\psi_{ij}^i, (i, j) \in B_s \cup \Gamma_{oh}^i \cup \Gamma_{ih}^i \cup \Gamma_{ih}^i \cup \Gamma_{ih}^i \cup \Gamma_{ih}^i),$$

удовлетворяющие системе уравнений.

Для внутренних узлов сетки, не лежащих в окрестности скважин и приграничных узлов,

$$(\psi_{i+1}^i - \psi_{ij}^i) \frac{k_{i+1}^i + k_{ij}^i}{2} + (\psi_{i+1}^i - \psi_{ij}^i) \frac{k_{i+1}^i + k_{ij}^i}{2} (\psi_{i-1}^i - \psi_{ij}^i) \frac{k_{i-1}^i + k_{ij}^i}{2} +$$

$$+ (\psi_{i+1}^i - \psi_{ij}^i) \frac{k_{i+1}^i + k_{ij}^i}{2} = 0, \quad (17)$$

$$\frac{2}{h_1 + h} \left(\frac{\psi_{i+1}^i - \psi_{ij}^i}{h} - \frac{k_{i+1}^i + k_{ij}^i}{2} - \frac{\psi_{ij}^i - \psi_{i-1}^i}{h} \cdot \frac{k_{i-1}^i + k_{ij}^i}{2} \right) +$$

$$+ \frac{2}{h_1 + h} \left(\frac{\psi_{i+1}^i - \psi_{ij}^i}{h} \cdot \frac{k_{i+1}^i + k_{ij}^i}{2} - \frac{\psi_{ij}^i - \psi_{i+1}^i}{h_2} \cdot \frac{k_{i-1}^i + k_{ij}^i}{2} \right) = 0. \quad (18)$$

Для граничных узлов

$$\psi_{ij}^i = 0 \quad (i, j) \in \Gamma_{oh}^i. \quad (19)$$

Для узлов, соответствующих скважинам,

$$\sum_{i \in F_{ij}} \left[(\psi_{i+1}^i - (\Psi_{ij} - c_r^i)) \frac{k_{i+1}^i + k_{ij}^i}{2} + (\Psi_{i-1}^i - (\Psi_{ij} - c_r^i)) \frac{k_{i-1}^i + k_{ij}^i}{2} + \right.$$

$$\left. + (\Psi_{i-1}^i - (\Psi_{ij} - c_r^i)) \frac{k_{i-1}^i + k_{ij}^i}{2} + (\Psi_{i+1}^i - (\Psi_{ij} - c_r^i)) \frac{k_{i+1}^i + k_{ij}^i}{2} + \right.$$

$$\left. + k_g \psi_c^r - \Psi_{ij} \right) = 0. \quad (20)$$

Формула для связей аналогична этой, только в ней отсутствует последнее слагаемое.

Для узлов сетки, лежащих в окрестности скважин.

$$(\Psi_{i+1}^i - \Psi_{i+1}^i) \frac{k_{i+1}^i + k_{i+1}^i}{2} + (\Psi_{i+1}^i - \Psi_{i+1}^i) \frac{k_{i+1}^i + k_{i+1}^i}{2} +$$

$$+ (\Psi_{ij} - (\Psi_{i+1}^i - c_r^i)) \frac{k_{ij}^i + k_{i+1}^i}{2} + \Psi_{i+2}^i - \Psi_{i+1}^i) \frac{k_{i+1}^i + k_{i+1}^i}{2} = 0 \quad (21)$$

и при ограничениях

$$k_o^r (\Psi_{ij} - \Psi_c^r) = \Psi_Q^r \leq 0 \quad r = \overline{1, S}, \quad (22)$$

$$k_g^r (\Psi_{ij} - \Psi_c^r) = \Psi_Q^r \leq 0 \quad r = \overline{1, T},$$

$$\Psi_c^r \geq 0$$

минимизирующих функционал,

$$\sum_{i=1}^T k_g^i (\Psi_c^i - \Psi_{ij}^i) p_c^{i \min} + \sum_{r=1}^S k_g^r (\Psi_c^r - \Psi_{ij}^r) \cdot p_c^{r \min} \rightarrow \min \quad (23)$$

Алгоритм решения задачи

Для данного случая алгоритм решения S -задачи линейного программирования, построенный в [3]¹, может быть сформулирован следующим образом.

I. Качественное решение [3] определения векторов, входящих в оптимальный базис.

1. Полагаем $m-1$. Пусть множество базисных векторов из $p_1, p_2, \dots, p_n, p_c$ — внебазисный вектор, т. е. множество компонент вектора p_c , не входящих в базис (которые в дальнейшем будем обозначать V^m), совпадает с $\{1, 2, \dots, N\}$.

2. Найдем векторы $\Psi^{mr}, l=1, 2, \dots, n$ (индекс m соответствует номеру итерации) из решения системы (17)–(23)

$$\text{при} \quad \Psi_c^{mr} = 0 \quad r \in V^m,$$

$$\Psi_Q^{mr} = 0 \quad r \in \{1, 2, \dots, N\} / V^m.$$

3. Вычислим оценки оптимальности для внебазисного вектора $\Psi_Q^{mr} + k_g^r (\Psi_{ij}^{mr} - \Psi_c^{mr}) = k_g^r \cdot \Psi_{ij}^{mr}, r \in V^m$.

4. Выделим множество внебазисных векторов F^m :

$$F^m = \{r \in V^m; \Psi_Q^{mr} = k_g^r \Psi_{ij}^{mr} > 0\}.$$

5. Если F^m пусто, то идем к определению количественного решения.

6. Вводим векторы $r \in F^m$ в базис, полагая $\Psi_Q^{mr} = 0$:

$$V^{m+1} = V^m / F^m.$$

7. Идем ко 2-му шагу алгоритма. Процесс повторяется до тех пор, пока не будет получен оптимальный базис или не выявлена неограниченность целевой функции на данном множестве. Конечность алгоритма следует из конечности множества V^m .

II. Количественное решение

1. Определяем распределение давления по площади пласта и дебиты скважин в оптимальном режиме из решения системы (6)–(12):

$$Q^i = 0 \quad \text{gulf} r \in \{1, 2, \dots, N\} / V^m,$$

$$v_c^n = p_c^{m \min} \text{gulf} r \in V^m.$$

Литература

1. Абдуллаев А. А., Байрамов А. М. „ДАН Азерб. ССР“ 2. Велиев М. Н. „Азерб. нефт. хоз.“, 1970, № 9. 3. Мееров М. В., Литвак Б. Л. Оптимизация систем многосвязанного управления. М., „Наука“, 1972. 4. Литвак М. Л. „Автоматика и телемеханика“, 1967, № 7. 5. Оптимальное управление динамическими процессами обводнения на нефтяных месторождениях. Препринт Ин-та проблем управления, 1977.

НИИПИНефтехимавтомат

Поступило 7. II 1978

¹ Для непрерывного случая аналогичный алгоритм построен в [5].

воды. Адсорбцию этилбензола проводили при комнатной температуре; объем импульса 1—5 мкл. Сигнал детектора после усиления записывался двухкоординатным потенциометром ПДП4-002 в координатах: сигнал детектора—температура реактора. Температуру в реакторе измеряли хромель-никелевой термопарой с точностью $\pm 0,2^\circ$.

Экспериментальные данные записывались в виде уравнения (1) из работы [4].

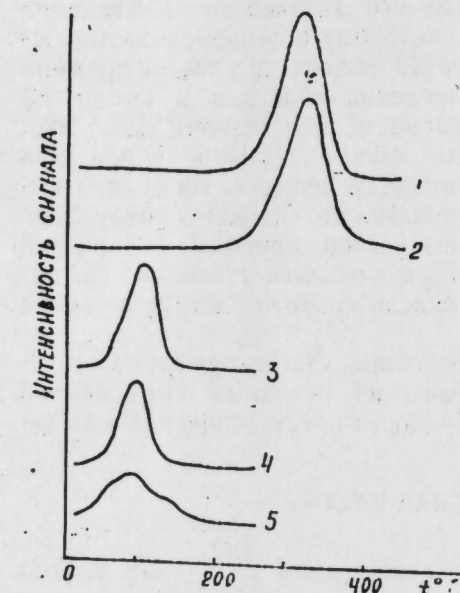
$$\lg \left[\left(\frac{M\tau}{M_\infty} \right)^2 \left(\frac{\rho}{6} \right)^2 \frac{\beta\pi}{T} \right] = \lg D_0 - \frac{E_g}{2,3RT}, \quad (1)$$

где $M\tau$ и M_∞ —количество вещества, десорбирующегося за время τ и при равновесии, моль/г; ρ —радиус частиц; β —скорость нагрева, град/мин; T —температура, $^\circ\text{K}$; D_0 —предэкспоненциальный множитель, см/сек; E_g —энергия активации диффузии, ккал/моль.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследование термодесорбции этилбензола показало, что на изученных образцах катализаторов наблюдается одна адсорбированная форма этилбензола (рисунок). Цеолиты отличаются от аморфных алюмо- и магний силикатов по температурному диапазону, в котором протекает процесс термодесорбции этилбензола. Так, если температура максимума пика в случае аморфных катализаторов приходится на $\sim 100^\circ\text{C}$,

то для цеолита эта величина составляет $\sim 300^\circ\text{C}$. Выявленное различие указывает на более прочное удерживание адсорбированных молекул этилбензола на цеолите по сравнению с аморфными алюмо- и магний силикатами, что может быть обусловлено либо более сильным взаимодействием молекул с поверхностью катализатора и большей величиной теплоты адсорбции (если процесс адсорбции протекает в кинетической области), либо затрудненностью диффузии адсорбированных молекул в микропорах цеолита (если процесс десорбции лимитируется внутренней диффузией). При этом можно также представить случай, когда более прочная адсорбция способствует затруднению диффузии молекул в порах цеолита, но эта возможность относится к термодесорбции, лимитируемой диффузией.



Термодесорбционные спектры этилбензола на катализаторах: 1—NaY; 2—PdNaY; 3—MgO·SiO₂; 4—Pd—Al₂O₃·SiO₂; 5—Al₂O₃·SiO₂

Известно, что процесс адсорбции и десорбции веществ на пористых адсорбентах описывается диффузионной кинетикой [5]. На этом основаны методы определения коэффициентов диффузии веществ в порах адсорбентов. С учетом оказанного, а также принимая во внимание различие каталитических свойств аморфных и кристаллических алюмосиликатов, можно сделать вывод, что протекание процесса термодесорбции этилбензола в более высокотемпературной области в случае цеолита обусловлено меньшей скоростью диффузии молекул в микропорах цеолита по сравнению с таковой в порах аморфных силикатов.

Введение палладия в аморфный и кристаллический алюмосиликат не оказывает существенного влияния на изменение термодесорбционного пика. В случае PdNaY температура максимума несколько сдвигается в высокотемпературную область ($\sim 10^\circ\text{C}$), а на PdAl₂O₃·SiO₂ остается такой же, но пик становится более узким и симметричным. Уширение пика в случае аморфного алюмосиликата без палладия может быть связано с частичным разложением этилбензола на сильных кислотных центрах этого катализатора и закоксованием его поверхности. Следует, однако, отметить, что после первого импульса повторные адсорбции этилбензола на аморфном алюмосиликате не приводят к существенному изменению термодесорбционного пика. При введении палладия в аморфный алюмосиликат он располагается, по-видимому, на наиболее сильных кислотных центрах, так как становится более симметричным, а это может быть обусловлено наличием более однородной поверхности.

Отсутствие существенного влияния палладия в цеолите NaY на термодесорбционный пик этилбензола, скорее всего, указывает на то, что большая часть молекул последнего адсорбируется на цеолите, а не на Pd. Кроме того, различие между NaY и PdNaY может сглаживаться вследствие наличия диффузионной области процесса десорбции.

Обработкой термодесорбционных пиков (рисунок) рассчитаны предэкспоненциальные множители и энергии активации диффузии [4]. Результаты представлены в таблице. Как видно, кристаллические и

Значения E_g , D_0 , D_e и η на кристаллических и аморфных силикатах при $T_{\text{адс.}} = 25^\circ\text{C}$ и адсорбции 3 мкл этилбензола

| Катализатор | $T_{\text{ макс.}}, ^\circ\text{C}$ | E_g , ккал/моль | D_0 , см/сек | D_e , см ² /сек. (425°C) | η |
|---|-------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------|--------|
| NaY | 235 | 29 | 0,025 | 210-11 | 0,8 |
| PdNaY | 305 | 29 | 0,014 | 1,110-11 | 0,75 |
| Al ₂ O ₃ ·SiO ₂ | 100 | 23 | 3,610 ⁹ | 1,210 ⁻² | 1,0 |
| Pd—Al ₂ O ₃ ·SiO ₂ | 90 | 23 | 4,610 ⁹ | 1,010 ⁻² | 1,0 |
| MgO·SiO ₂ | 100 | 22 | 8,410 ⁹ | 6,510 ⁻³ | 1,0 |

аморфные алюмосиликаты отличаются по величинам кажущейся энергии активации диффузии. Для цеолитов E_g равна 29 ккал/моль, а в случае аморфных алюмо- и магний силикатов она снижается до 22—23 ккал/моль. Поскольку кажущаяся энергия активации диффузии складывается из теплоты адсорбции и истинной энергии активации диффузии, то повышенное значение ее для цеолитов, по-видимому, связано с большей величиной обеих слагаемых. На основе полученных коэффициентов диффузии этилбензола и с учетом активности исследованных катализаторов в реакции окислительного дегидрирования рассчитаны модули Тиле [6] и фактора эффективности (η), которые указывают на то, что диффузия исходного углеводорода не оказывает существенного влияния на кинетику реакции.

Литература

1. Миначев Х. М., Тагнев Д. Б., Зульфугаров З. Г., Харламов В. В. Изв. АН СССР, серия хим., 1978, №3.
2. Миначев Х. М., Тагнев Д. Б., Зульфугаров З. Г., Дадашев И. Б., Харламов В. В. Кинетика и ката-

лиз", 19. 1978, № 1. 3. Зулфугаров З. Г., Мамедов А. Б., Тагнев Д. Б., Шарифова Э. Б. Мат-лы IV респ. конфер. по нефтехимии, Гурьев, 1977, стр. 143. 4. Миначев Х. М., Харламов В. В., Гаранин В. И., Тагнев Д. В. Изв. АН СССР, серия хим., 1976, № 2 1700. 5. Тимофеев Д. П. Кинетика адсорбции. М., Изд-во АН СССР, 1963. 6. Satterfield Ch. N., Sherwood Th. K. The Role of Diffusion in Catalysts, 1963.

ИИФХ АН Азерб. ССР и
ИОХ им. П. Д. Зелинского
АН СССР

Поступило 6. XII 1977

Д. Б. Тагыев, В. В. Харламов, З. Г. Зулфугаров, Х. М. Миначев

КРИСТАЛЛИК ВЭ АМОРФ СИЛИКАТЛАРДАН ЭТИЛБЕНЗОЛУН ТЕРМОДЕСОРБСИЯСЫ

Мәғаләдә сеолит, аморф алүмо-магнийум-силикат катализаторларындан этилбензолун термодесорбсиясы тәдқиғ едилмишдир. Әрәнилән нүмунәләрдә этилбензолун аңчағ бир адсорбсия формасы мушәһидә едилмишдир. Термодесорбсия әрәсинини максимуму (T_{\max}) нә диффузияның активләшмә әнергияси (E_g) катализаторун структурасындан асылдыр. Сеолитләр үчүн $T_{\max} \sim 300^\circ\text{C}$, $E_g = 29$ ккал/мол — а аморф силикатлар үчүн исә $T_{\max} = 100^\circ\text{C}$, $E_g = 22-23$ ккал/мол — а бәрәбәр олмушдур.

D. B. Taglyev, V. V. Kharlamov, Z. G. Zulfugarov, Kh. M. Minachev

THE THERMODESORPTION OF THE ETHYLBENZENE FROM CRYSTALLINE AND AMORPHOUS SILICATES

The temperature-programmed desorption ethylbenzene from the crystalline zeolites, amorphous alumino and magnesium silicates was investigated. There are one maximum on all thermodesorption curves. For zeolite catalysts $T_{\max} \sim 300^\circ\text{C}$ and $E_g = 29$ kcal/mole, but in case amorphous silicates $T_{\max} \sim 100^\circ\text{C}$ and $E_g = 22-23$ kcal/mole. Effectiveness factor was calculated as a function Thiele modulus. It was shown that the diffusion effects have not influence on oxidative dehydrogenation of ethylbenzene on this catalysts.

УДК 541/64+183.12/543.878

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. И. СИДОРЧУК, А. А. ЭФЕНДИЕВ

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ РАСТВОРИТЕЛЕЙ НА СОПОЛИМЕРИЗАЦИЮ ДИЭТИЛОВОГО ЭФИРА ВИНИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ С АКРИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ

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

Сшитые сополимеры диэфиров винилфосфоновой кислоты с акриловой являются эффективными комплексообразователями и могут быть использованы в качестве селективных сорбентов [1—3].

Ранее показано, что одни и те же сшитые сополимеры диэтилового эфира винилфосфоновой кислоты (ДЭВФК) и акриловой кислоты (АК) могут проявлять различные сорбционные свойства при изменении конформаций макромолекул [4]. Различие, по всей вероятности, обусловлено изменением способности функциональных групп обоих типов образовывать связи с ионом металла. Поэтому представляло интерес получить сополимеры, имеющие один и тот же состав, но отличающиеся последовательностью расположения звеньев вдоль цепи, т. е. использовать еще один независимый путь варьирования лигандного окружения.

Использование сополимеров ДЭВФК и АК при приготовлении сорбента с настроенным на сорбируемый ион расположением участков макромолекул позволило резко повысить скорость сорбции и более чем вдвое увеличить поглотительную способность сорбента [5]. Для решения такого рода задач особенно важно уметь управлять расположением звеньев вдоль цепи.

Полимеризация и сополимеризация эфиров винилфосфоновой кислоты изучены мало. Известно, что при нагревании ДЭВФК в присутствии перекиси бензола образуется прозрачная вязкая смола—гомополимер ДЭВФК [6]. Описаны также сополимеры эфиров винилфосфоновой кислоты с акрилонитрилом, стиролом, винилацетатом [7—10].

В литературе приводятся результаты исследования относительной реакционной способности ДЭВФК при его сополимеризации со стиролом [7, 8] и акрилонитрилом [9]. Константы сополимеризации ДЭВФК с указанными мономерами изменяются в пределах 0—0,2.

Применяя растворители с различными диэлектрическими проницаемостями и различной полярностью, можно изменять константы, а следовательно, и строение макромолекул.

Последовательность расположения звеньев в цепи сополимера определяется, как известно, константами сополимеризации. В данной статье исследовано влияние природы растворителя на константы сополимеризации ДЭВФК и АК. В качестве растворителей использованы бензол, диоксан, вода и метилэтилкетон.

ДЭВФК получали по методике [11], и после двукратной перегонки выделяли продукт с т. кип. $62^\circ\text{C}/2$ тор, $n_D^{20} = 1,4300$ (лит. данные: т. кип. $68-70^\circ\text{C}/3$ тор, $n_D = 1,4300$). АК марки «ч» перед полимеризацией дважды перегоняли в вакууме при $39^\circ\text{C}/10$ тор. Растворители очищали по стандартным методикам [12].

Сополимеризацию проводили в вакуумированных до 10^{-4} тор стеклянных ампулах в присутствии 1 вес.% гидроперекиси кумола при температуре 100°C . Концентрация смеси мономеров в растворителях составляла 50 вес.%. Выход полимера во всех опытах не превышал 10 вес.%. Полученные сополимеры растворяли в этиловом спирте, осаждали диэтиловым эфиром и сушили под вакуумом при $35-40^{\circ}\text{C}$. Состав сополимеров рассчитывали по среднему содержанию фосфора и карбоксильных групп. Последнее находили соответственно методом молибденовой сини [13] и путем определения кислотных чисел [14]. Каждый образец анализировали не менее трех раз; различие в составе сополимера не превышало 1%.

Константы сополимеризации рассчитывали методами Майо-Льюнса [15] и Файнмана — Росса [16]. Полученные результаты приведены в таблице.

| Растворитель | Диэлектрическая проницаемость ϵ_{20} | Полярность μ | χ_1 | | χ_2 | |
|----------------|---|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| | | | Метод Майо-Льюнса | Метод Файнмана-Росса | Метод Майо-Льюнса | Метод Файнмана-Росса |
| Бензол | 2,27 | 0 | $0,33 \pm 0,17$ | $0,48 \pm 0,07$ | $1,87 \pm 0,21$ | $1,92 \pm 0,14$ |
| Диоксан | 2,21 | 0,6 | $0,17 \pm 0,07$ | $0,26 \pm 0,05$ | $1,33 \pm 0,05$ | $1,36 \pm 0,07$ |
| Метилэтилкетон | 18,5 | 2,77 | $0,78 \pm 0,41$ | $0,47 \pm 0,10$ | $2,52 \pm 0,42$ | $2,37 \pm 0,27$ |
| Вода | 78,3 | 1,84 | $0,22 \pm 0,06$ | $0,21 \pm 0,02$ | $3,89 \pm 0,12$ | $3,80 \pm 0,03$ |

Как видно, изменение природы растворителя позволяет в достаточно широких пределах изменять константы сополимеризации ДЭВФК и АК, а следовательно, синтезировать соответствующие сополимеры заданного химического состава, различающиеся последовательностью чередования химических звеньев.

Литература

1. Каргин В. А., Эфендиев А. А., Чернева Е. П., Туницкий Н. Н. «ДАН СССР», 144, 1962; № 6, 1307.
2. Эфендиев А. А., Аббасова Б. Г., Бабазаде С. Н., Оруджев Д. Д., Худнев А. К. «Азерб. хим. ж.», 1973, № 1, 97.
3. Эфендиев А. А., Чернева Е. П., Туницкий Н. Н., Каргин В. А. «Азерб. хим. ж.», 1963, № 5, 73.
4. Эфендиев А. А., Бабазаде С. Н., Оруджев Д. Д. «Высокомолекулярное соединение», 17Б, 1975; № 1, 6.
5. Кабанов В. А., Эфендиев А. А., Оруджев Д. Д., Самедова Н. М. «ДАН СССР», 238; 1977; № 2, 356.
6. Кабачник М. И. «Изв. АН СССР, отд. хим. наук», 1947; № 11; 233.
7. Arcus S. L., Matthews R. J. S. J. Chem. Soc., 1956, № 11, 4607.
8. Колесников Г. С., Родионова Е. Ф., Сафараллева И. Г. «Изв. АН СССР, серия хим.», 1963, № 11, 2028.
9. Skwariski T., Wodka T. Polymer, 16, 1977, № 5, 231.
10. Колесников Г. С., Родионова Е. Ф., Федорова Л. С., Гаврикова Л. А. «Высокомолекулярное соединение», 2, 1960, № 9, 1432.
11. Колесников Г. С., Родионова Е. Ф., Федорова Л. С. «Высокомолекулярное соединение», 1, 1959, № 3, 367.

12. Лабораторная техника органической химии под ред. Б. Кейла. М., «Мир», 1966.
13. Шарло Г. Методы аналитической химии. М., «Химия», 1965.
14. Торонцева А. М., Белгородская К. В., Бондаренко В. М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. Л. «Химия», 1972.
15. Mayo F. R., Lewis F. M. J. Amer. Chem. Soc., 66, 1944, 1594.
16. Fineman M., Ross S. D. J. Pol. Sci., 5, 1950, 269.

ИТПХТ

Поступило 24. 11 1978

И. И. Сидорчук, А. А. Эфендиев

НЭЛЛЕДИЧИЛЭРИН ТЭБИЭТИНИН ВИНИЛФОСФОН ТУРШУСУНУН ДИЭТИЛ ЭФИРИ ИЛЭ АКРИЛ ТУРШУСУНУН СОПОЛИМЕРЛЭШМЭ РЕАКСИЯСЫНА ТЭСИРИ

Винилфосфон туршусунун диэтил эфири илэ акрил туршусунун сополимерлэшмэ реакциясы мухтэлиф нэлледичи муһитинде өдрэилмишидир. Нэлледичи кими метилэтилкетон, бензол, диоксан ва судан истифаде едилмишидир. Көстөрилмишидир ки, нэлледичини тэбиэтиндөн асылы олагаг сополимерлэшмэ константары кениш интервалда дэжишир.

I. I. Sidorchuk, A. A. Efendiev

INFLUENCE OF SOLVENT NATURE ON THE COPOLYMERIZATION OF DIETHYL ESTER OF VINYLPHOSPHONIC ACID WITH ACRYLIC ACID

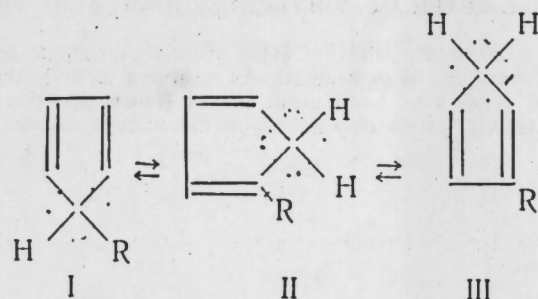
Copolymerization of diethyl ester of vinylphosphonic acid with acrylic acid using different solvents has been studied. As a solvent methyl-ethyl ketone, dioxan, benzene and distilled water have been used. It was shown that there was a large variation in monomer reactivity ratios depending on the solvent nature.

М. Р. МУСАЕВ, С. М. МИРЗОЕВ

О РАВНОВЕСНОЙ СМЕСИ ИЗОМЕРОВ
МЕТИЛЦИКЛОПЕНТАДИЕНА-1,3

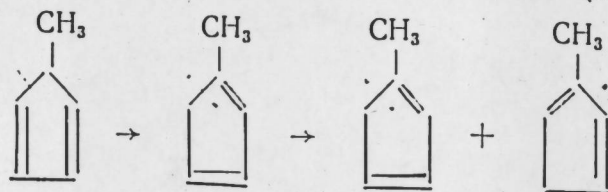
(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Т. Н. Шахтахтинским)

Характерным свойством циклопентадиена-1,3 и его органических производных является способность претерпевать внутримолекулярную прототропную перегруппировку. Для вырожденных перегруппировок σ -циклопентадиенильных соединений доказано, что они совершаются путем 1,2-сдвига [1]. Этот процесс, открытый и исследованный В. А. Мироновым с сотрудниками [2], приводит к образованию равновесных смесей изомеров для замещенных циклопентадиенов;



Для циклопентадиена он является вырожденным, и все указанные изомеры структурно одинаковы. В работах [3-11] показано, что для замещенных циклопентадиенов характерно термодинамическое равновесие между изомерами по внутрициклическим двойным связям.

В. А. Мироновым с сотрудниками [3,7] доказан ступенчатый характер превращения этих изомеров друг в друга. Хранение 5-метилциклопентадиена (I) при 25—28°C в течение трех часов вызывает переход его в 1-метилциклопентадиен (II) и образование незначительных количеств (менее 5%) 2-метилциклопентадиена (III). При дальнейшем выдерживании образца диена при 25—26°C в течение двух суток наблюдается непрерывное превращение его в смесь диенов (II) и (III):



В газовой фазе при 25—28°C также осуществляется переход диенов по этой схеме, но с несколько меньшей скоростью; то же самое наблюдается, если перегонка диенов (I) и (II) происходит при атмосферном давлении. В любом из описанных случаев всегда получается равновесная смесь примерно равных количеств диенов (II) и (III) со следами диена (I).

В работе [12] показано, что метилциклопентадиен существует в основном в виде равновесной смеси (II) и (III), состав которой практически не зависит от температуры: при 27°C соотношение изомеров равно 48,7:51,3, при 56°C 49,5:50,5. Аналогичные данные получены в работах [13, 14].

Следует отметить, что термодинамический расчет состава равновесной смеси изомеров метилциклопентадиена в литературе отсутствует. Целью настоящей статьи является теоретический расчет изменения энергии Гиббса, констант равновесия в реакциях изомеризации метилциклопентадиенов и состава равновесной смеси.

Изменение энергии Гиббса реакции рассчитывается по формуле

$$\Delta G_T^0 = (\sum \Delta G_{IT}^0)_{\text{кон}} - (\sum \Delta G_{IT}^0)_{\text{нач}}$$

Так как экспериментальные значения ΔG_f^0 для изомеров метилциклопентадиена в литературе отсутствуют, нами проведен расчет этих величин с помощью различных методов [15—17]. С целью сравнения эти величины вычислены для различных углеводородов родственного строения. Результаты приведены в табл. 1.

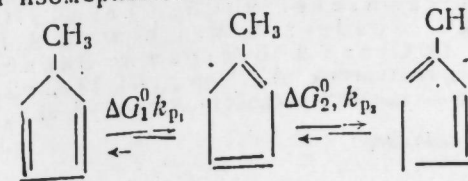
Таблица 1

| Углеводород | Экспериментальные значения ΔG_f^0 | Значения, рассчитанные методами | | | | | |
|-----------------------|---|---------------------------------|----------|-------------------------|----------|---------------------------|----------|
| | | Франклина | | Ван-Кревелена и Чермена | | Соудерса, Мэтьюза и Херда | |
| | | ΔG_f^0 | Разность | ΔG_f^0 | Разность | ΔG_f^0 | Разность |
| Циклопентан | 9,53 | 7,58 | -1,65 | 7,799 | -1,431 | 8,89 | -0,34 |
| Циклогексан | 7,59 | 5,94 | -1,65 | 7,5 | -0,09 | 7,52 | -0,07 |
| Метилциклопентан | 8,55 | 8,95 | +0,40 | 8,606 | +0,056 | 7,90 | -0,65 |
| Циклопентен | 26,48 | 27,40 | +0,92 | 26,02 | -0,46 | 24,98 | -1,50 |
| Циклогексен | 25,54 | 25,76 | +0,22 | 25,06 | -0,48 | 25,46 | -0,08 |
| 1-Метилциклопентен | 24,41 | 26,03 | +1,52 | 24,089 | -0,321 | 23,72 | -0,69 |
| 3-Метилциклопентен | 27,48 | 28,68 | +1,20 | 26,82 | -0,66 | 24,93 | -2,55 |
| 4-Метилциклопентен | 29,06 | 28,68 | -0,38 | 26,82 | -2,24 | 24,93 | -4,13 |
| Циклопентадиен | 42,86 | 45,18 | +2,32 | 45,002 | +3,042 | 40,25 | -2,61 |
| Циклогексадиен-1,3 | — | 45,586 | — | 44,517 | — | 43,401 | — |
| 1-Метилциклопентадиен | — | 45,858 | — | 43,87 | — | 38,985 | — |
| 2-Метилциклопентадиен | — | 45,858 | — | 43,87 | — | 38,985 | — |
| 5-Метилциклопентадиен | — | 48,50 | — | 46,708 | — | 40,2 | — |

* Экспериментальные значения взяты из [18].

В таблице приведены значения ΔG_f^0 для состояния идеального газа. Энергию Гиббса жидкой фазы можно принять равной энергии Гиббса газовой фазы. Корреляционные величины при этом очень малы [19].

Для реакции изомеризации метилциклопентадиенов



После определения ΔG_1^0 и ΔG_2^0 рассчитываем константы равновесия K_{p1} и K_{p2} по формуле

$$\Delta G_T^0 = -RT \ln K_p.$$

Используя полученные значения K_{p1} и K_{p2} , определяем состав равновесной смеси по системе уравнений зависимости константы равновесия от содержания компонента в последней. Рассчитанные составы равновесных смесей изомеров метилциклопентадиена при температуре 298°K приведены в табл 2.

Таблица 2

| Метод | Состав равновесной смеси, вес % | | |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 1-Метилциклопентадиен | 2-Метилциклопентадиен | 5-Метилциклопентадиен |
| Франклина | 49,71 | 49,71 | 0,58 |
| Ван-Кревелена и Чермена | 49,79 | 49,79 | 0,42 |
| Соудерса, Мэтьюза и Херда | 46,98 | 46,98 | 6,04 |

Как видно, составы равновесных смесей, определенные по методам Франклина [15] и Ван-Кревелена [16], почти совпадают с экспериментальными.

Недостатком всех эмпирических методов расчета ΔG^0 в данном случае является отсутствие поправки на замещение водорода алкильными группами по отношению к системе сопряженных двойных связей. Поэтому энергии Гиббса образования 1- и 2-метилциклопентадиенов совпадают и содержание этих углеводородов в равновесной смеси одинаково. В действительности же энергия Гиббса образования 2-метилциклопентадиена должна быть несколько меньше, а содержание этого углеводорода в равновесной смеси больше, чем 1-метилциклопентадиена.

Литература

1. Sergeyev N. M., Avramenko G. I. et al. J. Organomet. Chem., 32, 1971, 55.
2. Миронов В. А., Соболев Е. В., Елизарова А. Н. ДАН СССР, 143, 1962, № 5, 1112.
3. Миронов В. А., Соболев Е. В., Елизарова А. Н. ДАН СССР, 146, 1962, № 5, 1098; Изв. АН СССР, серия хим., 1963, № 9, 1607; Tetrahedron, 19, 1963, 1939.
4. Миронов В. А., Костина С. Н., Елизарова А. Н. Изв. АН СССР, серия хим., 1964, № 5, 875.
5. Миронов В. А., Костина С. Н., Соболев Е. В., Елизарова А. Н. Изв. АН СССР, серия хим., 1964, № 5, 864.
6. Миронов В. А., Фадеева Т. М., Соболев Е. В., Елизарова А. Н. Ж. общ. хим., 33, 1963, 84.
7. Миронов В. А., Янковский С. А., Долгая М. Е., Андронов В. Ф. Изв. вузов. Хим. и хим. технология, 19, 1976, № 10, 1511.
8. Riemenschneider R., Grabitz E. V. Monatsh., 89, 1958, 748.
9. Alder K., Ache H. J. Chem. Ber., 95, 1962, 593.
10. Такака К., Yoshikoshi A. Tetrahedron, 27, 1971, 4889.
11. Миронов В. А., Иванов А. П., Кимельфельд Я. М., Ахрем А. А. Изв. АН СССР, сер. хим., 1973, № 2, 376.
12. Mellor J. M., Webb C. F. J. Chem. Soc. Perkin Trans., 1974, part 2, 1, 26.
13. Korenevsky V. A., Sergeyev N. M. J. Amer. Chem. Soc., 94, 1972, 248586.
14. Мусаев М. Р., Шарифова С. М., Алиев М. А., Мирзоев С. М. Азерб. хим. ж. * 1978, № 3.
15. Franklin J. L. Ind. Engng Chem., 41, 1949, 1670; J. Chem. Phys., 21, 1953, 2029.
16. Van-Krevelen D. W., Chermis H. A. G. Chem. Engn. Sci., 1, 1951, 66, 1, 1952, 238.
17. Souder M., Matthews C. S., Hurd C. O. Ind. Engng Chem., 41, 1949, 1048.
18. Сталл Д., Вестрам Э., Зинке Г. Химическая термодинамика органических соединений. М., Мир, 1971.
19. Столяров Е. А., Орлова Н. Г. Расчет физико-химических свойств жидкостей. Л., Химия, 1976.

ИНХП им Ю. Г. Мамадалиева

Поступило 14. XI 1977

М. Р. Мусаев, С. М. Мирзоев

МЕТИЛЦИКЛОПЕНТАДИЕН-1,3 ИЗОМЕРЛАРИНИН ТАРАЗЛЫГ ТЭРКИБИ ЫАГГЫНДА

Мэгалэдэ метилциклопентадиенлэрин изомерлэшмэ реаксияларында Гиббс енергиясинин дэжишмэсинин вэ таразлыг тэркиблэринин мүхтэлиф методларла нэзэри һесабаты верилмишидир. Көстэрилмишидир ки, Франклин вэ Ван-Кревелен методлары илә алынмыш нэтичэлэр тэчрүбэви гүжмэтлэрэ уйғун кэлдр.

M. R. Musaev, S. M. Mirzoev

ON EQUILIBRIUM MIXTURE OF 1,3 METHYL CYCLOPENTADIENE ISOMERS

Using various methods ΔG^0 has been calculated for methyl cyclopentadiene isomers. Theoretical calculation of Gibbs energy change, equilibrium constants in the methyl cyclopentadiene isomerization and the composition of equilibrium mixture has been made on the basis of the above values.

The compositions of equilibrium mixtures calculated by Franklin and Van Krevelen methods nearly coincide with the experimental data.

УДК 669.43

ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Академик АН Азерб. ССР Г. Б. ШАХТАХТИНСКИЙ, Г. А. ШАКАРОВ,
Б. Ю. БАБЛЕВ, А. И. ТАЛЫБЛЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛЯЦИИ СВИНЦОВОГО КОНЦЕНТРАТА ФИЛИЗЧАЙСКИХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД

Как известно, для современной технологии в цветной металлургии одной из важнейших задач является разработка процессов, позволяющих комплексное использование сырья, без каких-либо отходов, так как количество последних составляет значительную часть перерабатываемого концентрата [1]. В случае спекания свинцовых шихт очень важно знать свойства обжигаемого слоя [2]. Один из основных факторов, влияющих на спекание, — это размеры частиц; дальнейшая переработка обожженного материала и получение более пористого агломерата в свинцовом производстве зависят от первоначального состояния исходного материала.

Целью настоящего исследования является устранение пылеуноса и получение по возможности малого количества агломелочи и более пористого материала в процессе первоначального окатывания исходного сырья. Окатывание осуществлялось на барабанном окатывателе [1].

Согласно работам [3, 4] прочность сырых окатышей зависит в основном от влажности материала. В литературе [2] имеются данные по окатыванию в отдельности свинцового концентрата и составляющей свинцовой шихты.

Исследуемый нами концентрат отличается от указанного как по составу, так и по физико-химическим свойствам.

В связи с этим требовалось дополнительное изучение данного вопроса. Кроме того, авторами настоящей статьи исследовались и те параметры, которые не были предусмотрены в работе [2].

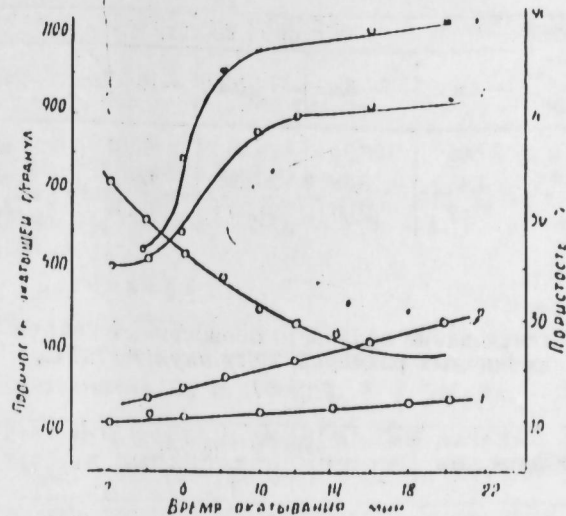
Как известно, основными факторами, определяющими характер процесса формирования и качество окатышей, являются гранулометрический состав и форма частиц компонентов, влажность шихты и режим работы окатывателя.

Окатывание концентрата и свинцовой шихты осуществлялось в следующих условиях: скорость вращения барабана 27—75 об/мин при угле наклона оси барабана от 1 до 10°. Вода добавлялась с помощью пульверизатора.

В ходе исследований установлено, что при подаче воды в количестве 4,2—4,5% по весу концентрата и 6,5—6,7% по весу шихты при угле наклона 7—8° и скорости вращения 64—70 об/мин окатыши образуются в течение первых двух минут. Через каждые 2 последующие минуты определенные порции окатышей отбирались на проверку прочности и пористости.

Так как в свинцовом производстве лучшие результаты спекания обжига получаются при крупности материала 8 мм [2], нами на прочность проверены фракции размером —10+7 мм как в сыром виде, так и после сушки при температуре 105°C в течение часа.

Результаты проведенных опытов в виде графика приведены на рисунке. Как видно, после сушки прочные гранулы при окатывании чистого концентрата получаются через 12—14 мин вращения бара-



Концентрат: 1 — влажный; 1' — после сушки. Шихта: 2 — влажная; 2' — после сушки.

бана, а для шихты — через 8—10, что объясняется влиянием различных связующих добавок в составе последней.

Как известно, на металлургическую переработку поступают в основном сульфидные концентраты. Поэтому одной из главных операций при переработке свинцовых концентратов является обжиг (десульфуризация). Степень десульфуризации сульфидных концентратов и восстановления обожженных материалов зависит от тонны помола (размеры частиц). Наличие гранул малого диаметра уменьшает газопроницаемость, а при больших диаметрах окатышей скорость обжига замедляется. В этой связи исследовалась возможность получения гранул размером —10+7 мм. Установлено, что при вращении барабана 64—65 об/мин при угле наклона оси барабана 2—5° выход целевого продукта составляет примерно 65—67%. Полученные результаты приведены в табл. 1 и 2.

Судя по рисунку, необходимость изучения влияния различных связующих добавок на прочность окатышей отпадает, так как в шихте имеется около 15% окиси кальция, которая при сушке и обжиге значительно влияет на их прочность. То же самое подтверждают и данные табл. 3.

Таблица 1

Зависимость фракционного состава полученных окатышей от угла наклона оси барабана

| Угол наклона, ° | Ситовый состав, % | | | | |
|-----------------|-------------------|----------|----------|-----------|---------|
| | —3.м.м | —5+3.м.м | —7+5.м.м | —10+7.м.м | +10.м.м |
| 2 | 17,05 | 23,9 | 19,46 | 41,31 | 8,28 |
| 5 | 10,14 | 6,86 | 14,86 | 65,21 | 3,57 |
| 9 | 1,38 | 7,83 | 18,43 | 67,40 | 5,16 |

Таблица 2

Зависимость фракционного состава окатышей от скорости вращения барабана гранулятора при угле наклона 3—4°

| Скорость вращения, об/мин | Ситовый состав, % | | | | |
|---------------------------|-------------------|----------|----------|-----------|---------|
| | —3.м.м | —5+3.м.м | —7+5.м.м | —10+7.м.м | +10.м.м |
| 30 | 17,05 | 23,9 | 19,46 | 41,31 | 8,26 |
| 54 | 4,45 | 6,99 | 20,29 | 60,07 | 8,30 |
| 63 | 0,62 | 2,00 | 21,30 | 63,48 | 12,60 |

Таблица 3

Исследование прочности обожженных гранул различных размеров, кг/гр анул/Т=750°С, τ=1 ч)

| Компоненты | Размеры гранул, м.м | | | |
|--|---------------------|------|------|------|
| | +3 | +5 | +7 | +10 |
| Свинцовый концентрат филизчайской руды | 1,35 | 1,81 | 2,02 | 3,20 |
| Шихта | 2,42 | 2,94 | 3,41 | 3,86 |

Сопоставляя прочность обожженных окатышей с прочностью полученных после сушки, можно отметить, что при обжиге прочность гранул увеличивается приблизительно в 2,5—3 раза.

Учитывая, что сульфидные руды колчеданно-полиметаллических месторождений являются абразивными материалами, прочность окатышей проявлялась на взаимонстирании. Работа выполнялась на вибростите, а истираемость оценивалась по количеству образующейся пыли (вес. %). Результаты опытов приведены в табл. 4.

Таблица 4

| Фракция, м.м | Вес, г | Время перемешивания, мин | | | | |
|---------------------------|--------|--------------------------|-----|----|------|------|
| | | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| +10 | 30 | 27 | 23 | 23 | 20 | 20 |
| +7 | 65 | 61 | 59 | 56 | 59 | 55 |
| +5 | 40 | 45 | 45 | 47 | 47 | 48 |
| +3 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 |
| 0—1 | — | 2 | 8 | — | 15 | 18 |
| Прочность—истираемость, % | — | 1,3 | 5,3 | — | 10,6 | 13,1 |

Как видно, увеличение содержания пыли происходит за счет уменьшения крупной фракции, так как частицы размером >5 мм подвергаются большому истиранию и при вибрации за счет указанных фракций образуется пыль.

Выводы

1. Установлены основные параметры грануляции свинцового концентрата филизчайских полиметаллических руд с целью устранения пылеуноса.

2. Грануляция не требует добавок для повышения прочности гранул.

Литература

1. Шахтактинский Г. Б., Гулнев А. И., Талыблы А. И. и др. «ДАН Азерб. ССР», XXXII, 1976, № 2. 2. Рязанов В. П., Гурнев А. И., Борисенко В. Г. «Изв. вузов. Цветная металлургия», 1977, № 1. 3. Лоскутов Ф. М. Металлургия свинца. М., Металлургиздат, 1965. 4. Малышев В. П. и др. «Цветные металлы», 1968, № 11.

ИНФХ
АН Азерб. ССР

Поступило 11. XI 1977

И. Б. Шахтактински, И. Э. Шакаров, В. Ю. Бабаяев, А. И. Талыблы

ФИЛИЗЧАЙ ПОЛИМЕТАЛ ФИЛИЗИНДЭН АЛЫНАН ГУРГУШУН
КОНЦЕНТРАТЫНЫН ДЭНЭВЭРЛЭШДИРИЛМЭСИ ПРОСЕСИНИН ТЭДГИГИ

Мәгаләдә Филизчай полиметал филизиндән алынган гургушун концентратынын дәнэврлэшдирилмә шәранти тәдгиг едилмиш, алыммыш дәнэврләрин бәрклијинә, өлчүсүнә тәсир кәстәрән амилләр өјрәшилмишдир.

Тәдгигатын нәтичәләринә әсасән Филизчай полиметал филизиндән алынган гургушун концентратынын е'малы заманы тозланманын гаршысынын алыммасы вә технологи әмәлијатларын нормал кетмәсини тәмин едән дәнэврләрин алыммасы шәранти мүәјјәнләшдирилмишдир.

G. B. Shakhtakhtinsky, G. A. Shakarov, V. Y. Babayev, A. I. Talibly

THE INVESTIGATION OF THE PROCESS OF GRANULATION OF THE
LEAD CONCENTRATE OF THE FILIZCHAI POLY-METALLIC ORES

There were investigated the conditions of the granulation of the lead concentrate from the Filizchal polymetallic ores and studied the factors having influence on stability and formation of the granules.

As a result there were received the optimum conditions of formation of the granules promoting the proceeding of the technological process, there were also defined more precisely the possibilities of preventing of the dusting during the working over the lead concentrate.

УДК 001.5+547.15/17+661.7+547.247.547.562+616.006.04

БИОХИМИЯ

Академик АН Азерб. ССР Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, З. Г. ЗУЛЬФУГАРОВ,
Р. Н. РАГИМОВ, Г. В. ТЕПЛЯКОВА, Л. Ш. ЗУЛЬФУГАРОВА, П. С. МАМЕДОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИХ— ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ И РАДИОСЕНСИБИЛИЗИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЕНСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Высокая токсичность и слабо выраженная избирательность действия применяемых в настоящее время противоопухолевых препаратов настоятельно требуют расширения поиска новых [3, 4]. В этой связи представляют интерес селеносодержащие соединения. Довольно сильный ингибитор-антиоксидант селен обладает способностью подавлять окислительно-восстановительные процессы, а принцип торможения ферментативных реакций, как известно, является одним из наиболее актуальных в химиотерапии различных заболеваний [1,5—8].

В настоящей статье приводятся результаты эксперимента по установлению противоопухолевой активности и радиосенсибилизирующих свойств синтетического селеносодержащего соединения $C_{40}H_{52}O_4P_2Se$, приготовленного на основе производных фенола.

Изучение влияния указанного соединения на периферическую кровь и весовой коэффициент печени и селезенки здоровых животных показало, что оно оказывает небольшое угнетающее действие на эритропоз и значительно усиливает лейкопоз, не обладая другими резко выраженными токсическими свойствами.

Исследование прямого цитотоксического действия селеносодержащего препарата проводилось на перевиваемом штамме опухоли HeLa. Препарат вносился на уже сформировавшийся монослой, и результаты воздействия изучались через 24 и 48 ч.

Установлено, что препарат обладает определенным цитопатогенным действием. Через 24 ч после контакта опухолевых клеток с 1%-ным раствором препарата в растительном масле наблюдался частичный лизис опухолевых клеток (++). Лизированные участки были разбросаны по всему клеточному слою. Они отличались изменением нормальной формы и структуры клеток и увеличением зернистости протоплазмы. На этом фоне ядро клетки выглядело как бы опустошенным. Заметно изменялся pH среды.

Противоопухолевая активность *in Vivo* изучалась на асцитной опухоли Эрлиха мышей, опухоли яичников (ОЯ), саркоме М-1, карциносаркоме Уокера, карциноме Герена, альвеолярно-слизистом раке крыс. Опыты проводились на 57 мышах и 200 крысах. Препарат растворенный в оливковом масле, в дозах 60 и 600 мг/кг вводился в организм животного в течение 10 дней, начиная с 4—5-го дня после перевивки опухоли (солидные штаммы) внутривенно и на 3-й — подкожно (асцитные штаммы опухолей). Животные забивались на следующий

день после последнего укола (асцитные штаммы) и на 20-й после перевивки (солидные штаммы). В ходе опытов изучалась картина периферической крови и изменение среднего диаметра опухолей. После забивки животных вычислялись процент торможения роста опухолей, весовой коэффициент печени и селезенки, а также выживаемость животных.

При воздействии препарата в дозе 60 мг/кг накопление асцитической жидкости при асцитном раке Эрлиха мышей тормозилось на 31,1%, а опухолевых клеток на 43,3%. Выживаемость животных составляла в опыте 50% и в контроле 85,5.

Торможение роста саркомы М-1 крыс, наиболее устойчивой к воздействию химиотерапевтических препаратов, составляло 83,3%, альвеолярно-слизистого рака 34, карциномы Герена — 26. Препарат не действовал на карциносаркому Уокера и рак яичников крыс.

Увеличение дозировки препарата до 600 мг/кг тормозило накопление асцитической жидкости при асцитном раке Эрлиха мышей на 52%, опухолевых клеток на 75. Выживаемость мышей в подопытной группе составляло 50, в контроле 80%. При работе с крысинными штаммами опухолей резкой разницы в выживаемости между подопытными и контрольными животными не наблюдалось. Введение препарата не вызывало патологических изменений периферической крови и внутренних органов.

Этот же препарат, подвергнутый дополнительной очистке, в дозе 60 мг/кг обладал более сильным воздействием на асцитный рак Эрлиха мышей. Торможение накопления асцитической жидкости составляло 81,2%, опухолевых клеток — 50.

Изучение радиосенсибилизирующих свойств селеносодержащего препарата проводилось на белых крысах с перевитой карциносаркомой Уокера. Облучение начиналось на 4-й день после перевивки, когда средний диаметр опухолей составлял 0,9—1,2 см, и проводилось ежедневно в течение 10 дней местно при следующих условиях: аппарат РУМ-17, напряжение 180 кв, сила тока 15 ма, тубус 6×8 см, фильтры 0,5 мм Си и 1 мм Al, мощность дозы 133 р/мин, время 2 мин. Доза за одно облучение 266 р, суммарная — 2660.

Все животные с перевитой карциносаркомой Уокера были разделены на три группы: в первой им за час до облучения внутривенно вводили препарат, во второй они только облучались, в третьей — контрольной — не подвергались никакому воздействию.

Результаты опытов показали, что после пяти облучений рост опухолей в первой подопытной группе животных по сравнению с контролем тормозился на 47%, во второй на 15.

После 10 облучений торможение роста опухоли в первой группе составляло 70%, во второй 30. Выживаемость крыс в этих группах 100%, в контрольной все животные к этому сроку погибли.

Через пять дней по окончании лечения (на 26-й день после перевивки опухоли) средний диаметр последней в первой группе составлял 0,96 см, изъязвление опухолей наблюдалось в 14,2% случаев. Во второй группе средний диаметр опухолей доходил до 3,63 см, изъязвление опухолей — 100%-ное. Торможение роста опухолей в первой группе по сравнению со второй 73%.

Комбинация облучения и изучаемого препарата в предлагаемой дозировке не усугубляла токсического действия радиации на периферическую кровь и организм подопытных животных.

Как видно из результатов опытов, сочетанное применение рентгенооблучения (мелкое дробление доз) и изучаемого препарата значительно усиливает противоопухолевый эффект и повышает выживаемость животных.

емость животных. Эти данные получены на малочувствительном к данному препарату штамму опухоли. Таким образом, наблюдалось цитотоксическое действие селеносодержащего препарата на культуры клеток HeLa и FL и определенное противоопухолевое на ряд перевиваемых опухолей животных.

Препарат обладает хорошо выраженным радиосенсибилизирующим действием. Наибольшее накопление его в опухолевой ткани наблюдается при введении дозы за час до облучения.

Можно предполагать, что изучаемое соединение, являясь ингибитором-антиоксидантом, связывает свободные радикалы, появляющиеся в ходе ферментативных окислительно-восстановительных процессов в опухолевых клетках, особенно усиливающихся в процессе облучения, нарушает их метаболизм и задерживает тем самым опухолевый рост [6, 2].

Результаты, полученные при исследовании противоопухолевых и радиосенсибилизирующих свойств синтезированного селеносодержащего препарата, позволяют рекомендовать его для дальнейшего изучения.

Литература

1. Абдуллаев Г. Б., Теплякова Г. В. и др. Тез. докл. II Всесоюз. съезда патофизиологов, т. II, 1976, 137. 2. Бурлакова Е. Б., Алексеенко А. В. и др. Биоантиоксиданты в лучевом поражении и злокачественном росте. М., 1975. 3. Блохин Н. Н. и Энхартш. Лечение генерализованных форм опухолевых заболеваний. М., 1977. 4. Демидов В. П., Щорс Т. А. «Вопр. онкологии», т. XXIII, 1977, № 11. 5. Кавецкий Р. Е., Балицкий К. П., Векслер И. Г. и др. «Вопр. онкологии», т. XXIII, 1977, № 11. 6. Эмануэль Н. М., Липчина Л. П. «ДАН СССР», 121, 1958, № 1, 141. 7. Hamilton Y., Tappel A. L. Nutr., 7, 1963, 499. 8. Tappel A. L. Federation Proc., 24, 1965, 73.

ИНФХ АН Азерб. ССР

Поступило 24. II 1978

И. Б. Абдуллаев, З. И. Зулфугаров, Р. Н. Рагимов, Г. В. Теплякова,
Л. Ш. Зулфугарова, П. С. Мамедова

УЗВИ СЕЛЕН ТЭРКИБЛИ БИРЛЭШМЭНИН БИОКАТАЛИТИК—ШИШЭГАРШЫ ВЭ РАДИОСЕНСИБИЛИЗЭДИЧИ ХАССЭЛЭРИНИН ТЭЧРҮБЭДЭ ТЭДГИГИ

Мәгаләдә һејванлар үзәриндә апарылмыш тәчрүбә әсасында синтетик селен тәр-кибли үзви бирләшмәни мұхтәлиф пејвәнд ишләрә гаршы биокаталитик фәаллығы вә радиосенсибилизәдичи тәсири өјрәнилмишдир.

G. B. Abdullayev, Z. G. Zulfugarov, R. N. Ragimov, G. V. Teplyakova,
L. Sh. Zulfugarova, P. S. Mamedova

THE STUDY OF THE BIOCATALYTIC-ANTITUMOUR AND RADIOSENSITIZING PROPERTIES OF THE ORGANIC PREPARATION CONTAINING SELENIUM IN THE EXPERIMENT

The cytotoxic, antitumour and radiosensitizing effect of the synthetic selenium-containing organic preparation has been studied in this experiment.

The braking effect of the preparation on development of different retwisting stains of tumours has been found. The preparation didn't have influence on development of carcinosarcomas of Woker and cancer of the ovaries of the rats.

The study of the sensitizing effect of the preparation on the strain of carcinosarcoma of Woker with low sensibility, showed that the combined use of the X-ray radiation and the studied preparation considerably intensifies the antitumour effect and increases the survival rate of the animals.

УДК 547.564.4

МИКРОБИОЛОГИЯ

Ф. Н. МАМЕДОВ, МИРЗА МОВСУМ-ЗАДЕ, М. А. ГАДЖИЕВА,
С. А. ГАСАНОВА, Г. М. ИБРАГИМОВА, М. И. ШИХИЕВА, Я. М. КЕРИМОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ 1-(4-ТРЕТ-АЛКИЛФЕНОКСИ-3-АМИНО) ПРОПАНОЛОВ-2 В КАЧЕСТВЕ АНТИМИКРОБНЫХ ПРИСАДОК К СМАЗОЧНЫМ МАСЛАМ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. К. Ганиевым)

Нефтяные масла и топлива при хранении, транспортировке и эксплуатации подвергаются воздействию микроорганизмов. Для предотвращения микробиологического повреждения топлив и масел к ним рекомендуется добавлять такие химические вещества, как дифениламид, производные дифенилсульфида, соединения, содержащие мышьяк, олово, ртуть, нитрофурановые смолы, смесь этиленгликоля с монометиловым эфиром, четвертичные аммониевые соли и др. [1—4]. Несмотря на большой ассортимент антимикробных добавок, многие из них по ряду причин в настоящее время не находят практического применения. Проблема улучшения антимикробных свойств топлив и масел и поиск веществ, пригодных для этой цели, — неотложная задача исследователей.

Ранее нами изучены бактерицидные свойства некоторых алкилфеноксиаминоспиртов [5]. В данной статье излагаются результаты антимикробного действия алкилфеноксиаминоспиртов в маслах и композициях масел с присадками. Антимикробные свойства алкилфеноксиаминоспиртов в масле Д-11 определялись стандартными методами лабораторных испытаний по защите масел и смазок (ГОСТ 9. 052—75). Опыты проводились на твердой минеральной среде путем встряхивания на качалке и на твердой среде МПА и С/А при температуре 32—34°C. Визуальная оценка по окончании испытаний давалась исходя из наличия отсутствия роста грибов на образцах или вокруг лунки. Поражаемость образцов масла и топлива подсчитывалась в процентах, поверхность зоны угнетения микроорганизмов вокруг лунки — в сантиметрах (табл. 1).

Как видно из приведенных данных, многие из исследуемых соединений в концентрации 0,5—5% улучшают антимикробные свойства масла Д-11. Наиболее эффективным оказался 1-(4-трет-бутилфенокси-3-диэтиламино) пропанол-2, в присутствии которого рост микробов подавляется на второй день. При этом зона угнетения микробов достигает 0,8—4,0 см. В связи с этим 1-(4-трет-бутилфенокси-3-диэтиламино) пропанол-2 испытывался также в составе композиций присадок, не обладающих антимикробным действием [6] (табл. 2).

Как видно, добавление в композицию присадок 1%-ного эфираминоспирта придает им высокое антимикробное свойство. При этом все другие эксплуатационные свойства остаются без изменения (табл. 3). Дизамещенные аминоспирты антимикробными свойствами не обладают.

УДК 581.144:581.431

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Академик АН Азерб. ССР М. Г. АБУТАЛЫБОВ, А. А. МАРДАНОВ,
Т. С. ШИРВАНИ

БЕЛКОВАЯ СТРУКТУРА ВОЛОСКОВЫХ И БЕЗВОЛОСКОВЫХ КОРНЕЙ

Как известно, в питании растений решающее значение имеет поглощательная деятельность поверхностных клеток корня, осуществляющих первоначальный контакт корневой системы с наружной средой. Особое значение в поглощении веществ придается зоне дифференцированных клеток, образующих корневые волоски [5, 8, 9]. Однако до сих пор в литературе нет единого мнения относительно роли последних в поглощении веществ. Одни авторы считают корневые волоски основным аппаратом в поглощении веществ растением, другие, наоборот, придерживаются мнения, что их роль сводится к поглощению питательного раствора лишь при недостатке влаги в почве, когда требуется дополнительное увеличение сосущей силы корня [5]. О возрастании функциональной нагрузки на корневые волоски при ограничении подвижности питательного раствора и диффузии ионов в естественных условиях произрастания растений говорят исследования Н. Г. Потапова и Е. А. Карпова [10]. Такой функциональной нагрузки не испытывают корневые волоски, образовавшиеся в условиях влажной камеры, при поглощении корнем веществ из водного раствора. Хотя геометрическая поверхность корня с корневыми волосками в условиях влажной камеры и увеличивается более чем в 9—10 раз, однако его поглощательная активность по сравнению с корнем из водной культуры существенно не меняется, поскольку интенсивность поглощения единицей геометрической поверхности корней с волосками значительно снижается [2]. По другим данным [5], роль корневых волосков в поглощении веществ сводится в основном к увеличению общей поглощающей поверхности корневой системы.

С другой стороны, данные о неодинаковой направленности метаболизма в отдельных волосковых (трихобласты) и безволосковых (синбласты) клетках [11—13] и их ультраструктурных различиях [1] позволяют предполагать разнокачественность этих клеток в поглощательной деятельности.

Изучение ферментативной деятельности поверхностных клеток, в значительной степени определяющей характер поглощения веществ корневыми клетками, показало довольно высокую активность ряда ферментов, в том числе кислой фосфатазы, сукциндегидрогеназы, цитохромоксидазы [13], щелочной фосфатазы [11] в трихобластах по сравнению с безволосковыми клетками. Ферментативная активность поверхностной АТФ-азы наблюдалась только в трихобластах, у корней без корневых волосков она отсутствовала [11]. Корни растений из влажной камеры, образующие волоски, обладали большей поверхностной восстановительной активностью по сравнению с корнями из водной культуры, не имеющих корневых волосков [3]. Функциональ-

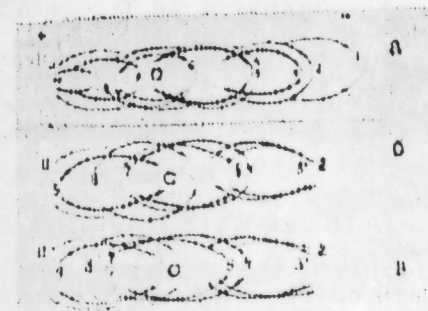
ная специализация эпидермальных клеток корня сопровождается повышенным содержанием белков, сокращением числа компонентов в спектре растворимых белков и изменением их электрофоретической подвижности [4].

Таким образом, вопрос о роли корневых волосков в поглощении веществ корнем не имеет однозначного ответа. Данными о неодинаковой направленности метаболизма в волосковых и безволосковых клетках, дающими основание предполагать разнокачественность этих клеток по поглощательной деятельности, за исключением вышеуказанных работ Эверс и Карпова, мы не располагаем. В этой связи было бы интересно сравнение белкового состава трихобластов и синбластов и выявление специфики их антигенных структур. Однако изучение антигенных структур волосковых и безволосковых клеток на современном уровне методических исследований растений практически неосуществимо, поэтому ограничимся выяснением специфики антигенного состава целых корней — волосковых и безволосковых.

Методика. Семена кукурузы сорта Закатальская улучшенная проращивали в темноте при 27° на влажной фильтровальной бумаге. Одну часть проростков с 1—2-см зародышевыми корнями переносили во влажную камеру, другую — на дистиллированную воду. Корни, выращенные во влажной камере, были густо покрыты корневыми волосками. Экстракцию суммарных растворимых белков из пятидневных волосковых корней и корней водной культуры проводили по ранее описанной методике [6]. Анализ антигенов волосковых и безволосковых корней осуществляли иммуноэлектрофоретическим методом [14] и реакцией двойной иммунодиффузии [15] с использованием антисыворотки к корню трехдневных проростков кукурузы. Антисыворотки получали внутримышечной иммунизацией кроликов свежесделанными экстрактами орня проростков с адьювантом Фрейнда „Disco“ США по предложенной нами схеме [6].

Сравнение иммуноэлектрофореграмм волосковых и безволосковых корней кукурузы, проявленных антителами к белкам корня трехдневного проростка, показало сходство антигенных спектров корней, выращенных во влажной камере и в водной культуре (рисунок). И в этом и в другом случае сыворотка к белкам корня трехдневного проростка, содержащая в себе антитела к белкам как трихобластов, так и синбластов (поверхность корня трехдневного проростка, выращенного на влажной фильтровальной бумаге, дифференцирована на волосковые и безволосковые клетки), выявила по семь антигенных компонентов. Один из них лучше проявляется в спектре волосковых корней, другие — безволосковых, что, по-видимому, объясняется различным количественным соотношением в суммарном белковом экстракте. Одинаковые белковые спектры обоих видов корней наблюдались и в реакции двойной иммунодиффузии.

Отсутствие качественных различий в антигенных структурах по-



Имуноэлектрофореграммы волосковых и безволосковых корней пятидневных проростков кукурузы. Проявлены антисывороткой к белкам корня трехдневного проростка.

В лунках: а — антигены корня трехдневного проростка; б — антигены волосковых корней; в — антигены безволосковых корней.

лосковых и безволосковых корней, по всей вероятности, есть результат того, что поверхностные клетки этих корней, которыми они собственно и отличаются друг от друга, и в этом и в другом случае — прежде всего клетки, осуществляющие первоначальный контакт с наружной средой и первичное поглощение ионов, т. е. клетки, обладающие одинаковой функциональной специализацией. Предполагается, что пассивные и активные механизмы ионного транспорта качественно одинаковы и у волосковых, и у безволосковых [7].

Применение в дальнейших исследованиях антител, направленных отдельно к белкам волосковых и безволосковых корней, позволит более детально изучить специфику их белковой структуры и ответить на вопрос, имеют ли специфические белки корни, поверхностные клетки которых оказались дифференцированными на трихобласты и синбласты, и корни, не имеющие корневых волосков.

Литература

1. Данилова М. Ф., Бармичева Е. М. «Бот. ж.» 55, 1970, № 9, 1261—1269.
2. Карпов Е. А. «ДАН СССР», 183, 1968, № 3, 730—732.
3. Карпов Е. А., Потапов Н. Г. «Физиология растений», 22, 1975, № 2.
4. Косулина Л. Г. Автореф. канд. дисс. М., 1971.
5. Колосов И. И. Поглощительная деятельность корневых систем растений. М., Изд-во АН СССР, 1962.
6. Марданов А. А., Абуталыбов М. Г., Ширвани Т. С. «Физиология растений», 22, 1975, № 3, 549—552.
7. Мельников П. В. Автореф. канд. дисс. М., 1974.
8. Обручева Н. В. Физиология растущих клеток корня. М., «Наука», 1965.
9. Потапов Н. Г. «Физиология с.-х. растений», т. 2, 1967, 5—89.
10. Потапов Н. Г., Карпов Е. А. «С.-х. биология», 8, 1973, № 1, 49—56.
11. Потапов Н. Г., Карпов Е. А. «С.-х. биология», 6, 1971, № 2, 242—250.
12. Avers C. J. Amer. J. Bot., 44, 1957, № 8, 686—690.
13. Avers C. J. Amer. J. Bot., 45, 1958, № 8, 609—613.
14. Skvaril P. Chem. Listy, 9, 1961, 1609—1080.
15. Ouchterlony O. Prog. in allergy, 5, 1958, 1—7.

Институт ботаники
им. В. Л. Комарова

Поступило 19. I. 1978.

М. И. Абуталыбов, Э. Э. Марданов, Т. С. Ширвани

ТҮКЧҮКЛҮ ВӘ ТҮКЧҮКСҮЗ КӨКЛӘРИН ЗУЛАЛ СТРУКТУРУ

Иммуноелектрофорез вә келдә икитат иммунодиффузия реаксиясынын көмәји илә түкчүклү вә түкчүксүз гаргыдалы чүчәртиләри көкләринин антиген структурунун иммунокимјәви чәһәтдән ошар олдугу ашкар едилмишдир. Бу да чох күман ки, бу тип көкләрин эпидермал һүчејрәләринин ејни функцияны ичра етмәләринин пәтичәсидир.

M. G. Abutalybov, A. A. Mardanov, T. S. Shirvani

THE PROTEIN STRUCTURE OF THE HAIR AND HAIRLESS ROOTS

Immunochemical similarity antigenic structures of hair and hairless maize seedling roots was shown with immunoelectrophoresis and double gel immunodiffusion. These root types are supposed to be characterized by the same functional specialization of their epidermal cells.

УДК 633.11:631.81

АГРОХИМИЯ

Член-корр. АН Азерб. ССР А. Н. ГЮЛЬАХМЕДОВ, Н. А. АГАЕВ, А. И. БАЕВА,
Э. А. МУГАНЛИНСКАЯ

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ И РАСТЕНИЯХ КУБА-ХАЧМАССКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

Проведенные исследования¹ показывают, что пахотный слой основных типов почв рассматриваемой зоны характеризуется наибольшим содержанием одного из микроэлементов — марганца, абсолютная величина валовой формы которого колеблется в значительных пределах. Так, если в горно-луговых дерновых почвах на его долю приходится 546,7 мг/кг почвы, то в солончаках — не менее 2000 мг/кг. Абсолютное содержание молибдена для всех типов представленных почв находится в первом минимуме и определяется значениями от 0,42 до 4,9 мг/кг.

В горно-луговых дерновых почвах микроэлементы в пахотном слое распределены следующим образом: марганца > бора > цинка > меди > кобальта > молибдена.

И все же, несмотря на то, что содержание марганца в пахотном слое этих почв по сравнению с другими микроэлементами довольно значительное, валовая форма его намного ниже кларка. То же самое отмечается и в отношении цинка. Исключение составляет бор — его валовое содержание почти втрое превышает кларк для почв. Содержание кобальта в пахотном слое горно-луговых дерновых почв также выше кларкового значения, тогда как меди и молибдена — одного с ним уровня.

Данные по содержанию подвижных форм (I и KNO₃ вытяжка, рН 3) микроэлементов в горно-луговых дерновых почвах показывают, что степень обеспеченности ими довольно низкая.

Так, несмотря на высокое содержание валового кобальта и бора, подвижные формы этих элементов составляет лишь 0,5 и 0,8 мг/кг почвы. Молибден имеет большую подвижность, и более 50% его валовой формы переходят в подвижное состояние (1,8 мг/кг почвы). Самой низкой подвижностью характеризуется марганец. Его количество определяется 2,2 мг/кг почвы, что составляет примерно менее 0,4% от всей валовой формы. Что касается цинка и меди, то величина их составляет соответственно 3,4 и 2,7 мг/кг почвы (средняя степень обеспеченности почв).

В связи с тем, что содержание подвижных форм микроэлементов в пахотном слое довольно низкое, немного их и в растениях, иными словами, содержание микроэлементов в растениях зависит от степени обеспеченности почв подвижной формой этих элементов.

В бурых горно-лесных почвах содержание валового марганца значительно выше, чем в горно-луговых дерновых, — около 1000 мг/кг.

¹ В выполнении работы принимали участие канд. с.-х. наук А. Х. Ниязов, А. В. Гянджемехер, А. М. Али-заде.

По количественному выражению валовых форм микроэлементов в данных почвах можно составить следующий убывающий ряд: марганец, цинк, медь, бор, кобальт, молибден. Этот ряд значительно отличается от такового для дерновых почв. Содержание марганца, бора, кобальта и меди превышает их кларки для почв, а молибдена и в меньшей степени цинка приближается к их уровню. В то же время содержание подвижных форм микроэлементов в данных почвах весьма низкое, особенно кобальта, молибдена, меди и марганца.

По принятой градации, бурые горно-лесные почвы имеют низкую степень обеспеченности указанными микроэлементами. Лишь в отношении цинка и бора можно сказать, что они отличаются средней степенью обеспеченности. По количественному содержанию в растительных образцах, приуроченных к данным почвам, микроэлементы составляют следующий ряд: марганца > цинка > меди > молибдена > бора > кобальта.

Горно-коричневые лесные маломощные почвы отличаются меньшими абсолютными величинами валовых форм микроэлементов в пахотном слое, чем бурые горно-лесные. По количеству валовых форм микроэлементов в пахотном слое этих почв располагаются в следующем порядке: марганца > меди > бора > цинка > кобальта > молибдена.

Для бора, кобальта и меди характерно высокое содержание — выше кларка. Уровень молибдена — в пределах кларковых значений, а марганца и цинка — намного меньше. Пахотный слой маломощных горно-коричневых лесных почв имеет весьма низкую степень обеспеченности подвижными формами марганца и кобальта и среднюю медью, бором, цинком и молибденом.

Что касается растений, то они обладают высокой избирательной способностью по отношению к молибдену, кобальту, цинку и меди. Коэффициент биологического поглощения марганца, как и в других случаях, весьма низкий и выражается сотыми долями единицы.

В случае горно-коричневых послелесных типичных почв отмечаются те же закономерности в содержании валовых и подвижных форм микроэлементов, а также в отношении растительных образцов, что и для горно-коричневых лесных маломощных. Различие заключается только в выражении абсолютных величин содержания микроэлементов в сторону их уменьшения.

В лугово-лесных глубинно карбонатных глееватых почвах валовый уровень микроэлементов аналогичен таковому в бурых горно-лесных. Здесь по абсолютному содержанию микроэлементов в пахотном слое почв составляется следующий ряд: марганца > цинка > меди > бора > кобальта > молибдена. Содержание марганца и цинка значительно ниже кларка, молибдена и меди — такое же, кобальта и бора — намного выше. Именно поэтому подвижным кобальтом почвы обеспечены слабо. То же самое можно сказать и в отношении меди и марганца. По количеству подвижного цинка лугово-лесные почвы имеют среднюю степень обеспеченности. В этой связи в растительных образцах отмечается довольно высокое содержание цинка, затем идут марганец, медь, молибден, бор и кобальт. Подвижность марганца в указанных почвах наиболее низкая, а молибдена — самая высокая.

В пахотном слое лугово-лесных измененных орошением почв наблюдается значительный сдвиг распределения валовых форм микроэлементов. По общему содержанию определяющее значение принадлежит группе тяжелых металлов. Валовые формы микроэлементов располагаются следующим образом: марганца > цинка > меди > кобальта > бора > молибдена. При этом содержание марганца, цинка и молиб-

дена значительно ниже кларковых величин, а других микроэлементов на одном уровне или выше. Однако только по содержанию подвижных форм цинка и бора в пахотном горизонте рассматриваемые почвы имеют среднюю степень обеспеченности. Что касается подвижных форм марганца, меди, кобальта и молибдена, то почвы относятся к категории с низкой степенью обеспеченности микроэлементами. По содержанию микроэлементов в растительных образцах на данных почвах можно составить следующий ряд: марганца > цинка > меди > молибдена > бора > кобальта.

В отношении молибдена растения на данных почвах обладают высокой избирательной способностью — коэффициент биологического поглощения приближается к единице. По сравнению с ранее рассматриваемыми почвами горные послелесные черноземы отличаются высоким содержанием валовых форм микроэлементов в пахотном слое. Количественное содержание микроэлементов значительно превышает кларк, за исключением цинка, величина которого несколько ниже кларкового значения. В то же время содержание марганца, кобальта, бора в два и более раз превышает кларк. Однако по наличию подвижных форм микроэлементов в пахотном слое и эти почвы в целом нельзя отнести к группе обеспеченных.

Лишь только по бору и молибдену почвы имеют среднюю степень обеспеченности. По другим микроэлементам с весьма низкой степенью подвижности почвы характеризуются слабой степенью обеспеченности. Коэффициент подвижности изменяется для различных микроэлементов от 4,6 до 0,13%. Самой низкой подвижностью в горных черноземных послелесных почвах обладает марганец. В связи с этим содержание элементов в растительных образцах мало чем отличается от описанных выше случаев. Исключение составляет медь, содержание которой достигает максимального значения — 6,8 мг/кг воздушно-сухой массы.

В горно-каштановых почвах наблюдается уменьшение количества валовых форм микроэлементов по сравнению с черноземами. Однако и здесь содержание отдельных микроэлементов довольно высокое. Это, в частности, относится к марганцу, бору и кобальту. Количество цинка и молибдена почти на уровне кларка, а меди — очень низкое.

По наличию подвижных форм микроэлементов самая слабая обеспеченность отмечается в отношении марганца, кобальта и в меньшей степени меди. Подвижным цинком, молибденом и бором почвы обеспечены средне.

По общему содержанию микроэлементов в растениях, приуроченных к горно-каштановым почвам, выделяется своеобразный ряд: меди > цинка > молибдена > марганца > бора > кобальта.

Сероземы характеризуются довольно низким содержанием валовых форм микроэлементов, особенно цинка, меди и молибдена. Валового бора в сероземах в 2 раза больше по сравнению с кларком. Значительно превышает кларк для почвы и содержание валового кобальта. Содержание марганца находится примерно на уровне кларка. Количество других микроэлементов в пахотном слое сероземов немного меньше кларковых значений. За счет меньшего содержания органического вещества марганец в сероземах обладает большой подвижностью, чем в горных черноземах и каштановых почвах. Однако несмотря на относительно высокую подвижность, сероземные почвы слабо обеспечены подвижным марганцем. По отношению к другим микроэлементам сероземы имеют среднюю степень обеспеченности подвижными формами микроэлементов. В растениях > меди > цинка > марганца > кобальта > бора > молибдена.

УДК 679.8.053

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

И. А. МЕХТИЕВ

РАСЧЕТ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ МЕЖДУ РАСПИЛОВОЧНОЙ РАМОЙ И ШТРИПСАМИ ПРИ ИХ НАТЯЖЕНИИ И СНЯТИИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. Н. Мамедовым)

При производстве облицовочных материалов или строительных изделий из природных твердых горных пород (гранит, мрамор, базальт, известняк) или из искусственных бетонных блоков важным звеном технологического цикла является распиловка блоков на тонкие пластинки. Указанный процесс осуществляется на камнераспиловочных станках, режущим органом которых является металлические рамы с натянутыми циклами (штрипсы).

Причины частых поломок металлических штрипсов, полотен, хомутов, застопоривания штрипсов, сброса блоков с вагонеток, срыва алмазных брикетов, искривления и отклонения штрипсов от вертикальной плоскости распила, чрезмерной деформации рам в большинстве случаев остаются неясными и порой объясняются неправильно.

Без понимания причин, вызывающих вышеуказанные явления, инженеру-конструктору трудно сконструировать станок, обеспечивающий долговечность и надежность работы и позволяющий получать полуфабрикат высокого качества.

Для успешного решения этой задачи необходимо всестороннее изучение как механизма резания и распила указанных материалов так и особенностей работы различных камнераспиловочных станков.

Настоящая статья посвящена исследованию напряженного состояния металлических рам камнераспиловочных станков и расчету перераспределения усилий, возникающих в них при натяжении и снятия штрипсов.

Как известно, натяжении штрипса способствует его строгой прямолинейности, устойчивости против прогиба по вертикали. При этом стойки рамы сжимаются, а в поперечных балках возникают изгибающие моменты. Безусловно, при жестких соединениях продольных и поперечных элементов изгибающие моменты появляются и в продольных балках. В целях упрощения расчета и обеспечения удобства использования в практических расчетах примем ряд ограничивающих условий и упрощений.

Во-первых, поперечные балки должны быть достаточно жесткими по горизонтальной рабочей плоскости, а прогиб в них совершенно ничтожным.

Узлы соединения примем шарнирными. В таком случае обеспечиваем работу стоек только на продольную сжимающую нагрузку.

При обеспечении этих условий рассмотрим задачу перераспределения усилий при натяжении. Как отмечалось, при натяжении на штрипсах появляются деформации на растяжение, а в стойках рамы деформации на сжатие. Выберем такой порядок натяжения одиночных и групповых пил, чтобы равнодействующая сила проходила

Наиболее богат валовыми формами микроэлементов пахотный слой типичных солончаков. Здесь содержание микроэлементов значительно превышает кларк даже в отношении молибдена, а по цинку приближается к нему. Валовый цинк достигает почти 200 мг/кг. Почти в 4 раза превышает кларк количество меди и бора. Содержание кобальта составляет 24 мг/кг почвы, что в 3 раза превышает кларковое значение.

В то же время количество подвижных форм микроэлементов в этих почвах весьма низкое. Низкой степенью обеспеченности подвижными формами характеризуются солончаки в отношении марганца, меди и кобальта, средней — для цинка, бора и молибдена.

На солончаках активно поступают в растения цинк, кобальт, марганец, бор, молибден и медь.

Таким образом, как показывают результаты наших исследований, пахотный горизонт различных почв Куба-Хачмасской зоны имеет довольно высокий запас валовых форм микроэлементов. Наибольшее количество микроэлементов в целом содержат горные черноземы, послелесные почвы и солончаки. В то же время по содержанию подвижных форм микроэлементов пахотный слой изучаемых почв чаще всего обеднен микроэлементами или имеет среднюю степень обеспеченности.

Институт почвоведения и агрохимии АН Азерб. ССР

Поступило 25. XI 1977

Ә. Н. Күләһмәдов, Н. А. Агајев, А. И. Бајева, Е. Ә. Муганлинскаја

АЗЭРБ. ССР ГУБА-ХАЧМАЗ ЗОНАСЫНЫН ЭСАС ТОРПАГ ТИПЛЭРИНДЭ ВЭ БИТКИЛЭРИНДЭ МИКРОЕЛЕМЕНТЛЭРИН МИГДАРЫ

Азерб. ССР Губа—Хачмаз зонасы эсас торпаг типлэринин экин гатында вэ биткилэринин тэркибиндэ микроэлементлэрин үмуми вэ мүтэхэррик формаларынын, һэмчинин мүтэхэрриклик коэффисентинин вэ биоложи удулмасынын өјрәнилмәси барәдә тәдгигат ишлэри апарылмышдыр.

Тәдгигат апарылмыш зонада торпаг типлэриндән асылы олараг, микроэлементлэрин дэјинширилмәси сырасы мүәјјән едилимшидр.

Биткиләрдә мүхтәлиф микроэлементлэрин биоложи удулмасы коэффисенти, эсасән, һәмин элементлэрин торпаглардакы мүтэхэрриклик дәрәчәсиндән асылыдыр.

Ајдын едилимшидр ки, Губа—Хачмаз зонасынын мүхтәлиф торпагларынын экин гаты, микроэлементлэрин үмуми формасынын еһтијаты илә эәкиншидр. Микроэлементләрлә ән јүксәк дәрәчә мәнә алтында чыхмыш даг-гара торпаглары вэ шоран торпаглар тәмин олунмушдур. Бүтүн буилара бахмајаг, тәдгигат апардыгымыз торпаглары микроэлементлэрин мүтэхэррик формасы илә ја чоһ эәиф дәрәчәдә вэ ја да орта дәрәчәдә тәмин олунмушдур.

A. N. Gulakhmedov, N. A. Agayev, A. I. Bayeva, E. A. Muganlinskaya

THE QUANTITY OF MICROELEMENT IN SOWING LAYER OF MAIN TYPE SOIL AND IN STRUCTURE OF PLANT IN GUBA-KHACHMAS ZONE OF AZERB. SSR

The research works aim are to define in sowing layer of main type soil and structure of plant in Guba-Khachmas zone of Azerb. SSR of the, general form, mobile coefficient and biology swallow of microelements.

The row of microelements in the soil and their biology swallow coefficient are determined by plant.

по центру поперечной балки, а реакции опор были равноправными. Обозначая деформацию в штрипсах $\Delta_{ш}$ и деформацию в стойках рамы Δ_p , составим уравнение равновесия k -го этапа:

$$\sum_{i=1}^{a-1} N_{ш_i}^{(k-1)} + \sum_{i=a}^b N_{ш_i}^{(k)} - \Delta_{p_k} \sum_{i=1}^{a-1} K_{ш_i} = R_p^{(k-1)} + \Delta_{p_k} K_p. \quad (1)$$

где a и b — номера первого и последнего штрипсов, натягиваемых на k -м этапе;

$N_{ш_i}^{(k-1)}$ — сила в штрипсе i на $(k-1)$ этапе;

$N_{ш_i}^{(k)}$ — сила в штрипсе, натягиваемом на k -м этапе;

$R_p^{(k-1)}$ — сила сжатия рамы, соответствующая $(k-1)$ этапу натяжения;

i — номера штрипса;

$K_{ш}, K_p$ — коэффициент жесткости соответственно штрипса на растяжение и рамы на сжатие. Значения его определяются

$$k = \frac{EE}{l}, \quad (2)$$

где E — модуль упругости штрипса или рамы;

F — площадь поперечного сечения растянутого или сжатого элемента;

l — длина растягивающего или сжимающего элемента.

Во время расчета можно учитывать изменения коэффициента жесткости штрипса и хомута.

Безусловно, если сечения хомутов и марок сталей будут различными, то в расчет следует внести коэффициент жесткости как для штрипсов, так и для хомута.

Решая уравнение (1), получим

$$\Delta_{p_k} = \frac{\sum_{i=a}^b N_{ш_i}^{(k)}}{K_p + \sum_{i=1}^{a-1} K_{ш_i}}. \quad (3)$$

Для выяснения связей между $k_{ш}$ и k_p и $\Delta_{ш}$ и Δ_p рассмотрим случай с одним штрипсом. При натяжении первого штрипса усилия в штрипсе и раме будут соответственно

$$N_{ш_1} = \Delta_{ш_1}, \quad (4)$$

$$R_p = k_p \Delta_p, \quad (5)$$

где $N_{ш_1}$ — усилие в первом штрипсе после его натяжения; R_p — усилие в стойках рамы после натяжения первого штрипса; $\Delta_{ш_1}$ — деформация первого штрипса при его натяжении; Δ_p — деформация стойки рамы при натяжении первого штрипса.

$$\alpha_1 = \frac{k_p}{k_{ш_1}}, \quad (6)$$

можем записать:

$$N_{ш_1} = \Delta_{ш_1} k_{ш_1} = \alpha_1 \Delta_p k_{ш_1}. \quad (7)$$

Если стойки рамы имели бы бесконечно большую жесткость, то Δ_p равнялась бы нулю и не было бы перераспределения сил.

Предположим, что после натяжения первого штрипса ликвидируем податливость рамы. Тогда штрипс подвергается дополнительному растяжению на Δ_p и общую деформацию его составят

$$\Delta_{ш_1} + \Delta_p.$$

Величина силы натяжения, обозначенная N_{ϕ} , будет равна

$$N_{\phi} = (\Delta_{ш_1} + \Delta_p) k_{ш_1}. \quad (8)$$

Сила N_{ϕ} является фиктивной, и ею будем пользоваться для объяснения механизма перераспределения.

Однако, как уже указывалось, фактическая деформация штрипсов равна $\Delta_{ш_1}$. В таком случае силу $N_{ш_1}$ можно рассматривать так, как будто в штрипсе в начале была сила N_{ϕ} , а затем, вследствие податливости рамы, она уменьшена на $\delta N_{ш_1}$, определяемую деформацией Δ_p . Таким образом, имеем

$$N_{ш_1} N_{\phi} - \delta N_{ш_1} = \Delta_{ш_1} k_{ш_1}, \quad (9)$$

потеря от податливости рамы составит $\delta N_{ш_1} = \Delta_p k_{ш_1}$.

Как видно, процесс сжатия стоек рамы приводит к потере усилий в штрипсах.

Зная значение деформации Δ_p , определим усилия в штрипсах:

$$N_{ш_1}^{(k)} = N_{ш_1}^{(k-1)} - k_{ш_1} \frac{\sum_{j=a}^b N_{ш_j}^{(k)}}{k_p + \sum_{j=1}^{a-1} k_{ш_j}}; \quad (10)$$

усилие в стойках рамы

$$R_p^{(k)} = R_p^{(k-1)} + k_p \frac{\sum_{j=a}^b N_{ш_j}^{(k)}}{k_p + \sum_{j=1}^{a-1} k_{ш_j}}. \quad (11)$$

При $k_{ш_1} = k_{ш_2} = \dots = k_{ш_a} = k_{ш}; N_{ш_a}^{(k)} = \dots = N_{ш_b}^{(k)} = N_{ш}^{(k)}$ получим

$$\Delta_{p_k} = \frac{(b-a+1) N_{ш}^{(k)}}{k_{ш}(a+a-1)}. \quad (3a)$$

Усилие в штрипсах и в стойках рамы

$$N_{ш_1}^{(k)} = N_{ш_1}^{(k-1)} - \frac{b-a+1}{a+a-1} N_{ш}^{(k)}, \quad (1Ca)$$

$$R_p^{(k)} = R_p^{(k-1)} \div \alpha \frac{b-a+1}{\alpha+a-1} N_m^{(k)}. \quad (11a)$$

Теперь рассмотрим случай, когда штрипсы снимаются или по какой-либо причине происходит их поломка, как это часто имеют место на практике, например, после k -го этапа.

Уравнение равновесия при обрыве или снятии штрипсов с номерами от a до b приобретает вид

$$\sum_{i=1}^{a-1} N_{m_i}^{(k-1)} + \Delta_{p_k} \sum_{i=1}^{a-1} k_{m_i} = R_p^{(k-1)} - \Delta_{p_k} k_p, \quad (12)$$

откуда

$$\Delta_{p_k} = \frac{\sum_{i=1}^{a-1} N_{m_i}^{(k-1)}}{k_p + \sum_{i=1}^{a-1} k_{m_i}}; \quad (13)$$

усилия в оставшихся штрипсах и на стойках рамы равны

$$N_{m_i}^{(k)} = N_{m_i}^{(k-1)} + k_{m_i} \frac{\sum_{j=1}^b N_{m_j}^{(k-1)}}{k_p + \sum_{j=1}^a k_{m_j}}, \quad (14)$$

$$R_p^{(k)} = R_p^{(k-1)} - k_p \frac{\sum_{j=1}^b N_{m_j}^{(k-1)}}{k_p + \sum_{j=1}^a k_{m_j}} \quad (15)$$

Как следует из выражений (14), (15), при снятии некоторого количества штрипсов усилия в оставшихся пилах возрастают, а на стойках уменьшаются.

При большой податливости рамы и увеличении общего количества штрипсов вследствие интенсивного перераспределения величина возрастания усилий может привести к обрыву оставшихся пил.

Из приведенного анализа становится ясным, насколько важна сегодня для производства оценка величины изменения усилий штрипсах и раме.

Институт геологии им. Губкина

Поступило 20. XII 1977

И. Э. Мехтиев

ШТРИПСЛЭРИН ДАРТЫЛМАСЫНДА ВӘ ЧЫХАРЫЛМАСЫНДА ЈАРАНАН
ГУВВЭЛЭРИН МИШАРЛАМА ЧӨРЧИВӘСИ ИЛӘ ШТРИПСЛЭР
АРАСЫНДА ПАЈЛАНМАСЫНЫҢ ҺЕСАБЛАНМАСЫ.

Мәғаләдә штрипсләр дартылдыгда вә чыхарылдыгда мишарлама чөрчивәсинин дајағларында вә штрипсләрдә јаранан гуввэләри һесабламағ үчүн ифадә алынмышдыр. Көстәрилмишдир ки, мүасир дашкәсэн дэкаһларын конструкцјасында гуввэләрин пајланмасы нәзәрә алынмышдыр.

I. A. Mekhtiev

THE CALCULATION OF THE REDISTRIBUTION OF FORCES BETWEEN
THE SAWED FRAME AND STRIPS AT THEIR TENSIONS AND REMOVAL

The formulas for the forces created on the supports of sawed frame and strips at their tensions and removal is obtained.

УДК 551.24

ГЕОЛОГИЯ

А. М. МАМЕДОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ АНТИКЛИНАЛЬНЫХ СТРУКТУР
ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКИХ РАЙОНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ
ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ

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

Всестороннее изучение грязевого вулканизма и объяснение его возникновения открывают широкую возможность для освещения таких принципиальных вопросов, как геотектоническое развитие районов, осложненных грязевыми вулканами, роль грязевого вулканизма в формировании и разрушении нефтегазовых залежей, направление сноса терригенного материала, причины разности мощностей кайнозойских глинистых отложений на крыльях структур, интенсивность и периодичность извержения грязевых вулканов, виды разгрузки жерла вулкана от накопившегося сопочного материала, источник газов грязевых вулканов и др. Судя по фактическому материалу, грязевые вулканы на земном шаре приурочены к погруженным частям впадин зоны альпийской складчатости, где в разрезе отложений палеогена и неогена имеется довольно мощная толща пластичных глинистых осадков.

Однако грязевыми вулканами поражены не все антиклинальные структуры этих впадин, даже несмотря на то, что в них имеются все те факторы, которые выдвигались исследованиями как необходимые для образования грязевых вулканов.

При рассмотрении причин, способствующих образованию грязевых вулканов в Азербайджане, нами тщательно исследовано более 160 антиклинальных структур — как пораженных, так и не пораженных грязевыми вулканами. При этом впервые установлено, что одним из основных и необходимых факторов возникновения грязевого вулкана является наклон (углы падения) крыльев с учетом тектонических особенностей антиклинальных структур [1, 2]. В грязевулканических районах Азербайджана грязевыми вулканами не поражены антиклинальные структуры с пологими ($<15^\circ$) и крутыми ($>50^\circ$) углами падения крыльев, состоящие из пород неогенового и палеогенового возраста. Грязевые вулканы приурочиваются к тем антиклинальным структурам, в которых хотя бы одно крыло залегает под углом $15-50^\circ$ с учетом тектонического положения другого (сброс, взброс, надвиг). Изменение углов падения крыльев может колебаться в пределах $\pm 3^\circ$.

Установлено, что возникновение грязевого вулкана происходит при:

- 1) наличии антиклинальной структуры с разрывными нарушениями;
- 2) участии в толще осадочных образований пластичных глин между пластами твердых пород;
- 3) залегании хотя бы одного из двух крыльев под углом $15-50^\circ$ с учетом тектонического положения второго крыла.

При отсутствии одного из этих трех факторов условия, способствующие возникновению грязевого вулкана, нарушаются.

Изучение геологических особенностей антиклинальных структур грязевулканических районов Азербайджана позволило нам дать их классификацию с точки зрения возможности образования грязевых вулканов.

С учетом наличия первых двух факторов антиклинальные структуры классифицированы по принципу залегания крыльев и тектоническим особенностям. Третий фактор сам по себе создает условия для движения пластичных глин по пластам из отдельных горизонтов глинистых отложений кайнозоя в ослабленную нарушениями присводовую часть антиклиналей.

При углах падения крыльев $<15^\circ$ и $>50^\circ$ сила, возникающая в результате разности геостатистических давлений горных пород на пластичные глины по площади структуры, будет недостаточной для того, чтобы передвинуть пластичную массу в сторону нарушенной зоны. Движение пластичных глин по площади структуры может охватить расстояние от оси антиклинали до оси примыкающих синклиналей.

Антиклинальные структуры делятся на два класса.

| Класс | Подкласс |
|---|---|
| I-структуры, пораженные грязевыми вулканами | а) оба крыла залегают под углом $15-50^\circ$ |
| | б) одно крыло залегает под углом $15-50^\circ$, а другое $<15^\circ$ |
| | в) одно крыло залегает под углом $15-50^\circ$, а другое $>50^\circ$ |
| | г) крыло, залегающее под углом $15-50^\circ$, приподнято или надвинуто на другое крыло, залегающее под углом $<15^\circ$ |
| II-структуры, не пораженные грязевыми вулканами | д) крыло, залегающее под углом $15-50^\circ$, приподнято или надвинуто на крыло, залегающее под углом $>50^\circ$ |
| | а) оба крыла залегают под углом $<15^\circ$ |
| | б) оба крыла залегают под углом $>50^\circ$ |
| | в) одно крыло залегает под углом $<15^\circ$, а другое $>50^\circ$ |
| | г) крыло, залегающее под углом $<15^\circ$, приподнято или надвинуто на крыло, залегающее под углом $15-50^\circ$ |
| | д) крыло, залегающее под углом $>50^\circ$, приподнято или надвинуто на крыло, залегающее под углом $15-50^\circ$ |

Структуры, входящие в I класс, отличаются возможностью образования в них грязевых вулканов, структуры II класса считаются неблагоприятными с этой точки зрения. Каждый из указанных классов состоит из пяти подклассов. Первые три подкласса обеих классов характеризуются тектонически спокойной обстановкой, а последующие два — осложненной.

Вопрос расчета разницы геостатистических нагрузок крыльев на горизонты пластичных глин кайнозоя в зависимости от углов падения крыльев структур может быть решен постановкой специальных экспериментальных работ.

Литература

1. Мамедов А. М. «ДАН Азерб. ССР», XXIII, 1967, № 8. 2. Мамедов А. М. Канд. дисс. Баку, 1969.

Институт геологии
им. Губкина

Поступило 6. XI 1977

Э. М. Мамедов

ПАЛЧЫГ ВУЛКАНЫ РАЙОНЛАРЫНДАКЫ АНТИКЛИНАЛ ГЫРЫШЫГЛАРЫН ПАЛЧЫГ ВУЛКАНЫ ЭМЭЛӘКӘТИРМӘ НӨГТЕЛІ-НЭЗЭРИНДӘН ТӘСНИФАТЫ

Азәрбајҗан палчыг вулканлары районунда 160 антиклинал гырышыг үзрә кеоложи сәнәдләрини тәдҗиги нәтиҗәсиндә палчыг вулканынын эмәлә кәлмәси нөгтеји-нәзәриндән, бу гырышыгларыни илҗ дәфә тәснифаты верилмишдир.

Азәрбајҗан палчыг вулканларынын эмәлә кәлмәси үчүн шәрәит јараныр. Палчыг вулканларынын эмәлә кәлмәси үчүн ашағыдакы үч әсәс амил ләзимишдир:

1) антиклинал гырышыгынын варлығы вә онун тектоник чәтләрлә позулмасы; 2) кәсәлшидә бәрк сүхурлар арасында јумшаг дилләрин олмасы; 3) антиклинал гырышыгынын һеч олмасы бир ганадынын $15-50^\circ$ бучаг алтында јатмасы вә дикәр ганадынын тектоник вәзијјәтинин нәзәрә алмаг шәрти.

A. M. Mamedov

CLASSIFICATION OF ANTICLINAL STRUCTURE OF MUDVOLCANIC AREAS IN AZERBAIJAN WITH STANDPOINT OF POSSIBILITY OF MUD VOLCANO FORMATION

As a result of investigation of the geological facts on 160 structures of mudvolcanic areas in Azerbaijan both affected and unaffected by mud volcano, were classified by us for the first time from the point of view of the possibility of mud volcano formation.

It is revealed that condition for the beginning of mud volcano are not created both in $<15^\circ$ angle and $>50^\circ$ limb bedding.

Mud volcano are formed in the presence of the following three factors:

1. The presence of anticlinal structure of dislocation with a break in continuity.
2. Participation in the strata of sedimentary formation of plastic clay among beds of hard rocks.
3. Bedding of one of two sides under of $15-50^\circ$ with the calculation of tectonic position of the second side.

УДК 550.42

ГЕОЛОГИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Член-корр. АН Азерб. ССР Э. Ш. ШИХАЛИБЕЯЛИ,
Э. Т. БАЯРАМАЛИБЕЯЛИ

**МАЦЕХСКИЙ ЭНДОГЕННЫЙ ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНОМАЛЬНЫЙ
УЧАСТОК КАК ПОГРЕБЕННАЯ РУДНАЯ ЗАЛЕЖЬ
(БЕЛОКАНО-ЗАКАТАЛЬСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)**

Выявление закономерностей распределения химических элементов в породах, слагающих стратиграфическую колонку региона, с установлением параметров концентрации их в эндогенном ореоле вокруг изученных рудных залежей является одним из основных этапов геохимических поисков скрытых аналогов этих месторождений. Качественно-количественное установление геохимических параметров рудогенных элементов в слагающих породах региона отражает геолого-геохимическое развитие территории от седиментационной до пострудной стадии, отвечающей современному геохимическому природному равновесию. Как известно [1, 3], эндогенный ореол вокруг колчеданно-полиметаллических месторождений Белокано-Закатальского рудного района обладает полиэлементным составом элементов-индикаторов (Cu, Pb, Zn, Co), степень концентрации которых по мере удаления от рудной залежи постепенно падает до геохимического фона (Г. Ф.) рудовмещающих пород. Для известных месторождений (Филлизчайское, Кацдагское, Катехское) установлены следующие эндогенные геохимические параметры первичного ореола рассеяния [1, 3]:

1. Эндогенные геохимические ореолы (ЭГО) вокруг рудных залежей указанных месторождений обладают полиэлементным составом элементов-индикаторов (Cu, Pb, Zn, Co), отражающим вещественный состав колчеданно-полиметаллических формаций руд.

2. В рудовмещающих глинистых сланцах, алевролитах, флигондах средней юры (верхний яалеп) полиэлементный ЭГО распространяется в лежащем боку рудной залежи до 30—50 м, а в висячем — до 10—20 м, за пределами содержания элементов-индикаторов соответствует ГФ.

3. В строении первичного ореола рассеяния установлена четкая зональность, обусловленная физико-химическими особенностями и диффузионно-инфильтрационным эффектом рудовмещающих пород и находящаяся в тесной взаимосвязи со стадией продуктивного рудообразовательного процесса. Вертикальная зональность ЭГО характеризуется наличием в надрудной толще Ba, As, редко Zn, Co, на уровне рудоносного горизонта — Cu, Pb, Zn, Co, а в подрудной толще — Cu, редко Pb, Zn, Co, степень концентрации которых увеличивается по мере приближения к рудной залежи. В ЭГО Mo не установлен.

4. Распределение в ЭГО рудогенных элементов подчинено логнормативному закону; устанавливается весьма существенная корреляционная связь между Cu—Pb, Ti, V, Cr (надрудная толща), Cu, Pb, Zn, Co, Ag (рудная) и Pb—Cu, Ti, V, Ni, Cr (подрудная).

На основании вышеприведенных геохимических информации производится четкая интерпретация эндогенного геохимического аномаль-

ного участка с точки зрения отнесения уровня эрозионного среза к соответствующему горизонту скрытой рудной залежи. Поэтому основная цель геохимических поисков ЭГО рассеяния скрытых рудных залежей сводится к оконтуриванию на дневной поверхности этого ореола или констатации его на глубине поисково-картировочным бурением.

Детальное исследование геохимических параметров слагающих пород структурно-формационных подзон — суть выявления геохимической, а отсюда и металлогенической их специализации.

Данная специализация в пределах Белокано-Закатальского рудного района установлена нами для верхнеюрских (L_3^{oxf-k7}) мергелей Вандамской структурно-формационной зоны. Указанные мергели приурочены к лежащему боку Нналдаг-Камерванского глубинного разлома и характеризуются наличием Cu, Pb, Ni с частотой встречаемости 100% (по 122 геохимическим пробам). Низкой частотой встречаемости обладают цинк (57,4%), кобальт (83,6%), молибден (40,0%), олово (30,0%), ванадий (79,0%). Распределение химических элементов подчинено логнормальному (медь, кобальт, никель, хром, титан, ванадий) и нормальному (свинец, цинк) законам с равномерным распределением их в указанных мергелях.

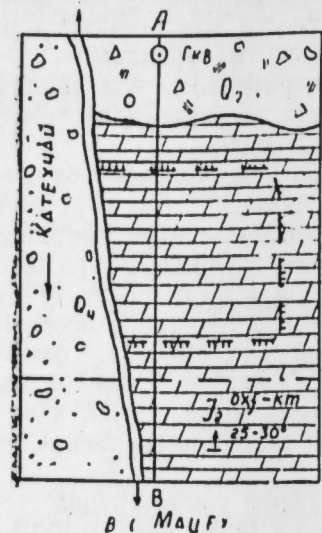
Относительно высокий коэффициент кларковых концентраций устанавливается для меди (2,3), свинца (6,4), титана (2,75) при их 100%-ной встречаемости. При низкой встречаемости (от 57,4 до 87,0) высокие кларковые концентрации имеют цинк (3,06), хром (30,0), ванадий (9,0). Несмотря на высокие коэффициенты кларковых концентраций меди, свинца, цинка, в карбонатной фации данной зоны корреляционные связи между этими рудогенными элементами отсутствуют. Весьма существенная положительная корреляционная связь в этих отложениях существует лишь между элементами семейства железа.

Данная геохимическая специализация отражает палеогеографические условия осадконакопления карбонатной фации верхней юры без существенных влияний вулканоплутонических постгидротермальных процессов. В постседиментационном этапе карбонатной фации существенная роль гидротермального процесса проявляется не только в локализации рудоносных растворов в пределах тектонических раздробленных перемятых зон и осевых частей складок, но и в обогащении рудогенными металлами их эндогенных ореолов.

Последнее подтверждается обнаруженным нами высокоаномальным участком эндогенного ореола рассеяния в указанных мергелях севернее с. Мацех, что отражает наличие на глубине скрытой рудной залежи. Эти породы по падению обнажаются вдоль дороги, ведущей от с. Мацех до Катехского колчеданно-полиметаллического месторождения. Мергели пестрого цвета, ороговикоподобные, но без признаков рудной минерализации. Они сложены в опрокинутую на юг (аз. пад. $0-10^\circ < 25-30^\circ$) изоклиналиную складку и обнажаются вдоль дороги на 200 м (рис. 1).

В приосевой части изоклиналиной складки видимой мощностью 100 м мергели обладают аномальными значениями: Cu — до 0,52%. Pb — 0,008%, Zn — 0,009%, а по мере удаления от ее оси на расстоянии 40—50 м содержание их соответствует значениям геохимического фона: 0,008; 0,003; 0,003%. Данный аномальный участок относится к эндогенным полиэлементным геохимическим ореолам рассеяния, образующимся вокруг известных колчеданно-полиметаллических месторождений Белокано-Закатальского рудного района. Приуроченность данного аномального участка к зоне Нналдаг-Камерванского глубинного разлома подчеркивает высокую перспективность этого участка в смысле обнару-

НА МАЦЕХСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ



РАЗРЕЗ А В

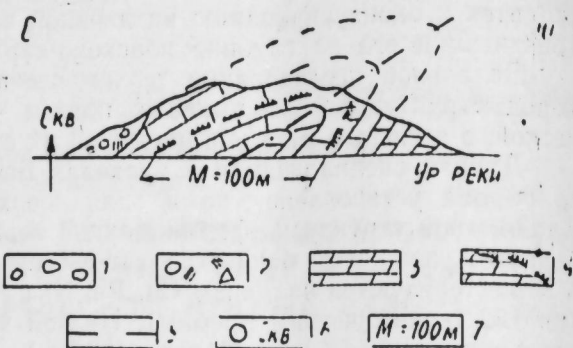


Рис. 1. Геолого-геохимическая карта Мацехской погребенной рудной залежи: 1 — аллювий р. Катехчай (Q_4); 2 — аллювиально-делювиальные отложения Q_2-3 ; 3 — плитчатые пестроцветные мергели ($L_2^{ок-кт}$) с геохимическим фоном: $Cu=0,008\%$, $Pb=0,003\%$, $Zn=0,003\%$; 4 — площадь развития ЭГО скрытой медно-полиметаллической залежи; 5 — ось изоклиальной складки; 6 — проектируемая колонковая скважина для установления до глубины 200 м скрытой медно-полиметаллической залежи; 7 — установленная ширина ЭГО.

жения на глубине в первичной рудогенетической структуре медно-полиметаллической залежи. Эндогенный ореол аномального участка на уровне современного эрозионного среза характеризуется постоянным наличием в рудовмещающих породах Cu , Pb , Co , Ti , Cr , V , а Zn устанавливаются с частотой встречаемости 68,0 и 48,0%. Ma , Zn в эндогенном ореоле не обнаружены.

Среднее значение коэффициента кларковой концентрации (по 25 пробам) в ЭГО составляет 43,5 (Cu), 5,2 (Pb), 1,6 (Zn). Распределение рудогенных элементов подчинено логнормативному закону. В ЭГО аномального участка четко устанавливается весьма существенная корреляционная связь между Cu , Ti , V , Cr , $Cu-Pb$ (рис. 2).

Вышеприведенные геохимические параметры Мацехского аномального участка подтверждают наличие на глубине 50—120 м скрытой медно-полиметаллической рудной залежи, имеющей на уровне современно-

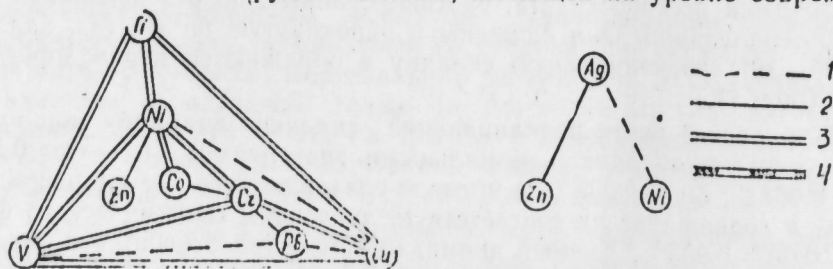


Рис. 2. Параметры корреляционных связей химических элементов на Мацехском эндогенном геохимическом аномальном участке: а — положительная корреляция; б — отрицательная (при $N=12$ пробам; $P=95\%$; $R > 0,59$): 1 — 0,4—0,5; 2 — 0,5—0,59; 3 — 0,59—0,7; 4 — 0,7—0,9

го эрозионного среза выход лишь надгрудной толщи. Параметры ЭГО последней соответствуют аналогичным параметрам колчеданно-полиметаллических месторождений Белокано-Закавказского рудного района. Расшифровка охарактеризованного аномального участка посредством бурения Управлением Совета Министров Азербайджанской ССР по геологии двух колонковых скважин с проектной глубиной 200 м сыграет огромную роль в прогнозировании рудоносности верхнеюрского карбонатного структурного этажа южного склона Большого Кавказа и его генетической связи с кимерийской металлогенетической эпохой.

Литература

1. Байрамалибейли Э. Т. «Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле», 1971, № 2. 2. Овчинников Л. Н., Григорян С. В., Баранов Э. Н. «Изв. вузов. Геология и разведка», 1973, № 10. 3. Султанов А. Д., Байрамалибейли Э. Т. «Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле», 1975, № 4. 4. Шихалибейли Э. Ш. Геологическое строение и развитие азербайджанской части южного склона Б. Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР, 1956.

Институт геологии им. Губкина;
Азербайджанская геолого-методическая
партия КИМСА

Поступило 10. XI 1977

Э. Ш. Шихалибейли, Э. Т. Байрамалибейли

МАЦЕХ ЭНДОКЕН КЕОКИМЈЭВИ АНОМАЛ САҲЭСИ КӨМҮЛМҮШ ФИЛИЗ ЈАТАҒЫДЫР (БАЛАКӘН—ЗАГАТАЛА ФИЛИЗ РАЈОНУ)

Мүәллифләр 1973-чү илдә Балакән—Загатала филиз рајонунда Јухары Јураны мерһел сүхурларында јүксәк дәрәҗәли эндокен кеокимјэви аномал (ЕКО) саһәси гејд етмишләр. Бу саһә Матсех кәндини шималында јерләшәрәк гапалы филиз јатағынын ЕКО олмасыны көстәрир. Иәмин саһәдә 2 әдәд газма буругларла кәшифјат апарылмасы Бөјүк Гафгазын чәнуб әразисиндә гапалы филиз јатағларынын ашкар олунмасында бөјүк рол ојнаја биләр.

E. Sh. Shikhalibeili, E. T. Bairamalibeili

ENDOGENOUS GEOCHEMICAL ANOMALOUS AREA OF MATZECH AS BURIED ORE DEPOSIT (BELOKAN-ZAKATALA ORE REGION)

In 1973 endogenous geochemical anomalous area of Matzch, containing a great amount of elements-indicators (Cu, Pb, Zn) was estimated by the authors in upper-Jurassic marl of the Belokan-Zakatala ore region.

The interpretation of this area by using of two core-drilling wells will be prominent in the recognising of latent pyrite-polymetallic deposits within the province of Major Caucasus south slope.

ТАРИХ

С. М. ОНУЛЛАҢИ

МАҢМУД НЭТЭНЗИ ВЭ ОНУН ЭСЭРИ ҺАГГЫНДА

(Азербайжан ССР ЕА академики Э. С. Сумбатзаде тәгдим етмишидир)

Сәфәвиләрин һакимијјәти дөврүндә баш вермиш һадисәләри гәләмә алмыш орта эср тарихчиләринидән бири дә Маһмуд бини Һидајәтулла Әфвәштен-јә¹ Нәтәнзидир. XVI эсрдә јашамыш мүүллиф ики чилддән ибарәт «Нәгавәт-әл-асар фи зикр-үл-әхјар» (мәшһур адамларын хәтирәләринә анд әсәрләр) әсәрини јазмышдыр.

Әсәрин бириччи чилди һ. 984-чү ил сәфәр ајынын 15-дән һ. 996-чы ил зүлгәдә ајынын 10-на гәдәр (15. V. 1576—2. X. 1588) олан һадисәләри (сәһ. 1—246), икинчи чилди исе Шаһ Аббасын (1587—1629) илк 11 иллик һакимијјәти дөврүнү әһәтә едир. (сәһ. 247—612). Бир сөзлә, әсәр Дин Мәһәммәд хан Өзбәкни Хорасанда мәғлубијјәти вә I Шаһ Аббасын һ. 1007 (1598)-чи илдә һераты алмасы һадисәсилә битир. Демәк олар ки, әсәрин јарысында чоху I Шаһ Аббасын һакимијјәти дөврүнә һәср едилмишидир.

Јеканә ики нүсхәси Теһранда (Теһран Университети китаханасы вә Гәдим Иран Музејиндә) сахланылан бу әлјазманын Теһран Университети китаханасында олан нүсхәси даһа мүкәммәлдир. Әсәрин јазылыб гуртармасындан 63 ил сонра, јә'ни һ. 1070 (1659—1660)-чи илдә көчүрүлмүш нүсхә әсасында Аслан хан бини Нәгди хан Шамлу һ. 1149 (1736—37)-чү илдә әсәри јенидән көчүрмүш вә һәмнин нүсхә әсасында 1971-чи илдә Теһранда нәшр олуимушдыр.²

Маһмуд Нәтәнзиниң һәјәт вә јарадычылығы һаггында лазыми гәдәр мә'лумат јохдур. Јалныз әлјазманын өзүндә кичик гејдләрә тәсәдүф етмәк олур. Кәнич јашларындан тарихи әсәрләр, дастанлар охумаға вә ше'р јазмаға һәвәс көстәрән мүүллифин 5 һиссәдән ибарәт ше'р диваны олмушдыр. Севкијә анд гәзәлләрдән ибарәт олан «Мәчәзијјә» вә «Гәјәт әл-мәчәз» адлы ики һиссә диваны хүсусилә марағлыдыр. Мүүллифин ше'р диванынын дөврүмүзә гәдәр кәлиб чатмасы һаггында һәләлик әлиминдә мә'лумат јохдур. Лакин әлјазмадакы ше'рләрин һамысыны (Хосров Дәһләвиниң бир бејт ше'риндән башға) мүүллиф өзү јазмышдыр. Маһмуд өзү дә гејд едир ки, бу китабдакы ше'рләрини топлајыб әсәр һалына салсалар ајрылыгда бир китаб олар.³

Һ. 998 (1590)-чи илдә әсәрини јазмаға башларкән мүүллифин 60 јашы вар иди. Белә олдугда онун 1530-чү илдә анадан олмасыны еһтимал етмәк олар. Әсәр јазылыб гуртараркән мүүллифин 69 јашы олмушдыр. Мүүллифин фикри I шаһ Аббасын һакимијјәти дөврүндә баш верән һадисәләри илбәил тарихи әсәриндә әкс етдирмәк иди. Лакин чох еһтимал ки, Маһмуд 69 јашында икән өлмүш вә әсәр јарымчыг галмышдыр. Мүүллиф өзү дә е'тираф едәркән гејд етмишидир ки, 69 јашында икән гочалыб тагәтдән дүшмүшдүр.⁴

Маһмуд Нәтәнзи бир сыра тарихи әсәрләрдән, сәнәдләрдән истифадә етмәклә јанашы, ағсаггалларын рәвәјәтләриндән дә фәјдаланмышдыр. Һ. 1001 (1592—93)-чи ил һадисәләриндән бәһс едәркән мүүллиф јазыр: «Мөвлана Чәләләддиндән⁵ ешитдим ки,»⁶ Маһмуд Нәтәнзи бир сыра һадисәләрә тәңгиди јанашмышдыр. Мәсәлән, о јазыр: «Вәли Султан

Түркманын зүлмү нәтичәсиндә Кашан о гәдәр харабалыға чеврилди ки, ипәк тохујан устәдлар әвәзинә һөрүмчәкләр тохучулуғла мәшғул олурду».⁷

Вә ја дикәр јердә гејд едир ки, Вәлихан Шамлунын оғлу Шаһвердибәј Султан Мәһәммәд дөврүндә 6—7 ил Нәтәнздә һакимлик етмиш, дағ башында 8 кушәли биһа тикдирмиш, һәмнин биһанын тикилишинә 12 түмән мәхарич сәрф едилдији һалда, әһалидән 120 түмән пул алмышдыр.⁸

Феодал зүлмү илә јанашы, әсәрдә әһалинин бијар ишләрә чәлб едилмәсини вә онлара едилән зүлмү дә мүүллиф е'тираф етмәк мәчбуријјәтиндә галмышды. Белә ки, һ. 1000-чи илин ахырларында (август, 1592) I шаһ Аббас Исфәһан әтрафында ова чыхыр. Шәһәр вә әтраф районлардан топланмыш хејли адам чанаварлары әтрафдан Чалә сијаһ адлы јерә топламалы олур. Мүүллиф јазыр ки, гишын сојуғунда хејли адам өлдү. Шаһ өз көзләрилә онлары көрдү. Өләнләрин һамысыны дәрәләрдә дәфи етдиләр.⁹

Сәфәви һөкмдары Султан Мәһәммәд һакимијјәтә кечдикдән сонра ајры-ајры Гызылбаш феодаллары мүстәғиллијә чан атыр вә мәркәзи һакимијјәтә табе олмагдан бојун гачырырдылар. Чүнки Султан Мәһәммәд дөвләт ишләринә е'тиһасыз јанашырды. Мүүллиф фарс дилиндә јаздығы бир бејт ше'рдә онун бачарыгсызлығыны белә тәсвир етмишиди: «Әкәр дүнија јерлә јексан олсајды, она бир баш түкү гәдәр тә'сир етмәзди».¹⁰ Мәһз буна көрә дә, I Шаһ Аббас һакимијјәтә кечдикдән сонра белә онлар әввәлки хасијјәтләриндән әл чәкмәјиб јенә мүстәғил һәрәкәт едир вә күнләрини ејш-ишрәтдә кечирирдиләр. Онларын Бә'зиси I Шаһ Аббаса гаршы чыхараг Килян һакими Әһмәд хан пәнаһ апарыр. Әһмәд хан әввәлләр онлары шаһа гаршы тәһрик едир. Лакин сонралар онлары тутуб шаһ Аббаса тәһвил верир. Шаһ Аббасын әмрилә онлар өлдүрүлүр.¹¹

Беләликлә, I Шаһ Аббас Гызылбаш әмирләрини ихтијаратыны мәһдудлашдырмаг вә Султан Мәһәммәдин һакимијјәти дөврүндә зәифләмиш мәркәзи һакимијјәти гүввәтләндирмәјә чәһд көстәрирди. Лакин бу һеч дә о демәк дејилдир ки, I Шаһ Аббас бә'зи Гызылбаш әмирләрини арадан галдырмаг вә ја онларын ихтијаратыны мәһдудлашдырмагла дөвләт вә һәрби ишләрдә иранлы үнсүрләрә үстүнлүк вермәк истәјирди. Әксинә, о мәркәзи һакимијјәти гүввәтләндирмәк мәгсәдилә бу тәдбирә әл атмышды. XVII эср боју јенә һәрби тәшкилатын вә еләчә дә әјәләт һөкмдарларынын әксәријјәти Гызылбаш феодал әјәнларындан ибарәт иди.

Маһмуд Нәтәнзи һадисәләри садаламагла кифәјәтләнмәјиб, бә'зән онлара өз мүнәсибәтини билдирир. 1586-чи илин әввәлләриндә Султан Мәһәммәдин оғлу Һәмзә Мирзә Османлы ордусу илә вурушмада мүвәффәгијјәт әлдә едә билмәјиб әһалијә Тәбризи тәрк етмәји әмр едир. Мүүллиф јазыр: «Бу әмрин тәбризликләр үчүн дөзүлмәз бир әмр олмасына бахмајараг онлар мәчбуријјәт гаршысында бу әмрә табе олдулар».¹² Шәһәри тәрк едәркән Һәмзә Мирзәнин әмрилә Гызылбашлар Тәбризин базар вә мәһәлләләринә од вуруб јандырыр вә шәһәри бүтүнлүклә харабалыға чевирирләр.¹³

Маһмуд Нәтәнзи феодал синфинә мәнсуб олдуғу үчүн орта эсрин әксәр тарихчиләри кими мүтәрәгги һәрәката мәнфи мүнәсибәт бәсләмишидир. Мүүллиф Мани вә Мәздәк, еләчә дә Һәсән Сәббанын башчылығы илә олан һәрәкатын башчыларыны, дикәр тәрәфдән, I шаһ Аббасын сијасәтинә гаршы чыхмыш вә һүруфилијин бир нөв давамчылары олан Нөгтәвиләр һәрәкатынын башчылары Хосров Гәзвини вә Јусиф Сәррачы да фырылдагчы һесаб етмишидир.¹⁴ Мүүллиф јазыр: «Бә'зи вахтларда бу

мүфсидләр (фасад төрәдәһләр—С. О.), динсизләр шејх вә күшәнешинлик палтарында фырылдагчылыг базарыны гызышдырыб, хурафат илә чаһилләри вә гафилләри јолдан чыхарырдылар. Онлар аллаһын кәламларыны, пејғәмбәрин һәдисини инкар едиб авам чамааты тәһлүкәдә гојуб сәркәрдан едирдиләр».¹⁵ Беләликлә, мүәллиф Мани, Мәздәк, ногтәвиллик кими мütәрәгги һәрәката мәнфи мүнәсибәт бәсләмишдир.

Гејд етмәк лазымдыр ки, Султан Мәһәмәдин һакимијјәти дөврүндә Сәфәви һөкмдарына гаршы һәр јердә мұхалиф бир һәрәкат башламышды. Ширванда Әбүбәкр Бүрһанын башчылыгы илә һәмәдан, Сәбзвар, Күһ Килүјәдә гәләндәрләрини II шаһ Исмајыл адилә үсјан тәшкил етмәси буна мисал ола биләр. Үсјанчылар һәм дә Сәфәви һөкмдары Султан Мәһәмәдин сијасәтиндән наразы оланлары өз әтрафына топлаја билмишләр. Белә ки, үсјаны јатырмагда Гызылбаш гошуну чәтниллик чәкирди. Сәбзварда гәләндәр тутулуб өлдүрүлүр. һәмәданда исә Гызылбаш әмири Солаг Һүсејн гошун чәкмәклә гәләндәрини башчылыгы илә башламыш үсјаны мәғлуб едә билмәјәчәјини јәгин едәрәк она табе олур. Нәһәјәт, гәләндәри алдадыб әлә кечирир. Ону Гәзвиндә дардан асырлар. Күһ Килүјәдә әһали гәләндәри шаһ е'лан едәрәк она шаһ гәләндәр ады верир. Гәләндәр Фарс әјаләтиндән Шуштшр вә Дезфула гәләндәр олан әразини әлә кечирир вә 6—7 ил һәмни маһалда мүстәгил һөкмранлыг едир. II шаһ Исмајылын адилә фәрманлар верир. Нәһәјәт, һәмзә Мирзәнин кәстәришилә Әфшар тајфасы гәләндәр вә онун тәрәфдарлары илә вуруша көндәрилик. Вурушмада гәләндәр ики оғлу илә әсир дүшүр. Султан Мәһәмәдин әмрилә Гәзвиндә онларын башларыны кәсирләр.¹⁶

Бәһс етдијимиз әсәрдә бир сыра фәрман вә рәсми мәктублар ејнилә дәрч едилмишдир. Бундан әләвә, орада елә фактлара раст кәлирик ки, онлара дөврүн дикәр мәнбәләриндә тәсәдүф етмәк олур. I шаһ Аббас һәлә һератда оларкән өзүнү шаһ е'лан етмиш, адына сиккә зәрб етдирмәклә јанашы, хүтбә охутдурмушдур.¹⁷

Һ. 999 (1590—91)-чи илдә I шаһ Аббас Исфаһана кедир. Бир нәфәр шәрбаф (јун, памбыг парча тохујан) 5 сәјјар тохучу дэзкаһы дүзәлтмишди. Уста-тохучу Исфаһанын Елчиһан мејданындан Нәгши Чаһан бағына гәдәр шаһын гошуну илә биркә һәрәкәт едир вә бу мүддәт әрзиндә јол кедә-кедә 2 зәрмәхмәл тохумушдур.¹⁸ Исфаһана анд дикәр бир мә'луматда дејилир ки, 1591-чи илин апрел ајында I Шаһ Аббасын әмрилә Исфаһанда Тәбризин Гејсәријјә базары кими бир базар тикилмишдир.¹⁹ Мүәллиф Тәбризин игтисади, сијаси вә стратежи әһәмијјәтини нәзәрә алараг ону тәкчә Азәрбајчанын дејил, һәм дә Иранын чырағы вә көзү адландырмышдыр.²⁰

XVI әсрин сонларында Азәрбајчанын бир һиссәсини ишғал етмиш Османлы ишғалчыларына гаршы вурушмада Сәфәви дөвләтинин мәғлубијјәтинин бир сәбәби дә бәзи Гызылбаш әмирләринин вәтәнә хәјанәт едәрәк дүшмән гүввәјә мејл кәстәрмәси иди. Әсәрдә гејд едилир ки, һ. 1000 (1591—92)-чи илдә Гызылбаш әмирләриндән Шаһгулу Султан Пијадә оғлу, Бәдр хан Әфшар вә Имамверди Султан Атланды Тәбриз һакими Чәфәр пашаја мәктуб јазараг, Шаһ Аббас гаршы мұхтәлиф мөвге тутдугларыны билдирмишләр. Бу мәсәләнин үстү ачылыр. I Шаһ Аббасын әмрилә онлардан ики нәфәри өлдүрүлүр, Имамверди Султан исә бағышланылыр.²¹

Әсәрдә верки топлајан мә'мурларын әһалијә етдији зүлм дә өз әксини тапмышдыр. Мүәллиф јазыр: «Верки топлајан мә'мурлар Нәтәнзин јохсул әһалисинә күндүзләр јемәк вә кечәләр јатмаг имканы вермирдиләр. Нәтәнз әһалиси бир јерә топлашараг I Шаһ Аббаса јерли һакимләрини вә верки топлајан мә'мурларын зүлмүндән шикајәт едирләр. Мәсәлә јохланылыр. Шакиләрин шикајәти дүзкүн иди. Шаһын әмрилә Нәтәнз

хәсә әмлака чеврилир вә илдә орадан топланан 2 мин түмән верки әвәзинә 300 түмән тә'јин олуноур».²²

Әсәрдә Хорасан әһвалаты, Әзбәк һөкмдары (Әбдүлмө'мин хан илә I Шаһ Аббас арасындакы мәктублашмалар вә бу мәктубларын сурәти ејнилә верилмишдир. Онлардан бири дә Әбдүлмө'мин ханын I Шаһ Аббаса өзбәк дилиндә јаздыгы мәктубдур. һәмни мәктуб дилчилик тарихи бахымындан хејли әһәмијјәтлидир.²³

Совет тарихшүнаслығында тәдгигата чәлб едилмәмиш бу әсәр орта әср тарихи илә мәшғул олан алимләримиз үчүн фајдалы ола биләр.

¹ Әфвәштә һазырда Нәтәнзин 2 километрлијиндә јерләшән кичик бир кәнддир.

نقاوة الآثار في ذكر الاخيار تأليف محمودبن هدايت الله افوشتهري نطنزی
بہتمام دکتر احسان اشراقی، تهران، ۱۳۵۰

Бу әсәр һаггында һәм дә бах:

Ч. А. Стори. Персидская литература. Перевел с английского, переработал и дополнил Ю. Э. Бертельс, М., 1972, часть II, сәһ. 865—867.

² Нәғавәт-әл-асар, сәһ. 10.

⁴ Јенә орада, сәһ. 244.

⁵ Мөвлана Чәләләддин вә онун әсәри һаггында бах: С. М. Онуллаһи: Чәләләддин Мәһәмәд мүнәччим Јәдди вә онун «Тарих-и Аббаси» әсәри һаггында. Азәрб. ССР ЕА-нын «Хәбәрләри» (тарих, фәлсәфә вә һүгүг серијасы), 1972, № 2, сәһ. 29—37.

⁶ Нәғавәт-әл-асар, сәһ. 492.

⁷ Јенә орада, сәһ. 230.

⁸ Јенә орада, сәһ. 396.

⁹ Јенә орада.

¹⁰ Јенә орада, сәһ. 73.

¹¹ Јенә орада, сәһ. 198, 393, 395.

¹² Јенә орада, сәһ. 204.

¹³ Јенә орада.

¹⁴ Јенә орада, сәһ. 510—512.

¹⁵ Јенә орада, сәһ. 514.

¹⁶ Јенә орада, сәһ. 114—120.

¹⁷ Јенә орада, сәһ. 250.

¹⁸ Јенә орада, сәһ. 374.

¹⁹ Јенә орада.

²⁰ Јенә орада, сәһ. 27.

²¹ Јенә орада, сәһ. 411—412.

²² Јенә орада, сәһ. 460—461.

²³ Јенә орада, сәһ. 408.

Тарих Институту

Алынмышдыр 26. XII 1977

С. М. Онуллаһи

МАХМУД НАТАНЗИ И ЕГО СОЧИНЕНИЯ

Одним из тех, кто описал события периода правления Сефевидов, является Махмуд Натанзи — историк XVI в. Его сочинение «Нагават ал-асар фи зикр-ул ахир» («Отборное из воспоминаний о знаменитых людях») состоит из двух частей и отражает события начиная с 15 мая 1576 г. и кончая 1598 г.

Известны два экземпляра этого сочинения, рукописи которого хранятся в Тегеране (библиотека Тегеранского университета и Музей Древнего Ирана). Вышедшее в 1971 г. в Тегеране это сочинение издано на основании рукописи, переписанной в 1660 г.

Махмудом Натанзи использованы исторические сочинения и документы того периода, приведены ценные факты по истории Азербайджана, Ирана и Средней Азии, которых нет ни в одном источнике описываемого времени. Особое внимание привлекает отражение феодального гнета и самоуправства кызылбашской знати. Однако, будучи представителем феодального класса, автор, как и многие другие историкографы, относился отрицательно к таким прогрессивным и антифеодальным движениям, как Мани, Маздака.

Немалый интерес представляют сведения о народных выступлениях против Сефевидов в Ширване, Хамадане и Сабзаваре.

Бу сәтирләри охујаркән 10 јашлы шаһын өзүнү чојашлы адамлар кими апармасы, бүтүн ишләрини куја онун өз рәји илә һәјата кечмәси фактлары тәәччүбә сәбәб олмаја билмир. Шүбһә јохдур ки, јухарыда адлары чәкилән вәзифә саһибләрини тәјинатында шаһын фәрманы олмушдур, лакини, фикримизчә 10 јашлы шаһ бу вәзифәләри мөтәбәр гызылбаш әмирләрини вә илк нөвбәдә ләләси Див Солтан Румлунун мәсләһәти илә һәмнин шәхсләрә вермишди.

932 (1526)-чи илдә Устачлу тајфасынын башчысы Көпәк Солтанын Румлу вә Тәкәли әмирләринә гаршы гијамы башлады. Мүәллиф көстәрир: «Көпәк Солтан ки, онун гејбәтиндә, өлкәсини бөлүшдүрдүләр, румлу вә тәкәлиләрә гаршы чыхыб рәчәб ајынын әввәлләриндә Халхалдан Солатнијјә кәлди». ⁸ Тәрәфләр арасында бөјүк дөјүш ша'бан ајынын 14-дә (мајын 26-да) Сәксәнчик адлы јердә баш верди. Устачлулар мәғлуб олуб Әбһәрә вә орадан да Тарома гачдылар. Бу гијамын сону барәдә Тәһмасиб билдирир: «Мән бу гәләбә хәбәрини Гәзвиндә ешитдим, онларын (үсјанчылары—С. Х.) бир чохунун башыны кәтирдиләр вә Гәзвиндә һәмнин башлардан мишарә дүзәлтдиләр». ⁹

Бу һадисәнин даваманы изләсәк көрәрик ки, мәғлуб едилмиш үсјанчылар јени гошула Чухурсәд (Ирәван) тәрәфә һәрәкәт едир вә Нахчыванда Арпачајын саһилләриндә рәгибләри илә тоггушурлар. 933 (1527)-чү ил рамазан ајынын 29-да (ијунун 30-да) устачлу тајфасы сон дәфә мәғлубијјәтә уграјыр. Көпәк Солтан исә һәлак олур. ¹⁰

Тәһмасибни рәвәјәтиндән ајдын олур ки, о, кичик јашларындан Гызылбаш тајфа ә'јанларынын әлиндә бир ојунчаг иди. Әввәлчә һакимијјәт Румлу, сонра да Тәкәли вә Шамлы әмирләрини әлине кечир. һәр дәфә торпаг саһәләри Гызылбаш феодаллары арасында јенидән пәјланыр, һәмчинин сарајда јүксәк вә кәлирли вәзифәләр дә һәмнин ә'јанлар арасында бөлүшдүрүлүрдү.

Беләликлә, шаһ Исмајылын вәфатындан сонра мәркәзи һакимијјәтин зәифләмәси илә әлағәдар Гызылбаш феодалларынын ганлы мүһарибәләри маһијјәт етибарилә мүһит торпаглар вә јүксәк мәгамлар үстүндә кедән ә'јанларын мүбаризәси иди.

«Тәзкирә»нин кириш һиссәси һ. 930—938 (1524—1532)-чи илләрдә баш вермиш һадисәләрдән бәһс едир. ¹¹ Сәфәви дөвләтиндә дахили гарышыглыглардан истифадә едәрәк Шейбаниләр Хорасана дәфәләрә басгын етмиш вә өлкәјә ағыр зәрәр вурмушлар. Тәһмасиб өзбәкләрә гаршы мүбаризәдән вә хүсусилә Чам әтрафында һ. 934 (1527—28)-чү илдә баш верән дөјүшдән данышыр. Лакини о, бу бөјүк вурушманын кедиши әвәзинә өз көрдүјү јухудан сөһбәт ачыр. ¹² Тәһмасиб Хорасаны дүшмәндән «пак едиб», һ. 935 (1528—29)-чи илдә Бағдада тәрәф јүрүш едир вә бириллик мүһасирәдән сонра шәһәри гијамчылардан азад едир. ¹³

«Тәзкирә» дә һ. 938 (1531—32)-чи илдә баш вермиш Гызылбаш әмири Үләма Тәкәлинин үсјанына вә онула бағлы һадисәләрә хүсуси диггәт јетирилр. Үләма Тәкәли шаһ Исмајылын дөврүндә, јасовул иди, ондан сонра јүксәлиб ешикағасы олду. Мән ону әмирлик рүтбәсинә гәдәр галдырдым вә Хорасана кедәркән ону Азәрбајчанын әмирүлүмәрасы етдим». ¹⁴

Үләма Тәбризи гарәт едиб, Вана вә орадан да Рума (Түркијә) га-

⁸ Тәзкирә-Шаһ Тәһмасиб, сәһ. 6.

⁹ Јенә орада, сәһ. 7.

¹⁰ Јенә орада, сәһ. 8—9.

¹¹ Јенә орада, сәһ. 1—16.

¹² Тәзкирә-Шаһ Тәһмасиб, сәһ. 10—12.

¹³ Јенә орада, сәһ. 12—13.

¹⁴ Јенә орада, сәһ. 16.

чыр. ¹⁵ Онун тәһрики илә Солтан Сүләјман (Хандкар) һ. 940 (1533—34)-чи илдә Азәрбајчана һүчум едир. һәсән бәј Румлунун көстәрдијинә көрә, Хандкар фәғәт бир нечә күндән сонра кери гајытмаға мәчбур олур. ¹⁶ Мүәллиф Хандкарын гызылбашлар үзәринә биричи һүчумунун сәбәбини јалныз Үләманын түркләри Азәрбајчаны тутмаға тәһрик етмәјиндә көрмүшдүр. ¹⁷ Фикримизчә, Хандкар јени сәфәви һөкмдарынын олдуғча чаван олмасындан, дахили үсјанлардан вә өзбәкләрин Хорасана һүчумларындан истифадә едәрәк, бу дөвләтин торпаглары һесабына әразисини кеншләндирмәк фикриндә олмушдур.

Гышы Бағдадда кечирән Хандкар о'бири ил Азәрбајчана 2-чи дәфә јүрүш етди. ¹⁸ Бу јүрүшүн сәбәби исә, мүәллифин көстәрдијинә көрә, Гази хан Тәкәлинин хәјанәти, гызылбаш шаһзадәси Сам Мирзәнин өз гардашы Тәһмасибә «јағы» олмасы, Хандкарын ону «оғуллуға» көтүрмәси олмушдур. ¹⁹

Румлуларын 2-чи һүчумунун тәсвириндән сонра, шаһ Тәһмасибни белә бир гејдини охујуруг: «Фитнә вә ашуб тамамилә арадан чыхды вә дүшмәнчилик алову сөндү. Бир мүддәт арадан достлуг олмадыса, говға вә дүшмәнчилик дә олмады... О вахта гәдәр ки, чәһаләти үзүндән Әлгас Мирзә бизимлә јағы олду». ²⁰ Солтан Сүләјманын Азәрбајчана 3-чү һәрби сәфәрини Тәһмасиб гардашы Ширван бәјләрбәјиси Әлгас Мирзәнин һ. 954 (1547—48)-чү илдә галдырдығы үсјанла әлағәләндирр. ²¹ Мә'лум олдуғу кими, түркләрин Азәрбајчана бу һүчуму да мүвәфғәијјәтсизликлә нәтичәләндир. ²²

Һ. 961 (1554)-чи илдә Хандкарын Азәрбајчана 4-чү һүчуму баш верр. ²³ Шаһ Тәһмасиб бу јүрүшүн сәбәбини о вахт Әрзрум һакими олан Искәндәр пашада көрүрдү. ²⁴ Бу јүрүш заманы Хандкар Нахчывана кими кәлиб чыхыр. ²⁵ Бу дәфә һәр ики тәрәфин разылығы илә сүлһ бағланыр. Шаһ Тәһмасиб јазыр: «Аллаһа шүкүр олсун ки, сүлһ баш тутду вә нечә илдир ки, мүсәлманлар раһат вахт кечириләр». ²⁶

Азәрбајчан тарихини һадисәләрә зәнкин олан дөвләриндән бирини әһатә едән «Тәзкирә-шаһ Тәһмасиб» әсәри Султан Бајәзидни Гәзвиндә гызылбашла тәрәфиндән һәбс едилмәсини тәсвир илә битир. ²⁷

«Тәзкирә»дә XVI әсрдә Азәрбајчанда бә'зи сәнәт нөвләрини инкишафына даир мә'лумата да раст кәлмәк олур. Мәсәлән, Үләма Тәкәлинин гијамындан бәһс едәркән Тәһмасиб јазыр ки, Маһир Тәбриз сәнәткарларындан күләбәтин сәнәтини өјрәнмәк үчүн бураја бир груп сарај кәһизләри кәндәрилмишди. ²⁸

«Тәзкирә»ни тәдгиг едәркән бир чох марағлы әһвалатлар вә тәсвирләрлә таныш олуруг. Әсәрдә шаһ Тәһмасиб өзүнү касыбларын һалына јанан, мүсәлманларын сәадәт вә рифаһындан өтрү данм чалышан бир һөкмдар тимсалында верир. Бунун сүбуту үчүн ашағыдакы чүмләләрә диггәт јетирмәк кифәјәтдир: «Ачизләрини вә рәијјәтин пәришанлығы вә

¹⁵ Тәзкирә-шаһ Тәһмасиб, сәһ. 17; Искәндәр бәј Түркман. Тарихи-аләм араји-Аббаси, Теһран, һ. 1334, сәһ. 51.

¹⁶ Тәзкирә-шаһ Тәһмасиб, сәһ. 17.

¹⁷ һәсән Румлу. Әһсәнүт-тәварих, Барода, 1931, сәһ. 247—252.

¹⁸ Әһсәнүт-Тәварих, сәһ. 256—260.

¹⁹ Тәзкирә-шаһ Тәһмасиб, сәһ. 35.

²⁰ Јенә орада, сәһ. 43.

²¹ Әһсәнүт-тәварих, сәһ. 319—321.

²² Тәзкирә-шаһ Тәһмасиб, сәһ. 43—55.

²³ Әһсәнүт-тәварих, сәһ. 377—379.

²⁴ Тәзкирә-шаһ Тәһмасиб, сәһ. 64.

²⁵ Јенә орада, сәһ. 71.

²⁶ Јенә орада, сәһ. 74.

²⁷ Тәзкирә-шаһ Тәһмасиб, сәһ. 80.

²⁸ Јенә орада, сәһ. 16.

вә сәркәрданлығындан үрәжим чох агрыҗыр».²⁹ Јахуд: Румлулар кедән-дән сонра»... Көрдүм ки, 20 пијада кәлир. Адам јолладым өјрәнсинләр ки, буилар кимдир? Дедиләр: Биз Хунус чамаатыҗыг, бизи гарәт етдиләр. Әкәр орада галсаҗдыг, ачындан өләрдик. Дијарбәкрә кетмәк үчүн кәлмишик... Әлгаса нифрәт етдим вә оиларын һалына ағладым».³⁰

Бу әсәр, истәр шаһ Тәһмасибни өзү тәрәфиндән, истәрсә дә диңкәр шәхс тәрәфиндән онун ады илә јазылмыш олса да, орта әср феодал тарихчиләринә хас олан тәрэдә шаһы әдаләтли, «јохсулларын һалына јанан» кими гүләмә верир.

Әсәри мütалиә етдикчә, орта әсрләр феодал шүүрунун гәтл вә гарәтә мејли, гана һәрислији вә с. гејри-һисани һадисәләр көзләримиз өчүндә чанланыр. Өлдүрүлән дүшмәиләрин башларындан миңәрә дүзәлтмәк,³¹ адамы дири-дири јандырмаҗ³² вә бу кими башга чәза тәдбирләри охучуда орта әсрләрдә феодал чәмијјәтинин үмуми мәнзәрәсини тәсәввүр етмәк имканы јарадыр.

Шаһ Тәһмасиб бу әсәри јарадаркән, башга тарихи әсәрләрдән, һабелә ешитмиш олдуғу бәзи мәлүматлардан да истифадә етмишидир. Бу барәдә ара-сыра онун өз гејдләри дә вардыр: «Искәндәрлә дөјүшдә өз әскәрләринин әли илә өлдүрүлән Даранын әһвалатыны данышдым».³³ «Бу әһвалаты мисал кәтирдим...»³⁴ «Тејмур тарихини нә заман охујур-думса...»³⁵.

Бу мәнбәнин гијмәтли чәһәтләриндән бири дә, орада бир чох јазышма вә мәктубларын мәзмуну, јахуд оиларын сүрәтинин верилмәсиндир. Буна мисал олараг, Ибраһим нашанын Шаһ Тәһмасибни анасы Бәјимә јаздығы мәктубун мәзмуну,³⁶ Хандкарын Тәһмасибә мәктубунун тәсвири³⁷, шаһ Тәһмасибни она чаваб мәктубунун сүрәтини³⁸ көстәрмәк олар.

Мүәллиф әсәрини јаздығы вахт тез-тез мүхтәлиф ше'р парчаларындан истифадә етмишидир. Низаминин³⁹, һафизини⁴⁰, Сә'динин⁴¹ ше'рләрилә јанашы, биз шаһ Тәһмасибни өзүнүн јаздығы мисраларла да гаршылашырыг. Оиларын арасында онун азәрбајчанча јаздығы 2 бејти хүсусилә диггәти чәлб едир:

«Һагдыр чаһанда мәдәдкар олан,
Гулуна јаман күндә гәмхар олан»⁴².
Һаваји кимсә султанлыг башармаз,
Нә султанлыг ки, чобанлыг башармаз»⁴³.

Беләликлә, илк мәнбә олмасы е'тибарилә «Тәзкиреји-шаһ Тәһмасиб» әсәринин елми әһәмијјәти бөјүкдүр. Шаһ Тәһмасибни вердији мәлүматлар Загафгазија, Јахын вә Орта Шәрг өлкәләри, хүсусилә Азәрбајчанын сијаси вә ичтиман тарихинин өјрәнилмәсиндән өтрү фәјдалыдыр.

Тарих Институту

Альмишидыр 12: V 1977

²⁹ Тәзкиреји-шаһ Тәһмасиб, сәһ. 54.

³⁰ Јенә орада, сәһ. 58.

³¹ Јенә орада, сәһ. 7.

³² Јенә орада, сәһ. 3.

³³ Јенә орада, сәһ. 24.

³⁴ Тәзкиреји-шаһ Тәһмасиб, сәһ. 23.

³⁵ Јенә орада, сәһ. 43.

³⁶ Јенә орада, сәһ. 25.

³⁷ Јенә орада, сәһ. 28—29.

³⁸ Јенә орада, сәһ. 29—31.

³⁹ Јенә орада, сәһ. 32.

⁴⁰ Јенә орада, сәһ. 32, 54, 55.

⁴¹ Јенә орада, сәһ. 36, 37, 52.

⁴² Јенә орада, сәһ. 32.

⁴³ Јенә орада, сәһ. 77.

С. А. Халилова

«ТЕЗКИРЕ-И ШАХ ТАХМАСИБ» И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИСТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА XVI В.

Историческое сочинение XVI в., известное под названием «Тезкире шаха Тахмасиба», носит характер памятных записей, мемуаров шаха Тахмасиба I, от лица которого ведется повествование. Мемуары касаются событий из истории Сефевидского государства начиная со вступления на тебризский престол шаха Тахмасиба I (1524) и кончая выдачей султану Сулейману его младшего сына Баязида, бежавшего к Сефевидам в Казвин (1561—1562 гг. н. э.).

Мемуары основаны помимо личных воспоминаний также на некоторых исторических сочинениях и сведениях, полученных от других участников событий. В тексте наряду со стихами Хафиза, Са'ади, приведены два бейта стихов самого шаха Тахмасиба, которые написаны на родном ему азербайджанском языке.

В статье на основе сопоставления сведений «Тезкире» с другими источниками периода впервые привлекается внимание к содержащимся в нем сведениям по истории Азербайджана XIV в.

S. A. Khallova

„TEZKIRE OF SHAH TAHMASIB“ AND SOME QUESTIONS OF THE HISTORY OF AZERBAIJAN IN THE XVI CENTURY

The article analyses the structure, content and character of a peculiar historical monument of XVI century known as „Tezkire of Shah Takhmasib“. The historical data of this source concerning the history of Azerbaijan are examined by comparing these ones with other historical works of that period.

УДК 180001

АРХИТЕКТУРА

Ф. Г. МАМЕДОВ

К АРХИТЕКТУРНЫМ СВЯЗЯМ АЗЕРБАЙДЖАНА И СЕВЕРНОГО КАВКАЗА (ТАТАРТУПСКИЙ МИНАРЕТ)

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

Архитектурные связи Азербайджана и Северного Кавказа — одна из интересных и малозученных проблем истории их культуры.

Остановимся на связях средневекового Азербайджана с архитектурной частью памятников тех областей Северного Кавказа, которые некогда входили в состав золотоордынского государства. При этом подчеркнем, что в различных районах Северного Кавказа, и в особенности в Дагестане, встречаются не только архитектурные сооружения, в которых очевидны черты, принципиально сходные с зодчеством средневекового Азербайджана, — типологическая общность, а также архитектурные формы, конструкции и декор, но и памятники, строительные надписи которых содержат имена мастеров — выходцев из городов Азербайджана¹. Однако здесь есть сооружения, в архитектуре которых черты эти следуют выявить и конкретизировать. К ним относится один из наиболее значительных памятников Северного Кавказа — так называемый Татартупский минарет, находящийся неподалеку от станции Змейской Кировского района Северо-Осетинской АССР².

Этот интересный памятник зодчества XIV в. — один из трех предположительно существовавших минаретов золотоордынского городища Верхний Джулат³. Минарет, стоящий с западной стороны не сохранившейся трапециевидной в плане Джума-мечети, представляет собой стройный кирпичный столб высотой около 20 м, который высится на постаменте, сложенном в комбинированной кирпично-каменной кладке⁴. Винтовая лестница в его стволе ведет на шэрэфэ—балкончик для муэдзина, поддерживаемый некогда развитым сталактитовым поясом, и продолжается в завершении минарета, вверху разрушенном. Лестницу освещают два щелевидных проема в стволе. Убранство минарета состоит из имитирующего куфическую вязь подбалконного декоративного пояса и вкомпонованных в кладку ствола под балкончиком и в ячейки сталактитов круглых и ромбовидных элементов.

¹ Шихсандов А. Р. Арабские строительные надписи Дагестана (XI—XVII вв.). «Уч. зап. Ин-та истории, языка и литературы им. Г. Цадасы», т. III. Махачкала; 1964; его же. Надписи рассказывают. Махачкала, 1969; Лавров Л. И. Эпиграфические памятники Северного Кавказа на арабском, персидском и турецком языках, ч. I (надписи X—XVII вв.). М., 1966.

² Семенов Л. П. Татартупский минарет. Дзауджикау, 1947; Виноградова В. Б. Тайны минувших времен. М., 1966, стр. 26—31.

³ Кузнецов В. А. Путешествие в древний Иристон. М., 1974, стр. 56.

⁴ Милорадович О. В. Средневековые мечети городища Верхний Джулат. «Мат-лы и исследования по археологии СССР», № 114. М., 1963; стр. 66—86.

Оригинальность архитектурного образа Татартупского минарета неоднократно привлекала внимание путешественников и ученых. Видный краевед, знаток истории архитектуры Северного Кавказа, а впоследствии и Азербайджана — И. П. Щерблякин отмечал необычность для зодчества Северного Кавказа облика этого памятника, а также другого не менее интересного и необычного для этих мест сооружения — мавзолея Борга-Каш⁵, в котором также прослеживаются черты, общие с зодчеством средневекового Азербайджана⁶. Он писал: «...совершенно особо стоят две другие постройки, расположенные на плоскости. Одна из них близ сел. Плиево; это мавзолей, носящий название «Борга-Каш». Вторая — минарет на левом берегу Терека, носящий название «Татартуп». Их внешний вид, форма арок, купола, рисунки показывают, что они строились иными людьми, иными народами, но отнюдь не ингушами. Связывать и отождествлять их с горными архитектурными постройками нет никаких данных. Они являются совершенно случайным явлением на местной территории и не оказали никакого влияния на стиль и характер горских построек»⁷.

Следующим опытом характеристики минарета, снабженным исчерпывающей полнотой перечнем литературных и иных источников, в которых он упоминался, является работа Л. П. Семенова «Татартупский минарет»⁸. Однако наиболее конкретное описание архитектуры памятника, а также тщательно выполненный его обмер содержит работа О. В. Милорадович, которая, по существу, и вводит этот примечательный памятник в научный обиход⁹. Отмечая возможные источники архитектурного образа Татартупского минарета, О. В. Милорадович наряду с некоторыми областями передневосточного региона (Средняя Азия, Дунайская Болгария, Армения и др.), упоминала и Азербайджан, а среди реальных его аналогов называла минарет Сыныхкала¹⁰. В недавню

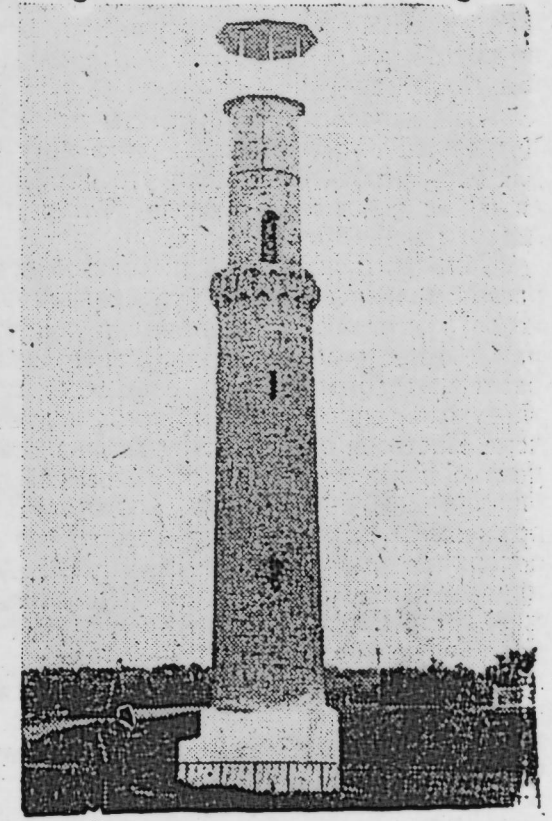


Рис. 1. Татартупский минарет (XIV в.). Современное состояние (фото автора).

⁵ Семенов Л. П. Мавзолей Борга-Каш. «Изв. Ингуш. НИИ краеведения», вып. I. Владикавказ, 1928, стр. 217—232; Виноградов В. Б. Ук. раб.; стр. 146.

⁶ Мамедов Ф. Г. К связям архитектуры Азербайджана и Северного Кавказа (мавзолей Борга-Каш). Мат-лы науч. конфер. аспирантов АН Азерб. ССР. Баку, 1976, стр. 316—324.

⁷ Щерблякин И. П. Искусство ингушей в памятниках материальной культуры «Изв. Ингуш. НИИ краеведения». Владикавказ, 1928, стр. 27.

⁸ Семенов Л. П. Ук. раб.

⁹ Милорадович О. В. Ук. раб.

¹⁰ Там же, стр. 86.

вышедший работе В. А. Кузнецова эта версия возникновения Татартупского минарета и его связи с зодчеством средневекового Азербайджана получают дальнейшее развитие: «...архитектурный образ Татартупского минарета, его стилистические особенности и типологические аналоги дают возможность наметить истоки этого редкостного сооружения. Минареты Средней Азии и Ирана заметно отличаются от Татартупского минарета. То же приходится отмечать и для минаретов средневекового Крыма и Волжской Болгарии. Поиски аналогий приводят нас в Азербайджанскую ССР, где мы находим действительно близкие минареты — как кирпичные, так и каменные — в ширвано-апшеронском круге азербайджанского зодчества (например, минареты ханеги на реке Пирсагат и Шихово близ Баку). Видимо, во время одного из своих набегов на Азербайджан золотоордынцы пригнали группу пленных мастеров-строителей, которые, используя местные строительные материалы, построили на Татартупе минарет в духе своих традиций. Такой же минарет (судя по остаткам) был ими воздвигнут на другом золотоордынском городище Нижний Джулат, в 30 км севернее Татартупа¹¹.

Взаимодополняющие цитаты из работ И. П. Щерблякина и В. А. Кузнецова, а также ссылка на работу О. В. Милорадович приведены для того, чтобы попытаться уточнить и конкретизировать содержащиеся в них положения о связи Татартупского минарета с зодчеством Азербайджана того времени.

Минареты ширвано-апшеронской архитектурной школы, с которыми рассматриваемый минарет сравнивали О. В. Милорадович и В. А. Кузнецов, составляют типологически общую группу, которая в многообразии форм этого функционального тождественного вида сооружений различных областей мусульманского мира четко локализована¹². Татартупский минарет от ее представителей отличает ряд характерных черт. Построен он, как уже упоминалось, из хорошо обожженного кирпича с применением рядов рельефной узорчатой кладки и покрытых бирюзовой поливой декоративных элементов. Минареты Ширвана сооружены из камня, и подобные приемы декора в них отсутствуют. Это положение не опровергает гипотезы В. А. Кузнецова, что Татартупский минарет построен мастером из Ширвана, вынужденным работать в «чужеродном» кирпиче. Известны случаи, когда средневековые мастера, работавшие в одном строительном материале и в определенных традициях, в силу обстоятельств создавали свои произведения в иной манере и из иного строительного материала. Убедительным примером служат Восточные ворота дворцового ансамбля ширваншахов в Баку, построенные мастером из Тебриза, где традиционным строительным материалом был кирпич¹³. Однако от минаретов ширвано-апшеронской группы Татартупский минарет отличают не только строительный материал, но и характерные черты общего облика, в частности подчеркнутая вытянутость пропорций и особенности архитектурного строя. Сопоставление их свидетельствует, что Татартупский минарет более строен, у него иначе и сильнее развиты формы ныне поврежденного сталактитового пояса-карниза; несомненно более высоким было и навершие.

Так же далек облик Татартупского минарета и от минаретов нахичеванской архитектурной школы, хотя и кирпичных, но композицион-

¹¹ Кузнецов В. А. Ук. раб.

¹² Бретаницкий Л. С. Зодчество Азербайджана XII—XV вв. и его место в архитектуре Переднего Востока. М., 1966, стр. 475; 477—479.

¹³ Усейнов М. А., Бретаницкий Л. С., Саламзаде А. В. История архитектуры Азербайджана. М., 1963; стр. 281—283.

но и архитектурно сильно различающихся. Это подтверждает сопоставление его с минаретами карабагларского комплекса и минаретами бывшего ансамбля в Нахичевани¹⁴. Минареты эти служили не столько своим прямым функциям — вышка для призыва к молитве или наблюдательный пункт, сколько для архитектурного акцентирования входа в пространственно развитые ансамбли, за что говорит их подчеркнута парадная композиция и богатство архитектурного убранства.

Стилистически наиболее близким аналогом Татартупского минарета в архитектуре средневекового Азербайджана является минарет, некогда стоявший неподалеку от Шамхора, — так называемый Шамхорский столп, датируемый XII—XIII вв. Минарет известен по зарисовкам Дюбуа де Монпер¹⁵ и Г. Гагарина¹⁶, а также по некоторым упоминаниям и описаниям, в частности по краткому А. Сухнова (XVII в.)¹⁷ и более обстоятельному Н. Флоровского (XIX в.). Послед-

ний писал, что «...самый достопримечательный из всех тамошних памятников древности есть Шамхорский столб, воздвигнутый среди равнин на левом берегу р. Шамхор, в 25 верстах от города, и открывающийся взором почти на 30 верст»¹⁸.

Не сохранившийся до наших дней Шамхорский столп, также построенный из кирпича, с Татартупским минаретом роднит характерные черты общего облика, в частности, пропорции ствола, формы развитого большого вылета сталактитового карниза, высокое навершие, своеобразный постамент, характер убранства, а также строение ствола минарета. Винтовые лестницы в стволах минаретов ширвано-апшеронского круга, как известно, завершались на уровне балкончика-шэрэфэ, в Татартупском подобная лестница продолжается и в навершии. Судя по описанию Н. Флоровского, так обстояло дело и в Шамхор-

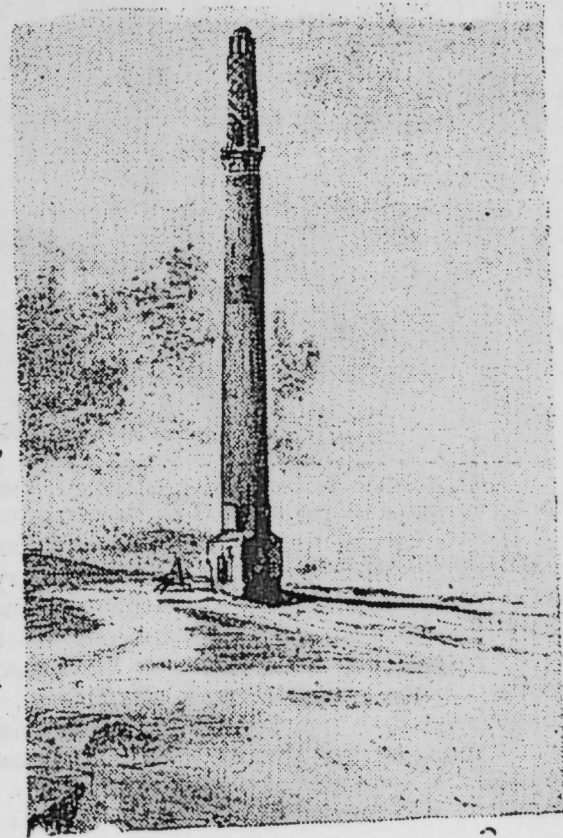


Рис. 2. Шамхорский столп (XII—XIII вв.). Рисунки Г. Гагарина.

¹⁴ Усейнов М. А., Бретаницкий Л. С., Саламзаде А. В. Ук. раб.; стр. 89—92; 192—137.

¹⁵ Бретаницкий Л. С. Ук. раб., стр. 91.

¹⁶ Усейнов М. А., Бретаницкий Л. С., Саламзаде А. В. Ук. раб.; стр. 74.

¹⁷ Проскинитарий Арсения Суханова. 1649—1653 гг. «Православно-палестинский сб.», VII, 1889; стр. 103.

¹⁸ Флоровский Н. Елизаветпольский округ. «Обозрение российских владений за Кавказом», ч. II. СПб., 1836; стр. 363—364.

ском столпе. В его описании есть также наблюдение, отмечающее явления, аналогичные нынешнему состоянию Татартупского минарета, давшего заметный крен:

Отмеченные особенности позволяют полагать, что оба минарета — Татартупский и Шамхорский столп — стилистически родственны и принадлежат к одному архитектурному типу и что несохранившееся завершение Татартупского минарета было таким же, как у Шамхорского столпа, т. е. своеобразным с арочными проемами «фонариком», служившим и наблюдательным пунктом, что в свое время предполагала и О. В. Милорадович¹⁹.

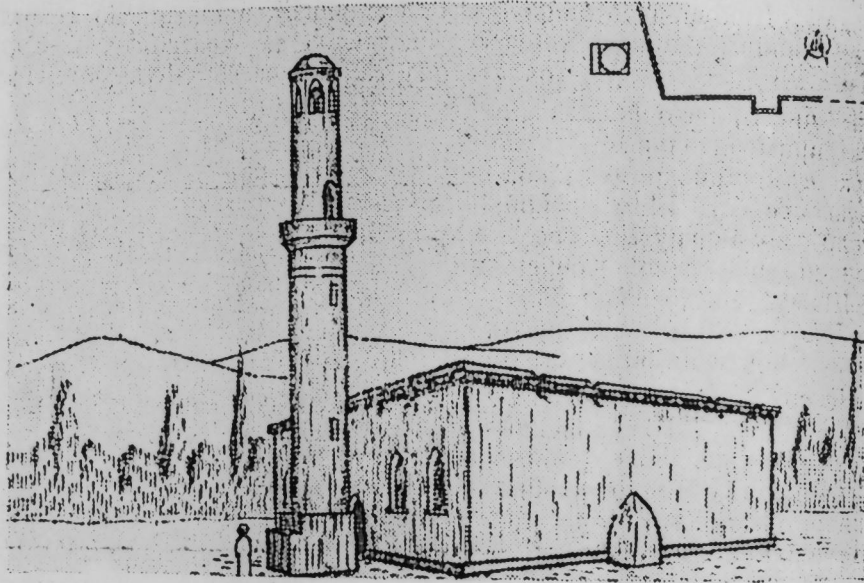


Рис. 3. Эскиз реставрации Татартупского минарета и верхнеджулатской Джума-мечети по обмеру плана О. В. Милорадович. (рис. автора).

Татартупский минарет интересен и ценен не только тем, что является реальным подтверждением архитектурных связей Азербайджана и Северного Кавказа в эпоху средневековья. В его архитектуре в известной мере нашли свое выражение черты арранской школы зодчества. Гипотеза о ее существовании была высказана М. М. Дьяконовым²⁰, но памятники этой школы, к сожалению, до настоящего времени не обнаружены²¹. К произведениям ее, видимо, принадлежал и Шамхорский столп, представления о котором позволяют воссоздать не только немногие упоминавшиеся воспроизведения и описания, но и его оригинальный архитектурный «пересказ» — Татартупский минарет.

Институт архитектуры
и искусства АН Азерб. ССР

Поступило 9. XII 1977

Ф. Г. Маммадов

АЗЭРБАЙҶАН ВЭ ШИМАЛИ ГАФҶАЗЫН МЕ'МАРЛЫГ ЭЛАГЭЛЭРИ (ТАТАРТУП МИНАРЭСИ)

Татартуп минарәсинин ме'марлыг хусусијјәтләри Шимали, ГафҶазын орта эр АзәрбајҶан ме'марлыгы илә әлагәләрини тәсдиғ едир. Бу әлагәләрин мөвчудлуғу XIX әсрин рәсмләриндән мә'лум олан Шамхор минарәсиндә (XII — XIII әсрләр) өзүнү га'барығ шәкилдә көстәрир.

¹⁹ Милорадович О. В. Ук. раб., стр. 72.

²⁰ Дьяконов М. М. Рецензия на книгу Щерблякина И. П. «Памятники азербайджанского зодчества эпохи Низами». «Истор. ж.» М., 1945; № 5, стр. 79.

²¹ Бретаницкий Л. С. Ук. раб., стр. 493—494.

F. G. Mamedov

ON ARCHITECTURAL RELATIONS BETWEEN AZERBAIJAN AND NORTH CAUCASUS

Architectural relations between Azerbaijan and North Caucasus in the medieval epoch represent a poorly studied and interesting problem of the culture history. In this connection, one of the notable monuments of the North Caucasus—Tatartup minaret (XIV cen.) in the North-Ossetic A. S. S. R. — deserves particular attention.

Architectural features of the minaret prove their relations with the medieval Azerbaijan architecture, in particular, with one of the supposed „arran“ architectural school—Shamkhor minaret (XII/XIII cen.), which is known by sketches of XIX century.

МҮНДЭРИЧАТ

Ријазийат

- К. и. Худавердијев. Бир синиф гејри-хэтти абстракт гиперболик тэн-
диклэр үчүн гојулмуш чохөлчүлү гарыныг мөсөлөнни тэдгиги 3
Ф. Нејман, Ј. Восмански. Төрәмәси (диференциалы) сабитишарәли
функцијалар (ардычылыглар) һаггында 8

Нәзәри вә ријазии физика

- Ј. Ә. Вердијев, К. А. Кәримов, Б. Ә. Рәчәбов. SO (3,2) де Сит-
тер группунуи тәсвирләринни нәзәријәсинә даир 13

Јарымкечиричиләр физикасы

- З. Ә. Искәндәрзадә, М. Р. Ахундов, Е. Ә. Чәфәрова, Е. Һ.
Абдуллајев, С. Н. Рәһимов, Д. Р. Глушкова, Р. М. Мәммәдов.
Al—SiO₂—nSi структурунуи електрик хәссәләр 17
Р. Н. Мейдизадә. Микромулсијаныи кинетик еффектинни тэдгиги-
нә даир 22

Нефтчыхарма

- А. А. Абдуллајев, А. М. Бајрамов. Чохлајлы нефт јатагларында
оптимал нефт чыхарылмасынни бә'зи мөсәләләринни һәлли /II/ 26

Физики кимја

- Д. Б. Тагыйјев, В. В. Харламов, З. Һ. Зүлфүгаров, Һ. М. Ми-
начев. Кристаллик вә аморф силикатлардан етилбензолун термодесорсијасы. 33
И. И. Сидорчук, А. А. Әфәндијев. Һәлледичиләрни тәбиәтинни
винилфосфон туршусунуи диетил ефиринә акрил туршусунуи сополимерләш-
мә реаксијасына тәсир 37

Нефт-кимјасы вә үзви синтез

- М. Р. Мусајев, С. М. Мирзәјев. Метилтенклопентадиен—1,3 изо-
мерләринни таразлыг тәркиби һаггында 40

Гејри-үзви маддәләрни технолокијасы

- Һ. Б. Шаһтахтински, Һ. Ә. Шәкәров, Б. Ј. Бабајев, Ә. И. Талыб-
лы. Филизчәј полиметал филизиндән алынған гургушунуи концентратынни дәнә-
вәрләшдирилмәси просесиини тэдгиги 44
Һ. Б. Абдуллајев, З. Һ. Зүлфүгаров, Р. Н. Рәһимов, Г. В.
Теплјакова, Л. Ш. Зүлфүгарова, П. С. Мәммәдова. Үзви селен
тәркибли бирләшмәнини биокаталитик шинә гаршы вә радиосенсибилизәдичи
хәссәләринни тәчрүбәдә тэдгиги 48

Микробиолокија

- Ф. Н. Мәммәдов, М. Мөвсүмзадә, М. Ә. Һачыјева, С. Ә.
Һәсәнова, Һ. М. Ибраһимова, М. И. Шыхыјева, Ј. М. Кәри-
мова. 1—/4-үчлүалкилфенокси-з-амино/ пропанолларын—2 антимиқроб типли
ашгар кими сүрткү јагларына тэдгиги 51

Биткиләрни физиолокијасы

- М. Һ. Абуталыбой, Ә. Ә. Мәрданов, Т. С. Ширвани. Түк-
чүклү вә түкчүкәүз көкләрни зүлал структур 54

Агрокимја

- Ә. Н. Күләһмәдов, Һ. А. Агајев, А. И. Бајева, Е. Ә. Му-
ғанлиискаја. Азәрб. ССР Губа—Хачмаз зонасынни әсәс торпаг типләрини-
дә вә биткиләриндә микроэлементләрни мигдары 57

Инишаат техникасы

- И. Ә. Мейдијев. Штрипсләрни дартылмасында вә чыхарылмасында
јаранған гүввәләрни мишарлама чәрчивәси илә штрипсләр арасында пајланма-
сынни һесаблинамасы 61

Кеолокија

- Ә. М. Мәммәдов. Палчыг вулканы районларындакы антиклинал гыры-
шыгларын палчыг вулканы әмәләкәтирмә нөгтеји-нәзәриндән тәснифаты 65

Филиз јатагларынын кеолокијасы

- Ә. Ш. Шыхәлибәјли, Ә. Т. Бајрамәлибәјли. Матсех ендокен
кеокијәви аномал сәһәси көмүлмүш филиз јатагыдыр (Балакән—Загатала фи-
лиз рајону) 68

Тарих

- С. М. Онуллаһи, Маһмуд Нәтәзи вә онун әсәри һаггында 72
С. Ә. Хәлилова. «Тәзкиреји-шаһ тәһмасиб» әсәриндә XVI әср Азәрбај-
чан тарихи илә бағлы бә'зи мөсәләләр һаггында 77

Архитектура

- Ф. Г. Мәммәдов. Азәрбајчан вә шимали Гафгазын ме'марлыг әләгәлә-
ри (татартуи мишарәси) 82

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- К. И. Худавердиев. Исследование многомерной смешанной задачи для одного класса нелинейных абстрактных гиперболических уравнений. 3
Ф. Нейман, Я. Восмански (ЧССР). О функциях (последовательностях), производные (дифференциации) которых знакопостоянны. 8

Теоретическая и математическая физика

- П. А. Вердиев, Г. А. Керимов, Б. А. Раджабов. К теории представлений группы де Ситтера $SO(3,2)$ 13

Физика полупроводников

- З. А. Искендерзаде, М. Р. Ахундов, Э. А. Джафарова, А. Г. Абдуллаев, С. Н. Рагимов, Д. Н. Глушкова, Р. М. Мамедов. Электрические свойства $Al-SiO_2-nSi$ -структур. 17

Механика

- Р. Н. Мехтизаде. К исследованию кинетических эффектов микроэмульсий. 22

Нефтедобыча

- Член-корр. АН Азерб. ССР А. А. Абдуллаев, А. М. Байрамов. О решении некоторых задач оптимизации нефтедобычи на пластовых нефтяных месторождениях. 26

Физическая химия

- Д. Б. Тагнев, В. В. Харламов, член. корр. АН Азерб. ССР З. Г. Зульфугаров, член. корр. АН СССР Х. М. Миначев. Термодесорбция этилбензола с кристаллических и аморфных силикатов. 33

- И. И. Сидорчук, А. А. Эфендиев. Влияние природы растворителей на сополимеризацию диэтилового эфира винилфосфоновой кислоты с акриловой кислотой. 37

Нефтехимический и органический синтез

- М. Р. Мусаев, С. М. Мирзоев. О равновесной смеси изомеров метилциклопентадена-1,3. 40

Технология неорганических веществ

- Академик АН Азерб. ССР Г. Б. Шахтахтинский, Г. А. Шакаров, Б. Ю. Бабаев, А. И. Талыблы. Исследование процесса грануляции свинцового концентрата филизчайских полиметаллических руд. 44

Биохимия

- Академик АН Азерб. ССР Г. Б. Абдуллаев, З. Г. Зульфугаров, Р. Н. Рагимов, Г. В. Теплякова, Л. Ш. Зульфугарова, П. С. Мамедова. Исследование биокаталитических — противоопухолевых и радиосенсибилизирующих свойств органического селенсодержащего препарата в эксперименте. 48

Микробиология

- Ф. Н. Мамедов, Мирза Мовсумзаде, М. А. Гаджиева, С. А. Гасанова, Г. М. Ибрагимова, М. И. Шихиева, Я. М. Керимова. Исследование 1-(4-трет — алкилфеноксигруппа)-3-амино) пропанолов-2 в качестве антимикробных присадок к смазочным маслам. 51

Физиология растений

- Академик АН Азерб. ССР М. Г. Абуталыбов, А. А. Марданов, Т. С. Ширвани. Белковая структура волосковых и безволосковых корней. 54
Агрехимия

- Член-корр. АН Азерб. ССР А. Н. Гюльяхмедов, Н. А. Агаев, А. И. Баева, Э. А. Муганлинская. Содержание микроэлементов в пахотном слое основных типов почв и растениях Куба-Хачмасской зоны Азербайджанской ССР. 57

Строительная техника

- И. А. Мехтиев. Расчет перераспределения усилий между распиловочной рамой и штрипсами при их натяжении и снятии. 61

Геология

- А. М. Мамедов. Классификация антиклинальных структур грязевулканических районов Азербайджана с точки зрения возможности образования грязевых вулканов. 65

Геология рудных месторождений

- Член-корр. АН Азерб. ССР Э. Ш. Шихалибейли, Э. Т. Байрамалибейли. Мацехский эндогенный геохимический аномальный участок как погребенная рудная залежь (Белокано-Закатальский рудный район). 68

История

- С. М. Онуллахи. Махмуд Натанзи и его сочинения. 72
С. А. Халилов. «Тезкире-и Шах Тахмасиб» и некоторые вопросы истории Азербайджана XVI в. 77

Архитектура

- Ф. Г. Мамедов. К архитектурным связям Азербайджана и Северного Кавказа (Татартупский минарет). 82

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В «Докладах Академии наук Азербайджанской ССР» помещаются краткие сообщения, содержащие законченные, еще не опубликованные результаты научных исследований, имеющих теоретическое или практическое значение.

В «Докладах» не публикуются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений, статьи полемического характера без новых фактических данных статьи с описанием промежуточных опытов без определенных выводов и обобщений, работы непринципиальные, описательного или обзорного характера, 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).

Статьи, помещаемые в «Докладах», не лишают автора права последующей публикации того же сообщения в развернутом виде в других изданиях.

2. Поступающие в «Доклады» статьи рассматриваются Редакционной коллегией только после представления их академиком по специальности. Каждый академик может представить не более 5-ти статей в год.

Статьи членов-корреспондентов Академии наук Азербайджанской ССР принимаются без представления.

Редакция просит академиков при представлении статьи указывать дату получения ее от автора, а также наименование раздела, в котором статья должна быть помещена.

3. В «Докладах» публикуются не более трех статей одного автора в год.

4. В «Докладах» помещаются статьи, занимающие не более четверти авторского листа—около 6—7 страниц машинописи (10 000 печатных знаков), включая рисунки.

5. Все статьи должны иметь резюме на английском языке; кроме того, статьи, написанные на азербайджанском языке, должны иметь резюме на русском языке и наоборот.

6. В конце статьи должны быть указаны название научного учреждения, в котором выполнена работа, и номер телефона автора.

7. Опубликование результатов работ, проведенных в научных учреждениях должно быть разрешено дирекцией научного учреждения.

8. Статьи (включая и резюме), должны быть напечатаны на машинке через два интервала, на одной стороне листа и представляются в двух экземплярах. Формулы должны быть вписаны четко и ясно, при этом прописные буквы должны быть подчеркнуты (черным карандашом) двумя черточками снизу, а строчные — сверху, букву греческого алфавита надо обводить красным карандашом.

9. Цитируемая в статье литература должна приводиться не в виде подстрочных сносок, а общим списком (вподбор), в алфавитном порядке (по фамилии автора), в конце статьи с обозначением ссылки в тексте порядковой цифрой. Список литературы должен быть оформлен следующим образом:

а) для книг: фамилия и инициалы автора, полное название книги, номер тома, город, издательство и год издания;

б) для статей в сборниках (трудах): фамилия и инициалы автора, название статьи, название сборника (трудов), том, выпуск, место издания, издательство, год, страница;

в) для журнальных статей: фамилия и инициалы автора, название статьи, название журнала, год, том, номер, (выпуск), страница.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются (за исключением отчетов и диссертаций, хранящихся в научных учреждениях).

10. На обороте рисунков должны быть указаны фамилия автора, название статьи и номер рисунка. Отпечатанные на машинке подписи к рисункам представляются на отдельном листе.

11. Авторы статей должны указывать индекс статьи по Унифицированной десятичной классификации (УДК) и прилагать реферат для «Реферативного журнала».

12. Авторы должны избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и в тексте статьи.

Ввиду небольшого объема статей выводы помещаются лишь в необходимых случаях.

13. В случае представления двух или более статей одновременно необходимо указать желательный порядок их помещения.

14. Корректурa статей авторам как правило не посылается. В случае посылки корректуры допускается лишь исправление ошибок типографии.

15. Редакция выдает автору бесплатно 15 отдельных оттисков статьи.

Сдано в набор 5/V 1978 г. Подписано к печати 6/X 1978 г. Формат бумаги 70×108^{1/16}. Бум. лист. 2,88. Печ. лист. 8,05. Уч.-изд. лист. 7,31: ФГ 17181: Заказ 829. Тираж 739. Цена 40 коп.

Издательство «Элм». 370143. Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание.

Типография АН Азербайджанской ССР. Баку, проспект Нариманова, 31.

