

168  
44, II

Азәрбајчан ССР  
Елмләр Академијасы  
Академия наук  
Азербайджанской ССР

ISSN 0002-3078

# МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

●  
ЧИЛД  
XLIV  
ТОМ



1988

СМБ

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

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

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

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

### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редак  
ваться п  
прежде, ч

Стать  
маются.

1. Ст  
СССР или

Стать

2. С  
очередн

ния пр

3.

4.  
не рас

5.  
также  
статье

назнач

6.  
полнен  
номер

К  
будет

7.  
к печ

редко  
экземп

тается

8.  
(6 ст

больш

включ

Вкле  
рису  
Текст

одни  
ны  
детал

должна  
странице. На обороте рисунков мягким карандашом указываются фамилии авторов, название статьи и номер рисунка.

*Академия Азерб. ССР*  
*Доклады*  
*№ 11 1988*

ит авторов руководство  
ознакомятся с ними

рассмотрению не принимаются.

представление члена АН

м. выше).

редакцией не принимаются.

инным поводом для вне-

сообщения и соображе-

редколлегии.

статьи на рецензию.

автора в год. Это правило

Академии наук Азерб. ССР.

должен поместить статью, а

классификации (УДК). К

двух экземплярах, пред-

ВИНИТИ.

ожждения, в котором вы-

сланный почтовый адрес и

с которым редакция

сообщает, что статья принята

и вновь рассматривается

вместе с первоначальным

с датой поступления счита-

ется.

ее 1/4 авторского листа

и библиография (не

должна превышать четырех,

на мелованной бумаге.

различия. Штриховые

линии, а даются на кальке.

экземплярах. Повторение

рисунков не допускается.

Рисунки должны быть

ясность передачи всех

деталей.

Подписи к рисункам

делаются на отдельной

странице. На обороте рисунков

мягким карандашом указываются

фамилии авторов,

название статьи и номер рисунка.

# МЭ'РУЗЭЛЭР ДОКЛАДЫ

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 12

А. Р. МАГОМЕДОВ

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УСРЕДНЕНИЯ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С МАКСИМУМАМИ**

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

Во многих задачах небесной и нелинейной механики исследуемые движения описываются такими дифференциальными уравнениями, в правых частях которых содержатся как медленно изменяющиеся, так и быстро осциллирующие слагаемые. Последние слагаемые сравнительно мало влияют на общий характер движений на большом промежутке времени. Процесс отбрасывания быстро осциллирующих слагаемых в правых частях дифференциальных уравнений получил название усреднения [1, 2, 3]. Системами нелинейных дифференциальных уравнений, допускающих усреднение, называют такие системы, которые после усреднения описывают достаточно точно медленные, так называемые эволюционные изменения параметров движения. Такие системы описывают многие колебательные процессы, близкие к периодическим движениям, параметры которых медленно изменяются.

В данной статье мы хотели выяснить, можно ли распространить результаты, полученные ранее в [2] для уравнений без запаздывания на обыкновенные дифференциальные уравнения с максимумами, то есть допускают ли усреднение эти уравнения.

**Постановка задачи.** Рассматривается система дифференциальных уравнений с максимумами следующего вида (в векторной форме)

$$\dot{y}(t) = \mu F(t, y(t), \max_{\tau \in [t-h, t]} y(\tau)) \quad (1)$$

где  $\mu > 0$  — малый параметр.

Предположим, что

1°. функция  $F(t, y(t), y_\tau(t)), y_\tau(t) = \max_{\tau \in [t-h, t]} y(\tau)$

ограничена для  $t \in [0, \infty)$ ,  $y, y_\tau \in D$ , т. е. существует некоторая область  $D$  и положительная постоянная  $M$  такая, что

$$\sup |F(t, y(t), y_\tau(t))| < M; \quad (2)$$

2°.  $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T F(t, y, y_\tau) dt = F_0(y, y_\tau); \quad (3)$

3°.  $|F(t, y', y'_\tau) - F(t, y'', y''_\tau)| < \varepsilon, \quad |F_0(y', y'_\tau) - F_0(y'', y''_\tau)| < \varepsilon, \quad (4)$   
 $y', y'_\tau, y'', y''_\tau \in D, \quad t \in [0, \infty).$

На основании этих условий докажем сначала вспомогательные леммы.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

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

© Издательство «Элм», 1988 г.

Лемма 1. Если функция  $F(t, y(t), y_\tau(t))$  удовлетворяют условию  $2^\circ$ , то для любой пары кусочно-постоянных функций  $\tilde{y}(t), \tilde{y}_\tau(t)$  имеет место соотношение

$$\lim_{\mu \rightarrow 0} \int_0^t F\left(\frac{S}{\mu}, \tilde{y}(S), \tilde{y}_\tau(S)\right) dS = \int_0^t F_0(\tilde{y}(S), \tilde{y}_\tau(S)) dS.$$

Доказательство. Пусть  $\frac{S}{\mu} = U, S = \mu U, dS = \mu dU$ . Тогда

$$\begin{aligned} \lim_{\mu \rightarrow 0} \int_0^t F\left(\frac{S}{\mu}, y(S), y_\tau(S)\right) dS &= \lim_{\mu \rightarrow 0} \mu \int_0^{\frac{t}{\mu}} F(U, y(\mu U), y_\tau(\mu U)) dU = \\ &= t \lim_{\mu \rightarrow 0} \int_0^{\frac{t}{\mu}} F(U, y, y_\tau) dU = t \cdot {}_0(y, y_\tau) = \int_0^t F_0(y, y_\tau) dS \end{aligned}$$

Отсюда

$$\lim_{\mu \rightarrow 0} \int_{h_1}^{h_2} F\left(\frac{S}{\mu}, y, y_\tau\right) dS = \int_{h_1}^{h_2} F_0(y, y_\tau) dS.$$

и

$$\lim_{\mu \rightarrow 0} \sum_1^{h_1} \int_{h_{i-1}}^{h_i} F\left(\frac{S}{\mu}, y_i, y_{i\tau}\right) dS = \sum_1^{h_1} \int_{h_{i-1}}^{h_i} F_0(y_i, y_{i\tau}) dS.$$

Таким образом лемма 1 доказана.

Лемма 2. Если функция  $F(t, y(t), y_\tau(t))$  удовлетворяет условию  $1^\circ$  при  $t \in [0, \infty)$ ,  $y, y_\tau \in D$  и  $y_n(t)$  являются решением системы

$$\dot{y}_n(t) = \mu_n F(t, y_n(t), y_{n\tau}(t)), \quad (5)$$

то из

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \mu_n = 0 \quad \text{и} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) = y^*(t) \quad \text{следует} \\ \lim_{\mu \rightarrow 0} \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu} - h, \frac{t}{\mu}\right]} y_n(\tau) = y^*(t), \end{aligned}$$

Доказательство. На основании (102) в [4] имеем при  $t > h$

$$\max_{\tau \in [t-h, t]} y_n(\tau) - y_n(t) \leq h \sup \dot{y}_n(t).$$

Тогда для любого  $t \in [t-h, t]$  справедливы следующие неравенства

$$\begin{aligned} \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} y_n(\tau) - y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) &\leq h \sup \dot{y}\left(\frac{t}{\mu_n}\right), \\ \dot{y}_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) &= \mu_n F\left(\frac{t}{\mu_n}, y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right). \end{aligned}$$

Тогда

$$\max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} y_n(\tau) - y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) < h \mu_n \sup F\left(\frac{t}{\mu_n}, y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right).$$

$$\begin{aligned} \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} |y_n(\tau) - y^*(t)| &\leq \left| y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) - y^*(t) \right| + \\ &+ h \mu_n \sup_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} \left| F\left(\frac{t}{\mu_n}, y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) \right| < \\ &< \left| y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) - y^*(t) \right| + h \mu_n M. \end{aligned}$$

Для любого  $t > 0$  и  $\varepsilon > 0$  выбираем  $N(\varepsilon, t)$  такое, что при  $n > N(\varepsilon; t)$  имеем

$$\mu_n < \min\left\{\left(\frac{t}{l_n}, \frac{\varepsilon}{2hM}\right), \left| y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) - y^*(t) \right|\right\} < \frac{\varepsilon}{2}.$$

Тогда

$$\max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} |y_n(\tau) - y^*(t)| < \varepsilon \quad \text{при} \quad n > N(\varepsilon; t).$$

Лемма 2 доказана.

Лемма 3. Если  $\lim_{n \rightarrow \infty} \mu_n = 0$  и  $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) = y^*(t)$  равномерно по  $t$  на  $[0, T]$ , то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS = \int_0^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS.$$

Доказательство. Оценивая разности

$$\int_0^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \int_0^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS,$$

получим

$$\begin{aligned} \left| \int_0^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{S}{\mu_n} - h, \frac{S}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \int_0^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right| &< \\ &< \left| \int_0^{\mu_n h} F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{S}{\mu_n} - h, \frac{S}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \right. \\ &- \int_0^{\mu_n h} F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \left. + \left| \int_{\mu_n h}^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{S}{\mu_n} - h, \frac{S}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \right. \right. \\ &- \left. \int_{\mu_n h}^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right|, \\ &\left| \int_0^{\mu_n h} F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{S}{\mu_n} - h, \frac{S}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \right. \\ &- \left. \int_0^{\mu_n h} F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right| < 2h \mu_n M. \end{aligned}$$

Пусть  $\delta(\varepsilon)$  такое, что при  $|y' - y''| < \delta$ ,  $|y^{*'} - y^{*''}| < \delta$  имеем

$$|F(t, y', y'') - F(t, \tilde{y}', \tilde{y}'')| < \frac{\varepsilon}{12T}$$

$$|F_0(y^{*'}, y^{*''}) - F_0(\tilde{y}^{*'}, \tilde{y}^{*''})| < \frac{\varepsilon}{12T}$$

Пусть  $\tilde{y}^*(t)$  -- кусочно-постоянная функция такая, что

$$|y^*(t) - \tilde{y}^*(t)| < \delta(\varepsilon) \text{ при } t \in [0, T].$$

Выбираем  $N(\varepsilon)$  такое, что при  $n \geq N(\varepsilon)$  имеем  $\mu_n < \frac{\varepsilon}{16Mh}$ ,

$$\left| y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) - y^*(t) \right| < \delta(\varepsilon), \quad \left| \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} y_n(\tau) - y^*(t) \right| < \delta(\varepsilon), \quad t \in [\mu_n h, T].$$

Для этого достаточно взять  $N(\varepsilon)$  такое, что при  $n \geq N(\varepsilon)$

$$\mu_n < \min \left\{ \left( \frac{\varepsilon}{16Mh}, \frac{\delta(\varepsilon)}{2Mh} \right), \left| y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right) - y^*(t) \right| \right\} < \frac{1}{2} \delta(\varepsilon).$$

Кроме того,  $N(\varepsilon)$  выбираем таким образом, чтобы при  $n \geq N(\varepsilon)$  выполнялось неравенство:

$$\left| \int_{\mu_n h}^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, \tilde{y}^*(S), \tilde{y}^{*''}(S)\right) dS - \int_{\mu_n h}^t F_0(\tilde{y}^*(S), \tilde{y}^{*''}(S)) dS \right| < \frac{\varepsilon}{4}, \quad t \in \left[ \frac{\varepsilon}{2M}, T \right].$$

Тогда

$$\left| F\left(\frac{t}{\mu_n}, y_n\left(\frac{t}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\mu_n} - h, \frac{t}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) - F\left(\frac{t}{\mu_n}, y^*(t), y^*(t)\right) \right| < \frac{\varepsilon}{12T}, \quad t \in [\mu_n h, T],$$

$$\left| F\left(\frac{t}{\mu_n}, y^*(t), y^*(t)\right) - F\left(\frac{t}{\mu_n}, \tilde{y}^*(t), \tilde{y}^{*''}(t)\right) \right| < \frac{\varepsilon}{12T},$$

$$|F_0(y^*(t), y^*(t)) - F_0(\tilde{y}^*(t), \tilde{y}^{*''}(t))| < \frac{\varepsilon}{12T}.$$

Следовательно,

$$\begin{aligned} & \left| \int_{\mu_n h}^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{S}{\mu_n} - h, \frac{S}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \int_{\mu_n h}^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right| \leq \left| \int_{\mu_n h}^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{S}{\mu_n} - h, \frac{S}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \int_{\mu_n h}^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y^*(S), y^*(S)\right) dS \right| + \left| \int_{\mu_n h}^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y^*(S), y^*(S)\right) dS - \int_{\mu_n h}^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \int_{\mu_n h}^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, \tilde{y}^*(S), \tilde{y}^{*''}(S)\right) dS \left| + \left| \int_{\mu_n h}^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, \tilde{y}^*(S), \tilde{y}^{*''}(S)\right) dS - \int_{\mu_n h}^t F_0(\tilde{y}^*(S), \tilde{y}^{*''}(S)) dS \right| + \left| \int_{\mu_n h}^t F_0(\tilde{y}^*(S), \tilde{y}^{*''}(S)) dS - \int_{\mu_n h}^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right| \right. \\ & \left. - \int_{\mu_n h}^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right| < \frac{\varepsilon}{12} + \frac{\varepsilon}{12} + \frac{\varepsilon}{4} + \frac{\varepsilon}{12} = \frac{\varepsilon}{2}, \\ & \int_0^{\mu} F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{S}{\mu_n} - h, \frac{S}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \int_0^{\mu} F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right| < \frac{\varepsilon}{2} \end{aligned}$$

Окончательно, при  $n \geq N(\varepsilon)$  имеем

$$\left| \int_0^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{S}{\mu_n} - h, \frac{S}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \int_0^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right| < \varepsilon$$

Таким образом, лемма 3 доказана.

Замечание. Мы могли получить наши оценки при  $t \geq \frac{\varepsilon}{2M}$ ,

так как при  $0 < t < \frac{\varepsilon}{2M}$  имеем

$$\left| \int_0^t F\left(\frac{S}{\mu_n}, y_n\left(\frac{S}{\mu_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{S}{\mu_n} - h, \frac{S}{\mu_n}\right]} y_n(\tau)\right) dS - \int_0^t F_0(y^*(S), y^*(S)) dS \right| < \varepsilon$$

при любых  $n$ .

Из следующей теоремы вытекает справедливость существования и единственности решений системы (1).

**Теорема.** Пусть функция  $F(t, y(t), y''(t))$  удовлетворяет условиям 1-3°. Допустим, что система

$$\dot{y}^*(t) = \mu F_0(y^*(t), y^*(t)) \quad (6)$$

имеет единственное решение, удовлетворяющее условию  $y^*(0) = y_0$ . Тогда, если  $y(t, \mu)$  есть произвольное решение системы (1), для которого  $y(0, \mu) = y_0$ , а  $y^*(t, \mu)$  есть решение системы (6), для которого  $y^*(0, \mu) = y_0$ , то для любых  $T > 0$  и  $\varepsilon > 0$  существует  $\mu_0$  такое, что если  $0 < \mu < \mu_0$  имеем

$$|y(t, \mu) - y^*(t, \mu)| < \varepsilon \text{ для всех } t \in \left[0, \frac{T}{\mu}\right].$$

#### Литература

1. Боголюбов Н. Н., Митропольский А. И. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. — М., 1958.
2. Красносельский М. А., Крейн С. Г. — УМН, 10, 3(16), 1955, с. 147—152.
3. Гребеников Е. А. Метод усреднения в прикладных задачах. — М.: Наука, 1986.
4. Рябов Ю. А., Магомедов А. Р. Дифференциальные уравнения с максимумами. Препринт № 75. — Баку: Институт физики АН АзССР, 1983.

Шемахинская астрофизическая  
обсерватория АН АзССР

Поступило 16.XII 1987

ОРТАЛАШДЫРМА ҮСУЛУНУН МАКСИМУМУЛУ ДИФФЕРЕНЦИАЛ  
ТЭНЛИКЛƏРЭ ТƏТБИГИ

Орталашдырма нəзəријјəсини тəтбиғ етмəклə максимумлу вə кичик параметрли ади дифференциал тэнликлəрини хəллəрини варлығы вə жəкəнəлији хаггында үч лемма вə бир теорем исбат олунур.

A. R. Magomedov

APPLICATION OF THE AVERAGING METHOD FOR THE  
DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH MAXIMA

On the basis of the averaging theory for the ordinary differential equations with the maxima and small parameter three propositions and one theorem on the existence and uniqueness of the solutions are proved.

Г. Г. КУЛИЕВ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ  
УПРУГИХ ВОЛН В ТЕЛАХ С НЕОДНОРОДНЫМИ  
НАЧАЛЬНЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ

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

Наличие начальных напряжений в теле сказывается на характеристиках (скорость, дисперсия, частота, направление вектора поляризации, глубина проникновения и др.) распространения упругих волн в нем. Исследованию различных аспектов этой проблемы посвящены многочисленные теоретические и экспериментальные работы, с обзором которых можно ознакомиться в [1—10]. Большие успехи достигнуты в теоретических исследованиях с применением трехмерной линеаризованной теории, когда начальные напряженные состояния в теле являются однородными [2—4,7]. Имеются отдельные работы [8, 10], посвященные этой теме в случае частотного вида неоднородного начального напряженного состояния.

Несмотря на большое теоретическое и практическое значение, особенности распространения упругих волн при произвольных начальных неоднородных напряженно-деформированных состояниях не исследованы. В данной статье на основе трехмерной линеаризованной теории исследованы в общем виде изменения скоростей распространения продольных и поперечных объемных упругих волн для сжимаемых и несжимаемых материалов с произвольными упругими потенциалами при малых и больших начальных неоднородных деформациях.

С математической точки зрения рассматриваемая задача родственна задачам о распространении упругих волн в неоднородных средах [1, 6], где используя методы геометрической оптики исследованы поверхностные волны. В этом смысле, предложенная здесь методика исследования приемлема и для этого класса задач, при определении величин фазовой скорости.

1. Основные системы уравнений движения линеаризованной теории для сжимаемых и несжимаемых сред имеют вид [2, 3], соответственно

$$\frac{\partial}{\partial x_1} \left( \omega_{1j\alpha\beta} \frac{\partial u_\alpha}{\partial x_\beta} \right) - \rho \frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_1} \left( x_{1j\alpha\beta} \frac{\partial u_\alpha}{\partial x_\beta} + q^{1j} p \right) - \rho \frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} = 0. \quad (2)$$

Здесь  $u_\alpha$  — компоненты вектора перемещений в возмущенном состоянии;  $x_1$  — лагранжевы координаты, которые в начальном состоянии совпадают с декартовыми;  $\omega_{1j\alpha\beta}$  и  $x_{1j\alpha\beta}$  — компоненты тензоров четвертого ранга, характеризующие начальные напряженные состояния и механические свойства сжимаемых и несжимаемых материалов, соответственно;  $\rho$  — множитель Лаг-

ранжа,  $\rho$  — плотность материала. Для различных упругих потенциалов структуры  $\omega_{ijz}$  и  $x_{ijz}$  известны и приводятся в [2, 3].

Исходя из [7], напишем канонические характеристические уравнения (1) и (2) в следующем виде:

$$(V_{1sx}^2 \eta_1^2 + V_{2sx}^2 \eta_2^2 + V_{3sx}^2 \eta_3^2 - 1)(V_{1sx}^2 \eta_1^2 + V_{2sx}^2 \eta_2^2 + V_{3sx}^2 \eta_3^2 - 1) \times \\ \times (V_{ex}^2 \eta_1^2 + V_{ex}^2 \eta_2^2 + V_{ex}^2 \eta_3^2 - 1) = 0, \quad (3)$$

где, для сжимаемых сред

$$V_{ex}^2 = \frac{1}{\rho} \omega_{iii}; \quad V_{isx_j}^2 = \frac{1}{\rho} \omega_{ijji}; \quad i \neq j; \quad i, j = 1, 2, 3, \quad (4)$$

а для несжимаемых сред

$$V_{ex}^2 = \frac{1}{\rho} x_{iii}; \quad V_{isx_j}^2 = \frac{1}{\rho} x_{ijji}; \quad i \neq j; \quad i, j = 1, 2, 3. \quad (5)$$

Здесь  $\eta_j$  — произвольные величины, не равные нулю одновременно. В формулах (4) и (5) суммирование по индексам не ведется. Величины  $V_{ex}$  и  $V_{isx_j}$  определяют скорости продольных и поперечных упругих волн в направлениях координатных осей с учетом произвольных начальных напряжений.

Известно [2, 3, 10], что результаты теоретических работ качественно описывает экспериментально наблюдаемый упругоакустический эффект в том случае, когда в разложении упругого потенциала для сжимаемых материалов удерживается и третий инвариант тензора деформаций Грина. Среди таких потенциалов самым простым и распространенным является потенциал типа Мурнагана.

Согласно [2, 3], сохраняя в представлении  $\omega_{ijz}$  только линейные члены относительно компонентов тензора обобщенного напряжения  $S_0^{33}$  в случае трехинвариантного упругого потенциала типа Мурнагана, получаем

$$\omega_{ijz} = \lambda \delta_{ij} (\delta_{\alpha\beta} + u_{\alpha,\beta}^0) + \mu [\delta_{\beta j} (\delta_{\alpha i} + u_{\alpha,i}^0) + \delta_{\beta i} (\delta_{\alpha j} + u_{\alpha,j}^0)] + \\ + [2a \delta_{ij} \delta_{\alpha\beta} + b (\delta_{\beta j} \delta_{\alpha i} + \delta_{\beta i} \delta_{\alpha j})] \epsilon_{kk}^0 + 2b (\epsilon_{ij}^0 \delta_{\alpha\beta} + \delta_{ij} \epsilon_{\alpha\beta}^0) + \\ + \frac{c}{2} (\epsilon_{i\alpha}^0 \delta_{j\beta} + \epsilon_{i\beta}^0 \delta_{aj} + \epsilon_{j\beta}^0 \delta_{\alpha i} + \epsilon_{\alpha j}^0 \delta_{i\beta}) + \delta_{\alpha j} \delta_{i\beta} S_0^{33}. \quad (6)$$

Здесь  $\lambda, \mu$  — упругие константы Ламе;  $a, b, c$  — упругие константы третьего порядка;  $\epsilon_{ij}^0$  — компоненты тензора деформаций Грина в начальном состоянии;  $\delta_{ij}$  — символы Кронекера.

В случае теории больших начальных деформаций величины  $u_{\alpha i}^0, \epsilon_{ij}^0$  и  $S_0^{33}$  определяются из решения краевых задач нелинейной теории упругости, что представляет собой сложную проблему при неоднородных напряженных состояниях. В связи с этим, в дальнейшем рассмотрим второй вариант теории малых начальных деформаций (терминология работ [2, 3]). В этом случае в (6)  $u_{\alpha i}^0 \sim 0$ ;  $S_0^{33} = \sigma_{33}^0$ , где  $\sigma_{33}^0$  — компоненты обычного тензора напряжений, которые определяются (также и  $\epsilon_{ij}^0$ ) из решения задач геометрически линейной теории упругости.

Исходя из (4) и (6), в случае распространения плоских упругих волн в изотропной среде (потенциал типа Мурнагана) в направлении оси  $ox_1$ , с учетом произвольного неоднородного начального напряженного состояния (при малых деформациях), находим

$$V_{ex}^2 - V_{e0}^2 = \frac{V_{e0}^2}{3K_0\mu(\lambda + 2\mu)} [n_1 \sigma_{11}^0 + n_2 (\sigma_{22}^0 + \sigma_{33}^0)];$$

$$V_{1x}^2 - V_{10}^2 = \frac{V_{s0}^2}{3K_0\mu^2} (n_3 \sigma_{11}^0 + n_4 \sigma_{22}^0 + n_5 \sigma_{33}^0);$$

$$V_{sx}^2 - V_{s0}^2 = \frac{V_{s0}^2}{3K_0\mu^2} (n_3 \sigma_{11}^0 + n_5 \sigma_{22}^0 + n_4 \sigma_{33}^0), \quad (7)$$

где введены обозначения

$$n_1 = 2a\mu + 2b(2\lambda + 3\mu) + 2(\lambda + \mu)c + 3K_0\mu;$$

$$n_2 = 2\mu(a + b) - \lambda(c + 2b); \quad n_3 = 3K_0\mu + b\mu + \frac{c}{4}(\lambda + 2\mu);$$

$$n_4 = b\mu + \frac{c}{4}(\lambda + 2\mu); \quad n_5 = b\mu - \frac{c}{2}\lambda; \quad K_0 = \lambda + \frac{2}{3}\mu; \quad (8)$$

$$V_{e0} = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}; \quad V_{s0} = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}.$$

Аналогично выводятся формулы типа (7) при распространении упругих волн в направлениях осей  $ox_2$  и  $ox_3$ .

Известно [7], что локальные критерии разрушения сжимаемых и несжимаемых материалов имеют вид

$$\{\omega_{iii}; \omega_{ijji}\} = 0; \quad \{x_{iii}; x_{ijji}\} = 0; \quad i \neq j; \quad i, j = 1, 2, 3, \quad (9)$$

Из выражений (4), (5) и (9) следует, что в окрестности точек, где начинается разрушение, хотя бы одна из величин  $V_{ex}$  и  $V_{isx_j}$  превращается в нуль. Эта особенность, следующая из качественного анализа, при распространении упругих волн позволяет значительно уточнить результаты ультразвукового неразрушающего метода контроля прочности.

2. Рассмотрим тяжелое полупространство с вертикальной цилиндрической свободной полостью радиуса  $r$  поперечного сечения. Компоненты тензора напряжений, в этом случае, в цилиндрической системе координат  $(r, \varphi, x_3)$ , имеют вид

$$\sigma_{rr}^0 = -\chi q \left(1 - \frac{1}{r^2}\right); \quad \sigma_{\varphi\varphi}^0 = -\chi q \left(1 + \frac{1}{r^2}\right); \quad \sigma_{33}^0 = -q; \quad \chi = \nu(1 - \nu)^{-1}, \quad (10)$$

где  $\nu$  — коэффициент Пуассона.

Предположим, что на большой глубине и достаточном удалении от дна полости, из поверхности  $r=1$  возбуждается упругая волна, распространяющаяся вдоль радиуса  $r$ .

Переходя в (7) к цилиндрическим координатам и учитывая (10), находим

$$V_{er}^2 - V_{e0}^2 = -\frac{qV_{e0}^2}{3K_0\mu(\lambda + 2\mu)} \left[ \chi(n_1 + n_2) + n_2 + \frac{\chi(n_2 - n_1)}{r^2} \right]; \\ V_{e\varphi}^2 - V_{e0}^2 = -\frac{qV_{s0}^2}{3K_0\mu^2} \left[ \chi(n_3 + n_4) + n_5 + \frac{\chi(n_4 - n_3)}{r^2} \right]; \quad (11) \\ V_{1x}^2 - V_{s0}^2 = -\frac{qV_{s0}^2}{3K_0\mu^2} \left[ \chi(n_3 + n_4) + n_4 + \frac{\chi(n_5 - n_3)}{r^2} \right].$$

Исходя из (9) и (10), определим величину нагрузки  $q_*$ , соответствующей началу процесса разрушения с точек поверхности полости, в виде

$$q_* = \min_{q_1 > 0} \{q_i\}, \quad i = \overline{1, 9},$$

где  $q_i$  ( $i = \overline{1, 9}$ ) являются корнями первых уравнений из (9) при  $r=1$ . На основе результатов [7] можно показать, что разрушение происходит по поверхностям ( $\sigma_{rr}^0, \sigma_{\theta\theta}^0$ ).

В качестве примера рассмотрим случай, когда материалом среды является оргстекло. Экспериментальные данные о константе этого материала приведены в [3]. В этом случае

$$q_* = q_1 \approx 1,47 \mu \approx 27,47 \cdot 10^3 \text{ Па}, \quad (12)$$

где  $q_1$  является однократным корнем уравнения  $\omega_{1111} = 0$ . Очевидно, что при (12) в окрестностях точек поверхности полости величина скорости продольной волны  $V_{er}$  равняется нулю.

В табл. 1—3 помещены результаты, вычисленные по формуле (11) для  $\alpha = \frac{V_{er}}{V_{e0}}$ ;  $\alpha_1 = \frac{V_{s\varphi}}{V_{s0}}$ ;  $\alpha_2 = \frac{V_{sx}}{V_{s0}}$  в зависимости от  $r$  при нагрузках  $q = (0, 1; 1; 1,47) \mu$  соответственно, где  $\nu=0,34$ ;  $\kappa=0,51$ .

Таблица 1

$r$	1	2	3	4
$\alpha$	0,96	1	1	1
$\alpha_1$	1,01	0,99	0,99	0,99
$\alpha_2$	1,01	1,01	1,01	1,01

Таблица 2

$r$	1	2	3	4	5
$\alpha$	0,57	0,92	0,98	1	1,02
$\alpha_1$	1,17	1	0,97	0,96	0,95
$\alpha_2$	1,17	1,14	1,14	1,14	1,14

Таблица 3

$r$	1	2	3	4	5
$\alpha$	0	0,89	0,97	1	1,04
$\alpha_1$	1,24	1	0,95	0,93	0,91
$\alpha_2$	1,24	1,23	1,22	1,22	1,22

### Выводы

1. С ростом величины параметра интенсивности внешних нагрузок, влияние неоднородности поля напряжений на скорости распространения упругих волн более существенны.

2. Характер изменения скорости поперечной волны  $V_{sx}$ , поляризованной вдоль действия сил собственного веса такой же, как в случае однородных начальных состояний [2, 3, 7]; неоднородность поля напряжений практически не оказывает влияния на эту скорость.

3. С ростом величины параметра интенсивности внешних нагрузок, величины скорости продольной волны  $V_{er}$  и скорости поперечной волны  $V_{s\varphi}$ , поляризованной перпендикулярно к действию сил собственного ве-

са, в зависимости от неоднородности поля напряжений изменяются значительно; при приближении к поверхности полости (в зоне высокой концентрации сжимающих напряжений) величина  $V_{er}$  резко снижается, а величина  $V_{s\varphi}$  растет.

Таким образом, при высоком уровне неоднородных начальных напряженных состояний, характерные изменения в величинах скоростей упругих волн, качественно и количественно отличаются от аналогичных изменений, происходящих в однородных начальных напряженных состояниях (в рассматриваемом случае необходимо сравнивать результаты при  $1 \leq r \leq 2$  и  $r > 2$ ).

### Литература

1. Бабич В. М., Молотков П. А. — Изв. АН ССР. Физика Земли, 1966, № 6, с. 34—38.
2. Гузь А. Н. Упругие волны в телах с начальными напряжениями, т. 1. Общие вопросы. — Киев: Наукова думка, 1986. — 376 с.
3. Гузь А. Н. Упругие волны в телах с начальными напряжениями, т. 2. Закономерности распространения. — Киев: Наукова думка, 1986. — 536 с.
4. Знова В. А., Махорт Ф. Г., Гуца О. И. Прикл. механика, 1986, т. 22, № 10, с. 67—72.
5. Костров Б. В., Никитин Л. В. — Изв. АН СССР, Физика Земли, 1968, № 9, с. 30—38.
6. Кравцов Ю. А., Орлов Ю. И. Геометрическая оптика неоднородных сред. — М.: Наука, 1980. — 304 с.
7. Кулиев Г. Г. О линеаризованной механике разрушения. Препринт № 198. — Баку: Институт физики АН АзССР, 1986. — 47 с.
8. Равассо А. А. Вопросы нелинейной механики сплошной среды. — Таллин: Валгус, 1985, с. 161—171.
9. Саакян С. Г. — Докл. АН СССР, 1986, 290, № 6, с. 1324—1327.
10. King K. V., Fortunkos M. — J. Appl. Phys., 1984, v. 55, № 11, p. 3978—3983.

Институт математики  
и механики АН АзССР

Поступило 21. XII 1987

h. h. Гулиев

### ГЕЈРИ-БИРЧИНС БАШЛАНҒЫЧ КӘРКИНЛИКЛИ ЧИСИМЛӘРДӘ ҺӘЧМИ ДАЛҒАЛАРЫН ЈАЈЫЛМАСЫ ГАНУНАУЈҒУНЛУҒЛАРЫ

Үчөлчүлү хәттиләшдирилмиш нәзәријә асаһиңда, үмуми шәкилдә, кичик вә бөјүк башланғыч гејри-бирчинс деформасијалы, сыхылан вә сыхылмајан ихтијари еластики потенциаллы материалларда еһиңә вә бөјүна һәчми еластики далғаларын јајылма сүр'әтинини дәјишилмәһи тәдғиг олунур. Мурнаһан типли изотроп мүнһитләрдә ох, оху бөјүнчә мүстәһви далғаларын јајылмасы һалында, ихтијари гејри-бирчинс башланғыч кәркиңлик вәзијәтинини (кичик деформасија һалында) нәзәрә алмағла, сүр'әтләр үчүн дүһтурлар алынмышдыр.

Мисал кими цилиндрик һәчми далғаларын цилиндрик золағлы агыр јарымфәзада јајылма мәсәләһиңә бахылмышдыр.

G. G. Kuliev

### REGULARITIES OF PROPAGATION OF VOLUME ELASTIC WAVES IN BODIES WITH NON-HOMOGENEOUS INITIAL STRESSES

On the basis of three-dimensional linearized theory, in a general form, the author investigates variations of velocities of propagation on longitudinal and cross volume waves for compressible and incompressible materials with arbitrary elastic potentials at small and large non-homogeneous deformations. In case of propagation of plane elastic waves in the isotropic medium of Murnaghan type at the direction of axis with regard to arbitrary non-homogeneous initial stress (at small deformations), explicit formulas for velocities are obtained. The problem on propagation of cylindrical volume waves in a hard semi-space with cylindrical cavity is considered as an example.



С. А. СЕМИЛЕТОВ, Н. А. СУЛЕПМАНОВ, И. Р. НУРИЕВ

**ВЛИЯНИЕ ЗАХВАЧЕННОГО КИСЛОРОДА НА ТИП ПРОВОДИМОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИЮ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ PbTe**

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

Теллурид свинца и его твердые растворы с теллуридом олова известны как узкозонные полупроводниковые материалы, которые обладают высокой фоточувствительностью в инфракрасной области спектра и широко используются при создании приемников ИК-излучения и инжекционных лазеров. Среди полупроводников данной группы свойства поверхности и ее взаимодействие с окружающей средой изучены наиболее полно для бинарных соединений PbTe и PbSe. Это связано с тем, что хемосорбция различных газов, в частности кислорода, в свое время позволила значительно улучшить фотоэлектрические свойства поликристаллических пленок этих материалов, используемых для изготовления фоторезисторов.

Адсорбция кислорода в процессе роста пленок PbTe изучалась нами ранее. При том было установлено, что в зависимости от скорости роста эпитаксиального слоя теллурида свинца и парциального давления кислорода остаточных газов можно получать слои как с электронной, так и с дырочной проводимостью. На основе этого явления были получены фоточувствительные *p-n*-переходы [1].

Настоящая работа посвящена вопросам легирования пленок PbTe кислородом в процессе роста и выяснения параметров осаждения с целью получения пленок с заданными типом и концентрацией носителей заряда.

Пленки осаждали в вакууме с остаточным давлением  $2 \cdot 10^{-4}$  Па. Испарение проводили из графитовой кнудсеновой ячейки. В качестве источника использовали монокристалл теллурида свинца *n*-типа, подложками служили свежие сколы слюды. Температура подложки во всех экспериментах поддерживалась постоянной равной 600 К. Толщина полученных слоев составляла 800—1000 нм. После окончания процесса конденсации проводили измерения эдс Холла, знака термоэдс (при 300 К) и электронографическое определение структуры пленок. Последнее показало, что пленки PbTe ориентированы гранью (111) параллельно подложке.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Как известно, кислород является акцепторной примесью для PbTe и его содержание в атмосфере остаточных газов при определенных условиях может определять тип проводимости растущей пленки PbTe.

Легирование кислородом при остаточном давлении  $10^{-4}$  Па скорее всего описывается моделью мобильных дефектов, в соответствии с которой межузельные атомы свинца, являющиеся донорами, при наличии кислорода в объеме пленки взаимодействуют с атомами кислорода, а затем под влиянием кислорода в решетке образуются вакансии свинца.

При медленной скорости роста происходит адсорбция кислорода и его встраивание в решетку, в результате чего пленки приобретают *p*-тип проводимости, а при больших скоростях роста ( $v_k^{-1} \rightarrow 0$ ) слои сохраняют *n*-тип проводимости с  $n = p = 2 \cdot 10^{16}$  см<sup>-3</sup> при 300 К (рис. 1).

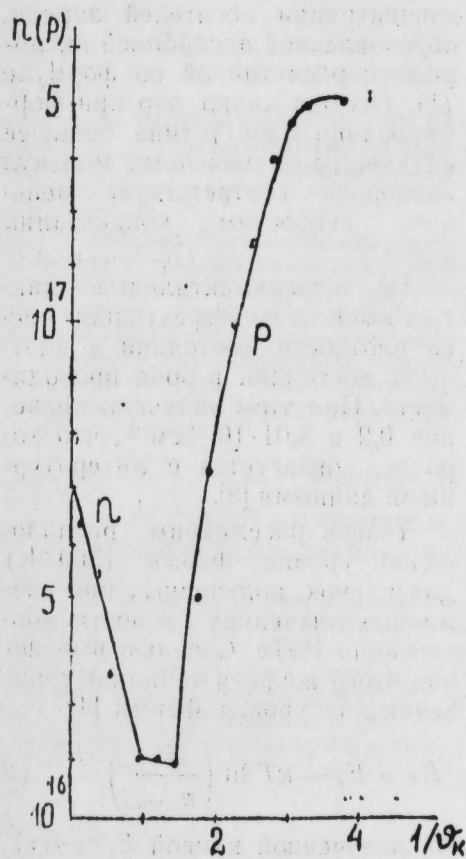


Рис. 1

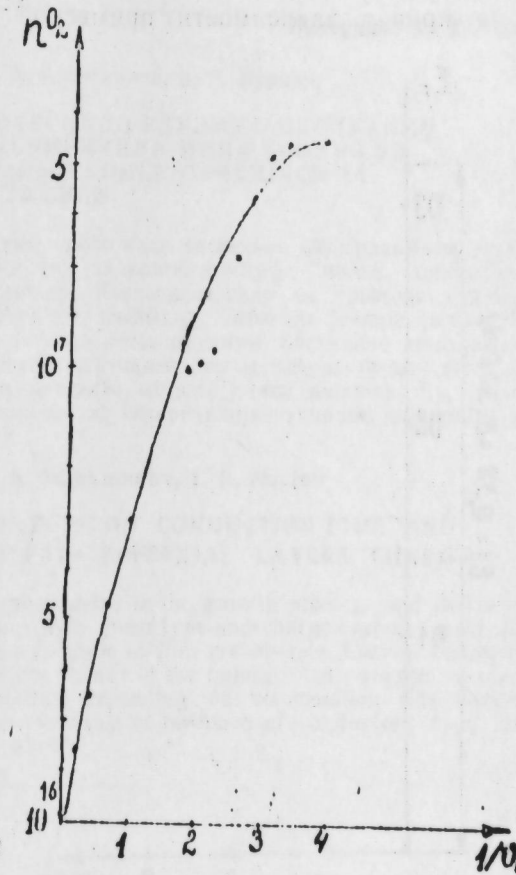


Рис. 2

Согласно термодинамическим данным [2], в равновесной фазе над твердым теллуридом свинца, обогащенным свинцом, имеется около 1% свободных атомов Pb и молекул Te<sub>2</sub>. С преобладанием полной конденсации атомов Pb слой PbTe должен содержать избыточное количество свинца и иметь соответственно электронную проводимость.

Появление пленок с различной проводимостью при изменении скорости конденсации свидетельствует об участии кислорода в формировании слоя. Количество захваченного кислорода является функцией скорости роста пленки. Изменение концентрации носителей в пленке связано с изменением количества растворенных атомов кислорода в

единице объема. Концентрацию носителей заряда, обусловленную растворенными атомами кислорода в пленке, можно определить по такой формуле:

$$n_{\text{адс.}}(v_k) = n_{\text{стех.}} \pm \text{sig } n(\sigma) [n_{\text{экср.}}(v_k) - n_{\text{собств.}}], \quad (1)$$

где

$$\text{sig } n(\sigma) = \begin{cases} +1 & n\text{-тип} \\ -1 & p\text{-тип} \end{cases}$$

$n_{\text{стех.}} = 7 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  определяли из рис. 1 путем экстраполяции экспериментальной зависимости к пределу  $v_k^{-1} \rightarrow 0$ . На рис. 2 представлена кривая зависимости примесной концентрации носителей заряда, обусловленной адсорбцией кислорода и рассчитанной по формуле (1). Отсюда видно, что при формировании слоя  $p$ -типа большее количество захваченных молекул кислорода соответствует меньшим скоростям конденсации PbTe.

Из экспериментальных данных вычислены эффективная масса плотности состояний и плотность состояний в зоне проводимости. При этом получены значения 0,2 и  $3,01 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ , что хорошо согласуется с литературными данными [3].

Теперь рассмотрим расположение уровня Ферми (300 K) для пленок, полученных при различных значениях скорости конденсации PbTe. С целью выяснения этого вопроса запишем уравнение для уровня Ферми [4].

$$E_F = E_3 - kT \ln \left( \frac{N_c}{n_{\text{экср.}}} \right) \quad (2)$$

Из полученной кривой  $E_F = f(v_k^{-1})$  видно, что в зависимости от скорости конденсации уровень Ферми меняет свое положение, проходя через середину запре-

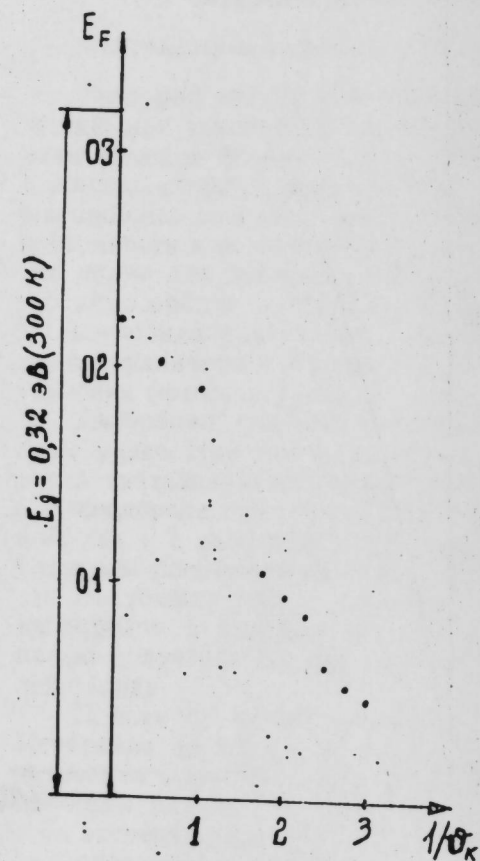


Рис. 3

щенной зоны, что является следствием инверсии типа проводимости из-за легирования пленок PbTe в процессе роста (рис. 3).

#### Выводы

1. В зависимости от скорости конденсации получены эпитаксиальные слои PbTe с различными концентрациями носителей заряда, вплоть до собственной.

2. Выявлена инверсия типа проводимости слоев PbTe, определена примесная концентрация носителей заряда, обусловленная адсорбцией кислорода.

#### Литература

1. Семилетов С. А., Ракова Е. В., Заитов Ф. А., Сулейманов Н. А. Получение фоточувствительных  $p$ - $n$ -переходов в пленках PbTe методом конденсации в вакууме.—Микроэлектроника, 1984, т. 13, № 23, с. 280—281.
2. Fujimoto M., Sato Y.  $p$ - $T$ - $x$  phase diagram of the lead telluride system.—Jap. J. Appl. Phys., 1966, v. 5, p. 128—133.
3. Равич Ю. М., Ефимова Б. А., Смирнова И. А. Методы исследования полупроводников PbTe, PbSe, PbS.—М.: Наука, 1968.—380, с. 4. Киреев П. С. Физика полупроводников.—М.: Высшая школа, 1975.—583 с.

Поступило 30. XII 1987

С. А. Семилетов, Н. А. Сулейманов, И. Р. Нуриев

#### ЭПИТАКСИАЛ БӨҮМЭ ПРОСЕСИНДЭ УДУЛМУШ ОКСИКЕНИН PbTe ТЭБЭГЭЛЭРИНИН КЕЧИРИЧИЛИЖИНИН ТИПИНЭ ВЭ ЈУКДАШЫЈЫЧЫЛАРЫНЫН КОНЦЕНТРАСИЈАСЫНА ТӘСИРИ

Магаләдә PbTe тәбәгәләринин бөјүмә просесиндә оксикенлә ашгарланмасы тәдгиг едилмиш, јукдашыјычыларыны ләзими тип вә концентрасијаја малик тәбәгәләрин алынмасы шәранти мүәјјәнләшдирилмишдир. Кәстәрилмишдир ки, тәбәгәдә удулмуш оксикенин миғдары онун бөјүмә сүр'әтиндән асылдыр. Тәбәгәдә јукдашыјычыларин концентрасијасынын дәјишмәси ваһид һәчмдә һәлл олунмуш оксикенин миғдарынын дәјишмәси илә әләгәдардыр. Чәкдүрүлмә сүр'әтиндән асылы олараг Ферми сәвијәси гадаған олунмуш зонанын ортасындан кечмәклә өз вәзијәтини дәјишир. Бу, бөјүмә просесиндә PbTe тәбәгәсинин ашгарланмасы илә кечиричилијин типинин дәјишмәси нәтичәсиндә олур.

S. A. Semiletov, N. A. Suleymanov, I. R. Nuriev

#### THE EFFECT OF ADSORBED OXYGEN ON CONDUCTION TYPE AND CURRENTS CONCENTRATION OF PbTe EPITAXIAL LAYERS CHARGE

Doping of PbTe films by oxygen is investigated in the growth process, and deposition parameters are found out to obtain the films with given type and charge current concentration. The quantity of adsorbed oxygen is a function of film growth rate. Current concentration change in the film is connected with the change of the quantity of oxygen atoms in volume unit. Fermi level changes its position depending on condensation rate passing through the middle part band gap, that is the result of inversion of conduction type due to doping of PbTe films in the growth process.

К. А. АЛИЕВ, Э. К. ГУСЕПНОВ, Н. Д. ИСМАИЛОВ, Э. И. КУРБАНОВА

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТРУКТУР  
Al-p-Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te

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

Возросший интерес к твердым растворам Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te, связанный с их применением в различных областях оптоэлектроники, стимулировал всестороннее исследование их физических свойств, в том числе и микроскопических свойств границы раздела металл—Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te, играющих особую роль при создании различного вида приборов [1]. В работе [2] уже сообщалось о некоторых свойствах контактов p-Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te с металлами Al, Cr, отличающимися малой диффузионной способностью и нейтральной активностью с параметрами качества, близкими к единице. Однако анализ экспериментальных результатов в [2] проводился в рамках теории термоэлектронной эмиссии без учета диэлектрического зазора и поверхностных состояний. Между тем, реальные контакты металл-полупроводник в большинстве случаев представляют собой МДП-структуры с туннельно-тонким слоем диэлектрика, так как уже при толщине диэлектрика ~10Å возникает дополнительный барьер для туннелирующих носителей заряда. Этот факт коренным образом изменяет электрофизические свойства контактов и приводит к появлению ряда новых эффектов [3, 4]. В связи с этим представляется особый интерес изучение электрофизических свойств контактов металл—Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te с учетом диэлектрического зазора и уровней поверхностных электронных состояний контакта, а также механизма токопрохождения через контакт.

Исследуемые структуры изготавливались на основе монокристаллов p-Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te (x = 0,25—0,3) с концентрацией N<sub>a</sub>—N<sub>d</sub> ≈ 3 · 10<sup>15</sup> см<sup>-3</sup> (T=80 K). Полупрозрачные слои Al напылялись через специальные маски термическим напылением в вакууме 10<sup>-6</sup> мм рт. ст. Площадь контакта составляла 0,4 × 0,4 мм<sup>2</sup>. Омический контакт создавался осаждением Ag, Си на всю тыльную сторону пластины. Высота потенциального барьера на контакте (φ<sub>b</sub>) определялась методом насыщенной фото-эде [5].

Электрофизические свойства исследуемых структур обладали рядом характерных особенностей. На рис. 1 представлены вольтамперные характеристики (ВАХ) контактов Al—Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te. При этом, ВАХ слабо зависят от температуры, кроме того, в прямом направлении рост тока наблюдается при напряжениях смещения, больших высоты потенциального барьера (V<sub>a</sub> > φ<sub>b</sub>). Для качественного объяснения наблюдаемых особенностей воспользуемся энергетической диаграммой реального контакта металл-полупроводник с тонким слоем ди-

электрика [4]. Полученные результаты (рис. 2) свидетельствуют о туннельном механизме прохождения носителей заряда через область контакта металл—Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te, т. е. диэлектрический слой имеет значительный барьер для туннелирования, который уменьшается с прило-

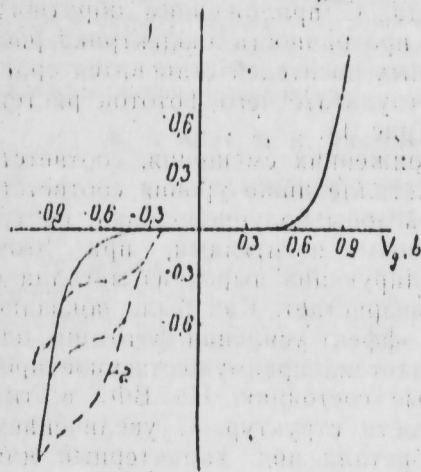


Рис. 1. Вольтамперная характеристика контакта Al-p-Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te при T=80 K: 1 — без освещения; 2 — при освещении

женнем напряжения. Обнаружено также, что обратный ток ВАХ (рис. 1) резко возрастает, начиная с некоторого напряжения V<sub>обр.1</sub>, а при освещении контакта, начиная с некоторого напряжения V<sub>обр.2</sub> возникает фототок, который увеличивается, а затем насыщается с увеличением

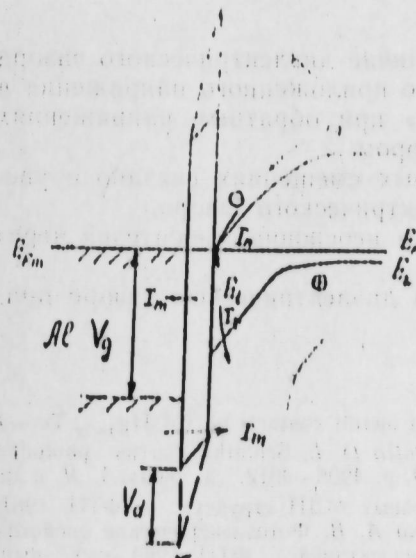


Рис. 2. Энергетическая диаграмма туннельной МДП структуры

напряжения смещения. Эти результаты свидетельствуют о том, что большая часть приложенного напряжения экранируется поверхностными состояниями. Согласно [6], это означает, что  $\Delta\varphi_0 = \frac{Q_{ns} - Q_{ns}^0}{Cd} \gg \frac{kT}{q}$ , где φ<sub>0</sub> — потенциал плоских волн, Q<sub>ns</sub>, Q<sub>ns</sub><sup>0</sup> — заряд на ПС до и

после освещения и приложения напряжения,  $C_d$  — удельная емкость диэлектрика. По величине  $C_d$ , найденной из исследований кинетики фототока, проведена оценка величины заряда на ПС, равная  $N_{ss} \approx 2 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$ . При освещении структуры фотогенерированные носители диффундируют к поверхности и скапливаются в потенциальной яме, при этом их концентрация определяется рекомбинационными процессами в области пространственного заряда. С приложением обратного напряжения смещения  $U_{обр}$  туннельная прозрачность диэлектрика растет и скорость туннелирования неосновных носителей становится сравнимой со скоростью рекомбинации, в результате чего фототок растет, достигая величины тока фотогенерации (рис. 1).

Как видно из рис. 1 и 2, при напряжениях смещения, соответствующих понижению уровня Ферми, в металле ниже уровня соответствующего положению вершины валентной зоны полупроводника, наступает неравновесное обеднение неосновными носителями, при этом уменьшается высота барьера для туннелирующих дырок из металла в полупроводник, и обратный ток резко возрастает. Как было показано в [7], в этом случае может иметь место эффект усиления фототока, однако этого не наблюдалось, что указывает на преимущественное прохождение фототока через поверхностные состояния. На ВФХ в этих условиях наблюдалось увеличение емкости структур. С увеличением частоты тестового сигнала ВФХ приобретала вид, характерный для высокочастотной зависимости МДП-структуры. Отметим также, что на ВАХ и ВФХ при малой скорости развертки имеет место «гистерезис». Этот эффект может быть обусловлен захватом носителей заряда на глубоких ловушках в диэлектрическом зазоре, инжектированных из полупроводника.

### Выводы

1. В структурах  $\text{Al}-\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$  наличие диэлектрического зазора и ПС приводит к значительному падению приложенного напряжения в диэлектрике, при этом «мягкие пробои» при обратных напряжениях также обусловлены диэлектрическим зазором.
2. Увеличение фототока при обратных смещениях связано с увеличением туннельной прозрачности диэлектрического зазора.
3. Фототок обусловлен прохождением неосновных носителей через поверхностные состояния.
4. Захват носителей на ловушках в диэлектрическом зазоре приводит к «гистерезису» на ВАХ и ВФХ.

### Литература

1. Friedman J. F., Carey G. P. Systematics of metall contacts of  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ .—J Vac. Sci. Technol., 1987, A 5(5), 3190—3192.
2. Polto D. L. Schottky barrier photodiodes in  $p\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ .—J. Appl. Phys., 1980, 51, 9, p. 4908—4912.
3. Вуль А. Я. и др. Особенности фотоэлектрических свойств туннельных МДП структур. — ФТП, 1981, т. 15, вып. 3, с. 525—531.
4. Вуль А. Я., Саченко А. В. Фотоэлектрические свойства структур МДП с туннельно прозрачным слоем диэлектрика — ФТП, 1983, т. 17, вып. 8, с. 1361—1376.
5. Вуль А. Я., Зинчин Ю. С., Санин К. В., Федоров В. И. — Письма ЖТФ, 1979, 5, с. 1274.
6. Саченко А. В., Крупнова И. В. Вольтамперные характеристики туннельных МДП структур при наличии освещения. — ФТП, т. 15, вып. 1, с. 73—81.
7. Вуль А. Я., Козырева С. В., Федоров В. И. Особенности туннельных МДП структур. — ФТП, 1981, т. 15, вып. 1, с. 142—148.

Поступило 21. VI 1988

К. А. Әлиев, Е. К. Гусейнов, Н. Д. Исмаїлов, Е. И. Гурбанова

### $\text{Al}-\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ГУРУЛУШЛАРЫНЫН ЕЛЕКТРОФИЗИКИ ХАССАЛЭРИНИН ХҮСУСИЈАТЛАРИ

$\text{Al}-\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$  гурулушларынын волтампер, волтфарад характеристиклары, оларын температур асылылыгы, дойна фоточәрэяанынын, фото е. в. г. нин бәргәрар олма кинетикасы тәдгиг едилмишидр. Диелектрик аралыгынын сәтһ һалларынын вә диелектрик аралыгында зәбтәтмә тәләләринин тунел МДП—гурулушунун електрик хассәләринә әсәслы тәсирини өйрәшилмишидр.

K. A. Aliev, E. K. Guseinov, N. D. Ismailov, E. I. Kurbanova

### FEATURES OF ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF $\text{Al}-\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ STRUCTURES

Volt-ampere and volt-farad responses of  $\text{Al}-\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$  structures, their temperature dependence, kinetics of the formation of photocurrent and saturation photoelectromotive force (emf) are investigated. The essential influence of dielectric gap, surface states and capture traps in dielectric layer on electrical properties of tunnelling MDS structures of  $\text{Al}-p\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$  is established.

Чл.-корр. АН СССР Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, Ф. Ю. АЛИЕВ, С. А. АЛИЕВ,  
Е. С. КРУПНИКОВ

ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ  
СВЕРХПРОВОДНИКА  $UVa_2Cu_3O_y$

Со времени открытия новых сверхпроводников в системе  $U-Va-Cu-O$  [1] с критической температурой  $T_c$  выше температуры кипения жидкого азота число работ, посвященных исследованию физических свойств этих соединений, очень быстро растет. Выявлено, что за сверхпроводимость с  $T_c \approx 90$  К ответственна фаза  $UVa_2Cu_3O_7$ , хотя еще не ясен механизм возникновения столь высоких  $T_c$ . Было предложено несколько теоретических моделей, рассматривающих как фононный [2, 3], так и нефононный механизмы, например, плазмонный [4] или резонансной валентной зоны [5]. В настоящее время, однако, не дан определенный ответ из-за отсутствия экспериментальных результатов по основным физическим свойствам, которые сильно зависят от стехиометрии и условий синтеза образцов.

В настоящей работе мы излагаем результаты исследования теплоемкости и удельного сопротивления керамики  $UVa_2Cu_3O_y$ .

Образцы были синтезированы по методу твердофазной реакции из смеси исходных порошков  $U_2O_5$ ,  $CuO$  и  $VaCO_3$ , взятых в соотношении  $U:Va:Cu$ , как 1:2:3. Смесь помещалась в платиновый тигель и медленно нагревалась до температуры  $1050^\circ$  в атмосфере кислорода. При этой температуре она выдерживалась в течение 6 ч, после чего медленно охлаждалась до комнатной. Полученный слиток имел черный цвет.

Состав керамики и ее физические свойства зависят от содержания кислорода и могут меняться по мере удаления от поверхности вглубь образца. Поэтому для исследования теплоемкости был применен релаксационный метод [6, 7], позволяющий с достаточной точностью измерить малое количество вещества, что обеспечивает однородный состав исследованных образцов.

На слюдяную подложку размером  $5 \times 5 \times 0,018$  мм<sup>3</sup> при помощи сильно разбавленной бензолом вакуумной смазки наносился размельченный до 10 мкм порошок керамики. Вес образца составлял 7,1 мг, подложки — 1,0 мг. На обратной стороне подложки был нанесен никромовый П-образный резистор, там же крепились спай медь-константинной терморпары с диаметром проводников 45 мкм.

Суть метода состоит в следующем. Образец с подложкой нагревался на  $\Delta T$  градусов относительно массивного медного блока регулируемой температуры и после установления стационарного режима определялась тепловая мощность, выделяемая в резисторе при пропускании через него постоянного тока. Затем нагрев выключался и температура подложки с образцом экспоненциально уменьшалась до

температуры медного блока. Зависимость температуры от времени в период охлаждения позволяет определить постоянную времени  $\tau$ . Теплоемкость определяется из уравнений

$$\tau = C/K, P = K\Delta T,$$

где  $C$  — теплоемкость образца и подложки,  $P$  — выделяемая мощность,  $K$  — теплопроводность подводящих проводов. Для получения температурной зависимости  $C(T)$  меняется температура медного блока, точность поддержания которой была лучше  $5 \cdot 10^{-3}$  К. Сначала определялась температурная зависимость  $C$  подложки, а затем подложки с образцом. Искомая теплоемкость образца получалась после вычитания теплоемкости подложки.

Для определения ошибки была измерена теплоемкость меди высокой чистоты (13,3 мг). Сравнение с литературными данными выявило разброс полученных значений в азотной области температур  $\pm 5$  и  $\pm 4\%$  при комнатной температуре. Эти значения приняты за ошибку измерения соответственно при азотной и комнатной температурах.

На рис. 1 приведена удельная теплоемкость образца  $UVa_2Cu_3O_y$  в области температур 55—130 К. Кр. 1 — первое измерение, а 2 — после

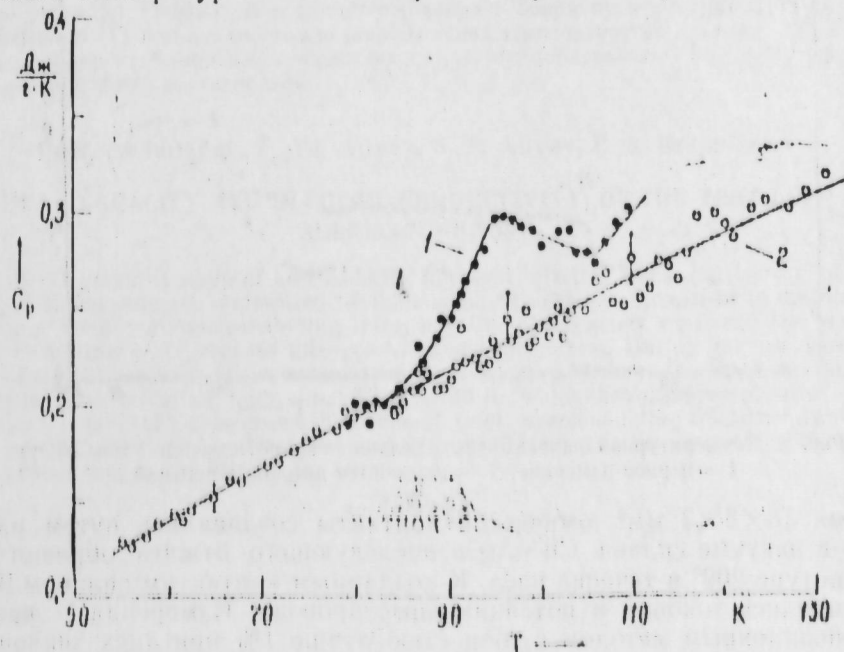


Рис. 1. Температурная зависимость удельной теплоемкости  $UVa_2Cu_3O_y$ : 1 — первое измерение; 2 — после пяти циклов охлаждения — нагрева.

нескольких циклов нагрева — охлаждения от комнатных до азотных температур. Теплоемкость подложки составляла около 25% от теплоемкости образца. Как видно из рис. 1, при первом измерении на зависимости  $C(T)$  имеет место особенность с максимумом в области  $T \approx 93$  К. Вид этой особенности, пропавшей после термодинамического цикла (кр. 2), похож на поведение теплоемкости при фазовом переходе второго рода. Определены изменения энтропии и энтропии, которые соответственно равны 371 и 3,9 Дж/моль К. При этом предполагалось, что индекс  $x$  в формуле  $UVa_2Cu_3O_x$ , учитывающий дефицит кислорода, равен 7.

Малая величина изменения энтропии, близкая к  $R \ln 2$  на моль ( $R$  — универсальная газовая постоянная), позволяет предположить наличие в керамике упорядочивающейся подсистемы, каждая частица которой имеет два возможных положения равновесия.

Полученные величины теплоемкости завышены на 15% по сравнению с [8]. Это может быть связано с ошибкой взвешивания порошка или неопределенностью индекса «у».

На рис. 2 представлена температурная зависимость удельного сопротивления  $\rho$  образца, изготовленного из того же слитка. Размеры

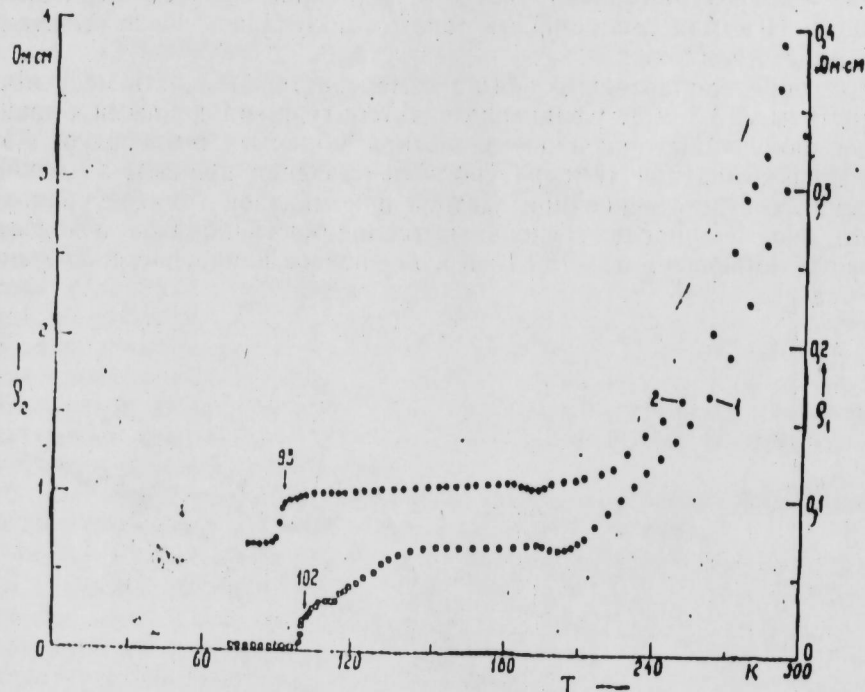


Рис. 2. Температурная зависимость удельного сопротивления  $YBa_2Cu_3O_y$ : 1 — первое измерение; 2 — после пяти циклов измерений.

образца  $18 \times 5 \times 2$  мм<sup>3</sup>, омические контакты создавались путем напыления в вакууме сплава Cu—Ag и последующего отжига образца при температуре 200° в течение часа. К созданным контактам сплавом Вуда припаивались токовые и потенциальные провода. Измерения  $\rho$  велись компенсационным методом с точностью лучше 1% при двух значениях тока: 7,5 и 1 мкА. Кр. 1 соответствует первому измерению при токе 7,5 мкА. Как видно из рис. 2, переход в сверхпроводящее состояние происходит при температуре 102 К. Наблюдается минимум на зависимости  $\rho(T)$  вблизи 196 К, который можно связать с возможным фазовым переходом. Циклы охлаждения — нагрев в интервале 78—300 К приводят к увеличению  $\rho$  и смещению  $T_c$  в сторону низких температур.

Ранее было установлено [9], что в сверхпроводимости  $CuS$  большую роль играют ионы разновалентной меди, которые создают 3-d уровни, по-разному расположенные относительно  $p$  уровня серы. Можно предположить, что уменьшение теплоемкости и электропроводности керамики  $YBa_2Cu_3O_y$  обусловлено упорядочением ионов меди.

## Литература

1. Wu M. K., Achburn J. R., Torng C. J. et al.—Phys. Rev. Lett., 1987, v. 58, 908.
2. Fukuyama H., Hasegawa L.—J. Phys. Soc. Jap., 1987, v. 56, 1312.
3. Matthias L. F.—Phys. Rev. Lett., 1987, v. 58, 1028.
4. Kresin V. Z.—Phys. Lett., 1987, v. A 122, № 8, 434.
5. Anderson P. W.—Science, 1987, v. 235, 1196.
6. Bachmann R., Di Salvo F. J. Jr., Gehalle T. H. и др.—Приборы для научных иссл., 1972, т. 43, № 2, 21.
7. Hotta J.—Приборы для научных иссл., 1979, т. 50, № 3, 18.
8. Koitsu Kitazawa, Tooru Atake, Hideo Ishii et al.—Jap. J. Appl. Phys., 1987, v. 26, № 5, L 748.
9. Алиев Ф. Ю., Асадов Ю. Г., Мамедов М. Ш. и др.—ФИТ, 1980, т. 6, № 8, 1006.

Институт физики АН АзССР

Поступило 25. IV 1988

И. Б. Абдуллаев, Ф. Ж. Элиев, С. А. Элиев, Е. С. Крупников

### $YBa_2Cu_3O_y$ ИФРАТКЕЧИРИЧИННИ ИСТИЛИК ТУТУМУ ВӘ ЭЛЕКТРИК КЕЧИРИЧИЛИГИ

Мәгаләдә бәркфазалы реакция методу ilə синтез едилмиш ифраткечиричидә кечид температура әтрафында истилик тутуму ( $C$ ) вә электрик кечиричилиги ( $\sigma$ ) тәдқиғ едилмишидир. Бу кәмијјәтләрин азот температурундан отаг температуруна гәдәр сојума вә ғызма довләриндән асыллыгы мүәјјән едилмишидир.  $C(T)$ -нин температур асыллыгында биринчи өлчмә заманы мүшәһидә едилән хүсусијјәт низамлы вә низамсыз фаза кечидинә ујғундур ( $T=93K$ ). Бир нечә термодөврдән сонра бу хүсусијјәт  $C(T)$ -дә арадан чыхыр вә  $\sigma(T)$ -нин азалмасы ilə јанашы кечид температуру да азалыр.

Фәрс едилир ки, мүшәһидә олунан хүсусијјәт мис ионларынын  $YBa_2Cu_3O_y$  гәфәсиндә низамланмасы ilə әлағәдардыр.

G. B. Abdullayev, F. Yu. Aliyev, S. A. Aliyev, E. S. Krupnikov

### HEAT CAPACITY AND ELECTRIC CONDUCTIVITY OF THE $YBa_2Cu_3O_y$ SUPERCONDUCTOR

An investigation is made of heat capacity ( $C$ ) and electric conductivity ( $\sigma$ ) of the  $YBa_2Cu_3O_y$  superconductor synthesized by the method of solid-phase reactions in the temperature range involving superconducting transition. These parameters are found to depend on cooling-heating cycle from the nitrogen to room temperatures. During the first measurement on the  $C(T)$  temperature dependence we observed the properties characteristic for order-disorder phase transition with a maximum at 93 K, which then disappeared after thermal cycle. On the  $\sigma(T)$  dependence the temperature of superconducting transition decreased with a general decrease in  $\sigma$ . Observed properties are believed to be associated with ordering of copper ions in the  $YBa_2Cu_3O_y$  lattice.

В. П. ИВАННИКИН, О. В. ЛУКША, Г. М. МАМЕДОВ, И. Д. МАМЕДОВ,  
И. В. ПРИГАРА, Б. Г. ТАГИЕВ, П. А. ФЕННИЧ, Э. И. ХАЛИЛОВА

**СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛЁНОК GaS и GaSe,  
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДАМИ  
ТЕРМИЧЕСКОГО И ЛАЗЕРНОГО НАПЫЛЕНИЯ**

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

Полупроводниковые материалы GaS и GaSe, обладающие высокой оптической прозрачностью в широком диапазоне ИК-области спектра, механической и химической устойчивостью к внешним воздействиям [1], могут найти широкое применение в различных тонкопленочных структурах интерференционной и интегральной оптики. Кроме того, исследование фотоэлектрических свойств тонких пленок GaS и GaSe показали [2, 3], что они имеют свойства переключателей с электрической памятью, параметры которых зависят от интенсивности падающего на них света. Все это требует всестороннего изучения взаимосвязи структуры, субструктуры и фазового состояния тонких пленок GaS и GaSe с условиями их получения. Целью настоящей работы ставилось исследование влияния метода испарения исходного материала и температуры подложки на структурные особенности конденсируемых пленок GaS и GaSe.

Тонкие пленки получали методом термического испарения из эффузионной ячейки и методом импульсного лазерного напыления (ИЛН) с использованием установки ВУП-4. В случае ИЛН применялась безмасляная откачка подколпачного объема. В качестве подложек не использовались свежие сколы параллельно плоскости (001) монокристаллов NaCl. Исходным материалом для испарения были монокристаллы GaS и GaSe, которые в случае термического испарения растерли в мелкий порошок. ИЛН проводилось с помощью лазера «Квант-17», работающего в импульсном режиме; длительность импульсов  $t_{\text{и}} = 5 \cdot 10^{-3}$  с, энергия в импульсе — до 2 Дж.

Структурные исследования проводились на электронном микроскопе ЭМВ-100 В.

По особенностям фазового состояния и устойчивости к действию мощного электронного пучка (энергия — 75 кэВ, плотность тока — 1 А/см<sup>2</sup>) тонких пленок GaS и GaSe, полученных термическим испарением, можно весь диапазон использованных температур подложек  $T_{\text{под}}$  разбить на два интервала. В области  $200 \text{ К} \leq T_{\text{под}} \leq 400 \text{ К}$  конденсируются фазово-однородные аморфные слои, обладающие «четко» выраженной на светлопольных электронномикроскопических изображениях зернистостью (рис. 1 а).

Тонкие аморфные слои, полученные при  $400 \text{ К} \leq T_{\text{под}} \leq 500 \text{ К}$ , также обладают зернистой субструктурой (рис. 1 б, в) со средним разме-

ром зерен 5 нм. С увеличением температуры подложки в указанном интервале наблюдается все более четкое выделение отдельных зерен в структуре пленок. В отдельных слоях наблюдались включения с более темным контрастом размерами 40—100 нм (рис. 1, б). При этом пленки, содержащие такие включения, отличались по характеру своего поведения при воздействии электронного пучка от фазовооднородных аморфных слоев.

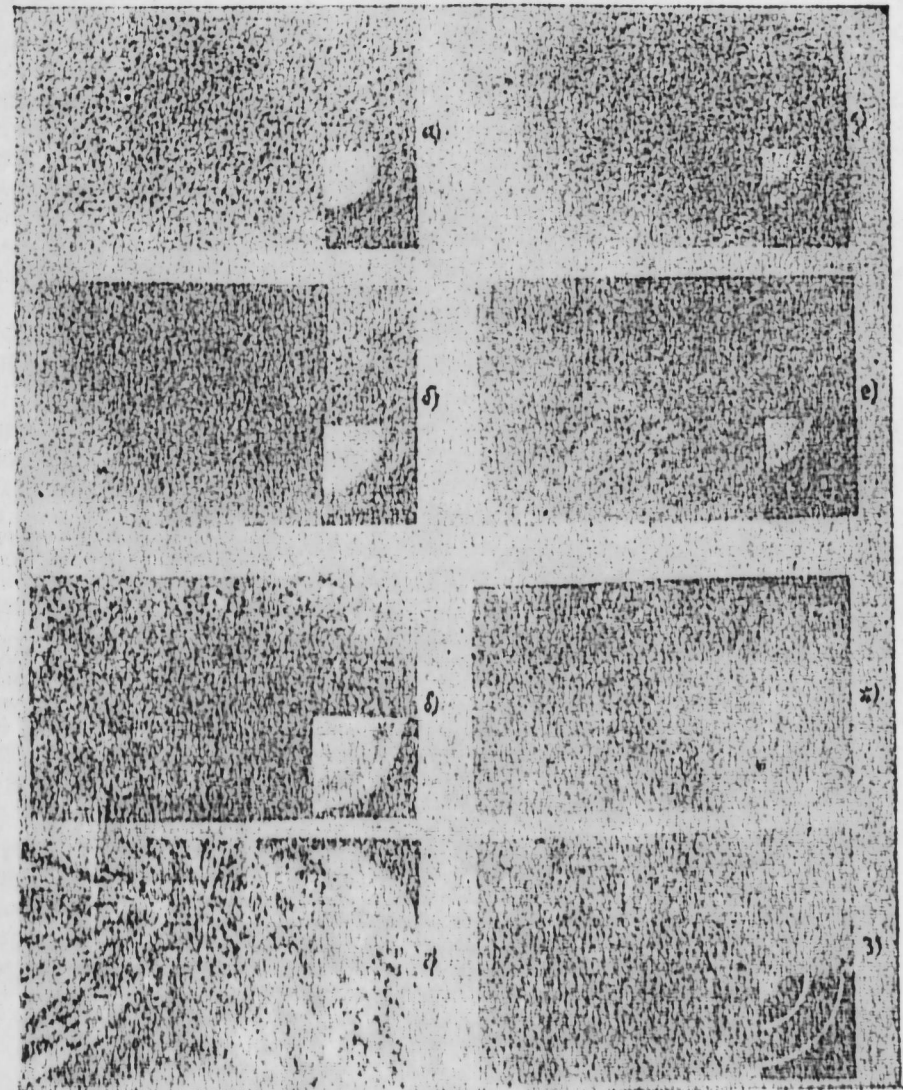


Рис. 1. Электронномикроскопические изображения и электрограммы пленок GaSe, полученных термическим испарением (а, б, в, г) и ИЛН (д, е, ж, з); а —  $T_{\text{под}} = 300 \text{ К}$ , увеличение — 200 000; б —  $T_{\text{под}} = 430 \text{ К}$ , увеличение — 8000 (вставка — 110 000); в —  $T_{\text{под}} = 430 \text{ К}$  (пленка после воздействия электронного пучка), увеличение — 70 000; г —  $T_{\text{под}} = 430 \text{ К}$  (фазово-однородная пленка после воздействия электронного пучка); слева — центральный участок воздействия пучка; увеличение — 12 000; справа — периферийный участок; увеличение — 90 000; д —  $T_{\text{под}} = 80 \text{ К}$ , увеличение — 1 500; е —  $T_{\text{под}} = 80 \text{ К}$ , увеличение — 100 000; ж —  $T_{\text{под}} = 470 \text{ К}$ , увеличение — 100 000; з —  $T_{\text{под}} = 620 \text{ К}$ , увеличение — 5 000.

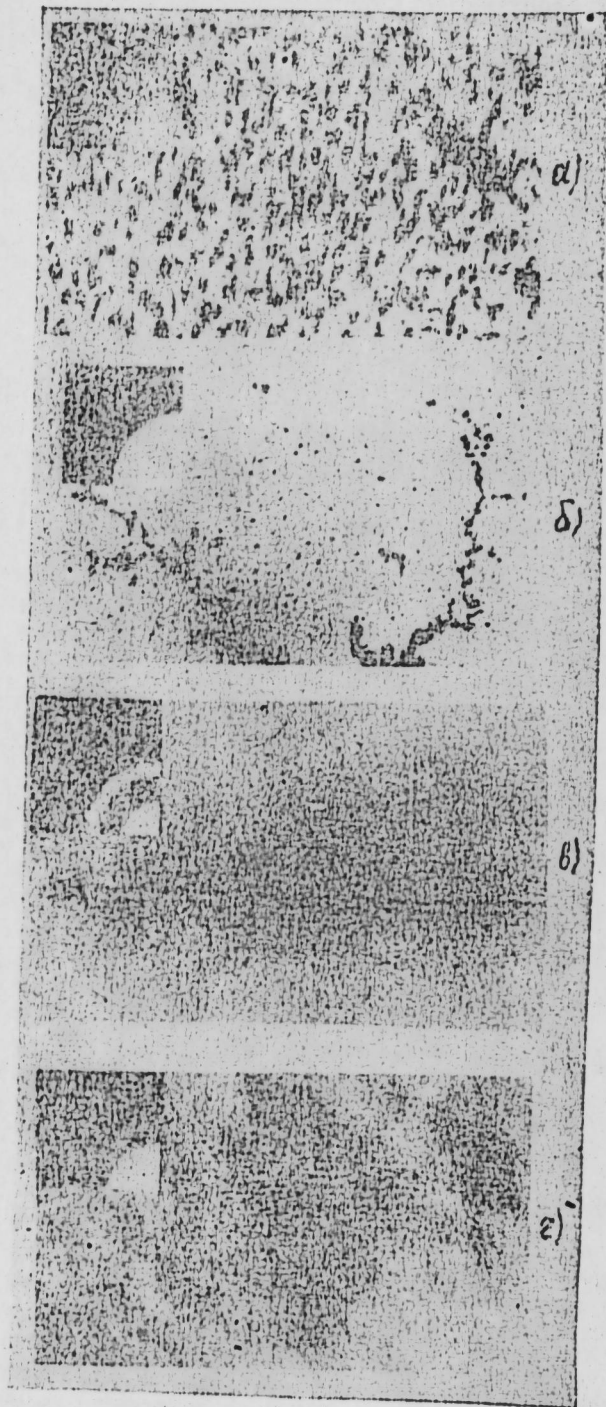


Рис. 2. Электроноскопические изображения и электронограммы пленок GaS, полученных ИЛН: а —  $T_{\text{под}} = 80$  К, увеличение — 100 000; б —  $T_{\text{под}} = 520$  К, увеличение — 100 000; в —  $T_{\text{под}} = 650$  К, увеличение — 70 000; з —  $T_{\text{под}} = 710$  К, увеличение — 25 000

В фазовооднородных аморфных пленках при интенсивности воздействующего электронного пучка больше  $0,6\text{--}0,7$  А/см<sup>2</sup> происходила взрывообразная кристаллизация участка пленки круглой формы с центром в точке воздействия пучка и размерами в несколько десятков микрометров (рис. 1 з). Причины, особенности и закономерности взрывообразной (ударной) кристаллизации аморфных пленок рассмотрены в ряде работ [4, 5, 6], основные выводы которых вполне применимы и к нашим результатам по кристаллизации слоев GaS, GaSe.

Субструктура аморфных пленок GaS и GaSe, полученных ИЛН, сильно зависит от температуры подложки. Особенно интересны в этом отношении тонкие слои, полученные при  $T_{\text{под}} = 80$  К. Они обладают тремя характерными субструктурными элементами. Весь объем пленки делится на отдельные ячейки-бугорки со средним размером 1 мкм (рис. 1, д). В каждой же такой ячейке-бугорке проявляется мелкая «волнистость» или «зыбь» с размерами отдельных участков 50—70 нм (рис. 1 д, е). На самом же высоком уровне увеличений электронного микроскопа на изображениях визуализируется (рис. 1, е) и слабая «зернистость» пленок (размеры зерен составляют 4—8 нм).

Описанные особенности субструктуры лазерных конденсатов GaS характерны и для других по составу аморфных пленок, получаемых при азотных температурах подложки, например,  $\text{As}_{50}\text{Se}_{50}$   $\text{Ge}_{50}\text{Se}_{50}$  [7].

Как отмечалось, пленки GaS и GaSe, получаемые методом дискретного термического испарения, не отличались практически между собой по особенностям структуры и устойчивости к воздействию электронного облучения. Лазерные же конденсаты GaS и GaSe различались более существенно. Во-первых, в пленках GaS, полученных при  $T_{\text{под}} = 80$  К, микронные субструктурные неоднородности выражены намного слабее, чем в пленках GaSe (рис. 1 д и 2, а). Во-вторых, с изменением температуры подложки заметно меняется структура ближнего порядка аморфных пленок GaS (рис. 2 а, б, в), тогда как в пленках GaSe визуально не обнаружено изменения электронограмм при повышении  $T_{\text{под}}$ . В-третьих, при  $T_{\text{под}} > 600$  К пленки GaS получались двухфазными аморфно-кристаллическими в более широкой области температур подложки (вплоть до 700—750 К), в сравнении с пленками GaSe (рис. 1, з и 2, з).

В заключение отметим, что приведенные в работе результаты структурных исследований позволяют осуществлять целенаправленный выбор технологических условий получения пленок GaS и GaSe с оптимальными структурными характеристиками для практических применений в качестве отдельных слоев волноводных, интерференционных и других функциональных систем ИК-области спектра.

#### Литература

1. Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Справочник. — М.: Наука, 1979.—340 с.
2. Абдуллаев Г. Б., Салаев Э. Ю., Салманов В. М. Взаимодействие лазерного излучения с полупроводниками типа АПВVI.—Баку: Элм, 1979, 125—127.
3. Абдуллаев Г. Б., Тагиев Б. Г., Мустафаева С. Н., Мамедов Г. М. Фотоэлектрические свойства тонких пленок GaSe в сильных электрических полях. — Изв. АН АзССР, серия физ.-матем. наук, 1978, № 1, 36—37.
4. Кузьменко В. М., Мельников В. И. Лавинная кристаллизация аморфных металлов. — ЖЭТФ, 1982, т. 82, № 3, с. 802—808.
5. Wickerham C. E., Bajor G., Griene J. E. Impulse stimulated explosive crystallization of sputter deposited amorphous (In, Ga) Sb films.—Solid State Communication, 1978, v. 27, № 1, 17—20.
6. Sharma R. K., Bansal S. K., Nath R. Electron beam induced explosive crystallization of unsupported amorphous germanium thin films.—J. Appl.



Phys., 1984, v. 55, № 2, p. 387—394. 7. Феннич П. А., Фирцак Ю. Ю., Лукша О. В. и др. Структурно-закаленные аморфные пленки халькогенидов, полученные методом импульсного лазерного напыления.—Укр. физ. журн., 1983, т. 28, № 8, с. 1266—1268.

Азербайджанский технологический институт

Поступило 29.XII.1987

В. П. Иванитски, О. В. Лукша, И. М. Маммадов, Н. Д. Маммадов, И. В. Пигара, Б. И. Тагыев, П. А. Фенниг, Е. И. Халилова

### ТЕРМИК ВЭ ЛАЗЕР МЕТОДЛАРЫ ИЛЭ АЛЫНМЫШ НАЗИК GaS, GaSe ТЭБЭГЭЛЭРИНИН ГУРУЛУШ ХУСУСИЛЭТЛЭРИ

GaS və GaSe бирлэшмэлэри гыздырылмаг үсулу вэ лазер шүалары нипулесунун тәсири илэ атомар һала кечирилэрэк, мүхтәлиф ләвһәләр үзәринә чөкдүрүләрэк назик тәбәгәләр алынмышдыр.

Көстәрилмишдир ки, һәр ики үсулла алынмыш назик тәбәгәләр  $T$  әсас 80—300 К олдугда аморф гурулуша малик олур. Үзәриндә назик тәбәгә алынған әсасын температура бөјүк олдугда исе  $T$  әсас 600 К) тәбәгәләр ики фазалы алынмышдыр. Бирчисели аморф назик GaS və GaSe тәбәгәләринин алымасынын оптимал шәранти мүәјјәләшдирилмишдир.

GaS və GaSe назик тәбәгәләрин оптик һиссәләрин ишыгландырылмаасында кешини истифадә олуна билмәси мүјјәләшдирилмишдир.

V. P. Ivanitzky, O. V. Luksha, I. M. Mamedov, N. D. Mamedov, I. V. Prigara, B. G. Tagiev, P. A. Fennich, E. I. Khalilova

### STRUCTURAL FEATURES OF THERMAL- AND LASER-EVAPORATED GaS AND GaSe FILMS

GaS and GaSe thin films are obtained by thermal evaporation from the effusion cell and by pulse laser evaporation (PLE) with the VUP 4 unit.

The GaS and GaSe thermal- and laser-evaporated amorphous film substructures are shown to be strongly dependent on substrate temperatures. Amorphous films are found to have weakly expressed grain size at substrate temperature  $T_s = 80-300$  K while being homogeneous at higher temperatures. The films obtained at substrate temperature  $T_s = 600$  K are double-phase amorphous crystalline ones.

Potential employment of GaS and GaSe films for anti-reflecting optics is shown.

Б. М. АСКЕРОВ, М. И. ДЖАФАРОВ, Ф. К. КОЧАРЛИ

### К КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

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

Электронная теплопроводность в магнитном поле  $\kappa(H)$ , как известно, выражается через компоненты тензоров проводимости  $\sigma_{ik}$ , термомагнитного тензора  $\beta_{ik}$ , а также тензора теплопроводности  $\chi_{ik}$  [1]. В классической области магнитных полей эти тензоры определяются из решения кинетического уравнения, а при наличии квантуемого магнитного поля их необходимо найти на основе квантовой теории необратимых процессов. Для тензора проводимости  $\sigma_{ik}$  эта задача, с помощью уравнения Лиувилля, была решена в работе [2], а в работе [3] диагональная компонента термомагнитного тензора  $\beta_{xx}$  была обоснована, исходя из общей теории статистической механики.

В настоящей работе получен канонический вид диагональной компоненты тензора теплопроводности  $\chi_{xx}$  в квантуемом магнитном поле на основе общей квантовой теории необратимых процессов. Вычислена теплопроводность в полупроводниках с невырожденным электронным газом в произвольном квантуемом магнитном поле при рассеянии носителей на акустических фононах. Показано, что при учете квантования Ландау электронная теплопроводность  $\kappa(H)$  от магнитного поля  $H$  зависит слабее, чем  $H^{-2}$ , а в квантовом пределе она насыщается.

Для вывода выражения  $\chi_{xx}$  будем исходить из общей формулы тензора теплопроводности [4]

$$\chi_{ik} = \frac{1}{T} \int_0^{\infty} dt \int_0^{\beta} d\lambda \langle q_i q_k (t + th^* \lambda) \rangle, \quad (1)$$

где  $\beta = (\kappa_0 T)^{-1}$ ,  $\vec{q}$  — оператор плотности потока энергии, который определяется следующим видом

$$\vec{q} = -\frac{1}{2e} (j \hat{A} + \hat{A} j) \quad (2)$$

$j$  — оператор плотности тока,  $\hat{H} = \hat{H}_0 - \zeta \hat{N}$ ,  $\hat{H}_0(P)$  — гамильтониан электронного газа в магнитном поле,  $\zeta$  — химический потенциал,  $\hat{N}$  — оператор числа электронов,  $\vec{P} = \vec{p} + (e/c) \vec{A}$ ,  $\vec{p}$  — квазиимпульс,  $\vec{A}$  — вектор-потенциал.

Если магнитное поле  $\vec{H}$  направить по оси  $z$ , то для описания движения электронов удобно ввести следующие канонические переменные [5]:  $(X, Y, \xi, \eta, z, p_z)$ , где  $X = x - \xi$ ,  $Y = y - \eta$  — координаты центра магнитно-

\*  $h^*$  — постоянная Планка, деленная на  $2\pi$ .

го осциллятора Ландау,  $\xi = (c/eH) P_y$ ,  $\eta = -(c/eH) P_x$  — координаты, характеризующие циклотронное движение относительно центра  $(X, Y)$ ,  $z$  и  $p_z$  — координата и импульс в направлении магнитного поля.

Подставляя (2) в (1) и следуя [5], можно показать, что диагональная компонента тензора теплопроводности  $\kappa_{xx}$  определяется миграцией центра магнитного осциллятора вдоль градиента температуры по оси и дается выражением

$$\kappa_{xx} = \frac{1}{4T} \int_0^\infty dt \int_0^\beta d\lambda \langle \dot{X}(-ih^* \lambda) (\mathbf{H}^2 \dot{X}(t) + \dot{X}(t) \mathbf{H}^2 + 2\mathbf{H} \dot{X}(t) \mathbf{H}) \rangle, \quad (3)$$

где  $\dot{X}(t) = \exp(i\mathbf{H}t/h^*) \dot{X} \exp(-i\mathbf{H}t/h^*)$

Поскольку  $X$  коммутирует с гамильтонианом  $\mathbf{H}$ , то

$$\dot{X} = (1/h^*) [X, \mathbf{H}'] = (1/h^*) [X, U] \quad (4)$$

$U$  — возмущающий потенциал в полном гамильтониане электронов  $\mathbf{H}' = \mathbf{H} + U$ .

В формуле (3)  $\langle \dots \rangle$  означает усреднение с помощью полной матрицы плотности  $\rho = C \exp(-\beta \mathbf{H}')$ . Однако, как видно, возмущающий потенциал (потенциал рассеяния) в (3) входит дважды и поэтому в первом несчитающемся приближении достаточно произвести усреднение по равновесному распределению  $\rho_0 = C_0 \exp(-\beta \mathbf{H})$ . Тогда (3) можно представить в виде

$$\kappa_{xx} = \frac{1}{4T} \int_0^\infty dt \int_0^\beta d\lambda \text{Sp} \{ \rho_0 \dot{X}(-ih^* \lambda) (\mathbf{H}^2 \dot{X}(t) + \dot{X}(t) \mathbf{H}^2 + 2\mathbf{H} \dot{X}(t) \mathbf{H}) \} \quad (5)$$

Воспользуемся тождеством [6]

$$\int_0^\beta \rho_0 \dot{X}(-ih^* \lambda) d\lambda = \lim_{u \rightarrow 0} \frac{\partial}{\partial u} \rho',$$

где

$$\rho' = \exp(-\beta \mathbf{H} + \beta \dot{X}u) / \text{Sp} \{ \exp(-\beta \mathbf{H} + \beta \dot{X}u) \}$$

Тогда

$$\kappa_{xx} = \frac{1}{4T} \lim_{u \rightarrow 0} \frac{\partial}{\partial u} \int_0^\infty dt \text{Sp} [ \rho' \dot{X}(t) \mathbf{H}^2 + \rho' \mathbf{H}^2 \dot{X}(t) + \rho' 2\mathbf{H} \dot{X}(t) \mathbf{H} ] \quad (6)$$

Если  $\mathbf{H}$  равен сумме одночастичных гамильтонианов  $h$ , можно доказать следующие равенства

$$\begin{aligned} \text{Sp}(\rho' \dot{X}(t) \mathbf{H}^2) &= \text{Sp}(n' \dot{X}(t) h^2); & \text{Sp}(\rho' \mathbf{H}^2 \dot{X}(t)) &= \text{Sp}(n' h^2 \dot{X}(t)); \\ \text{Sp}(\rho' \mathbf{H} \dot{X}(t) \mathbf{H}) &= \text{Sp}(n' h \dot{X}(t) h). \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь  $n' = [\exp \beta(h - \dot{X}u) + 1]^{-1}$ . Непосредственным вычислением можно показать, что

$$\lim_{u \rightarrow 0} \frac{\partial n'}{\partial u} = \int_0^\beta n \dot{X}(-ih^* \lambda) (1 - n) d\lambda, \quad (8)$$

где  $n = [\exp \beta h + 1]^{-1}$ .

С учетом (7) и (8) имеем

$$\begin{aligned} \kappa_{xx} &= \frac{1}{4T} \int_0^\infty dt \int_0^\beta d\lambda \text{Sp} \{ n \dot{X}(-ih^* \lambda) (1 - n) \times \\ &\times [h^2 \dot{X}(t) + \dot{X}(t) h^2 + 2h \dot{X}(t) h] \} \end{aligned} \quad (9)$$

Допустим, что флуктуационно-диссипативная теорема Кубо [7] для  $\kappa_{xx}$  верна и тогда подинтегральную функцию в (9) можно рассматривать как корреляционную функцию  $\psi_{xx}(t) = \frac{1}{2} \text{Sp} [n \dot{A} B(t) + n B(t) \dot{A}]$

$$\kappa_{xx} = \left( \frac{\beta}{2} \right) \int_{-\infty}^{\infty} \psi_{xx}(t) dt \quad (10)$$

Причем, явный вид  $\dot{A}$  и  $B(t)$  получается из сравнения  $\psi_{xx}(t)$  с подинтегральной функцией в (9). Вычислим  $\text{Sp}$  в (10) в диагональном представлении  $h_{\alpha\alpha'} = \epsilon_{\alpha'} \cdot \delta_{\alpha\alpha'}$ , где  $\alpha$  обозначает набор квантовых чисел представления  $h$ . Если собственные значения  $n$  и  $x$  соответственно обозначим  $f_{\alpha} = f(\epsilon_{\alpha}) = \exp[(\epsilon_{\alpha} - \zeta)/\kappa_0 T + 1]^{-1}$  и  $x_{\alpha}$ , то окончательно получим

$$\kappa_{xx} = \frac{1}{2T} \sum_{\alpha\alpha'} \left( -\frac{\partial f_{\alpha}}{\partial \epsilon_{\alpha}} \right) (\epsilon_{\alpha} - \zeta)^2 (x_{\alpha} - x_{\alpha'})^2 W_{\alpha\alpha'}, \quad (11)$$

где

$$W_{\alpha\alpha'} = \frac{2\pi}{h^*} |U_{\alpha\alpha'}|^2 \delta(\epsilon_{\alpha} - \epsilon_{\alpha'})$$

вероятность перехода электрона из состояния  $\alpha$  в  $\alpha'$  благодаря рассеянию на возмущающем потенциале  $U$ .

Используя известное выражение вероятности перехода для случая рассеяния на акустических фононах можно получить электронную теплопроводность невырожденного полупроводника

$$\kappa_{e,l}(H) = \frac{\kappa_0 (\kappa_0 T) E_0^2 m}{\pi^3 \rho u_0^2 h^{*3} R^2} \exp(\zeta/\kappa_0 T) F_1(H, T), \quad (12)$$

где

$$\begin{aligned} F_1(H, T) &= \sum_{NN'} e^{-iN} \int_0^\infty \frac{dx dy e^{-y^2} x^2 |J_{NN'}(x^2)|^2}{\sqrt{y^2 + \epsilon_N^* - \epsilon_{N'}^* + ax}} \times \\ &\times \left( y^2 + \epsilon_N^* - \frac{3}{2} - \nu \text{cth } \nu \right)^2 \end{aligned} \quad (13)$$

здесь  $a = 2(\nu m u_0^2 / \kappa_0 T)^{1/2} \ll 1$  появился из-за неупругости рассеяния и служит для сходимости интегралов,  $\nu = h^* \Omega / 2\kappa_0 T$ ,  $\Omega = (eH/mc)$  — эффективная циклотронная частота, остальные обозначения такие же, как и в [1].

Приближенно вычислим эту функцию для всей области сильных магнитных полей, т. е. для произвольного значения параметра  $\nu$ .

Следуя работе [3], после приближенного интегрирования можно точно выполнить суммирование по квантовому числу Ландау и найти теплопроводность в произвольных квантовых магнитных полях

$$\kappa(H) = x_0 \varphi(\nu), \quad (14)$$

где  $x_0/\nu^2$  — с точностью до численного множителя совпадает с электронной теплопроводностью в классически сильном магнитном поле, которая следует из кинетического уравнения

$$\begin{aligned} \varphi(\nu) &= \frac{8}{39} (\text{cth } \nu + 1) \left\{ (\text{cth } \nu - 1) \left[ (\nu \text{cth } \nu - 1) \left( \frac{3}{2} + 3\nu + \right. \right. \right. \\ &\left. \left. \left. + \frac{21}{2} \nu \text{cth } \nu \right) - \frac{7}{2} \nu^2 + \frac{39}{8} \right] + \frac{9}{4} \right\} \end{aligned} \quad (15)$$

В квазиклассическом приближении  $\varphi(v \ll 1) = v^{-2}$  и из (14) следует известный результат кинетического уравнения. В квантовом пределе  $\varphi(v \gg 1) = 12/13$  и электронная теплопроводность в этом случае от магнитного поля не зависит, т. е. имеет место насыщение. Анализ функции  $\varphi(v)$  показывает, что во всей области квантования электронная теплопроводность от магнитного поля зависит слабее, чем  $H^{-2}$ , т. е. учет квантования увеличивает электронную теплопроводность невырожденных полупроводников.

#### Литература

1. Аскеров Б. М. Электронные явления переноса в полупроводниках.—М.: Наука, 1985.—318 с.
2. Adams E. M., Holstein T. D.—Phys. Chem. Sol. 10, 254, 1959. /Пер. Сб. Вопросы квантовой теории необратимых процессов.—М.: Мир, 1961, с. 255.
3. Агаева Р. Г., Аскеров Б. М., Гашимазаде Ф. М.—ФТТ, 1971, т. 13, с. 2063.
4. Kubo R., Yokota M., Nakajima S.—J. Phys. Soc. Jap., 12, 1203, 1957. /Пер. Сб. Вопросы квантовой теории необратимых процессов.—М.: Мир, 1961, с. 73.
5. Kubo R., Hasegawa H., Hashitsume N.—J. Phys. Soc. Jap., 14, 56, 1959. /Пер. Сб. Вопросы квантовой теории необратимых процессов.—М.: Мир, 1961, с. 89.
6. Фудзита С. Введение в неравновесную квантовую статистическую механику.—М.: ИИЛ, 1969.
7. Kubo R.—J. Phys. Soc. Jap., 12, 570, 1957. /Пер. Сб. Вопросы квантовой теории необратимых процессов.—М.: Мир, 1961, с. 39.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 22. VI 1988

Б. М. Аскеров, М. И. Джафаров, Ф. К. Кочарли

#### ЭЛЕКТРОН ИСТИЛКЕКЧИРИЧИЛИЈИНИ КВАНТ НЭЗЭРИЈЭСИНЭ ДАИР

Дөнмәјән процесләрин үмуми квант нәзәријәси әсасында истилкекчиричилијини диагональ компонентини каноник шәклә кәтирилмишдир. Истәнилән квантлајычы магнит сәһәсиндә электрон истилкекчиричилијини квантланма параметриндән асылылыгы алынмишдир.

B. M. Askerov, M. I. Djafarov, F. K. Kocharli

#### ON THE QUANTUM THEORY OF THE ELECTRONIC PART OF THE THERMAL CONDUCTIVITY

On the base of general quantum theory of nonreversible processes the thermal conductivity diagonal elements are led to the canonical form. In arbitrary quantizing magnetic field the quantizing parameter dependence of electronic part of thermal conductivity is found.

УДК 547.002.65/43/00.13/9.153/05

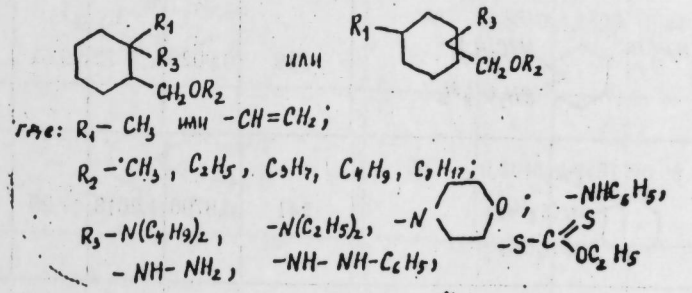
#### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. З. ШИХМАМЕДБЕКОВА, М. М. ИСМАИЛОВ,  
Б. Г. ГАШИМОВА, Г. Г. МАМЕДАЛИЕВА

#### ПОЛЯРНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ МЕТИЛ- И ВИНИЛЦИКЛОГЕКСАНОВ

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

В статье рассматривается зависимость между структурными особенностями и полярностью группы замещенных 1, 1, 2- и 1, 3, 4- алкил- и алкенилциклогексанов общей формулы:

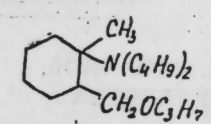
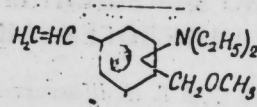
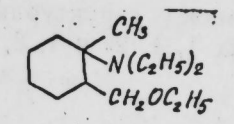
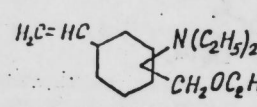
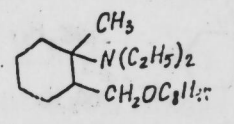
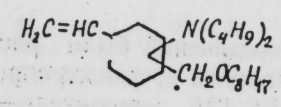
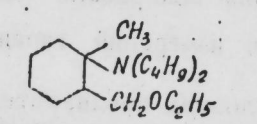
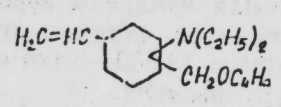
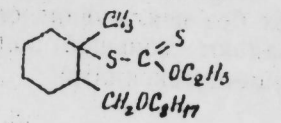


Синтез и установление структуры этих соединений были рассмотрены в [1—4]. Определение диэлектрической постоянной  $\epsilon$ , электропроводности  $\sigma$  было проведено на приборах Тероамметр Е6-13А, измеритель—L и высокочастотный Е7-9, а значения молекулярной полярности были подсчитаны по формуле  $P_m = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \cdot \frac{M}{d}$ . Точность измерений гарантировалась

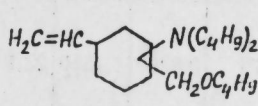
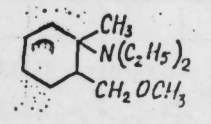
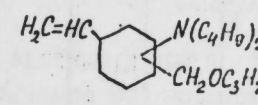
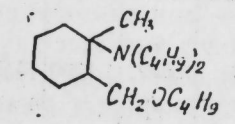
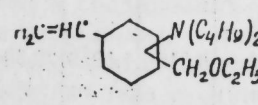
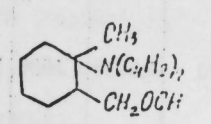
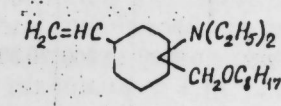
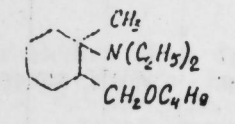
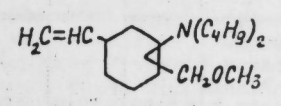
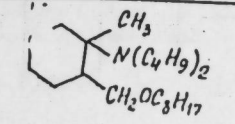
во-первых, тем, что они проводились в условиях предварительной продувки азотом ячейки, что исключало наличие влаги в системе. Во-вторых, электрические свойства соединений были измерены вскоре после снятия их ИК-спектров; обязательным при этом являлось отсутствие полос, характеризующих как ассоциированные ( $3500-3420 \text{ см}^{-1}$ ), так и неассоциированные ( $3670-3580 \text{ см}^{-1}$ ) группы «ОН».

Результаты измерений приводятся в таблице. Как видно из этой таблицы, при идентичных  $R_2$  и  $R_3$ , во всех без исключения случаях, 1, 1, 2-замещенные метилциклогексаны обладают меньшей полярностью по сравнению с 1, 3, 4-замещенными винилциклогексанами.

Значения диэлектрической постоянной  $\epsilon$ , молярной полярности  $P_M$  и электропроводности  $\sigma$ , для замещенных алкил- и алкилциклогексанов. Объем пустой ячейки:  $V_0 = 19,0$

№ соед.	Соединение	Мол. масса	$d_4^{20}$	$\epsilon$	$P_M$	$\sigma$
1	2	3	4	5	6	7
1		213	0,891	1,2290	16,95	$1,00 \cdot 10^{-8}$
2		225	0,9038	1,4086	29,83	$0,81 \cdot 10^{-8}$
3		227	0,8890	1,2144	17,05	$1,56 \cdot 10^{-8}$
4		239	0,9020	1,3772	29,51	$0,74 \cdot 10^{-7}$
5		241	0,8790	1,2013	17,25	$3,48 \cdot 10^{-8}$
6		253	0,8970	1,3448	29,51	$0,74 \cdot 10^{-7}$
7		255	0,8700	1,1884	17,33	$5,00 \cdot 10^{-8}$
8		267	0,8900	1,3174	29,29	$0,60 \cdot 10^{-7}$
9		311	0,8520	1,1756	20,19	$0,09 \cdot 10^{-7}$

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
10		323	0,8670	1,2700	27,27	$0,44 \cdot 10^{-7}$
11		269	0,8430	1,1430	14,04	$0,78 \cdot 10^{-8}$
12		281	0,8710	1,2682	26,82	$0,38 \cdot 10^{-7}$
13		283	0,8510	1,1429	15,84	$0,84 \cdot 10^{-8}$
14		295	0,8646	1,2481	26,08	$0,25 \cdot 10^{-7}$
15		297	0,8350	1,1409	16,02	$0,94 \cdot 10^{-8}$
16		309	0,8600	1,2320	25,78	$0,09 \cdot 10^{-7}$
17		311	0,8200	1,1401	17,20	$1,54 \cdot 10^{-8}$
18		323	0,8540	1,0800	25,05	$0,97 \cdot 10^{-7}$
19		367	0,7900	1,0270	19,6	$0,22 \cdot 10^{-7}$

1	2	3	4	5	6	7
20		379	0,8260	1,1510	23,1	$0,59 \cdot 10^{-7}$
21		325	0,8610	1,1126	13,60	$0,71 \cdot 10^{-8}$
22		337	0,8870	1,1690	20,14	$0,27 \cdot 10^{-7}$
23		331	0,8723	1,1250	15,20	$0,90 \cdot 10^{-8}$
24		343	0,9160	1,1950	22,30	$0,41 \cdot 10^{-7}$
25		270	0,8730	1,1500	14,80	$0,81 \cdot 10^{-8}$
26		282	0,8929	1,2000	20,30	
27		346	0,9003	1,1340	16,40	$0,97 \cdot 10^{-8}$
28		358	0,9188	1,1940	23,90	$0,63 \cdot 10^{-7}$

1	2	3	4	5	6	7
29		360	0,9105	1,1350	18,90	$5,94 \cdot 10^{-8}$
30		372	0,9228	1,1890	25,60	$1,09 \cdot 10^{-7}$

Увеличение алкоксиметильной группы в случае 1, 1, 2-замещенных метилциклогексанов приводит к повышению, а в случае 1, 3, 4-замещенных винилциклогексанов — к понижению полярности. При прочих равных условиях наличие функциональной группы —  $N(C_2H_5)_2$  по сравнению с —  $N(C_4H_9)_2$  обуславливает большую полярность, что, вероятно, связано также и с пространственным расположением их. Действительно, ранее проведенное масс-спектрометрическое исследование [5, 6] показало, что в соединениях (I) и (II) диалкиламинная группа находится в экваториальном, а в соединениях (XI) и (XII) — аксиальном положении и это сказывается как на величину полярности, так и на защитный эффект этих соединений.

Как в ряду 1, 1, 2-алкилзамещенных, так и 1, 3, 4-винилзамещенных циклогексанов замена „ $R_2$ “ последовательно на радикалы: —  $N(C_4H_9)_2$ , —  $NHC_6H_5$ , —  $NH-NH_2$ , —  $N$  приводит к снижению полярности соединения.

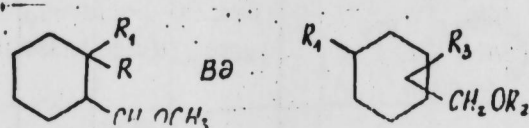
Что касается удельного сопротивления и электропроводности рассмотренных соединений, то у 1, 3, 4-замещенных винилциклогексанов удельное сопротивление меньше, а электропроводность больше по сравнению с таковыми у 1, 1, 2-замещенных алкилциклогексанов.

## Литература

- Шихмамедбекова А. З. Тез. докл. юбилейной конференции, посвященной 60-летию образования СССР. — Баку, ноябрь, 1982 г.
- Мамедъярова И. Ф., Шихмамедбекова А. З., Кязимов А. М., Байрамов Г. И., Селимханова Д. Г., Саламова Р. А. Тез. докл. XI — пермской конференции. — Пермь, 1983.
- Байрамов Г. И., Шихмамедбекова А. З., Мамедъярова И. Ф., Исмаилов М. М. — Коррозия и защита металлов нефтегазодобывающей промышленности, 1986, № 6.
- Асланов Ф. А., Шихмамедбекова А. З., Мамедъярова И. Ф., Байрамов И. Г. — ДАН АзССР, 1986, т. 42, № 5.
- Синтез и исследование кислород-, серу-, азот-, галоген-, фосфорсодержащих органических соединений. Сб. научн. трудов. — Баку: Изд-во АГУ им. С. М. Кирова, 1985.

ФУНКЦИОНАЛ ЭВЭЗЛӘНМИШ МЕТИЛ ВӘ ВИНИЛТСИКЛОҖЕКСАНЛАРЫН  
ПОЛЈАРЛЫҖЫ

Үмуми формулу



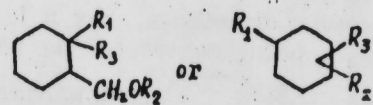
Җаваб берән 1, 1, 2 вә 1, 3, 4-алкил вә алкенил эвәзләнмиш тейклоҖексанларын тәдҗиги кәстәрмишдир ки,  $R_2$  вә  $R_3$ -үн идентик гижәтләриндә 1, 1, 2 эвәзләнмиш метилтсиклоҖексанларын полјарлығы 1, 3, 4 эвәзләнмиш винилтсиклоҖексанларга нисбәтән даһа аздыр. Алкоксиметил группунун бәјүмәси 1, 1, 2 эвәзләнмиш метилтсиклоҖексанларда полјарлығын артмасына, 1, 3, 4 эвәзләнмиш винилтсиклоҖексанларда исә полјарлығын азалмасына сәбәб олур.

$R_2$ -үн гижәти  $N(C_2H_5)_2$  олдугда, һәм алкил, һәм дә винил эвәзләнмиш тейклоҖексанларда полјарлығы артыр. 1, 3, 4 эвәзләнмиш винилтсиклоҖексанларын 1, 1, 2 эвәзләнмиш алкилтсиклоҖексанларга нисбәтән электриккечирмә габилитјәти чох, хуәси мүгавимәти исә аздыр.

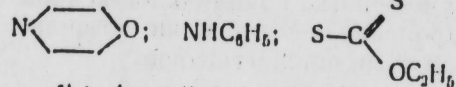
A. Z. Shihmamedbekova, M. M. Ismailov. B. G. Gashimova, G. G. Mamedaliev

POLARITY OF FUNCTIONALLY SUBSTITUED DERIVATIVES  
OF METHYL- AND VINYL-CYCLOHEXANES

The dependence between structural specificities and polarity of substituted 1, 1, 2- and 1, 3, 4-alkyl and alkenyl cyclohexanes of general formulas investigated where:



$R_1$ — $CH_3$  or  $-CH=CH_2$ ;  
 $R_2$ — $CH_3$ ,  $C_2H_5$ ,  $C_3H_7$ ;  $C_4H_9$ ;  $C_6H_{13}$ ;  
 $R_3$ — $N(C_2H_5)_2$ ;  $N(C_2H_5)_2$ ;  $-NH-NH_2$ ;  $-NH-NHC_6H_5$ ;



It is shown that at identical values of  $R_2$  and  $R_3$  in all observed cases 1, 1, 2-substituted methylcyclohexanes demonstrate lower polarity according to 1, 3, 4-substituted vinylcyclohexanes. The increase of alkoxyethyl group in the case of 1, 1, 2-substituted methylcyclohexanes leads to the increase of polarity, while in the case of 1, 3, 4-substituted vinylcyclohexanes the effect is opposite. Such functional groups as  $cis-N(C_2H_5)_2$  demonstrate higher polarity comparing with  $-N(C_2H_5)_2$ .

The electric conductivity of 1, 3, 4-substituted vinylcyclohexanes is higher while the specific resistance is lower according to the values of the same parameters for 1, 1, 2-substituted alkylcyclohexanes.

УДК 547.533.2

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Б. АГАЕВ, чл.-корр. АН АзССР П. Г. РУСТАМОВ,  
Л. М. МАМЕДОВА

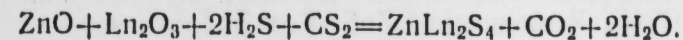
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ХАЛЬКОЛАНТАНАТОВ ЦИНКА  
ТИПА  $ZnLn_2S_4(Se_4)$

В последнее десятилетие в исследованиях, посвященных кристаллохимии и технологии полупроводников большое место отведено веществам, образованным с участием редкоземельных элементов (РЗЭ) [1, 2]. Такой большой интерес к этим соединениям вызван тем, что для многих представителей этого класса веществ уже найдены важные области применения [3, 4].

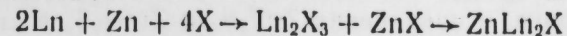
Ранее нами были синтезированы и подробно изучены свойства хальколантанатов кадмия типа  $CdLn_2S_4(Se_4, Te_4)$  [5—8].

Целью настоящей работы является синтез и изучение свойств хальколантанатов цинка. Синтез соединений типа  $ZnLn_2S_4(Se_4)$  проводили тремя способами:

- 1) Взаимодействием элементарных компонентов в вакуумированных кварцевых ампулах при 1 100—1 200 К;
- 2) взаимодействием бинарных халькогенидов РЗЭ и цинка;
- 3) косвенным методом, т. е. взаимодействием соответствующих оксидов с халькогенирующими реагентами по реакции



Первой серией опытов установлено, что сначала образуются бинарные халькогениды, которые в конечном итоге взаимодействуют с образованием тройного халькогенида соответствующего состава:



Режим синтеза был выбран на основании свойств исходных элементов и снятием термограмм записи синтеза из элементов. Установлено, что после 120—150-часового отжига при 1000 К удается получить однородные образцы соединений типа  $ZnLn_2S_4(Se_4)$ . Равновесность полученных образцов контролировали методами рентгенофазового и микроструктурного анализов.

На примере  $ZnDy_2S_4$  разработан технологический режим и выращены монокристаллы. Оптимальный режим составлял:  $T_1 = 1020$ ;  $T_2 = 900$  К;  $C_{12} = 4—5$  мг/см<sup>3</sup>, время роста — 80 ч.

Рентгеноструктурное исследование титлантанатов цинка показало, что они являются изоструктурными соединениями и кристаллизуются в ромбической решетке, в то время как  $ZnSe_2S_4$  и  $ZnYb_2S_4$  относятся к кубической сингонии (таблица) типа шпинели.

Хальколантанаты цинка довольно устойчивы до 800 К, щелочи, вода и органические растворители на них не действуют, хорошо растворяются в HCl и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Изучены электрофизические и оптические свойства соединений ZnLn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, установлено, что они являются широкозонными полупроводниковыми веществами с p-типа проводимостью.

Кристаллохимические и некоторые физико-химические характеристики соединений типа ZnLn<sub>2</sub>X<sub>4</sub>

Соединение	Периоды решетки			H <sub>μ</sub> , мПа	ΔE, эВ
	a	b	c		
ZnSc <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	10,49	—	—	—	2,1
ZnY <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	10,52	—	—	—	—
ZnDy <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	7,80	13,30	6,32	2 850	2,34
ZnHo <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	7,78	13,27	6,28	2 700	2,25
ZnEr <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	7,76	13,26	6,278	2 530	—
ZnTm <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	7,74	13,23	2,27	2 100	2,12
ZnY <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	7,68	13,21	6,25	2 410	2,08
ZnLu <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	7,64	13,20	6,24	2 200	—
ZnY <sub>2</sub> Se <sub>4</sub>	11,62	—	—	1 950	—
ZnYb <sub>2</sub> Se <sub>4</sub>	11,40	—	—	1 700	—

На монокристаллических образцах, полученных методом ХТР, изучены оптические свойства ZnSc<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, ZnDy<sub>2</sub>S<sub>4</sub> и других аналогов, легированных различными примесями. Доказано, что ширина запрещенной зоны у этих соединений лежит в видимой области спектра: 2,1 эВ для ZnSc<sub>2</sub>S<sub>4</sub>; 2,34 для ZnDy<sub>2</sub>S<sub>4</sub>; 2,25 эВ для ZnHo<sub>2</sub>S<sub>4</sub>; 2,12 эВ для ZnTm<sub>2</sub>S<sub>4</sub>; 2,08 эВ для ZnY<sub>2</sub>S<sub>4</sub>. У соединений ZnSc<sub>2</sub>S<sub>4</sub> и ZnTm<sub>2</sub>S<sub>4</sub> наблюдается слабая катод-люминесценция, у ZnY<sub>2</sub>S<sub>4</sub> — зеленовато-желтое и у ZnSc<sub>2</sub>S<sub>4</sub> — голубовато-зеленое испускание.

Таким образом, впервые получены и изучены физико-химические свойства хальколантанатов цинка. Установлено, что они кристаллизуются в ромбической сингонии, а соединения ZnY<sub>2</sub>S<sub>4</sub> и ZnSc<sub>2</sub>S<sub>4</sub> в структуре шпинели. Вычислены периоды решетки всех полученных тройных соединений.

#### Литература

1. Радзиковская С. В., Марченко В. И. Сульфиды редкоземельных металлов и актиноидов. — Киев: Наукова думка, 1966. 2. Лашкарев Г. В. Металловедение. — М.: Наука, 1971. 3. Абрикосов Н. Х. и др. Редкоземельные металлы, сплавы и соединения. — М.: Наука, 1974. 4. Mat. Швейцарии № 398720, Кл. Hol.L 27/03, 1960. 5. Алиев О. М., Азадалиев Р. А. — ЖНХ, 1980, т. 26, № 11, с. 3160—3162. 6. Агаев А. Б., Алиев О. М., Азадалиев Р. А. — ЖНХ, 1983, т. 28, № 1, с. 256—258. 7. Агаев А. Б., Алиев О. М., Азадалиев Р. А. — ЖНХ, 1984, т. 29, № 10, с. 2705—2707. 8. Алиев О. М., Агаев А. Б., Азадалиев Р. А. — ЖНХ, 1985, т. 30, № 4, с. 1041—1042.

А. Б. Агаев, П. Г. Рустамов, Л. М. Маммадова

#### ZnLn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>(Se<sub>4</sub>) ТИПЛИ СИНК ХАЛКОЛАНТАНОТЛАРЫН СИНТЕЗИ ВӘ ХАССӘЛӘРИНИН ӨJRӘНИЛМӘСИ

Илк дәфә ZnLn<sub>2</sub>X<sub>4</sub> (X S, Se) типли үчлү бирләшмәләр синтез едилмиш, физико-химияни анализни комплекс үеулары илә бу бирләшмәләр тәдгиг едилмишдир. Кимияни глэдәни яичи реакциялар вәсәтәси илә бирләшмәләрни монокристаллары јетишдирилмиш, оларын кристал гурулушлары вә јарымкечиричи хассәләри өjrәнилмишдир.

A. B. Agaev, P. G. Rnstamov, L. M. Mamedova

#### SYNTHESIS AND PROPERTIES OF CHALCOLANTANATES OF ZINC OF ZnLn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>(Se<sub>4</sub>) TYPE

The ternary compounds type is synthesized. These compounds are investigated by complex methods of physico-chemical analysis.

The single-crystals are grown by chemical gas-transport reaction, the structure and semiconductive properties of these compounds are investigated.

Э. А. АГАМИРЗОВА, Т. А. ГУСЕИНОВА

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

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

Судя по таблице, в которую сведены результаты анализов вод мезозойских отложений, воды юрских отложений Прикаспийско-Кубинского района характеризуются резким изменением солёности (от сильно-минерализованных на северных его площадях до почти пресных в юго-восточной части). Так, если в водах Ялама-Худатского выступа суммарное содержание ионов ( $\Sigma_{a+k}$ ) достигает 300—330 мгэкв/100, то к югу эта величина постепенно уменьшается до 40—50 мгэкв/100 в Атачае, Афурдже и до 26 мгэкв/100 — в Бегимдаг-Текчае. Таким образом, в ЮВ части Прикаспийско-Кубинского района солёность вод в 10—15 раз меньше, чем в его северной части. Вместе с солёностью отмечаются изменения и в химическом составе этих вод.

Содержание основных компонент-ионов в водах Кусары-Дивичинской мульды достаточно высокое. В Худате, например, их значения достигают 138 мгэкв/100 для натрия и 164 мгэкв/100 — для хлора. Количественное преобладание хлора над натрием, большое количественное содержание щелочно-земельных металлов, особенно кальция (12—20 мг. экв/100), и малое содержание карбонат-ионов, порой уменьшенных до десятых долей единицы, являются гидрохимическими особенностями юрских вод Кусаро-Дивичинской мульды, обусловившими их высокую минерализацию, жёсткость и хлоркальциевый тип.

В Тенгино-Бешбармакском антиклинории и в Хизинском синклинории слабоминерализованные юрские воды отличаются своим химическим составом. В этих водах сильно понижены содержания натрия — до 13—16 мгэкв/100 и хлора — до 8—12 мгэкв/100. Соотношения их также изменены: по своему количеству натрий преобладает над хлором. Содержание щелочно-земельных металлов уменьшено до десятых долей единицы.

По количеству они приравниваются. Заметно увеличено содержание бикарбонат-ионов — до 3—6 мг.экв/100. Благодаря таким гидрохимическим показателям в юрских отложениях Тенгино-Бешбармакского антиклинория и Хизинского синклинория формируются воды гидрокарбонатно-натриевого типа с высокими щелочными свойствами.

Воды нижнемеловых отложений по гидрохимическому составу, типу и общей солёности почти идентичны с юрскими. Отмечается только некоторое уменьшение количественного содержания отдельных компонентов, их солевого состава и соответственно величин их суммарного содержания —  $\Sigma_{a+k}$ . Однако подобно юрским водам сохраняются закономерности изменения свойств нижнемеловых вод по площади их

распространения: приуроченность высокоминерализованных жёстких вод к Ялама—Худатскому выступу, а пресных и щелочных к площадям Хизинского синклинория. Эта закономерность прослеживается и далее к югу, на площадях Северного Гобустана. Так, на площади Астраханка наблюдается резкое (почти вдвое) снижение содержания натрия — до 5 мг.экв/100, хлора — до 3 мгэкв/100 и суммы анионов и катионов до 10 мг экв/100.

Гидрохимия верхнемеловых отложений изучена не только на площадях ЮВ Кавказа, но и на площади Мурадханлы Среднекуринской депрессии. Отличительной чертой верхнемеловых вод Прикаспийско-Кубинского района и Северного Гобустана является повышенное содержание в их солевом составе отдельных компонент-ионов по сравнению с водами стратиграфически нижележащих отложений, что хорошо видно по данным таблицы.

Кроме того, содержание натрия, хлора, щелочно-земельных и гидрокарбонат-ионов, а также такие характерные соотношения как Na/Cl и Ca/Mg весьма изменчивы и установить какую-либо закономерность в их изменениях в пределах ЮВ Кавказа не представляется возможным. И хлоркальциевый, и гидрокарбонатнонатриевый типы верхнемеловых вод здесь хаотично сменяют друг друга как на Ялама-Худатском выступе, так и на площадях Сиазанской моноклинали и Северного Гобустана.

Мурадханлинские верхнемеловые воды, расположенные особняком от вышеописанных вод ЮВ Кавказа и залегающие в совершенно иных геологических условиях Среднекуринской депрессии, обладают своими гидрохимическими особенностями. В них содержится гораздо большее количество натрия, хлора и кальция, чем в водах большинства площадей ЮВ Кавказа. Соответственно и общая солёность Мурадханлинских вод значительно выше ( $\Sigma_{a+k}$  достигает 68—99 мг.экв/100).

В пределах Мурадханлинского нефтяного месторождения залегают воды как хлоркальциевого, так и гидрокарбонатнонатриевого типов. Причем, в последних содержания гидрокарбонат-ионов очень высокие (до 23 мг.экв/100), что во много раз превышает содержание этого иона во всех остальных мезозойских водах. Но самой примечательной особенностью вод Мурадханлинского месторождения, отмеченной Ш. Ф. Мехтиевым, является слабая минерализованность хлоркальциевых и высокая — гидрокарбонатнонатриевых вод, что противоречит существующим представлениям об обычно высокой минерализованности первых и опресненности вторых.

Обобщение вышезложенного материала позволяет прийти к некоторым заключениям, хотя и носящим несколько предварительный характер, так как исследованиями мезозойских вод охвачены далеко не все площади распространения этих отложений. Кроме того, их гидрохимия ни на одной площади не прослежена в полном разрезе, за исключением Яламы, расположенной на крайнем северном участке Азербайджана, и выводы по ней, конечно, нельзя распространить на всю остальную территорию. Тем не менее вырисовывается некоторая картина изменения гидрохимии мезозойских отложений Азербайджана.

Прежде всего следует отметить небольшую минерализованность большинства исследованных вод, не превышающих 2° Б, а чаще — это 1,0—1,5° Б. Только на отдельных площадях, таких как Чандагар-Зорат, Советабат и Мурадханлы солёность верхнемеловых вод достигает 3—



4° Б. Воды Ялама-Худатского выступа, возможно, и всей Кусары-Дивинчинской мульды, резко отличаются от всех остальных мезозойских вод своей высокой минерализованностью — до 8—9° Б, сохраняющейся по всему разрезу мезозойского комплекса. Поэтому суммарное содержание основных ионных компонентов в солевом составе этих вод и в

Результаты анализов мезозойских вод Азербайджана

Возраст	Площади	Содержание компонент-ионов, мгэ.кв/100						$\Sigma_{a+k}$	Микроэлементы, г/л		Тип воды
		Na+K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> +CO <sub>2</sub>		J	Br	
Юрские воды	Ялама	132,9	12,3	3,5	142,9	—	0,29	291,89	—	—	ХК
	Худат	138,2	21,6	5,3	164,2	—	0,50	329,80	5,2	12	ХК
	Хачмас	76,0	9,12	2,72	82,7	0,74	—	179,79	2,3	109	ХК
	Алзыбирчала	73,3	4,35	3,96	66,4	0,82	5,50	154,33	—	—	ХК
	Афурджа	25,2	0,8	0,4	23,8	—	2,60	52,80	70,9	18,0	ГКН
	Кешчай	16,4	0,1	0,1	12,0	0,2	5,20	34,00	40,0	—	ГКН
	Атачай	20,0	1,0	0,4	18,6	—	2,80	42,80	—	—	ГКН
	Бешбармак Текчай	13,7 12,7	0,2 0,1	— 0,1	8,7 7,5	0,4 1,7	4,80 3,60	27,80 25,70	29,0 30,2	— —	— —
Нижнемеловые воды	Ялама	126,5	12,8	3,0	141,3	0,2	0,8	284,6	—	—	ХК
	Худат	101,5	9,3	3,9	114,0	—	0,2	228,9	7,0	9,0	ХК
	Кешчай	13,7	0,1	0,1	8,7	0,4	4,8	27,8	29,0	—	ГКН
	Текчай	14,7	0,1	0,1	10,4	2,0	2,4	29,7	20,6	—	ГКН
	Советабад	23,5	0,6	1,1	21,4	0,6	3,2	50,4	32,8	—	ГКН, SH
	Гядысу	10,9	1,2	0,5	10,1	1,7	0,8	25,2	42,3	—	ГКН, SH
	Астраханка	4,85	0,19	0,54	2,82	0,05	2,15	10,61	65,7	71,0	ГКН
Верхнемеловые воды	Ялама	139,2	14,80	2,20	157,5	—	0,5	314,2	16,0	68,0	ХК
	Заглы-Зейва	24,79	0,18	0,24	18,73	0,03	3,9	47,87	30,48	47,2	ГКН
	Сназань	24,61	0,64	0,46	19,39	0,01	6,31	52,42	11,61	39,5	ГКН
	Советабад	17,0	0,4	0,30	15,20	1,70	0,8	35,4	53,10	—	ГКН, SH
	Ситалчай	10,0	0,2	0,20	9,6	0,10	0,7	20,8	—	—	ГКН
	Хильмили	18,70	—1,30	—	19,2	—	0,8	40,0	—	—	ХК
	Тува	14,10	0,20	0,20	5,2	0,10	9,20	29,0	40,50	3,00	ГКН
	Гейтапа	15,90	0,20	0,20	14,8	0,10	1,4	32,6	14,29	—	ГКН
	Мурадханлы	26,90	5,40	1,60	32,3	1,00	1,3	68,5	—	—	ХК
"	41,4	5,60	0,80	27,8	0,60	23,40	99,6	—	—	ГКН	

юре, а также в мелу достигает 300 мгэ.кв/100 и более. Южнее Ялама-Худатского выступа в зоне Тенгинско-Бешбармакского антиклинория, Хазинского синклинория и Северного Гобустана и даже на далекой Мурадаханлинской площади суммарное содержание ионов  $\Sigma_{a+k}$  обычно не превышает 50—60 мгэ.кв/100. Соответственно уменьшаются содержания основных солевых ионов — натрия и хлора. Уменьшается содержание щелочноземельных металлов от 10—20 до 1—2 мгэ.кв/100, а в ряде случаев — до десятых долей мг. Изменение содержания карбонат-ионов носит противоположный характер: увеличиваясь от десятых до-

лей миллиграмма на Ялама-Худатском выступе до нескольких единиц в Хизинском синклинории и Северном Гобустане.

Таким образом выяснено, что по характеру солевого состава мезозойские воды бывают хлоркальциевого и гидрокарбонатнатриевого типов. И если жесткие высокоминерализованные воды хлоркальциевого типа распространены только в зоне Кусаро-Дивинчинской мульды, то маломинерализованные воды гидрокарбонатнатриевого типа имеют гораздо большее распространение на площадях Тенгинско-Бешбармакского антиклинория, Хизинского синклинория, Северного Гобустана и др.

Бессульфатность или малосульфатность является характерной особенностью мезозойских вод. На некоторых площадях Хизинского синклинория — в Бегимдаг-Текчае, Советабде и др., сульфат-ионы играют определенную роль в солевом составе вод, способствуя образованию сульфатно-натриевого типа вод, хотя и в небольшом количестве.

Воды этих площадей отличаются некоторой опресненностью и смешанностью гидрохимического состава. Здесь встречаются воды хлоркальциевого, сульфатнатриевого, и гидрокарбонатнатриевого типов, хотя последние остаются наиболее типичными для вод этих площадей. Предполагают, что смешанный тип их обусловлен тем, что формирование происходит при активном участии инфильтрационных вод.

Следует также отметить высокую йодобромность мезозойских вод, выраженную в нескольких десятках граммов на 1 л воды. Кроме того, по единичным измерениям известно, что в этих водах в значительном количестве (0,3—1,2 мгэ.кв/100) содержатся нафтеновые кислоты и бор в виде борной кислоты.

Таким образом, гидрохимические особенности мезозойских отложений Азербайджана — их слабая минерализованность, щелочность, йодобромность и некоторые другие свойства могут служить косвенными признаками нефтегазоносности этого комплекса пород.

#### Литература

1. Агаларов М. С., Курбанзаде А. М., Абилов Р. К. и др. Пластовые воды мезозойских отложений Прикаспийско-Кубинского района. Труды АЗНИИ ДН, вып. 16, 1972, с. 107—109.
2. Рзаев М. А., Гаджиев Э. С. О гидрохимической зональности вод мезозойских отложений СВ склона ЮВ погружения Большого Кавказа. — Нефть и газ, 1976, № 9. З. Мехтиева Ш. Ф., Гасанов А. Г., Гезалов Ф. А. и др. Месторождение нефти Мурадханлы. Труды Ин-та геологии АН АЗССР. Нефтегазоносность западного Азербайджана. — Баку: Элм, 1982, с. 70.

Институт геологии  
АН АЗССР

Поступило 7. VII 1988

Е. А. Агамирзаева Т. А. Гусейнова

#### АЗЭРБАЙҶАНЫН МЕЗОЗОЈ ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИН ҺИДРОКИМЈЭВИ ХҮСУСИЈЈЭТЛЭРИ

Азәрбајҹанын мезозој сулары һәм хлоркалсумлу, һәм дә һидрокарбонат-натриум типли олар. Бу тип сулар сульфатсызлығы вә јүксәк јода бромлуғу илә бир-бириндән фәргләнирләр. Минераллаша дәрәчәси јүксәк олан хлоркалсумлу чод сулар әсәси Гусар—Дәвәчи зонасында јайылмышдыр.

Гидрокарбонат-натриум типли минераллашма дәрәҗәси аз олан сулар исе әсәән Тенки-Бешбармаг антиклинориуму, Шамахи-Гобустини по башга зона сәһәләриндә јайлмышдыр.

E. A. Agamirzoyeva, T. A. Guseynova

### HYDROCHEMICAL PECULIARITIES OF AZERBAIJAN MESOZOIC DEPOSITS

Azerbaijan mesozoic waters may be of chlorocalcite and hydrosodium carbonate type. They differ by absence of sulphates and high hydrobromine. The high-mineralized hardness waters of chlorocalcite type are spread only in Kusan-Divichi trough zone. The few mineralized waters of hydrosodium carbonate type spread mainly in Tengis-Beshbarmag anticline area, Khizir syncline, north Kobustan and so on.

АЗЕРБАЙҖАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 11

1988

УДК 553.981:553.3.9(479.24)

ГЕОХИМИЯ

А. М. ДАДАШЕВ, Ю. Б. ГАЛАНТ

### О СОСТАВЕ ГАЗОВ КАТЕХСКОГО КОЛЧЕДАННО-ПОЛИ-МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

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

В последнее время в связи с нахождением и открытием большого числа углеводородных залежей в породах, связанных с вулканогенными телами [1, 2, 3, 4], повысился интерес к изучению углеводородной газовой составляющей «неосадочных геологических объектов» (интрузивных тел, продуктов извержений магматических вулканов, гидротермальных растворов и т. д.).

Оказалось, что вулканогенные тела содержат в себе углеводородную газовую составляющую [5, 6], да и еще интенсивно «дышат» углеводородными газами [7].

Таблица 1

Предмет отбора	№ проб. № шт.	ГАЗ			
		УВ	CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Рудничный газ	Пр. 6 Шт. 8	6,2 · 10 <sup>-3</sup>		4,1	87,0
	Пр. 3 Шт. 17	2,7 · 10 <sup>-3</sup>	0,5	13,9	78,6
	Пр. 2 Шт. 8	2,6 · 10 <sup>-3</sup>	1,4	19,8	75,8
	Пр. 1 Шт. 17	1,6 · 10 <sup>-3</sup>		13,9	77,6
	Пр. 1 Шт. 8	2,8 · 10 <sup>-3</sup>	3,10	13,2	74,2
	Пр. 2 Шт. 8	1,9 · 10 <sup>-3</sup>	2,1	16,2	78,6
	Пр. 2 Шт. 17	4,0 · 10 <sup>-3</sup>	4,8	12,5	79,1
	Пр. 2 Шт. 15	1,3 · 10 <sup>-3</sup>	7,20	21,2	72,7
	Пр. 3 Шт. 8	3,0 · 10 <sup>-3</sup>	2,8	17,5	72,7
	Пр. 4 Шт. 8	2,1 · 10 <sup>-3</sup>	5,4	13,9	77,0
	Пр. 5 Шт. 8	1,8 · 10 <sup>-3</sup>	0,0	20,2	72,2

Оказалось, что вулканогенные тела содержат в себе углеводородную газовую составляющую [5, 6], да и еще интенсивно «дышат» углеводородными газами [7].

Таблица 2

Предмет отбора	Углеводородные газы										
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>1</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	
Скв. 534 Пр. № 1	0,9 · 10 <sup>-1</sup>	0,13 · 10 <sup>-2</sup>	0,11 · 10 <sup>-1</sup>	0,84 · 10 <sup>-3</sup>	0,92 · 10 <sup>-3</sup>	0,44 · 10 <sup>-4</sup>	0,22 · 10 <sup>-3</sup>	0,36 · 10 <sup>-3</sup>	0,2 · 10 <sup>-3</sup>	0,52 · 10 <sup>-4</sup>	
Ш.т. 8 пр. 2	0,30 · 10 <sup>-3</sup>	0,24 · 10 <sup>-4</sup>	—	0,56 · 10 <sup>-4</sup>	0,42 · 10 <sup>-1</sup>	0,08 · 10 <sup>-1</sup>	0,16 · 10 <sup>-1</sup>	0,3 · 10 <sup>-1</sup>	Сл.	—	
Ш.т. 8 скв.	0,13 · 10 <sup>-1</sup>	0,47 · 10 <sup>-4</sup>	—	—	Сл.	Сл.	Сл.	—	—	—	
Пр. 4. пр. 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ш.т. 8 скв.	0,13 · 10 <sup>-3</sup>	0,14 · 10 <sup>-1</sup>	—	0,15 · 10 <sup>-4</sup>	0,16 · 10 <sup>-1</sup>	0,13 · 10 <sup>-1</sup>	0,16 · 10 <sup>-4</sup>	Сл.	Сл.	—	
Пр. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ш.т. 8 скв.	0,43 · 10 <sup>-2</sup>	0,33 · 10 <sup>-1</sup>	0,14 · 10 <sup>-1</sup>	0,13 · 10 <sup>-1</sup>	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	—	
Пр. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Практически, сейчас существующий материал по газовой геохимии «неосадочных геологических объектов» выливается в новое направление — углеводородная геохимия магматогенной сферы.

Учитывая важность этого направления в геологическом знании нами исследовался состав газа Катехского колчеданно-полиметаллического месторождения. Указанное месторождение приурочено к Катех-Гюмбулчайской структурно-формационной зоне и залегает в своде Катехской антиклинали. В строении месторождения принимают участие флишондные отложения верхнесидеритовой свиты аалена, состоящие из пачек песчано-глинистого состава [8]. Естественных газопоявлений на месторождении неизвестно.

Для определения химического состава природных газов объектами опробования служили: рудничный и скважинные газы. Пробы газа анализировались на содержание углеводородных газов (метан и его гомологи). УВ-газы анализировались на хроматографе «Цвет-102» с дифференциально-пламенным детектором, обеспечивающим высокую чувствительность анализа.

Кроме УВ-газов хроматографически определялись следующие газовые компоненты: углекислый газ, азот и кислород.

Результаты анализов приведены в табл. 1, 2.

Как следует из табл. 1, основной газовой компонент рудничного воздуха — азот (содержание которого выше 70%).

Концентрация углекислого газа варьирует от атмосферного до 7,2%. Содержание углеводородных газов в рудничном газе достигает 6,2 · 10<sup>-3</sup>%.

Содержание углеводородных газов в скважинном газе выше и достигает в отдельных случаях доли процента (см. табл. 2).

Сравнительный анализ химического состава углеводородных газов Катехского рудного месторождения, газовых и газонефтяных залежей (табл. 3) показывает, что углеводородный газ как рудного, так и га-

Таблица 3

Характеристика газов из газовых залежей различного возраста [9]

Местонахождение (глубина, м)	Возраст	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	iC <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	nC <sub>3</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
		Азербайджан									
Дуваный-море (4624—4644)	Продуктивная толща	92,3	5,4	—	1,3	0,22	0,33	—	0,11	0,7	0,1
Калмас (1800—2000)	Продуктивная толща	95,3	1,9	—	0,55	—	—	0,30	—	0,10	0,1
Ставропольский край											
Северо-Ставропольское (850м)	Зеленая свита	83,8	4,07	—	2,83	—	1,65	—	—	0,27	—

зового месторождения представлен полным спектром углеводородных компонентов (легкие, тяжелые (до C<sub>6</sub> включительно), предельные, непредельные, изоформы, n-формы).

Практически качественно углеводородный газ изученного рудного

месторождения такого же состава, как и газ газовых месторождений. Общее, что наблюдается в газах Катехского рудного месторождения и газовых залежах — их состав, а различие состоит в газосодержании (количественном).

Изучение газов, в том числе углеводородного, Катехского колчедано-полиметаллического месторождения может представить теоретический интерес для разработки проблемы происхождения нефти.

С практической стороны приведенные данные по химическому составу токсичных и взрывоопасных газов могут служить материалом, указывающим на необходимость принятия мер для обеспечения безопасности при эксплуатационных работах на месторождении.

#### Литература

1. Краюшкин В. А. Абигенно-магматический генезис нефти. — Киев: Наукова думка, 1984. — 176 с.
2. Панащенко Л. П. Нефтегазоносность вулканогенных толщ в различных геологических провинциях мира. Препринт АН УССР. — Киев, 1985. — 36 с.
3. Мехтиева Ш. Ф., Гасанов А. Г., Гезалов Ф. А., Искендеров Н. А., Тускин В. А., Гасаналиева Т. П. Месторождение нефти Мурадханлы. В сб. Нефтегазоносность западного Азербайджана. — Баку: Элм, 1982, с. 70—103.
4. Гусейнов А. И., Кочарли Ш. С., Ибрагимов Э. М. Геологическое строение и нефтегазоносность площади Мурадханлы. — АИХ, № 9, 1977.
5. Дадашев Ф. Г., Гулиев Н. С., Дмитриева Н. А., Жуйкова Т. Л., Лещинская С. П. Изучение газовой фазы пород, вскрытых Снатлинской сверхглубокой скважиной. — АИХ, № 9, 1984, с. 6—9.
6. Кольская сверхглубокая. Исследованию глубинного строения континентальной коры с помощью бурения Кольской сверхглубокой скважины. — М.: Недра, 1984. — 490 с.
7. Войтов Г. И. Современный субвертикальный поток природных газов на континентах (масштабы, химический состав). В сб. Происхождение и миграция нефти и газа. — Киев, 1978, с. 66—83.
8. Геология СССР (Азербайджанская ССР), т. 47, 1977.
9. Жижченко В. П. Углеводородные газы. — М.: Недра, 1984.

Институт геологии  
АН АЗССР

Поступило 25. V 1987

А. М. Дадашев, Ю. В. Галант

#### КАТЕХ КОЛЧЕДАН—ПОЛИМЕТАЛЛАТАҒЫ ГАЗЛАРЫНЫҢ ТӘРКИБИ НАГҒЫНДА

Мағаләдә Катех Јатағында карбоһидроген газлары, карбон газы, оксенген ва азот газлары ағраһландырылды. Мүхтәлиф саһәләрдә ағры-ағры дәриһликләрини тәбиғи газлары чәд ва лаборатория шәраһтиндә анализ едилмишдир.

Катех Јатағы оз газлагына корә, өссәһи азот-карбон газларындан ибарәтдир. Алыһи һәтичәләр коләчәкдә Јатағын һәтисәриһидә һәзәрә аһинмәһәддир.

A. M. Dadashev, Yu. V. Galant

#### ON THE CONTENTS OF GASES IN THE KATEKH PYRITE-POLYMETALLIC DEPOSIT

The hydrocarbonaceous gases, carbon dioxide, nitrogen and oxygen are studied on the Katekh deposit. To determine the chemical composition of the natural gases we studied the detonating and well gases. Gas samples are analyzed in the field and laboratory conditions.

The results of the conducted investigations on the chemical content of toxic and detonating gases show that it is necessary to make arrangements to stave off danger during the works at the deposit.

М. Т. ДМИТРИЕВ, Г. Г. ИБРАГИМОВ, Е. Г. РАСТЯНИНОВ, В. И. КОПКОВ,  
А. Г. МАЛЫШЕВА

#### ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ Catha Edulis

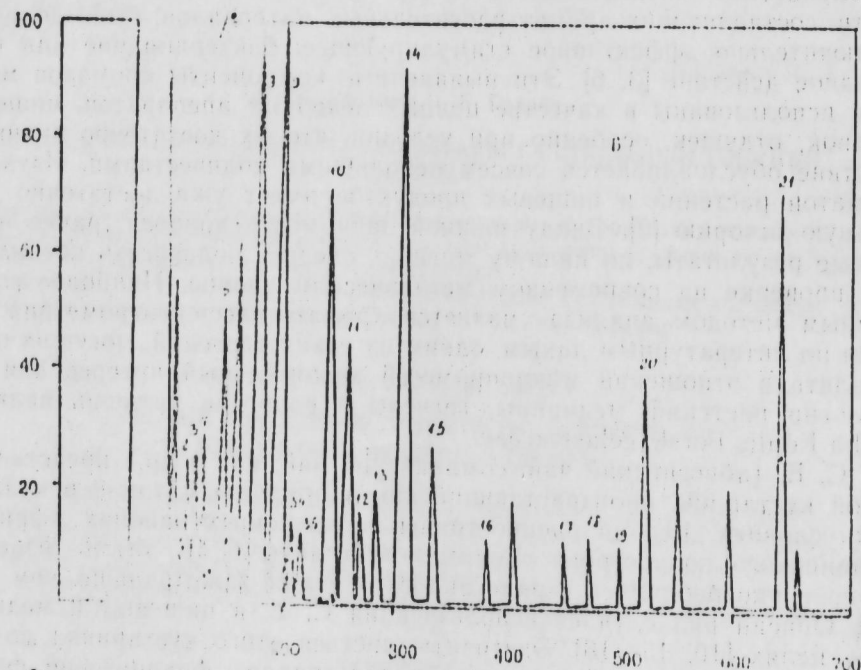
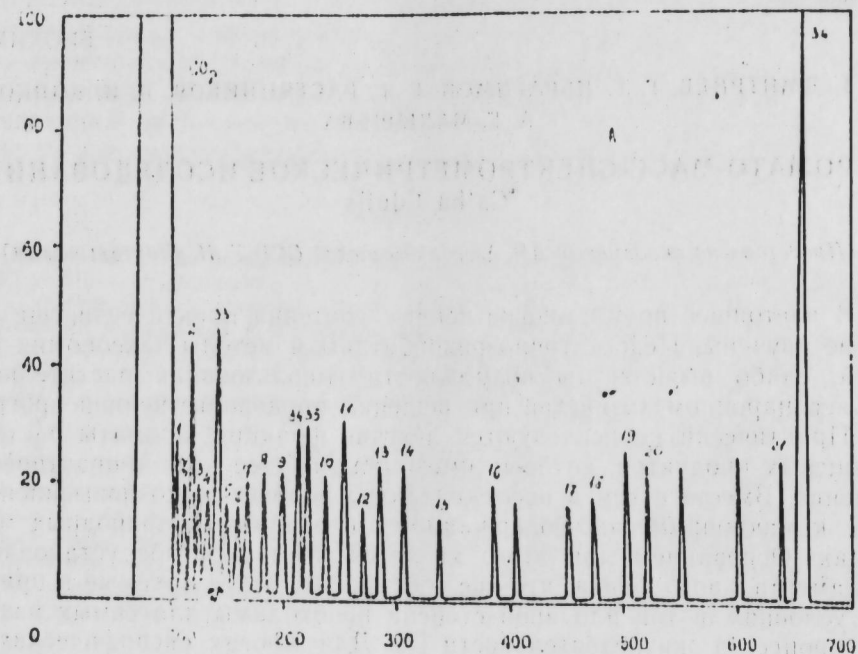
(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Т. И. Шахтахтинским)

В настоящее время многие ценные растения практически еще совсем не изучены. Недостаточно разработаны и методы таксономии растений, слабо выявляются возможности использования растительного сырья в народном хозяйстве при решении продовольственной программы. Практически не исследуются летучие фракции, ароматы растений и пищевых продуктов, которые имеют важнейшее научно-практическое значение. Вместе с тем в последние годы вообще резко повысился интерес к микропримесям, содержащимся в различных природных материалах. Основанием для этого является неоднократно установленное фундаментальное факта, что все соединения, синтезируемые в природных условиях, в той или иной степени необходимы для самых различных процессов жизнедеятельности [7]. Для многих специфических веществ, составляющих аромат растительных материалов, было доказано исключительно эффективное стимулирующее, бактерицидное или фунгицидное действие [3, 6]. Эти выявленные компоненты ароматов могут быть использованы в качестве ценных лечебных препаратов, пищевых добавок, отдушек, особенно при условии, что их достаточно значимое действие обуславливается совсем небольшими количествами. Изучение ароматов растений и пищевых продуктов имеет уже достаточно длительную историю [2]. Ввиду важной значимости вопроса, ранее полученные результаты, по нашему мнению, следует подвергать прецизионной проверке на современном методическом уровне. Наиболее совершенным методом анализа является хромато-масс-спектрометрия [9]. Судя по литературным данным, одним из таких растений, могущих представлять в отношении микропримесей значительный интерес для физиологии растений, медицины, гигиены и вопросов питания, является Catha Edulis Forsk, Celastraceae.

С. Е. (абиссинский чай, сомалийский чай, кат и др.) представляет собой кустарник, произрастающий как в природных, так и в культурных условиях. Весьма распространен в различных районах Африки и Аравийского полуострова. Водные экстракты С. Е. были известны давно и употреблялись в ряде арабских стран даже раньше, чем кофе [14]. Описан ряд случаев использования С. Е. в пищевых и медицинских целях [10, 15—16]. Экстракты листьев этого кустарника под названием «абиссинский неотоник» использовали французские фармацевты [10]. Как показано в ряде исследований [12, 15—16], листья и молодые стебли растения содержат ряд стимулирующих веществ се-

сквитерпенового ряда. Листья, побеги и экстракты *C. E.* имеют весьма приятный запах, однако его аромат еще не изучен.

Исследование веществ, выделяемых листьями *C. E.*, проводили на хромато-масс-спектрометре ЛКВ-2091 (Швеция), объединенном с компьютером PDP 11/34 (США). Свежие листья помещали в стеклян-



Фрагменты компьютерных хроматограмм летучих соединений свежих (А) и высушенных (Б) листьев *Catha edulis*. По оси абсцисс — номер масс-спектра, по оси ординат — интенсивность пика, отн. ед. Номер пика соответствует порядковому номеру вещества в таблице.

ную колбу емкостью 1 л с притертой пробкой и выдерживали их в темном месте несколько дней. Перед отбором пробы колбу нагревали в водяной бане, меняли притертую пробку на аналогичный шлиф с впаянными в него патрубками для входа и выхода газа и в течение часа пропускали через листья гелий, который вымывал микропримеси из газового пространства колбы, и переносили их в трубку (4,5×200 мм) с адсорбентом, подсоединенную к выходу газа из колбы. В качестве адсорбента использовали полимерный материал тенакс (поли-2, 6-дифенил-пара-фениленоксид). По окончании операции концентрирования трубку с адсорбентом отсоединяли, переносили в устройство для термической десорбции, являющееся частью газовой схемы хроматографа, и осуществляли перевод микропримесей с тенакса в охлаждаемый жидким азотом узкий металлический капилляр, соединенный с находящейся в термостате хроматографа 50-метровой стеклянной капиллярной колонкой, со стационарной фазой SE-30. Температура десорбции составляла 280°, а ее продолжительность — 20 мин. Скоцентрированная в капилляре проба поступала затем в хроматографическую колонку и далее через обогреваемый молекулярный сепаратор в масс-спектрометр с ионным источником электронного удара, где и снимались масс-спектры разделенных веществ [4].

Хроматографический анализ проводили при следующих условиях: первоначальное изотермическое разделение продолжительностью 5 мин — при комнатной температуре, затем температуру колонки программировали со скоростью 5°/мин до 170°. Хроматографический анализ веществ, выделяемых высушенными листьями, начинали при 50° (колонку выдерживали при этой температуре 3 мин), а затем температуру колонки также программировали со скоростью 5°/мин до 170°. Масс-спектры, по которым проводили идентификацию обнаруженных веществ, с помощью компьютера (в режиме непрерывного сканирования) записывали на магнитные диски системы обработки данных. Это осуществляли при следующих условиях: понижающее напряжение в момент записи хроматограммы полного ионного тока 20 эВ, в момент сканирования — 70 эВ, ток эмиссии — 50 мкА, ускоряющее напряжение — 3500 В, температура ионного источника и сепаратора соответственно 270 и 220°. По окончании хроматографического разделения из массива полученных масс-спектров с помощью ЭВМ создавали реконструированную хроматограмму, которая по внешнему виду соответствовала газовой хроматограмме, одновременно записываемой на ленту самописца. При идентификации применяли компьютерный поиск [5] с библиотекой, содержащей свыше 30 000 масс-спектров, а также сравнение с масс-спектрами, приведенными в каталогах [8] и монографии [11]. В необходимых случаях для подтверждения масс-спектрометрической идентификации прибегали к помощи хроматографических индексов удерживания [1, 13]. На рисунке представлены фрагменты компьютерных хроматограмм летучих соединений свежих и высушенных листьев *C. E.* Относительное содержание идентифицированных соединений рассчитывали путем нормирования площадей пиков на хроматограмме полного ионного тока с учетом коэффициентов чувствительности.

Были установлены летучие соединения, выделяемые свежими и сухими листьями *C. E.* Среди веществ, определяющих его запах, обнаружены альдегиды (ацетальдегид, бензальдегид, фурфураль, пропаналь, пентаналь, гексаналь, гептаналь и др.), кетоны (ацетон, 2-бута-

CHROMATO-MASS-SPECTROMETRIC STUDY OF THE CATHA EDULIS

At present the interest to the search of the physiologically active chemical compounds of vegetable or gin, effective food additives, heighten. In this connection the chromatomass-spectrometric study of Catha Edulis (C.E.) is carried out. Among the substances defining their odour the following are revealed: aldehydes, ketones, alcohols, ethers, ethylfurfurilmercaptans and some other compounds. The number of components of C. E. revealed for the first time was advised for medico-biological studies. The obtained results indicate on the perspective of the alternative methods of processing of C. E. The results of the chromatomass-spectrometric analysis of the food substances and plants are of great interest in solving nutritional problems, for food and pharmaceutical industries.

нон, 3-метилциклопентанон), спирты (метанол, 2-бутанол, 2-метил-1-пропанол), эфиры (метилацетат, этилацетат, гексилацетат, 1, 4-диоксан), этил- и фурфурилмеркаптаны и некоторые другие соединения.

Ряд впервые выявленных компонентов С. Е., в частности цис-3-гексенилацетат, 1-фенил-1, 2-пропандион, дифениловый эфир, транс-2-гексеналь, рекомендуется нами для медико-биологических испытаний в качестве возможных пищевых добавок. Полученные результаты указывают на перспективность альтернативных способов переработки С. Е. В следующих сообщениях будут приведены результаты хромато-масс-спектрометрических исследований других пищевых материалов и растений, представляющих существенный интерес для вопросов питания, пищевой и фармацевтической промышленности.

Литература

1. Богословский Ю. Н., Анвар В. И., Вигдергауз М. С. Хроматографические постоянные в газовой хроматографии. — М., 1978. — 192 с.
2. Головня Р. В. В кн. Прикладная хроматография. — М., 1984, с. 251.
3. Дмитриев М. Т., Захарченко М. П., Степанов Э. В. — Гигиена и санитария, 1985, № 11, с. 8.
4. Дмитриев М. Т., Растянный Е. Г., Волков С. А., Малышева А. Г. В кн. Пятая Всесоюзная конф. по аналитич. химии органич. соед. — М., 1984, с. 162.
5. Дмитриев М. Т., Растянный Е. Г., Волков С. А., Сотников Е. Г., Малышева А. Г. Вопросы медицинской химии, 1982, т. 28, вып. 6, с. 122.
6. Дмитриев М. Т., Растянный Е. Г., Малышева А. Г. — Пчеловодство, 1988, № 8, с. 11.
7. Дмитриев М. Т., Растянный Е. Г., Малышева А. Г. — Растительные ресурсы, 1986, № 1, с. 79.
8. Cornu A., Massot R. Compilation of Mass Spectral Data. — New York, 1955.
9. Dmitriev M. T., Rastyannikov E. G., Malysheva A. G., Volkov S. A. — International Laboratory, 1986, v. 16, № 5, p. 40.
10. Extra Pharmacopoea, 22ed. — Paris, v. 1, 1941, p. 325.
11. Jennings V., Shibamoto T., Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. — New York: Acad. Press, 1980, p. 124.
12. Luctman H., Spieller G. Tetrahedron, 1974, v. 30, № 15, p. 2578.
13. Resyna C. M., Vonka'araghavan R., Dayringer H. E., Mc Lafferty F. W. — Analytical chemistry, 1976, v. 48, p. 1362.
14. Ukers W. W. All about coffee, 2ed. — New York, 1935, p. 12.
15. Watt J. M., Breyer-Brandwijk M. G. The medicinal and poisonous plants in Southern and Eastern Africa. — Edinburgh and London, 1962.
16. Wolfes O. — Archiv der Pharmacie, 1930, № 81, p. 268.

Ордена Трудового Красного Знамени  
Научно-исследовательский институт  
общей и коммунальной гигиены им А. Н. Сысина  
АМН СССР

Поступило 22. IV 1988

М. Т. Дмитриев, Г. Г. Ибрагимов, Е. Г. Растянный,  
В. И. Коплов, А. Г. Малышева

Catha Edulis-ин ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИК  
МУАЖИНАСИ

Назырда этирли ва эффективли гига адвизатлары учун битки маънаси физиологичи актив кимяви бирлешмеларин ахтарышына мараг кетдикча артыр. Буниула элагадар оларга Абиссин чај, (Catha Edulis) биткисинин хромато-масс-спектрометрик муажинэси апарылмышдыр. Она этир верэн маддэлэр арасында алдегидлэр (асетилалдегид, бензолдегид, фурфурал, пропанал, пентанал, гексанал, гептанал ва с.), кетонлар (асетон, 2-бутанол, 3-метилциклопентанон), спиртлэр (метанол, 2-бутанол, 2-метил-1-пропанол), эфирлэр (метилацетат, этилацетат, гексилацетат, 1,4-диоксан), этил-фурфурилмеркаптон ва башга бирлешмелэр мушанида едилмишдыр.

Catha Edulis-дэ бир сыра илк дэфэ ашкар едилэн компонентлэр, хусусэн СИС-3 гексенилацетат 1-фенил-1,2-пропандион, дифенил эфири, транс-2-гексенал тибби биологичи јохламалар учун маэслэһат көрүлүр. Јејинти материалларынын ва биткиларин хромато-масс спектрометрик муажинэлэринин нэтичэси јејинти ва эчзачыдыг сенајеси учун хусуси эһмијјэтэ маликдир.

Чл.-корр. АН АзССР А. П. ГОЛЬБАХМЕДОВ, А. Б. АХУНДОВА

## РЕДКИЕ И РАССЕЯННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ СУБТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

Болотные почвы, развивающиеся в полувлажной и влажной субтропических зонах, в условиях избыточного грунтового или поверхностного увлажнения распространены в низменной части Ленкоранской области.

В связи с почти безотточностью приморской низменности и аккумуляцией растворимых продуктов выветривания и почвообразования, приносимых вместе с поверхностными и грунтовыми водами, повышается валовое содержание химических элементов в этих почвах. Поэтому большой интерес представляет изучение содержания микроэлементов в них. Это подчеркивается и тем, что зона распространения указанных почв является зоной интенсивного земледелия.

Марганец — наиболее изученный из микроэлементов, отличается относительно высокой степенью концентрации в почвах, почвообразующих породах и в растениях. Среднее содержание его в земной коре составляет  $10^3$  мкг/г, он превосходит все тяжелые металлы и уступает по содержанию только железу.

Содержание марганца в гумусовом горизонте болотных почв субтропической зоны варьирует в интервалах 840—1000 мг/кг, а в нижних — 860—1000 мг/кг почвы. Интенсивность миграции элемента в системе почва — порода варьирует от 1,0 до 1,06. В связи с тем, что нет существенной разницы в концентрации марганца между верхним и нижними горизонтами почв, не отмечаются резкие различия показателей коэффициента миграции элемента.

Содержание подвижного марганца колеблется в пределах 48—72 мг/кг почвы, коэффициент подвижности невысок и изменяется в пределах 5,8—7,1%.

Валовое содержание марганца в растениях, приуроченных к болотным почвам, варьирует от 28,2 до 88,0 мг/кг. Наиболее высокое содержание марганца отмечено в травосмеси, наименьшее — у свинороя.

Как правило, коэффициент биологического поглощения марганца растениями из почв изменяется в интервалах 0,03—0,09. Наибольшая поглощательная способность элемента наблюдается в травосмеси, наименьшая — у свинороя. Коэффициент биологического поглощения марганца растениями зависит от видовых особенностей растений и его содержания в почвах.

В содержании кобальта в почве отмечается определенная закономерность, т. е. его аккумуляция в верхнем, наиболее богатом органическим веществом горизонте (9,2—7,8 мг/кг) почвы.

Интенсивность миграции кобальта из верхнего горизонта вниз изменяется от 1,0 до 1,35, а из нижнего горизонта в верхний — от 0,81 до 1,0.

Содержание подвижного кобальта весьма значительно и составляет 1,6—2,2 мг/кг почвы. Коэффициент подвижности варьирует от 12,5 до 30,7%. Наиболее высокое значение коэффициента подвижности при-суще верхним горизонтам, что подтверждается данными по коэффициенту миграции этого элемента в почвах.

Валовое содержание кобальта в растениях варьирует от 2,0 до 4,5 мг/кг золы. Поступление кобальта в растения в большей степени определяется видовым составом дикорастущих растений. Показатели коэффициента биологического поглощения кобальта растениями изменяются в пределах от 0,21 до 0,60. Наиболее высокий КБП кобальта характерен для травосмеси, а наименьший — для свинороя.

Наши исследования показывают, что болотные почвы характеризуются довольно высоким содержанием молибдена. Колебание валовой формы этого элемента в болотных почвах составляет от 1,4 до 3,2 мг/кг.

Распределение его в почвенной толще довольно ровное и поэтому коэффициент миграции не имеет существенных колебаний в системе почва — порода.

Подвижная форма молибдена варьирует в этих почвах в пределах 0,6—1,4 мг/кг. В распределении этой формы элемента по почвенному профилю наблюдается уменьшение его сверху вниз по горизонтам. Подвижность молибдена в болотных почвах весьма высокая и колеблется в интервалах от 21,4 до 57%.

Отмечаются колебания в содержании молибдена в различных дикорастущих растениях, приуроченных к болотным почвам. Содержание молибдена в них варьирует от 3,5 (травосмесь) до 2,2 мг/кг золы (чертополох).

Показатели коэффициента биологического поглощения молибдена растениями наиболее высокие у травосмеси (2,12), наименьшие — у чертополоха.

Вопросы содержания и условия миграции таких редких рассеянных элементов, как ванадий и никель, в различных типах почв в научной литературе отражены слабо. До настоящего времени роль ванадия в жизни растений изучена недостаточно. Очень часто проводится биологическая параллель между ванадием и молибденом. В то же время ванадий обладает своими специфическими геохимическими чертами.

При рассмотрении данных по содержанию ванадия в болотных почвах прослеживается то, что валовое содержание элемента колеблется в верхнем горизонте в пределах 62—70 мг/кг, а в нижнем слое 50—68 мг/кг почвы.

Нами обнаружено, что при довольно высоком валовом содержании ванадия в почвах в серно-кислую вытяжку переходит очень небольшое количество данного элемента. Коэффициент подвижности ванадия в почве составляет 3,2—4,4% и изменяется от верхнего горизонта к нижнему в убывающей последовательности.

Содержание ванадия в растениях варьирует от 5,6—8,2 мг/кг золы. Коэффициент биологического накопления достигает 0,09—0,15. Минимальный КБП отмечен для осоки, свинороя, а наибольшее значение в бобово-злаковой травосмеси.

Полученные средние данные показывают, что валовое содержание никеля в изученных почвах субтропической зоны колеблется в преде-

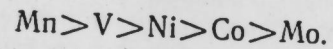
лах 16,5—20 мг/кг почвы. Распределение никеля в почвенном профиле согласуется с геохимическими чертами этого элемента.

Подвижный никель варьирует от 1,63 до 5,4 мг/кг почвы. Коэффициент подвижности довольно высок, что обуславливается слабокислой средой почвенного раствора и имеет тенденцию к уменьшению в нижней части профиля.

Высокая концентрация никеля отмечена в травосмеси (7 мг/кг золы) и осоке (6,0).

Коэффициент биологического поглощения никеля растениями достигает 0,2—0,43. Низкие показатели содержания никеля в растениях изменяются пропорционально пониженным значениям коэффициентов биологического поглощения.

Исследованиями установлено, что общий уровень концентрирования элементов в болотных почвах изменяется в следующей последовательности:



Подвижность этих элементов определяется их биогеохимическими чертами и свойствами болотных почв.

Поступление в растения марганца, ванадия, никеля, кобальта и молибдена определяется в основном избирательной способностью отдельных видов растений.

Институт почвоведения  
и агрохимии АН АзССР

Поступило 13. III 1987

Э. Н. Күләһмәдов, А. Б. Ахундова

#### АЗЭРБАЙҶАН ССР СУБТРОПИК ЗОНАСЫНЫН БАТАГЛЫГ ТОРПАГЛАРЫНДА НАДИР ЕЛЕМЕНТЛЭР

Тәдқиғатлар нәтижәсиндә мۆәјјән олунмушдур ки, субтропик зонанын батаглыг торпагларында микроэлементләрнин мигдарынын үмуми сәвијјәси ашағыдакы ардычыл-лыгла дәјишир:  $Mn > V > Ni > Co > Mo$ .

Манган, ванадий, никел, кобальт вә молибденнин битки тәрәфиндән мәннмсәннлмә-си торпагда битән ајры-ајры битки нөвләринин сечмә габиллјјәти илә мۆәјјәнләшдири-лир.

A. N. Culakhmedov, A. B. Akhundova

#### DISSIPATED AND RARE ELEMENTS IN THE SWAMPY SOILS OF SUBTROPICAL ZONES OF AZERBAIJAN

It is established that the level of concentration of rare elements in swampy soils changes in consecutive order:  $Mn > V > Ni > Co > Mo$ .  
Entering of manganese, vanadium, nickel, cobalt and molybdenum in plants depends from electorial abilities of each kind of plants.

УДК 553.39 (479.24)

МЕТАЛЛОГЕНИЯ

Р. А. АЛИЕВ

#### ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАЗМЕЩЕНИЯ КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЛОКАНО-ЗАКАТАЛЬСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. Ш. Шихалибейли)

Белокано-Закатальский рудный район, характеризующийся развитием многочисленных месторождений и проявлений колчеданного семейства формаций, занимает центральную часть Тфанской металлогенической зоны, которая в свою очередь в пространственном положении почти соответствует одноименной структурно-формационной зоне и охватывает южный склон и главный хребет восточной части Большого Кавказа. Современные структуры зоны с севера на юг представлены Тфанским, Сарыбашским антиклинориями, Дуруджинской структурой нагнетания и Закатало-Ковдагским синклинорием. Тфанская металлогеническая зона характеризуется мощным накоплением ниже-среднеюрских песчано-глинистых отложений, с проявлением неинтенсивного магматизма нижеюрской спилитдиабазовой и среднеюрской габбро-диоритовой формациями (Р. Н. Абдуллаев, 1981). Колчеданные месторождения Тфанской зоны образовались в условиях альпийской многоэпиклинали с проявлением магматизма (в терригенной эвгеосинклинали, по Г. А. Твалчрелидзе, В. И. Буадзе, Н. К. Курбанову).

В пределах азербайджанской части Тфанской металлогенической зоны вырисовываются: 1) Белокано-Закатальский рудный район; 2) Шеки-Бабадагская рудоносная площадь; 3) Дуруджинская рудоносная зона.

В пределах Белокано-Закатальского рудного района сконцентрированы все промышленные типы месторождений: 1) колчеданно-полиметаллической (Филизчайское, Катехское и др.) и 2) медно-пирротиновой формации (Жихихское и др.).

В геологическом строении рудного района принимают участие песчано-глинисто-сланцевые отложения ниже-средней юры раннегеосинклинальный и карбонатно-терригенный флиши позднегеосинклинальной стадий развития. Отложения нижней и средней юры слагают ядро и крылья собственно Тфанского и Сарыбашского антиклинориев, а верхней юры и мела—Закатало-Ковдагский грабень-синклинорий. Названные структуры отвечают тектоническим ступеням первого порядка. В свою очередь Закатало-Ковдагская ступень осложнена Дуруджинской структурой нагнетания, выраженной в пределах рудного района Кабиздара-Талачайской горст-антиклинальной структурой нагнетания. Отмеченные тектонические ступени граничат между собой разломами глубокого заложения. Так, собственно Тфанская ступень



отделена от Сарыбашской ступени Кехнамаданским взбросо-надвигом, Сарыбашская ступень от Закатало-Ковдагской ступени разграничена Малкамудским разломом. Характерными типами главных складчатых структур являются коробчатые складки, осложненные опрокинутыми на юг гребневидными, изоклиналными и линейными складками. Широко развиты поперечные сбросо-сдвиги, в большинстве случаев переходящие в флексуры, изогнутые как по вертикали (по сбросу), так и по горизонтали (по сдвигу).

Магматические образования Белокино-Закатальского рудного района [1, 2, 3] различны как по составу, так и по времени образования, среди которых выделены:

1. Доюрский (герцинский) магматизм, представленный гранитоидными интрузивами, субвулканическими (альбитофиры) и др. образованиями триаса-перми и более древних времен, установленные Р. Н. Абдуллаевым и В. Н. Нагиевым (1971) по составу галек и валунов базального слоя в основании нижней юры.

2. Нижнеюрская спилит-диабазовая формация, представленная в виде силлов, даек, гипабиссальных тел неправильной формы, сложена спилитизированными диабазами, базальтами, андезитами, реже дацитовыми порфиритами.

3. Среднеюрская габбро-диоритовая формация, представленная комплексом гипабиссальных тел малых интрузивов, формировавшихся на самостоятельной завершающей стадии байосского магматизма.

С металлогенической точки зрения Белокино-Закатальский рудный район характеризуется выделением в его пределах с севера на юг собственно Тфанской и Сарыбашской подзон. В северной подзоне вырываются Жихих-Самалитская и Кацдаг-Кацмалинская, а в южной — Сарыбашской подзоне Филлизчай—Аттагайская и Катех—Гюмбулчайская рудные зоны. В рудоформационном отношении Тфанская и Сарыбашская металлогенические подзоны различны. Если для Тфанской подзоны характерна колчеданно-медно-пирротиновая, то для Сарыбашской — колчеданно-полиметаллическая формация. В переходной зоне, вдоль полосы Кехнамаданского разлома названные рудные формации перекрывают друг друга.

Месторождения колчеданного семейства формации рудного района по генезису полигенные, испытавшие: 1) гидротермально-осадочный; 2) гидротермально-метасоматический; 3) гидротермально- жильный; и 4) метаморфический этапы развития рудогенеза (В. И. Смирнов, 1967; Н. К. Курбанов, 1971—1984; Г. А. Твалчрелидзе и В. И. Буадзе, 1972 и др.; В. Н. Нагиев, 1981 и др.). С гидротермально-осадочным этапом связаны проявления подводной гидротермальной экзогляциии с образованием сплошных массивных сульфидных, в основном серноколчеданных руд и пирит-сидерито-алевролитовых конкреций. В связи с внедрением субинтрузий и поступлением гидротермальных растворов, насыщенных сульфидами свинца, цинка и меди, стратиформные серноколчеданные залежи, формировавшиеся в первом этапе рудогенеза, испытывают процессы гидротермального метасоматоза с привнесом цветных металлов. После второго этапа формируются колчеданно-полиметаллические залежи. Третий этап, генетически связанный с внедрением габбро-диоритовых интрузий, характеризуется образованием медно-пирротиновых и поздних кварц-карбонат-пирит-сфалерит-галенитовых руд. Четвертый — завершающий этап рудогенеза охватывает позднеальпийский этап тектогенеза и характеризуется проявлением

интенсивного метаморфизма и регенераций руд. Эти процессы в отдельных месторождениях проявились по-разному.

Колчеданные залежи и рудные тела пространственно размещены в пределах рудных зон. В наиболее северной Жихих-Самалитской рудной зоне локализованы Жихихское месторождение, Бинновросское, Тенросское, Чугакское, Самалитское и др. проявления. По минеральному типу все месторождения и проявления медно-пирротин-колчеданные. Вмещающие породы — терригенные сланцы и филлиты, интенсивно дислоцированные, опрокинутые на юг, асимметричные. Широко развиты линейные разрывы, менее поперечные. Морфология рудных тел пластообразная и прожилково-вкрапленная. Сплошные руды на 80—90% сложены пирротином. Количество пирита 10—25%, а сульфиды не превышают 8—12%. Жильные минералы широко развиты в прожилковых рудах (70—75%) и почти отсутствуют в сплошных (1—3%). Основным ценным компонентом является медь.

Кацдаг-Кацмалинская рудная зона приурочена к висячей контактовой зоне Кехнамаданского разлома. В пределах этой зоны оруденение носит смешанный характер, где колчеданно-полиметаллические руды по простиранию и по падению часто сменяются медно-пирротиновой рудой, и она наложена друг на друга. В связи с этим медь и цинк ведут себя как основные компоненты, а свинец резко уступает. Структура зоны носит приразломный характер с интенсивным проявлением мелких складок на общем фоне Кацдагской коробчатой антиклинали. Рудные тела линзовидные, многочисленные не протяженные, местами образуют штокверковые зоны. Нет единой залежи. Главными минералами являются пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, редко галенит и др.

Филлизчай-Аттагайская рудная зона протягивается южнее Кехнамаданского рудоносного разлома, к которому приурочена крупная залежь Филлизчайского месторождения и ряд рудопроявлений. Рудовмещающие толщи состоят из нижней — подрудной глинисто-сланцевой толщи с пачками флишонидов и верхней-надрудной песчано-сланцевой толщи общей мощностью 900 м. Рудовмещающие отложения смяты в крупную субширотного простирания Карабчайскую антиклиналь асимметричного сундучного строения, где относительно пологое северное крыло через обширный свод переходит в крутое, опрокинутое на юг южное крыло. В пределах северного крыла складки сосредоточена пластообразная, колчеданно-полиметаллическая залежь Филлизчайского месторождения, ограниченная вдоль кровли рудоэкранирующим надвигом. По Н. К. Курбанову, колчеданно-полиметаллическая залежь месторождения относится к комбинированному типу, испытавшая все четыре этапа развития. Руды Филлизчайские сплошные, слонисто-полосчатые, пятнисто-вкрапленные и прожилково-вкрапленные. Главным минералом месторождения является пирит. Несколько менее развит пирротин. Медь, цинк и свинец содержатся в основном за счет халькопирита, сфалерита и галенита.

Катех-Гюмбулчайская рудная зона наиболее южная зона Белокино-Закатальского рудного района. Катехское месторождение, Чедерское, Гюмбулчайское, Джарское и др. проявления локализованы вдоль данной зоны. Рудовмещающие отложения глинисто-сидеритовые смяты в крупную Катех-Гюмбулчайскую антиклиналь, которая осложнена более мелкими изоклиналными, опрокинутыми на юг

складками продольными и поперечными разрывами, флексурными изгибами.

Катехское колчеданно-полиметаллическое месторождение по [1], приурочено к стыкам продольных и поперечных разрывных структур, к узлам флексур, в пределах южного крыла Катехской антиклинали. Рудная залежь Катехского месторождения образует единую сложно-построенную рудную цепь, сложенную из семи рудных тел. Руды по составу халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовые. Морфологически они образуют сплошные брекчиевидные, пятнисто-вкрапленные, штоково-верково-прожилковые и прожилково-вкрапленные разновидности. Главным минералом месторождения является пирит. Нет пирротина. За счет галенита и сфалерита сконцентрированы цветные металлы. Халькопирит имеет небольшое развитие. Соотношение свинца, цинка и меди составляет 1:1,0,1. По механизму формирования Катехское месторождение охватило четыре вышеуказанных этапа рудообразования.

В заключение следует отметить, что Белокано-Закатальский рудный район представляет большой интерес в вопросе изучения закономерностей размещения колчеданных месторождений Азербайджана, сформировавшихся в раннеальпийском этапе, в условиях терригенной эвгеосинклинали [3, 5] южного склона Большого Кавказа.

#### Литература

1. Абдуллаев Р. Н., Курбанов Н. К., Алиев Г. И. — Изв. АН СССР, серия геологическая, 1975, № 4. 2. Курбанов Н. К., Ибрагимов И. М. — Труды ЦНИГРИ, вып. 99, 1971. 3. Курбанов Н. К. — Труды ЦНИГРИ, вып. 189, 1984. 4. Нагиев В. Н. Сб. Вопросы минералогии, геохимии и петрологии Азербайджана. — Баку: Элм, 1981. 5. Твалчрелидзе А. Г. — Советская геология, 1972, № 2.

Институт геологии  
АН АЗССР

Р. Э. Элиев

Поступило 6. I 1988

#### БАЛАКЭН—ЗАГАТАЛА ФИЛИЗ РАЈОНУНДА КОЛЧЕДАН ЈАТАГЛАРЫНЫН ЈЕРЛЭШМЭ ГАНУНАУЈГУНЛУҒУ

Балакэн—Загатала филиз рајонунун колчедан јатаглары Тфан зонасынын илк Алп дөврүндө, Террикен-евгеосинклинал шараңтө эмэлө кэлмишләр. Филиз рајонунда колчедан-полиметал (Филизчај, Катех) вә мис-пирротин (Чихих) формасијалы јатаглар чәмләнмишдир. Филиз күтлэләри гум-кил-шист сүхурларында јерләшир. Магматиз, стелитдиабаз вә габбро-диорит формасијалары илә тәмсил олунур. Филиз күтлэләринин формасы лајвари, линзавари, штоквариди. Эсас компонентләр синк, мис вә гургушундан ибарәтдир.

Кенетик нөгтеји-нәзәрдән јатаглар полигендир вә 1) гидротермал-чөкмө 2) гидротермал-метасоматик, 3) гидротермал-дамарлы, 4) метаморфик етапларыны эһатә едир.

R. A. Aliev

#### REGULARITY OF PYRITE DEPOSITS LOCATION OF BELOKAN-ZAKATALA ORE REGION

Pyrite deposits of Belokan-Zakatala ore region were formed in the conditions of Early Alp terrigenous eugeosyncline of Tfan zone. Within the limits of ore region the deposits of pyrite-polymetallic (Filtzchal, Katekh, etc.), copper-pyrrhotite (Zhikhikh, etc.) formation are concentrated. Ore containing rocks are sandy-agillaceous-shale. Magmatism is expressed by spilite-diabasic and gabbro-diorite formations. The morphology of ore bodies is bed shaped, lenticular, stockvern, etc. The main components are zinc, copper and lead.

The deposits, polygenic genesis, have undergone 1) hypothermal-sedimentary; 2) hypothermal metasomatic; 3) hypothermal-veined and 4) metamorphic stages of ore formation.

УДК 581.524.44

ГЕОБОТАНИКА

А. Ш. ИБРАГИМОВ, З. К. САЛАЕВА

#### ГЕОФИТЫ ЛУГОВ В СУБАЛЬПИЙСКОМ ПОЯСЕ НАХИЧЕВАНСКОЙ АССР И ИХ ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

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

Субальпийские луга на территории Нахичеванской АССР представлены многообразными формациями и ассоциациями, отличающимися специфическими особенностями. Л. И. Прилипко [6] выделял в этой зоне мезофильные луга с примесью лесо-луговых элементов, влажные и сухие субальпийские луга. В результате геоботанических исследований в течение 1970—1985 гг. нами для этой зоны выделены геофитные субальпийские, мезофильные субальпийские, субальпийские криофильные (пустошные) и субальпийские остепненные луга [5]. Наиболее распространенными формациями субальпийских лугов являются: фиолетовоячменная, лугово-тимофеевковая, крупноцветкобуквичная, овечьевоячменная, пестроовсяннищевая, торчащебелоусовая, шестилепестнолабазниковая и др.

В субальпийском поясе встречаются растительные формации, образованные при участии геофитов. По видовому составу и характеру ассоциаций они похожи на луга, а иногда и на степи. Обычно ранней весной или в начале лета на таких участках ассоциаций геофитные компоненты составляют 60—70% проективного покрытия фитоценоза и являются его доминантами. Процесс дернообразования у геофитов развит слабо. Луга бедны злаками, в основном преобладает разнотравье. Геофиты здесь представлены двумя формациями: луковичными (*Prata alliosa*) и касатиковыми лугами (*Prata fridosa*). Луковичные луга, в основном мезофильные, редко гигромезофильные, а касатиковые имеют галомезофильный и ксеромезофильный характер и оба представлены многими вариантами. Л. И. Прилипко [6, 7] дает описание касатиковых и злаковокасатиковых лугов с преобладанием *Iris musulmanica* Fom in. в долине р. Аракс. Такие виды лугов можно встретить в субальпах Шахбузского, Джульфинского, Ордубадского районов. Всестороннее изучение лугов позволило выявить широкое распространение луковичных лугов и в альпийском поясе Нах. АССР.

Луковичные луга в основном представлены видами родов *Crocus* L., *Gladiolus* L., *Allium* L., *Bellevalia* Lapeyr., *Scilla* L., *Iris* L., *Puschkinia* Adams. Хотя луковичный лук, сформировавшийся на горно-луговых почвах, носит мезофильный характер, однако большого хозяйственного значения не имеет. Но с ботанико-географической и ланд-

шафтной точки зрения представляет несомненный интерес. Так, *Allium szovitsii* Regel., встречающийся на высоте 3500 м над ур. моря, образует густой сплошной покров, что создает сомкнутость, способствующую образованию дерна. По мере удаления от центра такого луга, в группировку проникают другие виды растений, вследствие чего количество *A. szovitsii* постепенно уменьшается и сводится на нет.

В высокогорьях автономной республики часто наблюдаются шафрановые (*Crocus*), касатиковые (*Iris*) и шпажниковые (*Gladiolus*) сообщества. Эти три рода представлены здесь 38 видами, из них 12 относятся к роду *Iris* L. Большинство касатиковых встречаются в высокогорьях и их сообщества сосредоточены небольшими пятнами, часто входят в состав других луговых сообществ. Такие сообщества нами зарегистрированы в Джульфинском районе: г. Араджи, г. Кола, г. Думан, г. Дамирли, в лесах Хазинадара, Гявик и др. местах. Впервые в высокогорьях нами были обнаружены виды рода *Iridodictyum*, где они обильно представлены и играют важную роль в формировании касатиковых сообществ [2]. В составе этих лугов, помимо касатиковых, участвуют представители бобовых, злаковых и элементы разнотравья. Кормовая ценность таких лугов невелика, урожайность составляет от 10—12 до 14—16 ц с га. И. В. Выходцев дает описание касатиковых лугов, распространенных в субальпах Киргизии [1]. Эти луга отличаются от предыдущих тем, что здесь эдификатор не создает густого травостоя, поэтому двудольные представители шире и имеют большую кормовую ценность.

Огромную площадь занимают шафрановые луга, с преобладанием *Crocus adamii* J. Gay, *C. artvinensis* (Philippow) Grossh., *C. speciosus* Bleb. Ключевые участки шафрановых лугов встречаются в пределах 1600—3200 м в Джульфинском районе (г. Араджи, г. Гекдаг, г. Дамирли, г. Кола, г. Думан, г. Лякягач, г. Баш Кодакли), в Шахбузском (г. Кюкю, г. Сальварты, г. Кечал, на урочищах Батабата и Биченака), в Ордубадском (г. Капуджих, г. Ших-Юрды, г. Союх), на остальных площадях преобладают шафраново-разнотравные группировки (*Crocus* — *herbosum*). Можно также встретить шафраново-гусниолоковые луга (*Crocus* — *Gagetum*).

Хозяйственное значение геофитов очень велико [3]. Среди них имеются ценные пищевые, лекарственные, декоративные, красящие и эфирномасличные растения. Род *Allium* L. в Нах. АССР представлен 27 видами, многие из них съедобны. Широко используются листья лука шаровидного как листья л. огородного, поэтому заслуживает введение его в культуру. Местным населением довольно часто и широко используются луковичи шафрана, мерандера, птицемлечника как в сыром, так и в жареном виде, а также в маринадах.

Шафран является известным в народе пряным растением. Благодаря наличию эфирного масла обладает приятным запахом и употребляется хорошей приправой. Дикорастущие шафраны, особенно ш. прекрасный вполне заменяет ш. посевной и заслуживает введение его в культуру.

Большинство луковичных растений производят декоративный эффект, особенно они хороши при массовом развитии. Среди декоративных растений особое место занимают такие великолепные виды геофитов, как темно-фиолетовые шпажниковые, почти все виды касатиковых и тюльпановых, а также шафран прекрасный, пушкиния пролесковид-

ная, лук трехфутовый и многие другие. Указанные виды являются готовым материалом для озеленения улиц, скверов, парков и садов, а также ценнейшим селекционным материалом декоративного садоводства.

В состав субальпийских лугов с преобладанием геофитов, входят эндемичные, редкие и исчезающие виды растений, большинство из которых занесены в Красную книгу СССР и нуждается в охране: *Iris grossheimii* Woronow ex Grossh., *I. helena* (C. Koch) C. Koch., *I. l. cotis* Woronow., *I. paradoxa* Stev., *Allium leonidii* Grossh., *A. mariae* Bordz., *Tulipa floronkyi* Woronow., *T. Julia* C. Koch.

#### Литература

1. Выходцев И. В. Вертикальная поясность растительности в Киргизии (Тянь-Шань и Алтай). — М.: Изд-во АН СССР, 1956, с. 34.
2. Гаджиев В. Д., Ибрагимов А. Ш. Некоторые сведения о касатиковых растениях Нахичеванской АССР. В кн.: Флора и растительность Нах. АССР. — Баку: Элм, 1981, с. 35—39.
3. Гроссгейм А. А. Растительные ресурсы Кавказа. — Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1946, с. 661.
4. Красная книга. Дикорастущие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране. /Под ред. А. Л. Тахтаджяна. — Л.: Наука, 1975, с. 202.
5. Ибрагимов А. Ш. Растительность высокогорий Нах. АССР и ее хозяйственное значение. Автореф. дисс... канд. с/х наук. — Баку, 1980, с. 198.
6. Прилипко Л. И. Растительные отношения в Нахичеванской АССР. — Баку: Изд-во АзФАН СССР, 1939, с. 198.
7. Прилипко Л. И. Растительный покров Азербайджана. — Баку: Изд-во Элм, 1970, с. 170.

Нахичеванский научный центр  
АН АзССР

Поступило 11. XI 1987

Э. Ш. Ибрагимов, З. К. Салаева

#### НАХЧЫВАН МССР-дә КЕОФИТЛӘРИН ҮСТҮН ОЛДУҒУ СУБАЛП ЧӘМӘНЛӘРИ ВӘ ОНЛАРЫН ТЭСЭРРҮФАТ ӘҖӘМИЈЛӘТИ

Мәғаләдә кеофитләрин боллугу илә јаранан субалп чәмәнләриндә, оиларын фитосеноложи гурулушундан, нөв тәркибиндән вә биоэкологичи хусусијјәтләриндән илк дәфә бәһс олуур. Дәниз сәтһиндән 2300—2800 метр јүксәкликдә јерләшән субалп чәмәнләриндә кеофитләр соғанағлы, сүсәнли чәмән формасијалары илә, һәмчинин бир чох асоснасија вә групплашмаларла тәмсил олуур. Белә чәмәнләрдә кеофитләрин боллугу сајәсиндә пројектив ертүлмә 60—70%-ә чатыр. Тахыл вә мүхтәлиф отларын кур инкишаф етдији мај ајынын сонундәк бу чәмәнләрин мәһсулдарлығы вә јем дәјәри олдуғча аздыр. Лакин јајын әввәлләриндән башлајарағ, бурада чохиллик биткиләрин үстүнлүју чәмәнин биокүтләсинин вә јем дәјәринин хејли јүксәлмәсинә сәбәб олуур.

Кеофитләр гүјмәтли јејинти, дәрман вә базәк биткиләри кими бөјүк тәсәррүфат әһәмијјәтинә маликдир. Оиларын арасында горунамасы тәләб олуан наدير вә итмәкдә олан нөвләр дә аз дејилдир.

A. Sh. Ibragimov, Z. K. Salaeva

#### THE SUBALPINE MEADOWS OF THE NAKHITCHEVAN ASSR WITH THE GEOPHYTES PREVALENCE AND THEIR ECONOMIC MEANING

In the article the facts about the diffusion of the geophytes on the subalpine and alpine meadows of the Nakhitchevan ASSR are adduced.

УДК 615.916.1+616.099:612.112.5

МЕДИЦИНА

Б. А. ВЕЛНЕР

**КИНЕТИКА ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ СО СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИЕЙ В ПЕРИОД ОБОСТРЕНИЯ И РЕМИССИИ**

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

Естественная резистентность находится в сложной зависимости от реактивности организма, в том числе от состояния специализированных анатомо-функциональных систем [15]. Тесная связь показателя как в количестве лейкоцитов, так и в лейкоцитограмме с реактивностью находит объяснение в литературе [5].

По данным ряда авторов [16], выраженный лейкоцитоз может осложнять течение заболевания (инфаркт миокарда) и это находит отражение в работе других авторов [1], в которой отмечено, что лейкоциты обладают не только защитным эффектом, но также являются причиной ряда заболеваний. Однако этот вопрос, представляющий как теоретический, так и практический интерес при свинцовой интоксикации, в частности при ее обострении, недостаточно изучен. Ранее нами была установлена реакция белой крови при обострении свинцовой интоксикации, проявившаяся в более или менее выраженном нейтрофильном лейкоцитозе, особенно у больных с тяжелой степенью (в основном за счет сегментоядерных нейтрофилов), со снижением в конце лечения и, наоборот, у больных со средней степенью — некоторой тенденцией к увеличению сегментоядерных в этом периоде [3]. Вместе с тем лейкоцитарная система участвует в поддержании гомеостаза организма в экстремальных условиях [4] в результате сложной перестройки биорегуляции в процессе адаптации [8, 9]. Естественную резистентность организма следует рассматривать в качестве одного из основных критериев эффективности адаптации как меру приспособленности организма к той или иной ситуации. Поэтому изучение лейкоцитарной системы, в частности индекса сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК), представляет огромный интерес, ибо он имеет более стабильную динамику по сравнению с показателем лейкоцитоза и изменяется не только при инфекционном воспалении, но и является показателем общего порядка [11].

Исходя из вышесказанного мы занялись изучением ИСЛК, общего числа лейкоцитов, лейкоформулы в абсолютных числах и показателя энтронии лейкоцитов у 141 больного со свинцовой интоксикацией в период обострения, находящихся под нашим наблюдением на стационарном лечении. Учитывая большую вариабельность общего количества лейкоцитов и лейкоформулы по данным литературы для контроля эти показатели изучены у 30 здоровых людей (студентов и первичных доноров). ИСЛК определили по следующей формуле  $ИСЛК = \frac{\sum \Gamma_p}{\sum \Gamma_0}$

где  $\sum \Gamma_p$  — сумма нейтро, эозино и базофильных.

Показатели ИСЛК, энтронии и общее количество лейкоцитов периферической крови у больных со свинцовой интоксикацией в период обострения по тяжести интоксикации

Группа исследуемых	Статистический показатель	Лейкоформула в абсолютных числах					ИСЛК	Энтрония лейкоцитов
		Общее количество лейкоцитов	Эозинофилы	Палочки ядерные	Сегментоядерные	Лимфоциты		
Больные со свинцовой интоксикацией в период обострения	$M \pm m$	$7590 \pm 293$	$149 \pm 18$	$137 \pm 19$	$4686 \pm 272$	$2039 \pm 104$	$261 \pm 23$	$1.1751 \pm 0.030$
		$7025 \pm 213$	$147 \pm 13$	$139 \pm 19$	$4268 \pm 177$	$2137 \pm 102$	$315 \pm 32$	$1.2106 \pm 0.011$
Контрольная группа	$M \pm m$	$5702 \pm 177$	$85 \pm 10$	$120 \pm 16$	$2726 \pm 195$	$2417 \pm 222$	$345 \pm 60$	$1.3611 \pm 0.043$
	$t_1$	$5.5^*$	$3.1^*$	$0.69$	$5.9^*$	$1.54^{**}$	$1.31^{**}$	$3.55^*$
	$t_2$	$4.6^*$	$3.8^*$	$0.77$	$5.9^*$	$1.15^{**}$	$0.44$	$3.14^*$
		$1.56^{**}$	$0.09$	$0.074$	$1.29^{**}$	$0.671$	$1.45^{**}$	$0.967$

Примечание. В числителе показатели больных с тяжелой степенью, в знаменателе — больных со средней,  $t_1$  — степень достоверности по отношению контрольной группы,  $t_2$  — степень достоверности по тяжести интоксикации, \* — показатель достоверности, \*\* — принимается к значимым.

$\Sigma$  АГр — сумма агранулоцитарных (моноцитов, лимфоцитов) лейкоцитов. Полученные данные подвергли статистической обработке с определением среднего квадратического отклонения ( $b$ ), средней ошибки, среднего квадратического отклонения ( $m$ ) и степенью достоверности ( $t$ ) по Стьюденту. Показатели изучены до и после лечения по тяжести интоксикации. Показатель энтропии лейкоцитов определен ранее описанной нами формулой [3]. Данные представлены в таблице, из которой видно, что по сравнению с контрольной группой как у больных с тяжелой, так и со средней степенью тяжести общее количество лейкоцитов, абсолютных чисел эозинофилов, сегментоядерных и ИСЛК, достоверно увеличено, а показатель энтропии лейкоцитов достоверно снижен. При этом сдвиги показателей более резко выражены у больных с тяжелой степенью.

Различия показателей по тяжести интоксикации оказались не достоверными ( $p > 0,05$ ). Однако различие сегментоядерных, моноцитов и ИСЛК по тяжести приближалось к значимым.

Реакция крови на развитие воспалительного процесса, выражающегося нейтрофильным лейкоцитозом, общезвестно. Однако кинетика лейкоцитов крови в период ремиссии и обострения свинцовой интоксикации не проводилась, что было отмечено нами ранее [3]. Между тем, одновременное увеличение числа сегментоядерных нейтрофилов и эозинофилов является характерным признаком обострения процесса [12].

Невозможно представить связь имеющегося лейкоцитоза при свинцовой интоксикации с воспалительным процессом. Видимо, он обусловлен защитной реакцией, ибо она тесно связана с реактивностью организма [5].

В период обострения свинцовой интоксикации ИСЛК увеличен, особенно у больных с тяжелой степенью, снижается в конце наблюдения, однако, не доходит до нормы.

В соответствии с представлениями о наличии тесной корреляции с изменением ИСЛК и реактивностью больных [5], а также участие нейтрофилов и МФС, в различных иммунологических процессах [17], позволяет увеличение ИСЛК в период обострения свинцовой интоксикации расценивать как одну из реакций клеток крови, как общую реакцию организма больных, т. е. как ауторегуляторный механизм лейкопоэза, в частности, активируемого продуктами разрушающихся клеток крови, в том числе лейкоцитов. Эти представления вытекают из данных по физиологии и патологии лейкоцитов крови и соединительной ткани [2, 7].

Показатель энтропии лейкоцитов, характеризующийся степенью организации механизма регуляции лейкоцитарной системы, т. е. подержанием гомеостаза этой системы у больных со свинцовой интоксикацией по сравнению с контрольной группой снижен, особенно у больных с тяжелой степенью, который характерен для повышенной организованности, в конце наблюдения наступает обратный сдвиг. Видимо, этот процесс обусловлен компенсаторно-приспособительными механизмами, способствующими поддержанию гомеостаза в организме больных, в частности в лейкоцитарной системе. Результаты подтверждают представления о структурном единстве кинетики лейкоцитов крови с различными периодами свинцовой интоксикации и по ее тяжести.

Повышение ИСЛК тесно коррелирует со степенью снижения показателя энтропии лейкоцитов. Это послужит основанием использовать ИСЛК в системе методов диагностики обострения свинцовой интоксикации и как простой, доступный метод в контроле показателя энтропии лейкоцитов, один из информативных тестов, характеризующий изменения в целом в лейкоформуле, а не только в отдельных формах лейкоцитов, т. е. иммунореактивного состояния организма.

Сдвиги показателей до и после лечения в основном коррелировались с тяжестью интоксикации. В конце наблюдений больных с тяжелой степенью данные, касающиеся снижения общего числа лейкоцитов, абсолютного числа сегментоядерных, ИСЛК, увеличения показателя энтропии лейкоцитов были достоверными ( $P < 0,05$ ), а остальные показатели у больных с тяжелой степенью и все показатели у больных со средней степенью оказались недостоверными ( $P > 0,05$ ).

Тесная связь кинетики лейкоцитов крови с тяжестью интоксикации, а также различными периодами интоксикации свидетельствует о целесообразности исследования значения их нарушений в зависимости от клинических форм интоксикации.

В заключение следует особо подчеркнуть, что у контрольной группы в периферической крови общее количество лейкоцитов, относительное и абсолютное число эозинофилов и сегментоядерных по сравнению с нормой, [6, 10, 14] имеет тенденцию к снижению, а число лимфоцитов к повышению, вызывающему в последнее время в печати дискуссии об их диагностическом и прогностическом значении [13].

#### Литература

1. Александр Д. и Гуд Р. Иммунология для хирургов. /Пер. с англ. Д. Н. Недвецкой Л. М. — М.: Медицина, 1974.
2. Алмазов В. А. (редактор). Физиология лейкоцитов человека. — Л., 1979.
3. Велиев Б. А. — Докл. АН АзССР, 1983, т. 39,6, с. 70—73.
4. Велиев Б. А. — РЖМ, 1984, раздел 18, № 2.
5. Гаркави Л. Х., Квакина Е. Б., Уколова М. А. Адаптационные реакции и резистентность организма. — Ростов-на-Дону, 1977.—120 с.
6. Егоров А. П. и Бочкарев В. В. Кроветворение и ионизирующая радиация. — М., 1954.
7. Зуфаров К. А., Тухтаев К. Р., Юлдашев А. Ю. Лейкоциты и клетки рыхлой соединительной ткани (ультраструктурно-функциональные аспекты). — Ташкент, 1979.
8. Казначеев В. П., Субботин М. Я. Этюды к теории общей патологии. — Новосибирск: Наука, 1971.
9. Казначеев В. П. Биосистема и адаптация — Новосибирск: Наука, 1973.
10. Козинец Г. И., Терентьева Э. И., Файнштейн Ф. Э., Шишканова Э. Г., Дульцина С. М., Ярустовская Л. Э., Липац А. А. Нормальное кроветворение и его регуляции. — М., 1976, с. 98—155.
11. Пилипенко В. А., Яблучанский Н. И., Царбаев Б. А., Ревуцкий В. И., Бельский Н. Е., Басамыгина Л. Я. Гематология и трансфузиология, 1984, 5, с. 43—45.
12. Предтеченский В. П. Руководство по клиническим и лабораторным исследованиям. — М., 1964.
13. Соколов В. В., Грибова И. А. Клиническая медицина, 1969, 3, с. 92—97.
14. Тарлова Р. М. В кн.: Вопросы теоретической и практической гематологии. — Томск, 1967, с. 102.
15. Чернух А. М. В сб. Механизмы повреждения, резистентности, адаптации и компенсации. — Ташкент, 1976, т. 1, с. 13—17.
16. Шеклик Э., Шеклик А. Инфаркт миокарда. — Варшава, 1980.
17. Van Furth R., Thompson J. — Ann de l'Inst. Pasteur, 1971, v. 120, p. 337.

Азербайджанский медицинский институт им. Н. Нариманова

Б. Э. Вәлијев

ГУРГУШУН ИНТОКСИКАСИЈАЛЫ ХӘСТӘЛӘРНИН КӘСКИНЛӘШМӘ ВӘ  
РЕМИССИЈА ДӨВРЛӘРИНДӘ ГАНЫН ЛЕЈКОСИТЛӘРИНИН ЬӘРӘКӘТИ  
(КИНЕТИКА)

141 (орта—71, ағыр—70) гургушун интоксикасиялы хәстәдә кәскинләшмә дөврүндә мұаличәдән әввәл вә сонра, еләчә дә интоксикасияны ағырлыгындан асыды ола-

раг лейкоцитларин үмуми саяы вә аҗры-аҗры формаларынын мүтләг саяы, ган лейкоцитларинин һәрәки индекси (ГЛҺИ), лейкоцитларин энтропија көстәричиси өҗрәнилмишдир. Мүөҗән едилмишдир ки, орта вә ағыр дәрәчәли гурғушуи интоксикасиясы олан хәстәләрдә сағлам адамлара нисбәтән лейкоцитларин үмуми саяы, еозинофилларин, сегментнүвәлиларин мүтләг саяы вә ГЛҺИ дүрүст олараг артмыш, лейкоцитларин энтропија көстәричиси азалмышдыр. Көстәричиләрин мүаличәдән әввәл вә сонраки дәјишликлик интоксикасиянын ағырлығы илә сых әләгәдә олмуш, лейкоцитларин үмуми саяынын, сегментнүвәлиларин миғдары, ГЛҺИ азалмасы вә лейкоцитларин энтропија көстәричисинин артмасы ағыр интоксикасиясы олан хәстәләрдә дүрүст олмуш, орта ағырлығы хәстәләрдә әксинә, дүрүст олмаммышдыр.

B. A. Velijev

#### CHANGES OF LEUKOCYTES IN THE PATIENTS SUFFERING FROM LEAD-INTOXICATION IN THE PERIOD OF EXACERBATION AND REMISSION

In 141 patients suffering from lead-intoxication (average degree—71), serious degree—70) in the period of exacerbation before and after treatment general amount of leukocytes and their components in absolute numbers, index of leukocytes progress in blood, the entropy index of leukocytes are studied. It is determined that in comparison with the test group of patients the ones suffering from the average and serious intoxication had the absolute numbers of eosinophils, segment shaped nuclei and index of leukocytes progress in blood increased and the entropy index of leukocytes decreased. Changes in the results before and after treatment closely correlated with the degree of intoxication: decrease of general amount of leukocytes, segment shaped nuclei, index of leukocytes progress in blood and increase of entropy index of leukocytes in the patients with serious degree proved reliable and in the patients with average degree—not reliable.

УДК 947.05 (479.24)

ИСТОРИЯ

ТОФИҚ МУСТАФАЕВ, ГЮЛЬСУМ АЛИЕВА

#### ОБ УЗОРАХ «ЗАРБАФТОВ» (ЗОЛОТОЙ ТКАНИ), НАЙДЕННЫХ В АРХИВЕ ВНЕШНЕЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ ПРИ МИД СССР

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

Как известно, в середине века шелк был главным предметом вывоза в Россию из Азербайджана и Ирана. Он выработывался в трех основных шелкоткацких центрах: Ширване, Гяндже и Гиляне. Шелк вывозился в виде шелка-сырца и шелковых тканей. Среди названий дорогих шелковых тканей, вывезенных из Азербайджана в Россию в период позднего средневековья (особенно в XVII—XVIII вв.), часто встречается слово «зербафт», которое состоит из двух корней — «зер» (золото) и «бафтэн» (ткат). «Зербафты» ткались из высококачественного шелка с добавлением золота или серебра в ленточном виде<sup>1</sup>.

В исторической литературе имеется очень много упоминаний о вывозе «зербафтов» из Азербайджана в Россию. Однако ни в одном труде нет описания их узоров, размеров и рыночных цен. Нам удалось разыскать в Москве в фонде «Сношения России с Персией» в архиве внешней политики России при МИД СССР описание узоров, а также размеры и цены зербафтов. По данным архивных источников, в ноябре 1735 г. астраханский губернатор Измайлов получил приказ русского двора на покупку в Гостином дворе и других местах овчинных мехов «волнистых серых и черных самых лучших ...также самые хорошие и богатые принскал парче...»<sup>2</sup>.

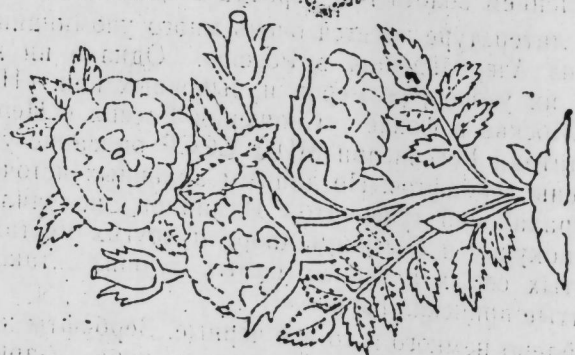
Мехов было найдено немного и то все черные. Зербафты же оказались в достатке. Зербафтов среднего качества, цена 7-аршинного<sup>3</sup> куска которых была от 15 до 18 рублей в Астрахани оказалось много. По словам Измайлова, это были зербафты с шелковым фоном разных цветов, рисунки на них были золотые или же серебряные от начала и до конца куска «частые»<sup>4</sup>.

Найденные в Астрахани зербафты высокого и даже очень высокого качества состояли из 31 «персидской» (наименование «персидские» в середине века было собирательным и относилось к товарам, производимым и в азербайджанских городах) парчи, представлявших 18 узоров: часть самых лучших и богатых, где на серебряном и золотом фоне даны разные шелковые рисунки: на других по шелковому фону узоры серебряными и золотыми нитями от одного конца до другого — «гравамиж». Размеры каждой из тканей были в ширину по аршину и 8 аршинов без двух вершков<sup>5</sup> в длину.

По сообщению астраханского губернатора, имеющиеся в то время

зербафты высокого качества состояли из парчи на атласно-вишневом фоне, с золотистыми рисунками цветов, четыре зербафта с атласным красным фоном и серебряными цветами, а между ними золотые линии, сделанные шелком и 5 зербафтов с атласным фоном, серебряной травой, а между ними золотые узоры. Вес зербафтов высокого качества колеблется от 2-х фунтов<sup>6</sup> 75 золотников до 3 1/4 фунта<sup>7</sup>.

За каждый зербафт высокого качества купцы просили от 55 до



130 рублей. Это была высокая цена, так как в те времена за 1—2 рубля можно было купить барана, а за 15 рублей — лошадь. И эта высокая цена не была случайной, ибо введение в зербафты высокого качества драгоценного металла составляло 10%. В связи с тем, что вес ткани колебался от 1140 до 1329 граммов, выяснено, что в их составе было от 114 до 133 граммов золота или серебра.

Зербафты самого высокого качества состояли из 2-х видов парчи на гладком серебряном фоне с разными шелковыми цветами: одного зербафта — на серебряном узорчатом фоне разные шелковые цветы; пара зербафтов — на серебряном гладком фоне различные полосатые шелковые узоры, два зербафта — по золотому узорчатому фону различные шелковые цветы; 1 зербафт — на серебряном узорчатом фоне — шелковая трава с поперечным узором — 5 штук; 2 зербафта — серебряный узорчатый фон и шелковая трава с поперечным узором — 26 штук; одного зербафта — по серебряному гладкому фону поперечно 6 узоров шелковых трав; одного зербафта — по серебряному гладкому фону шелковые травы поперечно — 3 штуки, два зербафта — по золотому узорчатому фону различные серебряные шелковые цветы: одного зербафта — на золотом узорчатом фоне полосатые, серебряные цветы из шелка; пара зербафтов — на золотом гладком фоне шелковая и серебряная трава поперечно по пяти узоров. Вес зербафтов самого высокого качества колеблется от 2,5 фунта до 4 фунтов 35 золотников.

Переходя к художественному рассмотрению «астраханских» образцов необходимо отметить, что в начале XVIII в. вследствие кризиса феодальных отношений, а также ослабления государственной власти и усилившихся иностранных вторжений<sup>8</sup>, в это время в декоративно-прикладном искусстве, как правило, используются старые традиционные, реалистические орнаментальные композиционные построения. Наряду с этим наблюдаются и некоторые видоизменения отдельных узоров, например: выкручиваются кончики листьев, появляются более крупные цветочные мотивы, расцветают бутончики и т. д.

Чаще всего употребляются композиции, созданные из цветков лилии (занбаг) с нарциссом и гвоздикой. Эти цветы соединяются вьющимся стеблем волнообразного движения, что создает разные декоративные построения в виде ромба, хатан и других форм, которые наблюдаются в «астраханских» образцах (название условное), лист 77, 79, 80, 81 и в некоторых произведениях искусства Азербайджана XVI—XIX в. В частности, мотивы «астраханских» образцов встречаются в азербайджанских миниатюрах XVI—XVII вв.<sup>9</sup> (в декоративном убранстве шатров, палаток, коврах, одеждах и др.); шушинских занавесей XVIII в.<sup>10</sup>; на коврах Кубы XVIII — начала XIX в.<sup>11</sup>, резьбе по гипсу<sup>12</sup> XVIII в. в дворцах шекинских ханов в Нухе и др.

Таким образом, можно сделать вывод, что несмотря на различные материалы и формы изделий, декор «астраханских» образцов составлен исключительно из растительных мотивов (ирис, шиповник, гвоздика, длинные листья и т. д.), которые можно встретить в разных видах искусства Азербайджана XVI—XIX вв, это подтверждает сохранность и существование в стране единого стиля, а также, что «астраханские» узоры (датированные 1735 г.) по некоторым своим художественным и техническим особенностям напоминают работы тебризских ткачей XVII—XVIII вв.

Примечания

<sup>1</sup> Гейдаров М. Х. Города и городское ремесло Азербайджана XIII—XVII веков. (Ремесло и ремесленные центры). — Баку: Элм, 1982, — с. 154—155. <sup>2</sup> Архив внешней политики России при МП СССР (АВПР), фонд «Сношения России с Персией» (СРП), оп. 77/1, д. 3 (1735), л. 67. <sup>3</sup> Аршин — старинная русская мера длины. В XVIII в. 1 аршин равнялся 71,02 см. <sup>4</sup> АВПР, ф. СРП, оп. 77/1, д. 3, л. 67—68. <sup>5</sup> Вершок — старая русская мера, равная 4,45 см. <sup>6</sup> Фунт — старая русская мера, равная примерно 1/40 части пуда, т. е. 0,409 кг. <sup>7</sup> Золотник — старая русская мера, равная 1/96 части фунта, или 4,266 г. <sup>8</sup> История Азербайджана в 3-х томах, т. 1. — Баку, 1961. — с. 338 (на азерб. яз.). <sup>9</sup> Керимов К. Азербайджанские миниатюры. — Баку, 1980. <sup>10</sup> Азербайджанские вышивки. /Под. ред. проф. П. А. Азизбековой — М.: Искусство, 1971. <sup>11</sup> Керимов Л. Азербайджанский ковер, т. III. — Баку: Элм, — 1983. рис. 131, (ковер Тебриз. XX в., рис. 202. Тебриз, XVI в. и др.). <sup>12</sup> Эфенди Р. Народное искусство Азербайджана. — Баку: Ишг, 1984, рис. 87, 88, 89.

Институт истории  
АН АзССР

Поступило 21. VI 1988

Т. Т. Мустафаев, К. Алиева

ССРИ ХАРИЧИ ИШЛЭР НАЗИРЛИЈИ НЭЗДИНДЭКИ «РУСИЈАНЫН  
ХАРИЧИ СИЈАСЭТИ» АРХИВИНДЭН ТАПЫЛМЫШ ЗЭРБАФТ  
ЧЕШНИЛЭРИ БАГГЫНДА

Тарихи эдәбијатда АзербайҶанда вә Ирандан Русијаја зәрбафт парчаларын (гызыл, күмүш телләрлә ишләнән) ихрач олунамасы тез-тез хатырланса да, парчаларын чешинси, өлчүсү, гижмәтләри барәдә хүсуси мә'луматә раст кәлимир. Анчаг ССРИ Харичи Ишләр Назирлији нәздиндәки «Русијанын харичи сијасәти архиви»ндә Русијанын Иранла мүнәсибәтләри фондунун 1735-чи илә анд 9 №-ли говлугунда бу һагдә дәјәрли мә'лумат вардыр. һәммин говлугдан мә'лум олур ки, Петербург сарајынын көстәриши илә һәштәрхан губернатору Измајиллов сараја чохла зәрбафт чешини нүмунәләри көндәрир. Булардан 31 өлдәди хүсусилә гижмәтли иди. Парчалар истәр кејфијәт, истәрсә дә чешинләринә көрә бир-бириндән фәғләнирдиләр. Узунлуглары вә еилләри ејни иди (узуну 8 аршин, ени 1 аршин иди). Парчаларын һәр бири үчүн саһибләри 55 манатдан 130 маната кимин истәјридиләр. Парчаларын үзәриндә олан тәсвирләр јалыз битки мотивләриндән (итбуриу чичәји, һәркиз, миһәк күлү, лалә вә с.) ибарәтдир ки, булар АзербайҶанын XVI—XIX әсрләринә анд мүхтәлиф сәнәт нүмунәләриндә көрмәк олур. Бу да танылан зәрбафт чешинләрини мүјјән дәрәчәдә АзербайҶана (Тәбриз тохучуларына) анд олунамасыны күман етмәјә әсас верир.

T. Mustafayev, G. Aliyeva

ON THE DESIGNS OF THE „RUSSIAN FOREIGN POLICY“  
ARCHIVES BY THE MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF USSR

It is known from the historical literature that from Azerbaijan to Russia (knitted with golden and silver threads) textiles were exported, but we do not come across the special information about their design, dimensions and price in literature.

Only in the paper-case № 9 devoted to the 1735 year's relations found between Russia and Iran in the «Russian Foreign Policy» archives there is an important information. From Palace a great number of zarbaf design patterns, 31 of which were of great value.

Designs on the textiles consist of only plant motifs which may be seen in the different works of art of Azerbaijan in the XVI—XIX cc. By the analysis of these zarbaf patterns we come to the conclusion that these patterns (Tabriz production) belong to Azerbaijan.

УДК 41/415

ДИЛЧИЛИК

А. Ш. МЭММЭДОВА

ЗАМАН БУДАГ ЧҮМЛӘЛИ ТАБЕЛИ МҮРӘККӘБ ЧҮМЛӘЛӘРДӘ  
ЗАМАН МӘЗМУНУ ЈАРАДАН ЛЕКСИК ВАСИТӘЛӘР

(АзербайҶан ССР ЕА академики М. Ш. Ширәлијев тәғдим етмишидир)

Дилчилик эдәбијатында табели мүрәккәб чүмләннин компонентләрини бағлајан васитә вә үсуллардан кенш шәкилдә бәһс олунса да, һәммин јазыларда даһа чох заһири — грамматик бағлылыг нәзәрдә тутулур, онларын семантик чәһәти исә бә'зән унутулур. Мә'лумдур ки, һәр һансы көмәкчи васитә анд олдуғу сөз вә ифадәјә, чүмләјә мүјјән мә'на чалары ашылајыр. Бу хүсусијәти табели мүрәккәб чүмләннин бу вә ја дикәр һөвүндә иштирак едән вә әслиндә һәммин конструкијаны формалашдыран лексик васитәләрдә дә көрмәк мүмкүндүр. Компонентләрини бағланмасында иштирак едән фонетик вә синтактик васитәләр бүтүн табели мүрәккәб чүмләләр үчүн зәруридирсә, лексик вә морфоложи васитәләр јалыыз мүјјән груп чүмләләрдә өзүнү көстәрир вә әслиндә һәммин чүмләләрини спесифик әләмәтини тәшкил едир.

Дилчилијимиздә, үмумијјәтлә, табели мүрәккәб чүмләннин компонентләрини бағлајан васитәләрә, о чүмләдән лексик васитәләрә мүјјән јер верилмишидир. Булар ичәрисиндә заман будаг чүмләләриндә ишләнән лексик васитәләрә тохунулмушдур. Лакин бурада әсасән әвәзликләр өз әкәсини тапмышдыр. Бу мәғаләдә исә лексик мә'насында, семантикасында заман мәзмунлу әсас олан сөzlәр алыныр ки, онлар ја мүстәгил шәкилдә, ја да бу вә ја дикәр әвәзликлә бирләшип, заман будаг чүмләләринини компонентләри арасында әләгә јарадыр.

Заман будаг чүмләли табели мүрәккәб чүмләләрдә компонентләрини семантик-грамматик бағлылығыны јарадан вә бу әсасда бүтүнлүкдә конструкијаны формалашдыран лексик васитәләри сәчијјәләндирән илкин чәһәтләрдән бири дә ондан ибарәтдир ки, онларын иштиракы илә јаранан табели мүрәккәб чүмләләр башгаларына иисбәтән даһа чох спесификдир; һәммин конструкијаларын заман будаг чүмләси олмасы шүбһә јаратмыр. Табели мүрәккәб чүмләдә заман мәзмунунун јаранмасында иштирак едән лексик васитәләр ишләнмә мөвгәјинә көрә бир-бириндән фәргләнир.

I. һачан, һавахт, нә вахт, һәр вахт, нә заман, нечә ки сөzlәри вә сөз бирләшмәләри препозитив будаг чүмләдә ишләнир, онун јарымчыг итноасија илә тәләффүз едиlmәсини шәртләндирир вә заман будаг чүмләсини баш чүмләсини кәлмәсини тәләб едир.

Мәсәлән: һачан ону марағландырмајан мәсәләләр ортаја атылырды, һеч кимә демәдән отағы тәрк едирди (М. Сүләјманлы); Нә вахт јахшы әмәлләрини дејиб тәрифләјирди, дөнүб олурду тамам башга адам (С. Азәри); һәр вахт ки, сән јола дүшүрсән, ону һәнчәрә өнүндә көрү-



рәм (Б. Бајрамов); Нечә ки атасы сәг иди, һамы онула һесаблашырды (Ә. Вәлијев).

Мараглы чәһәтләрдән бири будур ки, башга будаг чүмлә нөвләрини дә релјатын һансы будаг чүмлә илә әлагәләндирилмәсиндән асылы олмајараг, баш чүмләдәки коррелјат табели мүрәккәб чүмлә нөвүнү мүәјјәнләшдирирсә, һәмни сөзләрини вә сөз бирләшмәләринини иштирак етдији будаг чүмләдән сонра дикәр будаг чүмләнини баш чүмләси кәлә билмәз. Тәбини ки, бу билаваситә һәмни ваһидләрини сырф заман анлајышы билдирмәси вә гаршылыгы олараг, баш чүмләдә заман анлајышы коррелјат илә бағланма хүсусијјәти илә әлагәдардыр. Бу фактын јәгинлији бир дә онда өзүнү көстәрир ки, һәмни чәркәјә дахил олан нә гәдәр ифадәсини иштирак етдији будаг чүмләдән сонра јалныз заман дејил, һабелә дикәр будаг чүмләләрә анд баш чүмләләрдә ишләнә билир. Мәсәлән: Нә гәдәр анлә кичик иди, бу ишләр һаггында фикирләшмирди (Ф. Ејвазлы); Нә гәдәр анлә кичик иди, гајғылар да бир о гәдәр аз иди.

Бу мисалларын һәр икисиндә будаг чүмлә ејни олса да, онларын баш чүмләјә мүнәсибәти башга-башгадыр: биринчи заман, икинчи нә кәмијјәт будаг чүмләли табели мүрәккәб чүмләләрдир.

2. **Аз, чох** гејри-мүәјјән сајлары, чәкмәк, кечмәк фе'лләринини инар формасы илә ишләниб фразеоложи ваһид-шәхәсиз чүмлә јарадыр вә заман будаг чүмләсини биринчи компонентни олур. Гејд едәк ки, бунлары тамамлыг будаг чүмләләри һесаб едәнләр дә вардыр. Конструкцијанын семантик-грамматик хүсусијјәтләрини әсас көтүрән Ф. Чәлилов доғру олараг онлары заман будаг чүмләләри ичәрисиндә өјрәнир. Көстәрәк ки, һәмни табели мүрәккәб чүмләләрдә семантик-грамматик асылыг биринчидән икинчијә јөнәлиб вә әсас мәгсәд икинчи компонентдәки һадисәнини заманыны билдирмәкдир. Мәсәлә: **Аз** чәкмәди ки, трактор бүтүн саһәнини алтыны үстүнә чевирди (Ә. Вәлијев); **Чох** кечмәмишдир ки, чајын о тајындакы гаралты да јоха чыхды (Ф. Ејвазлы).

3. **Онда** зәрфи, **о вахт, о заман** сөз бирләшмәләри синоним характериндә олур, препозитив, јахуд постпозитив баш чүмләләрдә ишләнир вә әслиндә јухарыда көстәрилән релјатларын гаршылыгы—коррелјат функцијасыны јеринә јетирир. Баш чүмләдән коррелјат ишләнә билдији кими, ишләнмәјә дә билир. Мәсәлән: **Бир** дә онда ајылды ки, иш ишдән кечмишдир (С. Азәри); **Нә** вахт сәндән иш тәләб еләсәләр, онда бу сөзләри дејә биләрсән (Ә. Вәлијев). Сөзү о заман дејәрди ки, нәтичәси олсун (Б. Бајрамов); **Нә** вахт рајондан бир һөрмәтли, вәзифәли адам кәлирди, о вахт Әбил мүәллими ахтарыб тапырдылар (А. Бабајев).

**Бә'ән** дилчилик әсәрләриндә бирдән, тәзәчә, јеничә, һәлә вә с. сөзләрини заман будаг чүмләсини формалашмасындакы ролундан бәһс едилир. Һалбуки нә компонентләрини бағланмасында, нә дә бүтүнлүкдә заман будаг чүмләләрини јараныб формалашмасында һәмни сөзләр әһәмијјәт дашымыр; онлар садәчә олараг, тәркибиндә ишләндикләри будаг чүмләнини өзүнә мүәјјән заман чалары ашылајыр. Һәтта онлары чүмләдән чыхартдыгда нә табели мүрәккәб чүмлә нөвүнә, нә дә компонентләрини бағланмасына чидди тәсир едир. Она көрә дә онлары заман будаг чүмләләрини формалашдыран лексик вәснәләр ичәрисиндә өјрәнмәк дүзкүн дејил. Гејд едәк ки, онда, **о вахт, о заман** сөз вә ифадәләри илә онларын «ки» әдаты илә ишләнән формаларыны ејниләшдирмәк олмәз. Бу ики форма мәзмун функционал чәһәтдән бир-бириндән фәргләнир. Белә ки, биринчиләр (әдатсыз оланлар) баш чүмләдә ишләниб будаг чүмләдәки мәзмунә ишарә едир вә онларын мәзмуну мәһз

будаг чүмлә вәснәсилә ачылыр. Бу заман онлар коррелјат функцијасында чыхыш едир.

Икинчи група дахил олан ифадәләр нәсә (онда ки, о заман ки, о вахт ки) будаг чүмләдә ишләнир, һачан (ки) сөзү илә синоним мүнәсибәтдә олур, релјат функцијасында чыхыш дир. Һәр үч релјатын гаршылыгы олараг, баш чүмләдә, бә'ән онда коррелјаты иштирак едир. Мәсәлән: **О заман** ки сән һәлә дүнјадә јох идин, о, колхоз үчүн чаныны гојурду (М. Ибраһимов); **О вахтлар** ки, атасы ону дизи үстүндә отурдуб данышарды, онда һәр шеј һаггында ширини рәјалара даларды (М. Һүсејн).

Бу гәбил сөзләр үчүн мараглы чәһәтләрдән бири ондан ибарәтдир ки, һәмни функцијадә онлар исмин башга һалларында, хүсусилә јерлик вә чыхышыг һалларында ишләнир. **О заман** ки сән бу евә ајаг басмысан, евин рузусу кәсилиб (Н. Абдуллајев).

**Мә'лумдур** ки, күн сөзү бүтүнлүкдә бағлајычылыг функцијасыны јеринә јетирмир. Лакин елә мисаллар вардыр ки, һәмни сөз о ишарә әвәзлији илә бирләшәрәк, заман будаг чүмләсини јаранмасы вә баш чүмләјә бағланмасыны шәртләндирир. Мәсәлән: **О күн** ки фәсли јаз олур, кечә, күндүз тараз олур.

**Ејд** едәк ки, вахт, заман сөзләри илә күн сөзү семантик грамматик-функционал чәһәтдән фәргләнирләр. Белә ки, биринчиләрдән фәргли олараг, күн сөзү нисбәтән конкретлик ифадә едир. **Вахт** вә заман сөзләриндән фәргли олараг, күн сөзү јалныз о әвәзлији илә бирләшиб, коррелјат олур, нә әвәзлији илә бирләшиб релјат функцијасында чыхыш едә билмир.

**Бир чох** һалларда күн сөзү һәмни әвәзлији илә бјрләшәрәк баш чүмләдә ишләнир вә будаг чүмләдәки о күн ки коррелјатынын гаршылыгы олур. Мәсәлән: **О күн** ки јаз фәсли кирир, һәмни күн кечә-күндүз бәрәбәрләшир.

Илк бахышда елә көрүнә биләр ки, бу мисал тәјини чүмләсидир. Чүнки мисаллардан көрүндүјү кими, будаг чүмлә әслиндә һәмни әвәзлијини мәзмунуну ачмаға хидмәт едир. Лакин тәјини будаг чүмләләриндән фәргли олараг, бурада һәмни сөзүнү кәнар етсәк күн сөзү мүстәгил синтактик ваһид чүмлә үзвү функцијасында чыхыш едә билмир вә будаг чүмлә бүтүнлүкдә һәмни күн ифадәсинә анд олур.

#### Әдәбијат

1. *Абдуллајев Ә.* Мүасир Азәрбајчан дилиндә табели мүрәккәб чүмләләр. Бакы: «Маариф», 1974, сәһ. 134—139. 2. *Чәлилов Ф.* Мүрәккәб чүмлә синтаксиси. Бакы: «Маариф», 1984, сәһ. 97—98.

*ССРИ-нин 50 иллији адына Азәрб. Педагожи Харичи Дилләр Институту*

*Алынмышдыр 23. XII 1987*

**А. Ш. МАМЕДОВА**

#### ЛЕКСИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ВРЕМЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ В СЛОЖНОПОДЧИНЕННЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЯХ С ПРИДАТОЧНЫМ ПРЕДЛОЖЕНИЕМ ВРЕМЕНИ

Статья посвящена вопросам семантической коннекции компонентов сложноподчиненных предложений азербайджанского языка по временному содержанию. Здесь освещена роль специальных слов со временным содержанием лексического значения и семантики, которые или непосредственно, или в сочетании с местоимениями участвуют

и конструировали подобных сложных предложений. Автором выявлены наиболее активные лексические средства выражения временной связанности их компонентов, т. е. слова и словосочетания типа «начан», «навахт», «нэ вахт», «нэр вахт», «онда», «о заман», «нэ гэдэд» и др.

A. Sh. Mammadova

**LEXICAL MEANS OF TIME CONTENTS FORMING IN COMPLEX  
COMPOUND SENTENCES WITH SUBORDINATE CLAUSES OF TIME**

This article is devoted to the problem of semantic contents of subordinate clauses components of Azerbaijanian language on time contents.

Here we deal with special words with time contents of lexical meaning and its semantics, which directly, or in connection with pronouns take place in constructing of such complex sentences. The author found the most active lexical means of expression of their time connection components, that is words and word combinations of type: «начан», «навахт», «нэ вахт», «нэр вахт», «онда», «о заман», «нэ гэдэд».

УДК 39

ЭТНОГРАФИЈА

М. А. АББАСОВА

**СВАДЕБНАЯ ОБРЯДНОСТЬ ЛЕЗГИН АЗЕРБАЙДЖАНА  
(традиции и новации)**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. М. Бунятовым)

За годы советской власти в Азербайджане в семейной обрядности произошли большие изменения. Семья как бы шагнула из одной эпохи в другую. Ликвидация дискриминации женщины во всех сферах быта, рост духовной жизни народа, преодоление пережитков прошлого, а также религиозно-магических ритуалов в семейно-бытовых традициях — все это привело к созданию семьи совершенно нового типа. Произошла демократизация семейно-брачных отношений: равноправие ее членов, исчезновение понятия «главы семьи», его деспотическая власть, новое положение женского пола в семье, внимание к детям, их воспитанию, близость духовных и эмоциональных чувств, признание свободы развода за супругами, исчезновение брака по расчету и воле родителей и замена их добровольным выбором спутника жизни. «Наши достижения в становлении новой, социалистической семьи — говорилось на XXVII съезде КПСС, — бесспорны... Социалистическая семья строится на основе полного равноправия мужчин и женщин, их равной ответственности за семью»<sup>1</sup>.

В Азербайджане накоплен известный опыт изучения семейной обрядности (брака, свадьбы, развода, воспитания детей и др.) этнографами и этносоциологами. Но попытка сравнительного изучения роли отдельных элементов семейной обрядности пока этнографами не осуществлена.

Мы в данной статье поставили задачу исследовать изменения, которые произошли и продолжают происходить в семейном быту, в частности свадебной обрядности лезгин Азербайджана, тем самым выявить соотношение нового и традиционного в быту.

Лезгинская свадебная обрядность, как и азербайджанская, сложна и многоступенчата, связана с обязательным выполнением множества ритуалов и обрядов (сватовство, обручение, заключение брака, свадьба и послесвадебный период). Свадебные обряды лезгин Азербайджана представляют большой научно-практический интерес, ибо в них мы находим ценные отголоски далекой старины и минувших общественных формаций. Обряды эти на материалах Азербайджана до настоящего времени сравнительно мало изучены и многие, наиболее архаические, черты их уже исчезли из быта.

Многовековая история формирования и этнического развития лезгин Азербайджана способствовала выработке своеобразной и самобыт-

ной национальной брачно-свадебной обрядности. Сложение многих ее элементов происходило в процессе этнического взаимодействия и взаимовлияния различных лезгинских групп Дагестана и Азербайджана.

У лезгин Азербайджана накануне свадьбы родители жениха созывали на семейный совет близких родственников, распределяли между ними обязанности (по встрече гостей, подготовке свадебной еды, убою скота и т. д.). Один из родственников жениха обходил все дома в селении и приглашал на свадьбу. Приглашенные на свадьбу обязательно несли с собой подарки «пайар» (муку, кур, орехи, масло, отрезы, шерстяные носки, платки, шали и т. п.). Самые близкие родственники дарили баранов. Этот обычай, по рассказам старожил, существовал у лезгин с давних времен. Прежде несостоятельные юноши не имели возможности в течение трех дней прокормить всех приглашенных, поэтому жители села оказывали подобного рода материальную поддержку. Впоследствии это стало обычаем, сохранившимся до наших дней.

Свадебное торжество происходило в доме родителей жениха и продолжалось три дня. Утром первого дня свадьбы, на крышу дома жениха поднимались музыканты и играли на зурне и барабанах «далдам», оповещая таким образом односельчан о начале свадьбы. Основным распорядителем на лезгинских свадьбах являлся тамада «арачи». Он распорядился музыкантами и собирал с гостей различные «выкупы» — в пользу невесты и музыкантов. На эту роль предпочитали выбирать человека веселого, остроумного, хорошо знавшего местные обычаи, нравы жителей селения. Обрядовая пища, в отличие от повседневной, всегда готовилась в очень большом количестве и включала значительное число блюд. Гостям подавали долму, шашлыки, шурву (суп из мяса), различные пловы, халву «исита» и др. Пищу на свадьбах готовили обычно мужчины-повара. Но хлеб выпекали женщины. Нужно отметить, что пища азербайджанских лезгин, сохраняя свои национальные особенности, более подвержена влиянию азербайджанской кухни, чем пища дагестанских лезгин<sup>2</sup>.

На второй день свадьбы, утром, заключался брачный договор «някях». Для этой цели в дом родителей девушки приходили жених, молла, два родственника-свидетеля и два-три человека из друзей жениха. Со стороны невесты могли присутствовать отец и дядя девушки по матери (халу). Перед заключением брачного договора свидетели спрашивали одновременно жениха и невесту о согласии вступить в брак, вопрос этот носил формальный характер и невеста никогда не отвечала на него, о ее согласии говорили отец или дядя.

В прошлом невеста за день до перехода в дом жениха уходила к своему дяде, либо к одной из своих подруг. Здесь устраивался обряд «хнаяр-тун». Невесте, ее сестрам и подругам волосы и пальцы рук окрашивали хной. Это был прощальный день невесты со своим девичеством. Обряд окрашивания хной волос и пальцев перед свадьбой перешел к лезгинам от их соседей азербайджанцев.

В отличие от свадьбы в доме жениха, торжества в доме девушки были скромными, без музыки. На свадьбе в доме невесты присутствовали лишь ее подруги и близкие родственники. Когда свита жениха подходила к дому невесты, комнату, в которой находилась невеста, закрывали на замок и не пускали туда родственников жениха до тех пор, пока те не платили выкуп, после чего происходил обряд проща-

ния с невестой «русхат гун». Все родственники по очереди подходили к девушке, целовали ее в лоб и желали ей счастья в доме мужа. После обряда прощания сестры и подружки невесты наряжали ее в свадебный наряд, заплетали ей косы и пели народные свадебно-прощальные песни из цикла «Перизаде», а сама невеста горько плакала, прощаясь с родительским домом. Свадебный наряд невесты у азербайджанских лезгин состоял раньше из двух рубах, одной нижней длинной и другой верхней покороче, шаровар, широкой юбки и короткого валчага (вид архалука, сшитого в талию), наряд обязательно дополняли широкий пояс из серебряных монет и украшения: серебряные кольца, серьги и различные бусы. Обувью ей служили кожаные башмаки, головной убор состоял из «шутку», которая одевалась под шаль, а сверху голову невесте покрывали тонким шелковым платком «бюшме» красного цвета.

В дом жениха невесту сопровождала наставница-родственница «енге». Из дома ее выводил под руки отец или брат и вручал другой «енге», пришедшей со стороны жениха. Обе «енги» оберегали невесту с двух сторон и у каждой в руках было по зеркалу и зажженной лампе, которые они должны были доставить в дом жениха в целостности и сохранности, а лампа не должна была потухнуть в пути, иначе это расценивалось как предзнаменование несчастья.

В пути свадебный поезд останавливали молодые парни-соседи и родственники невесты, протянув через дорогу веревку или взявшись за руки — «рек-атун». Этот обычай был известен издревле многим народам Кавказа. Загораживающим путь давали выкуп в виде различных подарков: отрезы, шерстяные носки, вареное мясо, курицу; «исита» и пр. В настоящее время обычай загораживать путь еще бытует у лезгин Азербайджана, но сейчас он носит шуточный характер и делается чисто символически.

При приезде в дом жениха свадебное торжество продолжалось. У ворот дома под погами невесты свекр резал барана «курбан». Затем ее под руки свекровь вела в комнату для новобрачных и прежде чем ввести в комнату, обмакивала руку невесты в мед и делала отпечаток на двери. Это считалось символом дальнейшей хорошей (сладкой) жизни в новом доме. Войдя в комнату невесту ставили в углу. Здесь она должна была простоять с покрытым лицом до прихода жениха. Жених же со времени поездки за невестой прятался вместе со своими телохранителями «наибами» в доме одного из родственников или же товарищей. В полночь после свадебного пира жених в сопровождении «наибов» направлялся к себе домой.

Этнографические материалы и наши наблюдения показывают, что на свадебную обрядность лезгин Азербайджана значительное влияние оказывают азербайджанские свадьбы. В настоящее время изменился первоначальный смысл и значение некоторых ритуалов и обрядов (осыпание невесты сладостями и мелкими монетами, преграждение пути свадебному поезду и др.).

Складывание новых свадебных традиций находится в непосредственной связи с проводимой общественностью целенаправленной политикой по созданию новой советской обрядности, с поиском новых форм свадебного ритуала<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Материалы XXVII съезда КПСС. Доклад М. С. Горбачева. 25 февраля 1986 г., с. 51. <sup>2</sup> Агаширинова С. С. Материяльная культура лезгин конца XIX — нач. XX в. — М., 1968, с. 143. <sup>3</sup> Жирнова Г. В. О современном городском свадебном обряде. — Сов. этнография, 1971, № 3, с. 78.

Институт истории  
АН АзССР

М. Аббасова

Поступило 24. VI 1988

АЗЭРБАЈЧАНДА ЈАШАЈАН ЛЭЗКИЛЭРИН ТОЈ МЭРАСИМЛЭРИ

Ајры-ајры халгларын анлэ-мэншэт эн'энэлэринини өјрэнилмэси вэ тэдгиг едилмэси бу сәһэдэ чалышан мүтэхәссислэрини диггэт мәркәзиндә олмуш вэ олмагдадыр.

Бу бахымдан Азәрбајчанда јашајан ајры-ајры етник группларын анлэ-мэншэт эн'энэлэринини һәртәрәfli өјрэнилмэси алимлэримизини гаршысында дуран мүһүм мәсәлэләрдәндир.

Мәгаләдә етник груп кими республикамызын шимал-шәрг зонасында мәскунлашмыш ләзкилэрини тој мәрәсиминдән кенни сөһбәт ачылыр вэ јерли халгын (азәрбајчанлыларын) нәнки тој мәрәсиминини, еләчә дә анлэ-мэншэт эн'энэлэринини мүсбәт тәсириндән данышылыр.

M. A. Abbasova

WEDDING CEREMONY OF LEZGHINS IN AZERBAIJAN  
(TRADITIONS AND NOVATIONS)

During the last years ethnographers pay great attention to the investigation of the family-domestic traditions of some nations. The definite work in this direction was done by the ethnographers of Azerbaijan, but one must point out that the family-domestic traditions of different ethnic groups of Azerbaijan wait for their investigations. That's why this article about wedding ceremony of Lezghins in this republic is of great interest. In this article some moments of wedding ceremony of Lezghins in the north-east of Azarbaijan are described on the bulk of the ethnographic facts.

In this article the Lezghin terms characterizing some moments of Lezghin weddings in Azerbaijan are given.

В статье Султанова Э. Г. «Сравнительный анализ изменчивости песни зяблика на Кавказе и в Подмосковье», опубликованной в «ДАН АзССР», № 6 за 1988 г. (с. 62—66), ошибочно помещены искаженные спектрограммы песен зяблика. Приносим свои извинения автору и читателям и приводим здесь верные спектрограммы.

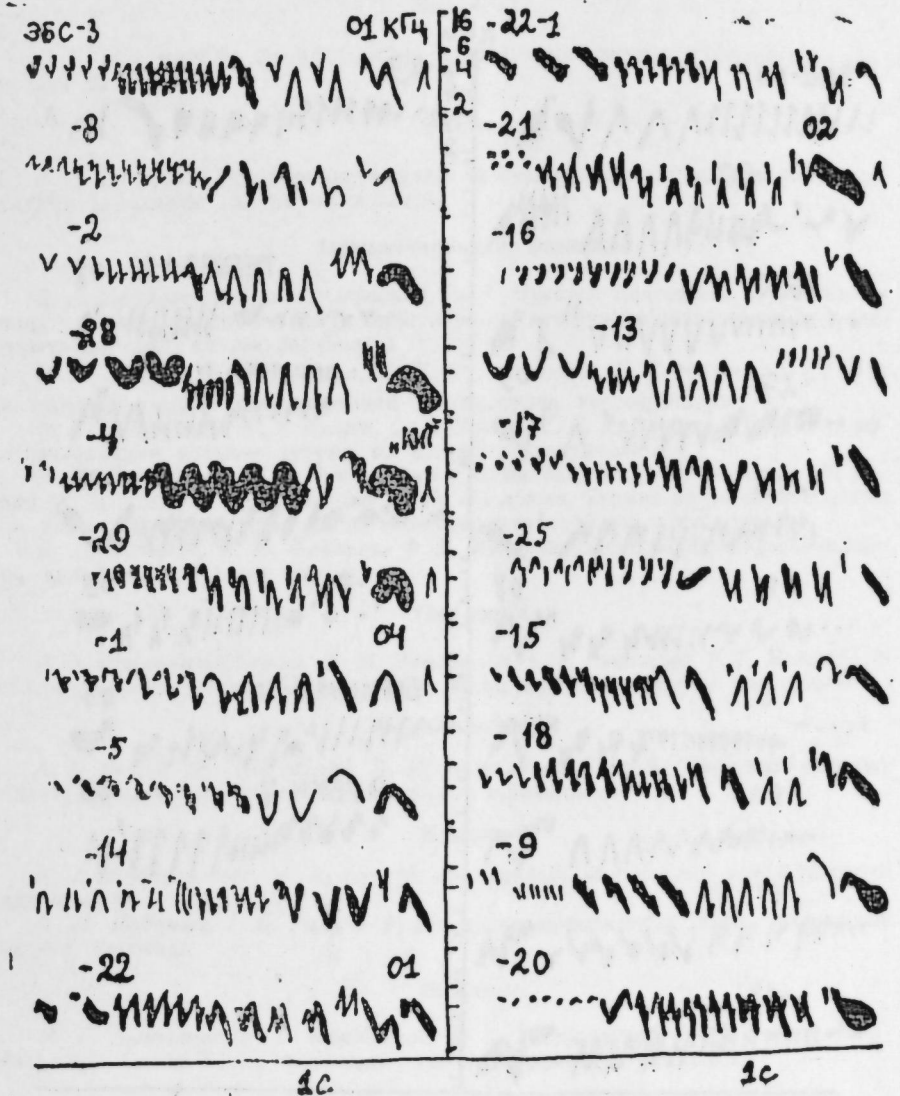


Рис. 1

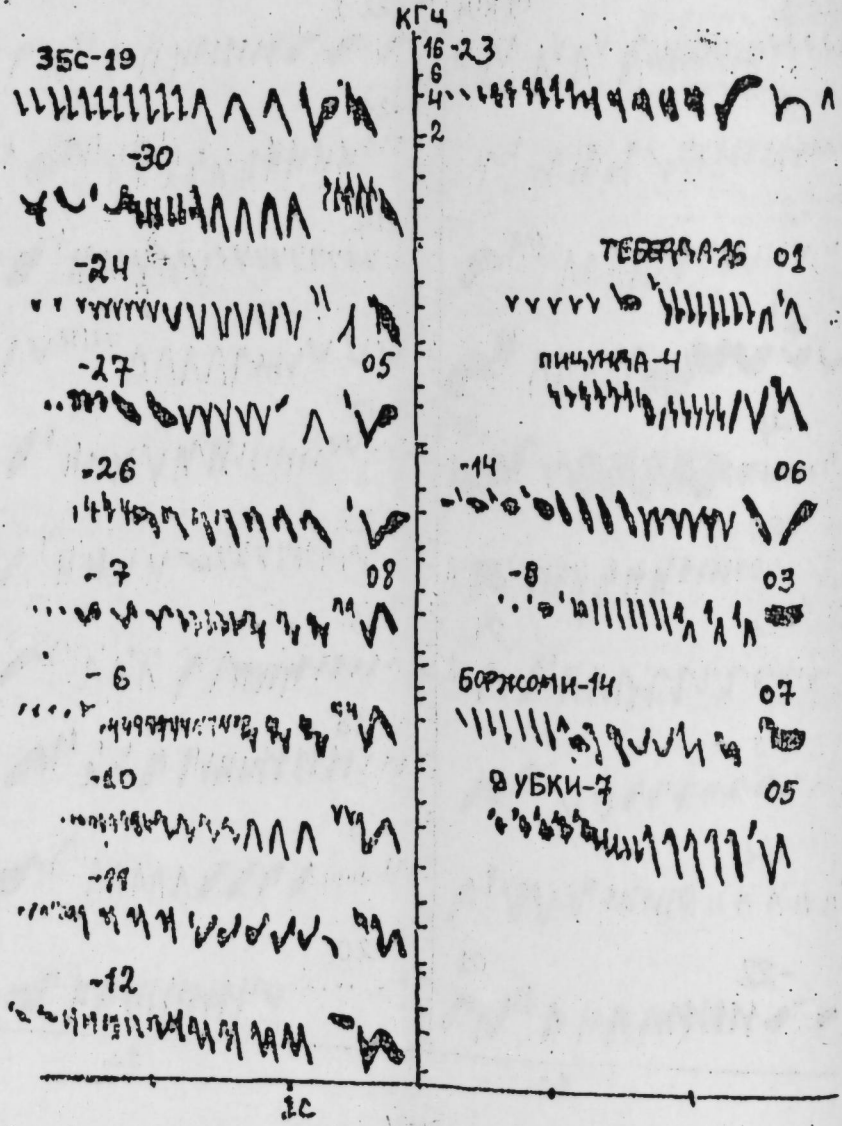


Рис. 2.

МҮНДЭРИЧАТ

Ријазиијат

Ә. Р. Мәһәмәдов. Орталашдырма үсулунун максимумлу дифференциал тенликләре тәтбиғи . . . . . 3

Механика

Б. Н. Гулијев. Гејри-бирчис башланғыч кәркинликли чисмләрдә һәчми далғаларың јајылмасы ганунаујғунлутлары . . . . . 9

Јарымкечирничиләр физикасы

С. А. Семилстов, Н. А. Сүлейманов, Н. Р. Нуријев. Епитаксиал бөјүмә просецидә удулмуш оксидени Pb Те тәбәгәләриниң кечиричилијиниң типинә вә јүкдашыјычыларының концентрасијасына тәсири . . . . . 14

К. А. Әлијев, Е. К. Нүсејнов, Н. Д. Исмајылов, Е. И. Гурбанова. Al-Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub> Те гурулушларының електрофизики хассәләриниң хусусијәтләри . . . . . 18

Н. Б. Абдуллајев, Ф. Ј. Әлијев, С. А. Әлијев, Е. С. Крупников. UВa<sub>2</sub>Сu<sub>3</sub>O<sub>у</sub> инфраткечиричиниң истилик тутуму вә електрик кечиричилији . . . . . 22

В. П. Иоанитски, О. В. Лукша, Н. М. Мәмәдов, Н. Д. Мәмәдов, И. В. Пигара, Б. Н. Тағыјев, П. А. Фенниг, Е. И. Хәлилова. Термик вә лазер методлары илә алынмыш назик GaS, GaSe тәбәгәләриниң гурулуш хусусијәтләри . . . . . 26

Б. М. Әскәров, М. И. Чәфаров, Ф. К. Көчәрли. Електрон истиликкечичилијиниң квант нәзәрпјәсинә даир . . . . . 31

Үзви кимја

А. З. Шыхмәмәдбәјова, М. М. Исмајылов, Б. Г. Нәшимова, Г. Г. Мәмәдәлијева. Функционал әвәзләнмиш метил вә винилтсиклохексанларың полјарлығы . . . . . 35

Гејри-үзви кимја

А. Б. Агајев, П. Г. Рүстамов, Л. М. Мәмәдова. ZnLn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> (Se<sub>4</sub>) типли синк халколантанотларың синтези вә хассәләриниң өјрәнилмәси . . . . . 41

Кеокимја

Е. А. Агамирзәјева, Т. А. Нүсејнова. Азәрбајчаның мезозөј чөкүнтүләриниң гидрокимјәви хусусијәтләри . . . . . 44

А. М. Дадашов, Ј. Б. Галант. Катех колчедан-полиметал јатағы газларының таркиби һағгында . . . . . 49

Биокимја

М. Т. Дмитријев, Г. Г. Ибраһимов, Е. Г. Растванников, В. И. Копков, А. Г. Малышева. Catha Edulis-ни хромато-масс-спектрометрик мұәјинәси . . . . . 53

Агрокимја

Ә. Н. Күләһмәдов, А. Б. Ахундова. Азәрбајчан ССР субтропик зонасының ба-тағлыг торпағларында надир элементләр . . . . . 58

Р. Ә. Әлијев. Балакән-Зағатала филиз рајонунда колчедан јатағларының јер-ләшмә ганунаујғунлуғу . . . . . 61

Кеоботаника

Ә. Ш. Ибраһимов, З. К. Салајева. Нахчыван МССР-дә кеофитләриң үстүн олдугу субалп чәмәнләри вә ояларың тәсәррүфат әһәмијәти . . . . . 65

Геоботаника

*А. Ш. Ибрагимов, Э. К. Салаева.* Геофиты лугов в субальпийском поясе Нахичеванской АССР и их хозяйственное значение . . . . . 65

Медицина

*Б. А. Велиев.* Кинетики лейкоцитов крови у больных со свинцовой интоксикацией в период обострения и ремиссии . . . . . 68

История

*Тофик Мустафаев, Гюльсум Алиева.* Об узорах «зарбафтов» (золотой ткани), найденных в архиве внешней политики России при МИД СССР . . . . . 73

Языкознание

*А. Ш. Мамедова.* Лексические средства формирования временного содержания в сложноподчиненных предложениях с придаточным предложением времени . . . . . 77

Этнография

*М. А. Аббасова.* Свадебная обрядность лезгин Азербайджана (традиции и новации) . . . . . 81

Сдано в набор 9.IX.88 г. Подписано к печати 03.03.89. ФГ 11061. Формат 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Усл.  
печ. лист 7,47. Усл. кр.-отт. 7,47. Уч.-изд. лист. 6,89. Тираж 560. Заказ 1362. Цена 70 коп.

Издательство «Эли».

370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок,  
Главное здание

Государственный комитет Азербайджанской ССР по делам издательств, полиграфии  
и книжной торговли.

Производственное промышленное объединение по печати.

Типография «Красный Восток». Баку, ул. Ази Асланова, 80.

**Геоботаника**

*А. Ш. Ибрагимов, Э. К. Салаева.* Геофиты лугов в субальпийском поясе Нахичеванской АССР и их хозяйственное значение . . . . . 65

**Медицина**

*Б. А. Велиев.* Кинетика лейкоцитов крови у больных со свинцовой интоксикацией в период обострения и ремиссии . . . . . 68

**История**

*Тофик Мустафаев, Гюльсум Алиева.* Об узорах «зарбафтов» (золотой ткани), найденных в архиве внешней политики России при МИД СССР . . . . . 73

**Языкознание**

*А. Ш. Мамедова.* Лексические средства формирования временного содержания в сложноподчиненных предложениях с придаточным предложением времени . . . . . 77

**Этнография**

*М. А. Аббасова.* Свадебная обрядность лезгин Азербайджана (традиции и новации) . . . . . 81

Сдано в набор 9.IX.88 г. Подписано к печати 03.03.89. ФГ 11061. Формат 70×100<sup>1/16</sup>.  
Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Усл.  
печ. лист 7,47. Усл. кр.-отт. 7,47. Уч.-изд. лист. 6,89. Тираж 560. Заказ 1362. Цена 70 коп.

Издательство «Элм».  
370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок,  
Главное здание  
Государственный комитет Азербайджанской ССР по делам издательства, полиграфии  
и книжной торговли.  
Производственное промышленное объединение по печати.  
Типография «Красный Восток». Баку, ул. Ази Асланова, 80.

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

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

11. Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть вписаны четко. Следует избегать громоздких обозначений, применяя, например, дробные показатели степени вместо радикалов, а также exp. Заумерованные формулы обязательно включаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края строки. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

$k^n r_n$

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

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходное начертание (Ca; Kk; Pp; Oo; Ss; Uu; Vv; и т. д.), буквы I(i) и J(j) букву I и римскую единицу I, а также арабскую цифру 1 и римскую I', (вертикальная черта), I и штрих в индексах, I (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (C), а строчные — сверху (c).

Следует избегать знаков типа ~ (волна),  $\odot$ ,  $\oplus$ ,  $\otimes$ ,  $\square$ ,  $\square$ ,  $\diamond$ ,  $\vee$ ,  $\wedge$

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

и  $\times$ ,  $\&$ ,  $\$$ ,  $\phi$ ,  $\psi$ ,  $\ddagger$

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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



70 гэл.  
коп.

Индекс  
76355