

1168

4218

Азәрбајчан ССР  
Елмәр Академијасы  
Академия наук  
Азербайджанской ССР

ISSN 0002—3078

# МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

●  
ЧИЛД

XII

ТОМ  
●



1986

11115

ДАН Азерб. ССР публикует краткие сообщения об оригинальных, прежде не опубликованных ранее, результатах научных исследований, представленные академиком АН Азерб. ССР, которые тем самым берут на себя ответственность за научные достоинства представленных статей.

В «Докладах» не публикуются крупные статьи, независимо разделенные на ряд отдельных сообщений, статьи полемического характера, без новых фактических сообщений, статьи полемического характера, без новых фактических данных, статьи с описанием производственных процессов, без определенных выводов и обобщений, чисто методические статьи, если представленные методы не являются принципиально новыми, а также статьи по систематике растений и животных (за исключением описания особо интересных для науки находок).

Будучи органом единой информации, журнала «ДАН Азерб. ССР» принимает и отбирает в печать статьи, объем которых обуславливает их публикацию в установленном размере Пресс-булеа АН Азерб. ССР сроки.

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

### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

Статьи, пришедшие без соблюдения этих правил, к рассмотрению не принимаются:

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

Статья с просьбой направить ее на представление редакции не принимается.

2. Статьи публикуются по мере поступления. Единственным условием для приема редакцией публикации является первоочередная важность сообщения и соответствие приоритету. Для этого необходимо своевременно решение редактора.

3. Все правила, редакции направляет представленные статьи на рассмотрение.

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

и Авторы должны:

а) и который следует поместить статью, в своей авторской классификации (ВАК). К тому реферат и двух экземпляров, предназначенных журналом ВИНИТИ.

б) название учреждения, в котором написана также полный почтовый адрес и номер автора.

в) указать язык, с которым редакция будет работать не означает, что статья принята.

д) если автор не согласен с решением редакции, он имеет право обратиться к редактору. Автор поступившего сообщения должен вернуть статью.

е) если автор не согласен с решением редакции, он имеет право обратиться к редактору. Автор поступившего сообщения должен вернуть статью.

ж) если автор не согласен с решением редакции, он имеет право обратиться к редактору. Автор поступившего сообщения должен вернуть статью.

автору)

# МӨ'РУЗӨЛӨР ДОКЛАДЫ

## ТОМ XII ЧИЛД

№ 8

*Доклады  
11.11.1968*

ИДМ: ПОМПИЛАТЫ-ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИДМ»  
БАКИ = 1080 = БАКУ  
КНИПОТЕКА

Ф. А. ИСМАЙЛОВ

СУПЕРАССОЦИАТИВНЫЕ АЛГЕБРЫ ЧАСТИЧНЫХ  
ГОМОМОРФИЗМОВ ГРАФОВ

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

Множество  $S$  с одной  $(n+1)$ -арной алгебранческой операцией  $\langle s_0 s_1 \dots s_n \rangle = s$  ( $s, s_i \in S$ ) называется оперативом или  $(n+1)$ -группоидом. Оператив  $S$  называется суперассоциативной алгеброй или алгеброй Мангера, если в нем выполняется тождество

$$\langle s_0 s_1 \dots s_n \rangle s_{n+1} \dots s_{2n} = \langle s_0 \langle s_1 s_{n+1} \dots s_{2n} \rangle \dots \langle s_n s_{n+1} \dots s_{2n} \rangle \rangle$$

Пусть  $(\Omega, \rho)$  — произвольный граф. На множестве элементов декартовой степени  $\Omega^n$  ( $n > 1$ ) определим бинарное отношение  $\bar{\rho}$

$$(\bar{\alpha}, \bar{\beta}) \in \bar{\rho} \leftrightarrow \forall i (a_i, \beta_i) \in \rho,$$

где  $\bar{\alpha} = (a_1, \dots, a_n)$  и  $\bar{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_n)$  — элементы множества  $\Omega$ . Обозначим через  $H_\rho(\Omega)$  совокупность всех полных отображений  $f: \Omega^n \rightarrow \Omega$  и через  $W_\rho(\Omega)$  — всех частичных отображений  $f: \Omega^n \rightarrow \Omega$ , удовлетворяющих условию

$$\forall \bar{\alpha}, \bar{\beta} \in D(f) ((\bar{\alpha}, \bar{\beta}) \in \bar{\rho} \rightarrow (f\bar{\alpha}, f\bar{\beta}) \in \rho).$$

Очевидно, что множество  $H_\rho(\Omega)$  будет замкнуто относительно операции  $\langle f_0 f_1 \dots f_n \rangle \bar{\alpha} = f_0(f_1 \bar{\alpha}, \dots, f_n \bar{\alpha})$ . Множество же  $W_\rho(\Omega)$  относительно этой операции замкнуть можно всегда. Таким образом, множества  $H_\rho(\Omega)$  и  $W_\rho(\Omega)$  относительно указанной операции являются суперассоциативными алгебрами. В работе [1] было установлено, что граф  $(\Omega, \rho)$ , где  $\rho$  — нетривиальное отношение квазипорядка, характеризуется суперассоциативной алгеброй  $H_\rho(\Omega)$ . Цель настоящей статьи показать, что граф  $(\Omega, \rho)$ , где  $\rho$  — тривиальное рефлексивное или нетривиальное антирефлексивное отношение, характеризуется алгеброй  $W_\rho(\Omega)$ .

Пусть  $(\Omega, \rho)$  и  $(\Omega', \rho')$  — произвольные графы. Если существует взаимно однозначное отображение  $f$  множества  $\Omega$  на  $\Omega'$ , такое, что

$$\forall \alpha, \beta \in \Omega ((\alpha, \beta) \in \rho \leftrightarrow (f\alpha, f\beta) \in \rho'),$$

то  $f$  называется изоморфизмом графа  $(\Omega, \rho)$  на граф  $(\Omega', \rho')$ , а сами графы  $(\Omega, \rho)$  и  $(\Omega', \rho')$  изоморфными. Обозначим через  $\Delta$  следующее бинарное отношение в множестве  $\Omega$ :

$$\forall \alpha, \beta \in \Omega ((\alpha, \beta) \in \Delta \leftrightarrow \alpha = \beta).$$

Отношение  $\Delta$  называется диагональю. Отношение  $\rho$  в множестве  $\Omega$  называется рефлексивным, если  $\Delta \subset \rho$ ; симметричным, если  $\rho^{-1} = \rho$ ; антирефлексивным, если  $\rho \cap \Delta = \emptyset$ ; антисимметричным, если  $\rho \cap \rho^{-1} = \Delta$ ;

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

© Издательство „Элм“, 1986 г.

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

транзитивным, если  $\rho^2 \subset \rho$ . Бинарное отношение  $\rho$  в множестве  $\Omega$  называется тривиальным, если  $\rho$  — пустое бинарное отношение,  $\rho = \Delta$  или  $\rho$  является универсальным отношением ( $\rho = \Omega \times \Omega$ ).

Обозначим через  $W(\Omega)$  совокупность всех частичных отображений  $f: \Omega^n \rightarrow \Omega$ .

Лемма 1. Пусть  $(\Omega, \rho)$  — произвольный граф. Равенство  $W_\rho(\Omega) = W(\Omega)$  возможно тогда и только тогда, когда  $\rho$  тривиально.

Лемма 2. Пусть  $(\Omega, \rho)$  — граф, где  $\rho$  — рефлексивное или антирефлексивное отношение, а  $\rho$  — произвольное отношение в  $\Omega$ . Равенство  $W_\rho(\Omega) = W_{\rho'}(\Omega)$  возможно тогда и только тогда, когда  $\rho' = \rho$  или  $\rho' = \rho^{-1}$ .

Обозначим через  $C_\alpha$  совокупность частичных отображений  $\Omega^n$  в  $\Omega$ , состоящую из нуля и таких элементов  $f \in W_\rho(\Omega)$ , что  $\rho g_2 f = \alpha$ ,  $\alpha \in \Omega$ .

Лемма 3. Пусть  $(\Omega, \rho)$  — граф, где  $\rho$  — рефлексивное или антирефлексивное отношение. Совокупность  $C_\alpha$ , и только она, является минимальными ненулевыми  $s$ -идеалами алгебры  $W_\rho(\Omega)$ .

Теорема. Пусть  $(\Omega_1, \rho_1)$  и  $(\Omega_2, \rho_2)$  — графы, где  $\rho_1$  — нетривиальное рефлексивное отношение, а  $\rho_2$  — произвольное отношение. Алгебры  $W_{\rho_1}(\Omega_1)$  и  $W_{\rho_2}(\Omega_2)$  изоморфны тогда и только тогда, когда граф  $(\Omega_2, \rho_2)$  изоморфен одному из графов  $(\Omega_1, \rho_1)$  или  $(\Omega_1, \rho_1^{-1})$ . Всякий изоморфизм  $\varphi$  алгебры  $W_{\rho_1}(\Omega_1)$  на алгебру  $W_{\rho_2}(\Omega_2)$  имеет вид

$$\forall a \in W_{\rho_1}(\Omega_1), \varphi a = f a F^{-1},$$

где  $f$  — изоморфизм графа  $(\Omega_1, \rho_1)$  или графа  $(\Omega_1, \rho_1^{-1})$  на граф  $(\Omega_2, \rho_2)$ , а  $F = f^n = f \times \dots \times f$ .

Доказательство. Докажем необходимость условия теоремы. Пусть  $\varphi$  — изоморфизм алгебры  $W_{\rho_1}(\Omega_1)$  на  $W_{\rho_2}(\Omega_2)$ . Через  $C$  обозначим совокупность минимальных ненулевых  $s$ -идеалов алгебры  $W_{\rho_1}(\Omega_1)$  через  $C'$  — совокупность минимальных ненулевых  $s$ -идеалов алгебры  $W_{\rho_2}(\Omega_2)$ . При изоморфизме  $\varphi$  совокупность  $C$  переходит на  $C'$ ;  $\varphi(C_\alpha) = C_{\alpha'}$  ( $C_\alpha \in C, C_{\alpha'} \in C'$ ). Таким образом, при изоморфизме  $\varphi$  алгебры  $W_{\rho_1}(\Omega_1)$  на  $W_{\rho_2}(\Omega_2)$  устанавливается взаимно однозначное соответствие  $f$  между множествами  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$ :

$$\alpha' = f\alpha \leftrightarrow C_{\alpha'} = \varphi(C_\alpha).$$

Пусть  $c \in W_{\rho_1}(\Omega_1)$ . Если  $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in \rho_1$ ,  $c$ , то  $\langle c C_{\alpha_1} \dots C_{\alpha_n} \rangle = C_{\bar{\alpha}}$  при  $\bar{\alpha} \in \rho_1$ ,  $c \langle c C_{\alpha_1} \dots C_{\alpha_n} \rangle = 0^\square$ , где  $0^\square$  — пустое отображение. Докажем, что из  $\bar{\alpha} \in \rho_1$ ,  $C$  следует  $F\bar{\alpha} = \bar{\alpha}' c \rho_1(\varphi c)$ , где  $F\bar{\alpha} = F(\alpha_1, \dots, \alpha_n) = (f\alpha_1, \dots, f\alpha_n)$ , и из  $\alpha \in \rho_2$   $c - f\alpha = \alpha' \in \rho_2(\varphi c)$ .

Предположим, что  $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in \rho_1$ ,  $c$ . Если  $\bar{\alpha}' = (f\alpha_1, \dots, f\alpha_n) \in \rho_1(\varphi c)$ , то  $\langle c C_{\alpha_1}, \dots, C_{\alpha_n} \rangle = C_{\bar{\alpha}} \neq 0^\square$ , но  $\varphi \langle c C_{\alpha_1}, \dots, C_{\alpha_n} \rangle = \langle \varphi c C_{\alpha'_1}, \dots, C_{\alpha'_n} \rangle = 0^\square$ , что невозможно, так как  $\varphi$  — изоморфизм.

Аналогично из  $F\bar{\alpha} \in \rho_2(\varphi c)$  следует  $\bar{\alpha} \in \rho_1$ ,  $c$ , откуда

$$\rho_1(\varphi c) = F(\rho_2, c) \quad (c \in W_{\rho_2}(\Omega_2)). \quad (1)$$

Пусть  $\lambda \in W_{\rho_1}(\Omega_1)$ ,  $\rho_1 \lambda = (\alpha, \dots, \alpha)$ ,  $\rho_2 \lambda = \alpha$ ,  $\alpha \in \Omega_1$ . Элементу  $\lambda$  при изоморфизме  $\varphi$  соответствует элемент  $\varphi \lambda: \rho_1(\varphi \lambda) = (f\alpha, \dots, f\alpha) = F(\alpha, \dots, \alpha)$ ,  $\rho_2(\varphi \lambda) = f\alpha$ . Действительно, из (1) следует, что  $\rho_1(\varphi \lambda) = (f\alpha, \dots, f\alpha) = F(\alpha, \dots, \alpha)$ , и так как  $\lambda^{n+1} = \langle \lambda \dots \lambda \rangle = \lambda$ , то  $(\varphi \lambda)^{n+1} = (\varphi \lambda \dots \varphi \lambda) = \varphi \lambda$ , что возможно лишь при  $\rho_2(\varphi \lambda) = f\alpha$ .

Пусть  $\alpha \in \rho_2 c$ . Предположим, что  $f\alpha \in \rho_2(\varphi c)$ . Тогда

$$\langle \lambda c \dots c \rangle \neq 0^\square, \varphi \langle \lambda c \dots c \rangle = \langle \varphi \lambda \cdot \varphi c \dots \varphi c \rangle = 0^\square,$$

что невозможно, так как  $\varphi$  — изоморфизм. Аналогично из  $f\alpha \in \rho_2(\varphi c)$  следует  $\alpha \in \rho_2 c$ . Отсюда  $\rho_2(\varphi c) = f(\rho_2 c)$ ,  $c \in W_{\rho_1}(\Omega_1)$ .

Пусть  $C \in W_{\rho_1}(\Omega_1)$ ,  $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in \rho_1$ ,  $c\bar{\alpha} = \alpha$ . Покажем, что  $(\varphi c)(f\alpha_1, \dots, f\alpha_n) = f\alpha$ . Предположим, что  $(\varphi c)(f\alpha_1, \dots, f\alpha_n) \neq f\alpha$ . Пусть  $\lambda = W_{\rho_1}(\Omega_1)$ ,  $\rho_1 \lambda = (\alpha, \dots, \alpha)$ ,  $\rho_2 \lambda = \alpha$ ,  $\alpha \in \Omega$  и  $\rho_1 \psi_1 = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ ,  $\rho_2 \psi_1 = \alpha_1$ . Очевидно,  $\langle \lambda c \dots c \rangle \psi_1, \dots, \psi_n \rangle \neq 0^\square$ ,  $\langle \varphi \lambda \varphi c, \dots, \varphi c \rangle \psi_1, \dots, \psi_n \rangle = 0^\square$ , что невозможно, так как  $\varphi$  — изоморфизм. Следовательно,

$$(\varphi c)(f\alpha_1, \dots, f\alpha_n) = f\alpha.$$

Из этого равенства имеем

$$\begin{aligned} ((\varphi c)(\alpha'_1, \dots, \alpha'_n) = \alpha' - f(c\bar{\alpha}) = f[c(\alpha_1, \dots, \alpha)] = \\ = f[c(f^{-1}\alpha'_1, \dots, f^{-1}\alpha'_n)] = f \in F^{-1}(\alpha'_1, \dots, \alpha'_n), \\ c \in W_{\rho_1}(\Omega_1), (\alpha'_1, \dots, \alpha'_n) \in \rho_1, (\varphi c), F(\alpha_1, \dots, \alpha_n) = \\ = (f\alpha_1, \dots, f\alpha_n) = (\alpha'_1, \dots, \alpha'_n). \end{aligned} \quad (2)$$

Обозначим  $\rho'_1$  следующее отношение в множестве  $\Omega_1$ :

$$\forall \alpha_1 \beta \in \Omega_1 \mid (\alpha, \beta) \in \rho'_1 \leftrightarrow (f\alpha_1 f\beta) \in \rho_2. \quad (3)$$

Легко показать, что

$$W_{\rho_1}(\Omega) = W_{\rho'_1}(\Omega_1)$$

Из леммы 2 теперь следует, что либо  $\rho'_1 = \rho_1$ , либо  $\rho'_1 = \rho_1^{-1}$ . Из (3) получаем, что  $f$  является изоморфизмом графа  $(\Omega_1, \rho_1)$  на  $(\Omega_2, \rho_2)$  или соответственно графа  $(\Omega_1, \rho_1^{-1})$  на  $(\Omega_2, \rho_2)$ . Окончание доказательства теоремы вытекает из (2).

Достаточность теоремы очевидна.

Теорема 2. Пусть  $(\Omega_1, \rho_1)$  и  $(\Omega_2, \rho_2)$  — графы, где  $\rho_1$  — нетривиальное антирефлексивное отношение, а  $\rho_2$  — произвольное бинарное отношение. Алгебры  $W_{\rho_1}(\Omega_1)$  и  $W_{\rho_2}(\Omega_2)$  изоморфны тогда и только тогда, когда граф  $(\Omega_2, \rho_2)$  изоморфен одному из графов  $(\Omega_1, \rho_1)$  или  $(\Omega_1, \rho_1^{-1})$ . Всякий изоморфизм  $\varphi$  алгебры  $W_{\rho_1}(\Omega_1)$  на алгебру  $W_{\rho_2}(\Omega_2)$  имеет вид

$$\forall a \in W_{\rho_1}(\Omega_1), \varphi a = f a F^{-1},$$

где  $f$  — изоморфизм графа  $(\Omega_1, \rho_1)$  или графа  $(\Omega_1, \rho_1^{-1})$  на граф  $(\Omega_2, \rho_2)$  а  $F = f^n = f \times \dots \times f$ .

При  $n = 1$  теоремы 1 и 2 были получены Л. М. Поповой [2].

#### Литература

- Исмаилов Ф. А., Мустафаев Л. Г. Суперассоциативные алгебры гомоморфизмов графов. — Докл. АН АзССР, 1984, т. XL, № 8, 2. Попова Л. М. Полугруппы частичных эндоморфизмов множества с отношением. — Сиб. мат. журн., 1963, т. IV, № 2.

Институт математики и механики  
АН АзССР

Поступило 3. IX 1948

Ф. А. Исмаилов

ГРАФЛАРЫН ҺИССӘ-ҺИССӘ ҺОМОМОРФИЗМЛӘРИНИН  
СУПЕРАССОЦИАТИВ ЧЭБРЛӘРИ

Мәгаләдә тривиал олмаган рефлексив ве ја антирефлексив мүнәсибәтли графларын бүтүн һиссә-һиссә һиникасларынын чэбри васитәсилә характеризә олундугу көстәрилди.

F. A. Ismailov

SUPERASSOCIATIVE ALGEBRAS OF PARTIAL HOMOMORPHISMS OF GRAPHS

In this article it is shown that a nontrivial reflexive or antireflexive binary relation can be characterized by the algebra of all partial maps.

М. К. БАЛАЕВ

РАЗРЕШИМОСТЬ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ ЭВОЛЮЦИОННЫХ  
УРАВНЕНИЙ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

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

Задача Коши для квазилинейных эволюционных уравнений первого порядка параболического типа изучена в работах ряда авторов. Рассмотрена также задача Коши дифференциальных уравнений второго порядка в банаховом пространстве [1—5]. В работах [2, 3, 5] исследуются такие уравнения второго порядка, которые по некоторым причинам естественно называть параболическими. Настоящая статья посвящена изучению квазилинейных эволюционных уравнений третьего порядка этого типа более общего вида.

Рассмотрим задачу

$$u'''(t) + Au''(t) + Bu'(t) + Cu(t) = f(t, u(t), u'(t), u''(t)) \quad (1)$$

с начальными условиями

$$u(0) = u_0, u'(0) = u_1, u''(0) = u_2, \quad (2)$$

где  $u(t)$  — искомая функция со значениями в банаховом пространстве  $E$ ,  $A, B, C$  — линейные, вообще говоря, неограниченные операторы, действующие в  $E$ .

Решением задачи (1)–(2) будем называть трижды непрерывно дифференцируемую на  $[0, T]$  функцию  $u(t)$ , удовлетворяющую при каждом  $t \in [0, T]$  уравнению (1) и начальным условиям (2) и обладающую, кроме того, тем свойством, что функции  $Au''(t), Bu'(t)$  и  $Cu(t)$  непрерывны на  $[0, T]$ .

Всюду на оператор  $A$  налагается следующее условие: (1). Замкнутый линейный оператор  $A$  имеет всюду плотную область определения  $D(A)$ , причем при некотором  $\alpha \in (0, 1]$  выполняется неравенство

$$\|R(\sigma + i\tau, -A)\| \leq c(\sigma + 1 + |\tau|^\alpha)^{-1}$$

в полуплоскости  $\sigma > -1$ .

Если оператор удовлетворяет условию (1), то  $-A$  порождает бесконечно дифференцируемую полугруппу  $T(t)$  класса  $(A)$  [6]. Этот класс полугрупп принято обозначать  $(A)_\infty$ . Если  $\frac{1}{2} < \alpha < 1$ , то  $T(t)$  принадлежит классу  $(1, A)_\infty$ , если же  $\alpha = 1$ , то  $T(t)$  — аналитическая полугруппа. Для операторов, удовлетворяющих условию (1), определены дробные степени [7]

Полученные результаты для эволюционных уравнений третьего порядка являются развитием и обобщением известных ранее результатов.

Лемма (см. [1]). Пусть оператор  $A$  удовлетворяет условию (1). Если линейный оператор  $B$  таков, что при некотором  $\beta < \alpha$  оператор  $BA^{-\beta}$  ограничен, то при достаточно больших  $k$  в полуплоскости  $\sigma > -1$  имеет место неравенство

$$\|R(\sigma + i\tau, -A + B - \kappa I)\| \leq c(\sigma + 1 + |\tau|^\alpha)^{-1}.$$

Теорема 1. Пусть выполнены следующие условия:

1°. Оператор  $A$  удовлетворяет условию (1) для некоторого  $\alpha \in (\frac{1}{2}, 1)$ . Оператор  $B$  имеет ограниченный обратный  $B^{-1}$ .

2°. Операторы  $BA^{-1-\beta}$ ,  $CB^{-1}(BA^{-1})^{-1-\gamma}$  ограничены для некоторых  $\beta < \alpha$  и  $\gamma < \alpha$ ; операторы  $BA^{-1}$ ,  $CB^{-1}$  замкнуты, и для некоторых  $\omega_0$  и  $\omega_1$  выполняются неравенства

$$\|R(\lambda, -BA^{-1})\| \leq c(1 + |\lambda|)^{-1}, \quad \|R(\lambda, -CB^{-1})\| \leq c(1 + |\lambda|)^{-1} \quad (3)$$

при всех  $\lambda$  с  $\text{Re } \lambda \geq \omega_0$  и  $\text{Re } \lambda \geq \omega_1$ .

3°.  $u_0 \in D(C) \cap D(AC)$ ,  $u_1 \in D(B) \cap D(AB) \cap D(ACB^{-1}A)$ ,  $u_2 \in D(A^2) \cap D(ABA^{-1}) \cap D(ACB^{-1}) \cap D(BCB^{-1})$ ,  $f(0, u_0, u_1, u_2) \in D(A)$ .

4°. Для некоторого  $R > 0$  оператор  $f(t, B^{-1}v_3, A^{-1}v_2, v_1)$  на  $[0, T] \times S(u_2, R) \times S(Au_1, R) \times S(Bu_0, R)$  имеет непрерывные по совокупности переменных частные производные  $f'_i(t, B^{-1}v_3, A^{-1}v_2, v_1)$  и  $f'_{v_i}(t, B^{-1}v_3, A^{-1}v_2, v_1)$  ( $i = 1, 2, 3$ ) (последние в смысле Фреше), удовлетворяющие по  $v_1$  условию Липшица ( $f'_i(t, B^{-1}v_3, A^{-1}v_2, v_1)$  — по норме пространства  $E$ ,  $f'_{v_i}(t, B^{-1}v_3, A^{-1}v_2, v_1)$  — по норме пространства линейных операторов над  $E$ ). Тогда задача (1)–(2) имеет единственное решение, определенное на некотором отрезке  $[0, t_0] \subset [0, T]$ , которое может быть найдено методом последовательных приближений.

Доказательство. При помощи замены  $v_1(t) = u''(t)$ ,  $v_2(t) = u'(t) + Au'(t)$ ,  $v_3(t) = u''(t) + Au'(t) + Bu(t)$  задача (1)–(2) сводится к эквивалентной задаче Коши для системы эволюционных уравнений первого порядка в пространстве  $E^3 = E \times E \times E$ ,

$$\begin{cases} \frac{dV(t)}{dt} = U_1 V(t) + U_2 V(t) + F(t, V(t)), \\ V(0) = V_0, \end{cases} \quad (4)$$

где

$$V(t) = \begin{pmatrix} v_1(t) \\ v_2(t) \\ v_3(t) \end{pmatrix}, \quad F(t, V(t)) = \begin{pmatrix} f(t, B^{-1}(v_3 - v_2), A^{-1}(v_2 - v_1), v_1) \\ f(t, B^{-1}(v_3 - v_2), A^{-1}(v_2 - v_1), v_1) \\ f(t, B^{-1}(v_3 - v_2), A^{-1}(v_2 - v_1), v_1) \end{pmatrix},$$

$$V_0 = \begin{pmatrix} u_2 \\ u_2 + Au_1 \\ u_2 + Au_1 + Bu_0 \end{pmatrix},$$

а операторы задаются матрицами

$$U_1 = \begin{pmatrix} -A & -BA^{-1} & -CB^{-1} \\ 0 & -BA^{-1} + \omega + I & -CB^{-1} \\ 0 & 0 & -CB^{-1} + \omega + I \end{pmatrix},$$

$$U_2 = \begin{pmatrix} BA^{-1} & CB^{-1} & 0 \\ BA^{-1} & CB^{-1} - \omega - I & 0 \\ BA^{-1} & CB^{-1} - \omega - I & 0 \end{pmatrix}.$$

В пространстве  $E^3$  резольвента оператора  $U_1$  определяется формулой

$$R(\lambda, U_1) = \begin{pmatrix} R(\lambda, A_0) & -R(\lambda, A_0)B_0R(\lambda, B_0 + \omega + I) & \lambda R(\lambda, A_0)R(\lambda, B_0 + \omega + I)C_0R(\lambda, C_0 + \omega + I) \\ 0 & R(\lambda, B_0 + \omega + I) & -\lambda R(\lambda, B_0 + \omega + I)C_0R(\lambda, C_0 + \omega + I) \\ 0 & 0 & R(\lambda, C_0 + \omega + I) \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где  $A_0 = -A$ ,  $B_0 = -BA^{-1}$ ,  $C_0 = -CB^{-1}$ . Тогда в силу 1°, (2) и (5) получаем оценку

$$\|R(\lambda, U_1)\| \leq c(\sigma + 1 + |\tau|^\alpha)^{-1}.$$

Далее устанавливается, что при  $\alpha_0 > \delta = \max\{\beta, \gamma\}$  оператор  $U_1 U_2^{-\alpha_0}$  ограничен. Применяя лемму, получаем при некотором  $\kappa > 0$  оценку

$$\|R(\sigma + i\tau, U_1 + U_2 - \kappa I)\| \leq c(\sigma + 1 + |\tau|^\alpha)^{-1}$$

для всех  $\sigma > -1$ . Значит, оператор  $U_1 + U_2 - \kappa I$  в пространстве  $E^3$  порождает полугруппу класса  $(1, A)_\infty$  и тем самым оператор  $U_1 + U_2$  — полугруппу класса  $(1, A)_\infty$ . С другой стороны, в силу 4° можно подобрать  $R_1 > 0$  так, чтобы оператор  $F(t, V(t))$  на  $[0, T] \times S(V_0, R_1)$  имел непрерывные по совокупности переменных частные производные  $F'_i(t, V, (t))$  и  $F'_{v_i}(t, V, (t))$ , удовлетворяющие по  $V$  условию Липшица в  $E^3$ . Далее, применяя результаты статьи [1] к задаче (4), доказываем теорему.

Теперь рассмотрим уравнение с параметром  $\varepsilon$ :

$$\begin{cases} \varepsilon u'''(t) + Au''(t) + Bu'(t) + Cu(t) = f(t, u(t), u'(t), u''(t)), \\ u^{(\kappa)}(0) = u_\kappa \quad (\kappa = 0, 1, 2). \end{cases} \quad (6)$$

В теореме 1 предполагается, что операторы  $BA^{-1-\beta}$  и  $CB^{-1}(BA^{-1})^{-1-\gamma}$  при некоторых  $\beta < \alpha$  и  $\gamma < \alpha$  ограничены. В следующей теореме при достаточно малых  $\varepsilon > 0$  эти условия заменяются более слабыми условиями ограниченности операторов  $BA^{-1-\alpha}$  и  $CB^{-1}(BA^{-1})^{-1-\alpha}$ .

Теорема 2. Пусть выполнены условия 1°, 3° и 4° теоремы 1. Пусть, далее, операторы  $BA^{-1-\alpha}$  и  $CB^{-1}(BA^{-1})^{-1-\alpha}$  ограничены, операторы  $BA^{-1}$  и  $CB^{-1}$  замкнуты и выполняется условие (3). Тогда задача (6) имеет единственное решение, определенное на некотором отрезке  $[0, t_0] \subset [0, T]$ .

При наличии линейной оценки у нелинейного оператора  $f(t, B^{-1}v_3, A^{-1}v_2, v_1)$  доказываемость задачи (1)–(2) (или (6)) на всем отрезке  $[0, T]$ . Если уравнение (1) (или (6)) линейное, то условие 3° в соответствующей теореме заменяется слабым условием. При этом третья производная найденного решения, а также функции  $Au''(t)$  и  $Bu'(t)$  непрерывны только на  $(0, T]$ .

Теорема 3. Пусть выполнены условия 1°, 2° и 4° теоремы 1. Далее, пусть:  $z_1^0 - u_0 \in D(B) \cap D(C)$ ,  $u_1 \in D(A) \cap D(B) \cap D(CB^{-1}A)$   $u_2 \in D(A) \cap D(CB^{-1})$ . Тогда задача (1)–(2) (или (6)) имеет единственное решение на  $[0, T]$ .

Автор благодарен проф. С. Я. Якубову за полезное обсуждение работы.

#### Литература

1. Якубов С. Я. Докл. АН СССР, 1964, т. 156, № 5.
2. Соболевский П. Е.—Докл. АН СССР, 1962, т. 146, № 4.
3. Соболевский П. Е. УМН, 1964, т. XIX, № 6 (120).
4. Якубов С. Я.—Докл. АН АзССР, 1964, т. XX, № 2.
5. Якубов С. Я.—Мат. сб., 1982, т. 118 (160), № 2 (6).
6. Хилле Э. и Филлипс Р. Функциональный анализ и подгруппы.—М.: Изд-во иностр. лит., 1962.
7. Красносельский М. А., Соболевский П. Е. Докл. АН СССР, 1959, т. 129, № 3.

Институт математики и механики  
АН АзССР

Поступило 15. IV 1985

М. Г. Балаев

#### ҮЧҮНЧҮ ТЭРТИБ ЕВОЛҮСНОН ТЭНЛИК ҮЧҮН КОШИ МЭСЭЛЭСИННИ ҺӘЛЛ ОЛУНМАСЫ

Мәгаләдә банах фазасында геҗри мәһдуд оператор әмсаллы дифференциал тәнликләр үчүн Коши мәсәләсинини һәллинин варлығы вә јекәнәлији өјрәниләр.

М. К. Balaev

#### SOLVABILITY OF CAUCHY PROBLEM FOR EVOLUTIONARY EQUATIONS OF THE THIRD ORDER

The existence and uniqueness of Cauchy problem solution for differential equations with unbounded operator coefficients in a Banach space are studied in the article.

УДК 548.537.62

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

З. З. МАХМУДОВ, А. М. РУСТАМОВА

#### УСИЛЕНИЕ СПИН-СПИРАЛЬНЫХ ВОЛН В МАГНИТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ БЫСТРООСЦИЛЛИРУЮЩИМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

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

Быстроосциллирующее неоднородное магнитное поле с частотой, много больше частоты магнитного резонанса в ферро- и антиферромагнитных диэлектриках, может усиливать спиновые волны [1]. В магнитных полупроводниках в постоянном магнитном поле, кроме спиновых, могут распространяться также и спин-спиральные волны, если циклотронная частота носителей тока  $\omega_B$  много больше частоты их столкновений  $\nu_c$  [3]. Настоящая статья посвящена вопросу об усилении этих волн. Предполагается, что  $\omega_0 \gg \omega_s, \omega_n, \omega_p$ , где  $\omega_s, \omega_n$  — частоты спиновых и спин-спиральных волн соответственно. Кроме того, разность между частотой  $\omega_0$  и плазменной частотой  $\omega_p$  не близка к этим частотам.

Оказывается, что усиление наиболее велико, когда волновой вектор спин-спиральной волны  $\vec{k}$  и волновой вектор  $\vec{q}$ , характеризующий периодическое изменение быстроосциллирующего поля в пространстве, связаны между собой соотношением

$$q^2 = k_0 \cdot \vec{q}. \quad (1)$$

Эффект усиления носит пороговый характер и имеет место при условии, что амплитуда быстроосциллирующего поля превосходит некоторое пороговое значение.

Рассмотрим ферромагнитный полупроводник типа „легкая ось“ в постоянном магнитном поле  $H_0$ , направленном вдоль этой оси, и быстроосциллирующем магнитном поле большой амплитуды  $h^0$ :

$$h_{\pm}^0 = \frac{1}{2} (h_{\pm}^0(z) \exp\{-i\omega_0 t\} + h_{\pm}^0(z) \exp\{i\omega_0 t\}), \quad (2)$$

$$h_{\pm} = h_x \pm ih_y.$$

Если в ферромагнетике распространяется слабая спин-спиральная волна, то ее взаимодействие с быстроосциллирующим полем может быть описано линеаризованными по амплитуде слабой волны уравнениями Ландау и Лифшица, гидродинамики для электронной жидкости и уравнениями Максвелла. Решение этой линейной системы с периодическими по времени коэффициентами будем искать в виде

$$\vec{A}(\vec{r}, t) = \exp\{i(\kappa_1 x + \kappa_2 y) - i\omega t\} \sum_n \vec{A}_n(z) \exp\{-in\omega_0 t\}. \quad (3)$$

Величины  $\vec{A}_n$  удовлетворяют бесконечной системе зацепляющихся уравнений, которую в отсутствие резонансов, пользуясь тем, что  $\omega_0 \gg \omega_s, \omega_h, \omega_B$ , и пренебрегая  $\vec{A}_n$  с  $|\mu| > 1$ , можно расцепить. Выразив  $A_1(z)$  и  $A_2(z)$  через  $A_0(z)$ , найдем интегродифференциальные уравнения для  $A_0(z)$ .

Наличие быстроосциллирующего поля выразится в том, что в уравнениях для  $A_0$  появятся малые члены, пропорциональные  $h^{02}$ .

При  $\kappa_1 = \kappa_2 = 0$  наибольшими нелинейными членами являются члены, обязанные своим происхождением уравнениям магнитного момента. При  $\kappa_1 \neq \kappa_2$  главный нелинейный вклад в уравнения для  $A_0$  также определяется этими уравнениями, если частота возбуждаемой волны близка к частоте  $\Omega_n = g(H_0 + \beta M_0)$ , где  $M_0$  — магнитный момент единицы объема,  $H_0$  — постоянное магнитное поле,  $g$  — гиромагнитное отношение.

Ограничимся рассмотрением случая, когда нелинейными членами в уравнениях гидродинамики можно пренебречь. Усреднением по осцилляциям быстропеременного поля из исходных уравнений для магнитного поля слабой волны  $h$  можно получить систему уравнений

$$\frac{c^2}{\omega^2} e_{ijk} \overset{\wedge}{\epsilon}_{km}^{-1} e_{mnl} \frac{\partial^2 h_c}{\partial r_j \partial r_n} - (\delta_{ic} + 4\pi \chi_{ic}) h_c + 4\pi \gamma \chi_{im} \chi_{mc} h_c \cos 2qz = 0, \quad (4)$$

$$\gamma = \frac{g}{4\omega_0 M_0} (a_- b_- - a_+ b_+).$$

Здесь  $\chi_{ik}$  — тензор магнитной восприимчивости, а  $\epsilon_{ik}$  — тензор диэлектрической проницаемости (см., напр., [2, 4]). Быстроосциллирующее поле предполагается зависящим от  $z$  в виде

$$h_{\pm}^0 = a_{\pm} \exp\{iqz\} + b_{\pm} \exp\{-iqz\}, \quad (5)$$

Ось  $z$  направлена вдоль легкой оси ферромагнетика.

При выводе уравнений (4) предполагалось, что выполняется условие

$$\gamma \ll \frac{g(H_0 + \beta M_0) - \omega}{gM_0}. \quad (6)$$

Будем искать решение (4) в виде

$$h_l = \exp\{i(\kappa_1 x + \kappa_2 y)\} (h_l^{(1)} \exp\{i\kappa_3 z\} + h_l^{(2)} \exp\{-i\kappa_3 z\}), \quad (7)$$

$$\kappa_3 = q + i\delta.$$

Тогда величины  $h_l^{(1)}$  и  $h_l^{(2)}$  должны удовлетворять, согласно (4) системе однородных уравнений

$$R_{ll}(\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3) h_c^{(1)} + 2\pi \gamma \chi_{lm} \chi_{mk} h_c^{(2)} = 0, \quad (8)$$

$$R_{ll}(\kappa_1, \kappa_2, -\kappa_3) h_c^{(2)} + 2\pi \gamma \chi_{lm} \chi_{mk} h_c^{(1)} = 0,$$

где

$$R_{ll} = -\frac{c^2}{\omega^2} e_{ijk} \overset{\wedge}{\epsilon}_{km}^{-1} e_{mnl} \kappa_j \kappa_n - \overset{\wedge}{\mu}_{lc},$$

$$\overset{\wedge}{\mu}_{lk} = 1 + 4\pi \chi_{lk}.$$

Приравняв определитель системы уравнений (8) к нулю, можно найти  $\kappa_3$  как функцию  $\kappa_1, \kappa_2, \omega$ . Если учитывать только члены первого порядка по  $\gamma^2$ , то получим следующее дисперсионное уравнение усиливаемых волн:

$$\Delta(\kappa_3) \Delta(-\kappa_3) - 4\pi^2 \gamma^2 C_{ek}(\kappa_3) C_{ke}(-\kappa_3) = 0, \quad (9)$$

$$\Delta(\kappa_3) = \det R_{lk}(\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3, \omega),$$

$$C_{ek}(\kappa) = \chi_{e1} R_{im}^{-1}(\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3, \omega) \chi_{mk} \Delta(\kappa_3).$$

Явный вид  $\Delta$  и  $R_{lk}^{-1}$  приведен в работе [5].

Будем считать, что частота столкновений  $\nu_e$  и тепловая скорость  $v_T$  удовлетворяют неравенствам

$$\nu_e \ll \omega_B; \quad \kappa_3 v_T \ll \omega.$$

В этом случае уравнение является биквадратным относительно  $\kappa_3$ , и величина  $\Delta$  может быть записана в виде

$$\Delta(\kappa_3) = -\frac{c^4 \mu_{33}}{\omega^4 (\epsilon_{11} \epsilon_{22} - \epsilon_{12} \epsilon_{21})} (\kappa_3^2 - \kappa_{01}^2) (\kappa_3^2 - \kappa_{02}^2). \quad (10)$$

В области существования спин-спиральных волн  $\kappa_{01}^2$  и  $\kappa_{02}^2$  в первом приближении являются действительными. Считая, что  $q \approx \kappa_{01}$  ( $\kappa_{01}$  — положительный корень уравнения  $\Delta=0$ , соответствующий спин-спиральной волне) и  $q \gg \delta$ , из уравнения (9) получим

$$\delta = \frac{1}{2\kappa_{01}} \left\{ \frac{4\pi^2 \gamma^2}{(\kappa_{01}^2 - \kappa_{02}^2)^2} \frac{\omega^8}{c^8} \left( \frac{\epsilon_{11} \epsilon_{22} - \epsilon_{12} \epsilon_{21}}{\mu_{33}} \right)^2 Q_{lk}(q) Q_{kl}(-q) - (\kappa_{01}^2 - q^2)^2 \right\}^{1/2}. \quad (11)$$

При  $H_0 \parallel z$  тензор магнитной восприимчивости  $\chi_{lk}$  имеет компоненты отличные от нуля, только при  $l, k \neq 3$ . Поэтому сумма  $Q_{lk}(q) Q_{kl}(-q)$  не содержит членов с  $l$  и  $k$ , равными 3; входящие в эту сумму компоненты обладают свойством  $Q_{lk}(q) = Q_{kl}(-q)$ . Отсюда следует, что  $Q_{lk}(q) Q_{kl}(-q) > 0$

и при  $\kappa_{01}$ , близком к  $q$ , величина  $\delta$  действительна и положительна. Эта величина максимальна при  $\kappa_{01} = q$ . Однако нарастание спин-спиральных волн может иметь место только в том случае, если  $\delta$  больше, чем декремент затухания  $\delta_0$ , связанный со столкновениями носителей тока.

Для того чтобы оценить условия нарастания, рассмотрим простой случай, когда поперечные компоненты волнового вектора усиливаемой  $\kappa_1, \kappa_2$  равны нулю. В этом случае

$$\kappa_{01}^2 = \frac{\omega^2}{c^2} \epsilon_+ \mu_+, \quad \epsilon_+ = 1 + \frac{\omega_p^2}{\omega(\omega_B - \omega - i\nu_e)}, \quad \mu_+ = 1 + \frac{4\pi q M_0}{\Omega_{||} - \omega}, \quad (12)$$

$$\delta_0 = \frac{1}{2} \kappa_{01} \frac{\nu_e}{\omega_B - \omega}, \quad \Omega_B = \Omega_{||} + 4\pi g M_0,$$

$$\delta = \frac{\pi \omega^2}{c^2 q} \gamma \epsilon_+ \chi_+^2, \quad \Omega_{||} = g(H_0 + \beta M_0).$$

Усиление имеет место, если  $h^0$  удовлетворяет неравенству



$$\frac{h^0}{M_0} \gg \left\{ \frac{2}{\pi} \frac{\nu_e}{\omega_B - \omega} \frac{\omega_0}{gM_0} \frac{\Omega_{II} - \omega}{gM_0} \frac{\Omega_B - \omega}{gM_0} \right\}^{1/2} \quad (13)$$

Полагая  $M_0 \sim 10^3$  Гс,  $\omega_0 \sim 10^{12}$  с<sup>-1</sup>,  $\frac{\nu_e}{\omega_B} \sim 10^{-1} - 10^{-2}$ , получим, что пороговое поле  $h_{\text{пор}}^0 \sim 10^3$  Гс. В общем случае  $\kappa_1 \neq 0$ ,  $\kappa_2 \neq 0$ ; пороговое поле по порядку величины будет таким же.

#### Литература

1. Ахиезер А. И., Пелетминский С. В.—ФТТ, 1968, т. 10, с. 3301.
2. Ахиезер А. И., Барьяхтар В. Г., Пелетминский С. В. Спиновые волны. М.: Наука, 1967.
3. Бланк А. Я., Каганов, М. И.—УФН, 1967, т. 92, с. 583.
4. Гинзбург В. Л. Распространение электромагнитных волн в плазме.—М.: Наука, 1967.
5. Махмудов З.З.—УФЖ, 1971, т. 16, с. 1134.

НПО КИ

Поступило 1. II 1984

З. З. Махмудов, А. М. Рустамова

### МАГНИТ ЖАРЫМКЕЧИРИЧИЛЭРИНДЭ ЛУКСЭК ОССИЛАСИЈАЛЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТ САҲЭСИННИ ТЭСИРИЛЭ СПИН-СПИРАЛ ДАЛГАЛАРЫНЫН КҮЧЛЭНМЭСИ

Мәгаләдә магнит жарымкечиричиләриндә лүксәк оссиласијалы электромагнит саһәсинни тәсирилә спин-спирал далгаларыны күчләндирилмәси мәсәләси изаһ едилмишдир.

Z. Z. Mahmudov, A. M. Rustamova

### AMPLIFICATION OF SPIN-HELICON WAVES BY HIGHLY OSCILLATING ELECTROMAGNETIC FIELD IN THE MAGNETIC CONDUCTORS

The amplification of spin-helicon waves by highly oscillating electromagnetic field in the magnetic conductors is considered. The dispersion equation of these waves was obtained. The increment and the critical magnetic field were found.

С. А. АЛЕКПЕРОВ, М. З. ЗАРБАЛНЕР, чл.-корр. Ч. О. КАДЖАР,  
С. Р. ШАФИ-ЗАДЕ

### 1/f ШУМ В InSb В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

При исследовании зависимости спектральной плотности 1/f шума  $S_u(f)$  от напряженности электрического поля  $E$  в InSb при 80 К авторами [1] установлено, что параметр 1/f шума  $\alpha$  резко возрастает при уменьшении подвижности носителей тока  $\mu$ ; предположено, что такое поведение зависимости  $\alpha(E)$  обусловлено особенностями рассеяния горячих носителей на полярных оптических фононах. Для проверки этого предположения представляет интерес изучение зависимости  $\alpha(E)$  в образцах с различными значениями  $\mu_{0.77}$ , так как исходя из концентрации примеси подвижность  $\mu_{0.77}$  определяется различным вкладом полярного оптического и примесного рассеяний.

Исследовались монокристаллические образцы InSb, концентрация и подвижность носителей тока которых при температуре жидкого азота, а также размеры измеряемой области приведены в таблице.

№ п.п.	$\mu_{77}$ , см <sup>-3</sup>	$\mu_{0.77}$ , см <sup>2</sup> /(В·с)	$l$	$a$	$h$
			мм		
1	$1,4 \cdot 10^{14}$	$6,5 \cdot 10^5$	2,0	0,42	0,12
2	$3,6 \cdot 10^{14}$	$4,6 \cdot 10^5$	2,1	0,35	0,10
3	$1,2 \cdot 10^{15}$	$3,8 \cdot 10^5$	2,2	0,21	0,11
4	$2,6 \cdot 10^{15}$	$2,1 \cdot 10^5$	2,0	0,2	0,08

Обработка поверхности проводилась путем механической шлифовки, полировки и химического травления. Электрические контакты наносились припоем 93% In + 3% Au + 4% Ag.

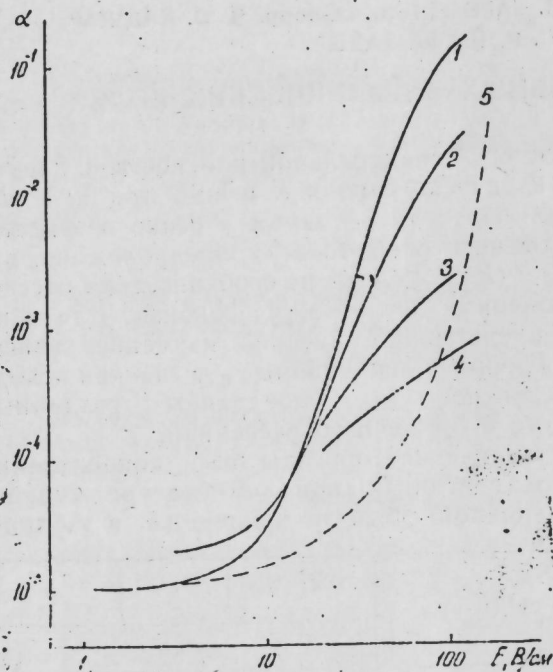
Описание экспериментальной установки и методики измерения  $S_u(f)$  в сильных электрических полях даны в работах [1, 2]. Значения  $\alpha$  при различных  $E$  вычислялись согласно выражению [3] ( $f = 10$  Гц,  $T = 80$  К)

$$S_u(f)/E^2 l^2 = S_G(f)/G^2 = \alpha/Nf, \quad (1)$$

где  $l$  — длина образца,  $N$  — число носителей тока в образце,  $G$  — проводимость,  $f$  — частота. Погрешность вычисления величины  $\alpha$  не превышает 20%.

На рисунке сплошными линиями приведены экспериментальные кривые  $\alpha(E)$  в интервале  $E$  от 1 до 150 В/см. Как видно, в исследуемых образцах имеет место аномальное поведение  $\alpha$ : начиная от значений  $E > (5-10)$  В/см  $\alpha$  возрастает, причем крутизна зависимости  $\alpha(E)$  в разных образцах уменьшается вместе с подвижностью  $\mu_{0.77}$ .

Для объяснения хода полученной зависимости  $\alpha(E)$  предположим, что  $1/f$  шум связан с изменением величин, определяющих подвижность носителей тока при испускании или поглощении ими полярных оптических фононов (например, времени релаксации импульса) [4]. В зависимости от температуры электронного газа  $T_e$  испускать или поглощать полярные оптические фононы может лишь часть носи-



Зависимость величины  $\alpha$  от напряженности электрического поля: 1—4—экспериментальные кривые, соответствующие значениям  $\mu_{0,77}$ ,  $\text{см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ : 1— $6,5 \cdot 10^5$ ; 2— $4,6 \cdot 10^5$ ; 3— $3,8 \cdot 10^5$ ; 4— $2,1 \cdot 10^5$ ; 5—расчетная зависимость, вычисленная при учете рассеяния носителей тока только на полярных оптических фононах

телей тока  $\frac{N}{e^{0/T} - 1}$ . Следовательно,  $S_0(f) \sim \left(\frac{N}{e^{0/T} - 1}\right)^2$ ; учитывая, что  $G \sim N$ , из выражения (1) имеем зависимость

$$\alpha(T_e) = \alpha_0 \left(\frac{1}{e^{0/T} - 1}\right)^2. \quad (2)$$

Зависимость  $\alpha(E)$  можно получить, используя выражение, связывающее  $E$  и  $T_e$  при полярном оптическом рассеянии [4]:

$$E = \frac{em_e k_B \theta}{4\pi x_0 h^2} \left(\frac{1}{x_\infty} - \frac{1}{x}\right) \frac{2^{3/2} (\lambda z) \text{sh}[(1-\lambda)z] K_0(\lambda z)}{\sqrt{3\pi} \text{sh} z} \times \sqrt{1 + \frac{\text{cth}[(1-\lambda)z] K_1(\lambda z)}{K_0(\lambda z)}}, \quad (3)$$

где  $z = \theta/2T$ ,  $\lambda = T/T_e$ ,  $K_0(\lambda z)$  и  $K_1(\lambda z)$ —модифицированные функции Бесселя,  $e$ —заряд электрона,  $k_B$ —постоянная Больцмана,  $h$ —постоянная Планка,  $x$ —статическая диэлектрическая постоянная,  $x_\infty$ —высоко-

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

частотная диэлектрическая постоянная,  $x_0$ —диэлектрическая постоянная,  $m_e$ —эффективная масса электрона.

Зависимость  $\alpha(E)$ , вычисленная согласно выражениям (2) и (3) при значениях  $m_e = 0,0145 m_0$  [5],  $x = 18,7$ ,  $x_\infty = 16,76$ ,  $\theta = 278 \text{ K}$  [6],  $\alpha_0 = 1 \cdot 10^{-5}$ ,  $T = 80 \text{ K}$ , дана на рисунке сплошной линией. Видно, что при  $E < 60 \text{ В/см}$  наблюдается совпадение крутизны расчетной кривой и экспериментальной для обр. 1, имеющего минимальную концентрацию примеси. Уменьшение крутизны зависимости  $\alpha(E)$  в обр. 2—4, очевидно, связано с увеличением вклада примесного рассеяния, которое не учтено в выражениях (2) и (3). Качественно это уменьшение можно объяснить следующим образом:

Составляющая времени релаксации импульса, обусловленная рассеянием носителей тока на полярных оптических фононах  $\tau_{po}$ , не зависит от концентрации примеси  $N_i$  и увеличивается примерно в  $e^{0/T}$  раз при испускании фонона. Составляющая же  $\tau_i$ , являющаяся результатом рассеяния на ионах примеси, обратно пропорциональна  $1/N_i$  и зависит от энергии носителя по закону  $\epsilon^{3/2}$ . Поэтому при сравнимых значениях  $\tau_{po}$  и  $\tau_i$ , как это имеет место в  $\text{InSb}$  при температуре жидкого азота, по мере увеличения  $N_i$  изменение подвижности каждого отдельного электрона уменьшается при испускании или поглощении им полярного оптического фонона. Когда же  $\tau_{po} \gg \tau_i$ , испускание или поглощение полярных фононов практически не дает вклада в подвижность.

При напряженностях электрического поля выше  $100 \text{ В/см}$  крутизна расчетной кривой увеличивается, а экспериментальных—уменьшается. Для устранения этого расхождения, по-видимому, необходимо учесть зависимость изменения времени релаксации носителей при испускании или поглощении ими полярных оптических фононов от температуры электронного газа  $T_e$ .

#### Литература

1. Алекперов С. А., Каджар Ч. О., Салаев Э. Ю., Шафи-заде С. Р.  $1/f$  шум горячих носителей в  $\text{InSb}$ .—ФТП, 1984, т. 18, вып. 6, с. 113—1115.
2. Алекперов С. А., Александров В. Ф., Каджар Ч. О., Салаев Э. Ю. Установка для измерения низкочастотных шумов низкоомных полупроводниковых образцов в импульсном режиме.—ПТЭ, 1984, № 5, с. 187—189.
3. Hooge F. N.—Physica, 1972, № 60, p. 130—144.
4. Зевгер К. Физика полупроводников.—М., 1977.
5. Pidgeon C. D., Brown R. N.—Phys. Rev., 1966, v. 146, p. 575—578.
6. Дыкман И. М., Томчук П. М. Явления переноса и флуктуации в полупроводниках.—Киев, 1981.

Поступило 18. III 1985

С. Э. Элакбаров, М. З. Зэрбэлиев, Ч. О. Гачар, С. Р. Шафи-заде

КУЧЛУ ЭЛЕКТРИК САЪЭСИНДЭ  $\text{InSb}$ -да  $1/f$  КҮҮҮ

Мағаләдә ашгарларының концентрациясы мухтәлиф олан монокристаллик  $\text{InSb}$  үмунәләриндә 80 K температураунда  $1/f$  күҮҮҮ спектрал сыхлығының электрик саһәсинин кәркинлијиндән асылылығының өлчүләринин нәтичәләрн верилмишдир. Көстәрилмишдир ки,  $1/f$  күҮҮҮ параметринин электрик саһәсинин кәркинлијиндән

асылыгынын диклији, ашгарын концентрасијасынын артмасы илэ азалыр. Алынмыш нәтичәләрни тәһлили көстәрир ки,  $1/f$  күүүнүн гиймәти чәрәјан дашыјычыларынын јүјүрүклүјүнүн флукуасијалары илэ бағлыдыр.

S. A. Alekperov, M. Z. Zarbaliev, Ch. O. Qajar, S. R. Shali-zade

### $1/f$ NOISE IN InSb IN HIGH ELECTRIC FIELDS

$1/f$  noise spectral density dependence on electric field strength in single-crystal samples of InSb for several impurity concentrations at 80 K is presented. It is shown that slope of the dependence of  $1/f$  noise parameter  $\alpha$  as function of electric field decreases with increasing impurity concentrations. The obtained results can be explained by assuming that  $1/f$  noise is due to fluctuacious in mobility of free carrier.

И. Р. НУРНЕВ, Р. Н. НАБИЕВ

### ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК PbS НА СЛЮДЕ

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

Структура и электрофизические свойства эпитаксиальных пленок PbS, выращенных на диэлектрических подложках, рассмотрены в ряде работ [1—8]. В [1—5] пленки PbS получены на подложках NaCl, KCl и BaF<sub>2</sub>, а в [6—7]—на слюде. Авторами двух последних работ исследовалась ориентация роста пленок PbS толщиной 200 Å [6], температурная зависимость подвижности и концентрация носителей заряда [7]. Поскольку электропроводность, коэффициент Холла и подвижность носителей заряда в пленках сильно зависят от условий их получения, то проведение подобного рода исследований представляет несомненный интерес.

В настоящей статье приведены результаты изучения особенностей роста эпитаксиальных пленок PbS на слюде в связи с их электрофизическими свойствами.

Пленки толщиной ~3 мкм выращивались на стандартной вакуумной установке с остаточным рабочим давлением  $\sim 1 \cdot 10^{-6}$  Т методом конденсации молекулярных пучков. Скорость конденсации  $v_k$  определялась с помощью стандартного прибора КСТ-1 в пределах 5—120 Å/с. Температура подложек  $T_n$ , измерявшаяся с помощью хромель-алюмелевой термопары, изменялась от 200 до 450°C. С целью десорбции адсорбированных частиц во время нахождения свежей грани слюды на воздухе подложки до напыления отжигались в вакууме  $\sim 10^{-6}$  Т при 200 и 500°C соответственно в течение 2 ч и 10 мин.

Структура пленок контролировалась электронографическим и рентгенодифракционным методами. Измерение электрофизических параметров пленок осуществлялось потенциометрическим методом в постоянном электрическом и магнитном полях при температуре жидкого азота. По значениям электропроводности и эдс. Холла были определены концентрация подвижность  $\mu$  носителей заряда.

Электронографические исследования показали, что при  $T_n = 200$ — $290^\circ\text{C}$  пленки PbS плоскостью (001) располагаются параллельно (0001) слюды, кристаллики которой разориентированы по азимутальным направлениям [100], [240], [110] (рис. 1). С повышением температуры подложки азимутальные направления [100] и [240] постепенно ослабевают и при температуре выше  $290^\circ\text{C}$  исчезают. Дальнейшее увеличение  $T_n$  до  $450^\circ\text{C}$  приводит к появлению тяжи на электронограммах (рис. 2), что свидетельствует об улучшении совершенства структуры пленок.

Далее были определены подвижность и концентрация носителей заряда в эпитаксиальных пленках PbS, получаемых при различных скоростях конденсации и постоянной температуре подложки. Подвижность носителей заряда в пленках, выращенных при температурах

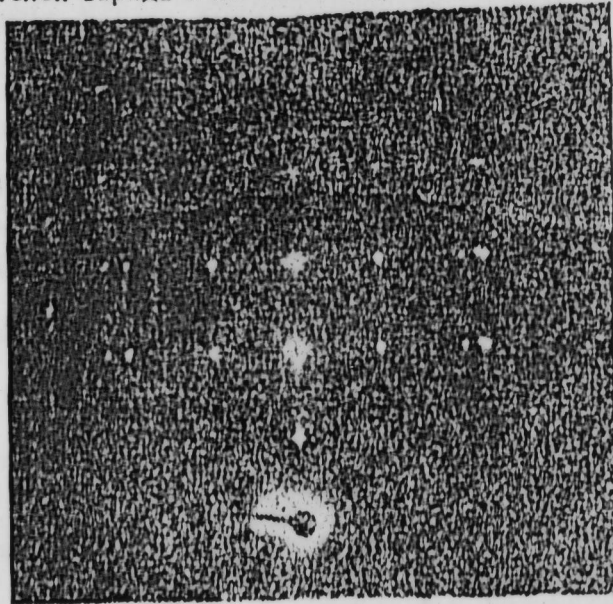


Рис. 1. Электронограмма пленок PbS,  $T_n = 250^\circ\text{C}$

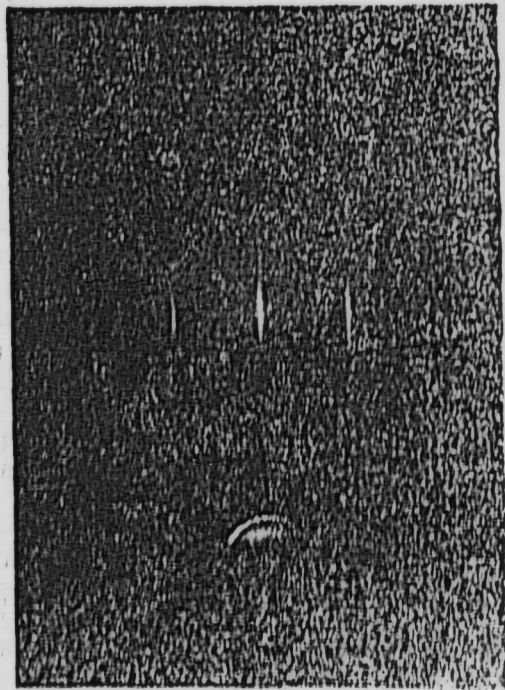


Рис. 2. Электронограмма пленок PbS  $T_n = 350^\circ\text{C}$

подложки 250, 350 и 450°C, при уменьшении скорости конденсации сначала увеличивается до максимума, а затем уменьшается. В пленках, выращенных при  $T_n = 250^\circ\text{C}$ , значение  $\mu$  по мере снижения  $v_k$

возрастает до максимума ( $\sim 250 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ ) при  $v_k = 20 \text{ \AA}/\text{с}$ , а затем уменьшается. Более того, одновременно со скоростью конденсации снижается и концентрация носителей заряда; причем при  $v_k = 6-7 \text{ \AA}/\text{с}$  имеет место инверсия проводимости с  $n$ -типа на  $p$ -тип. В пленках PbS, полученных при температуре подложки  $\sim 350^\circ\text{C}$  и  $v_k = 50 \text{ \AA}/\text{с}$ , подвижность носителей заряда достигает максимума ( $\sim 3800 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ ). Характерная зависимость подвижности носителей заряда от скорости конденсации для пленок, выращенных при  $T_n = 350^\circ\text{C}$ , представлена на рис. 3. В этих пленках с уменьшением  $v_k$  инверсии типа проводимости не происходит, а значения концентрации носителей заряда

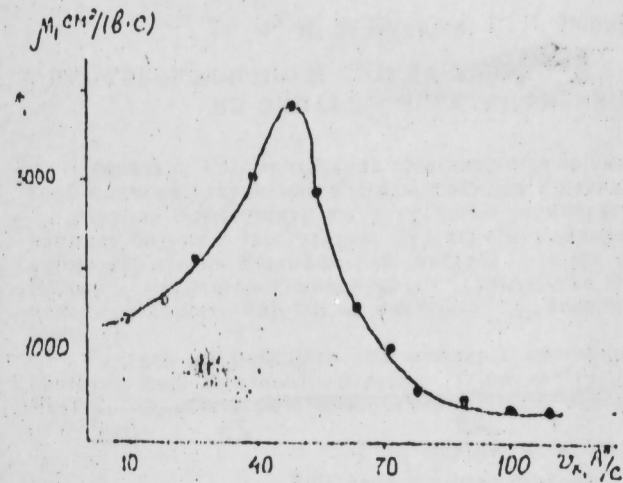


Рис. 3. Зависимость подвижности носителей заряда от скорости конденсации в пленках PbS,  $T_n = 350^\circ\text{C}$

уменьшаются с  $3-5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  до  $5-6 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Резкое повышение подвижности носителей заряда с ростом температуры до  $350^\circ\text{C}$  связано с исчезновением азимутальных разориентаций, наблюдающихся при  $T_n < 290^\circ\text{C}$ . При повышении температуры подложки до  $T_n = 450^\circ\text{C}$  максимум подвижности носителей заряда  $\mu = 6-9 \cdot 10^3 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$  отмечается при скорости конденсации  $v_k = 140 \text{ \AA}/\text{с}$ . Инверсии типа проводимости при этом также не наблюдается.

Таким образом, максимальное значение подвижности носителей заряда с повышением температуры подложки возрастает и смещается в сторону более высоких скоростей конденсации.

С целью выяснения причины уменьшения подвижности носителей заряда при малых скоростях конденсации нами были проведены и рентгенодифракционные исследования пленок. Полученные результаты показали, что одновременно с  $v_k$  становится меньше и полуширина пика кривой качания рентгеновской дифракции от плоскости отражения (002): 4,5' вместо 9. Этот результат в согласии с электронографическими данными еще раз свидетельствует о том, что снижение  $v_k$  приводит к улучшению совершенства пленок. Кроме того, на дифрактограмме, наряду с пиком от плоскости отражения (002) PbS, наблюдается пик (рис. 4), соответствующий плоскости отражения (020) от  $\text{PbO}\cdot\text{PbSO}_4$ . По-видимому, незначительное количество окисной фазы  $\text{PbO}\cdot\text{PbSO}_4$  в пленке, а также близость межплоскостных

расстояний  $d_{020}$   $\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$  (2,85 Å) и  $d_{002}$   $\text{PbS}$  (2,96 Å) и появление тужи на электронограммах не позволили наблюдать отражения (020) от  $\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$ .

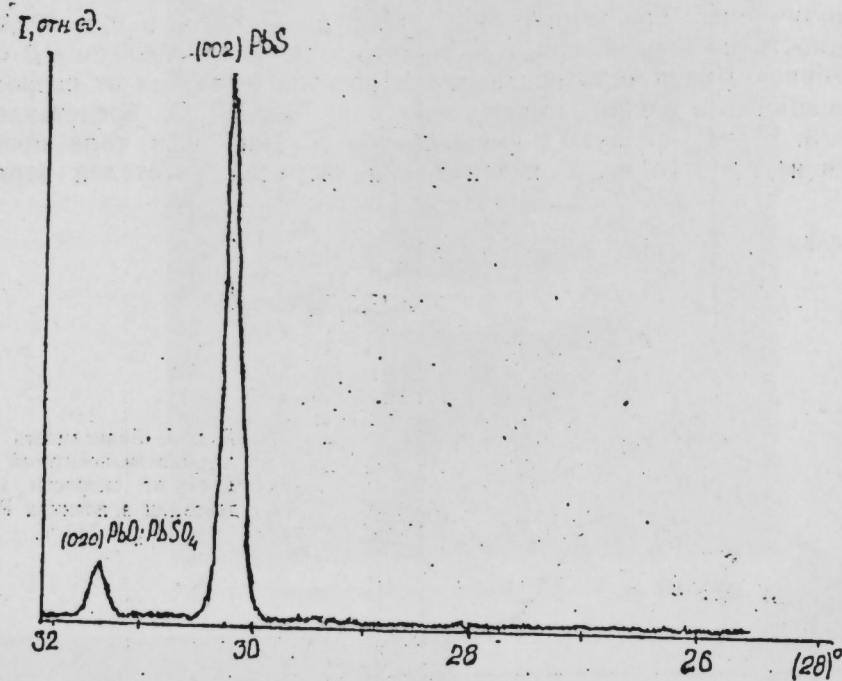


Рис. 4. Дифрактограмма пленок  $\text{PbS}$

С уменьшением скорости конденсации интенсивность отражения (020) от  $\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$  возрастает. Это связано с усилением процесса окисления халькогенидов свинца при малых скоростях конденсации [9]. Продукты окисления, частично растворяясь в решетке  $\text{PbS}$  в виде акцепторной примеси, снижают концентрацию электронов и при низких значениях температуры подложки ( $T_n = 250^\circ\text{C}$ ) приводят к инверсии типа проводимости. При превышении предела растворимости окисной фазы  $\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$  в  $\text{PbS}$  ее избыточная часть скапливается на границах кристалликов в виде включений и приводит к уменьшению подвижности носителей заряда, являясь дополнительными центрами рассеяния электронов в пленках. Как уже отмечалось, при температуре выше  $290^\circ\text{C}$  происходит исчезновение ориентации в пленках  $\text{PbS}$  и соответственно улучшение совершенства их структуры. При этом размеры блоков увеличиваются, в связи с чем количество окисной фазы  $\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$ , растворимой в пленке, уменьшается и становится недостаточным для достижения инверсии типа проводимости.

#### Литература

1. Schoolar R. B. and Zemel J. N. Preparation of single-crystal films of  $\text{PbS}$ .—J. Appl. Phys., 1964, v. 35, № 6, p. 1848—1851. 2. Zemel J. N., Jensen J. D., Schoolar R. B. Electrical and Optical Properties of Epitaxial Film of  $\text{PbS}$ ,  $\text{PbSe}$ ,  $\text{PbTe}$  and  $\text{SnTe}$ .—Phys. Rev., 1965, v. 140, № 1A, p. 330—342. 3. Paic M., Paic V.

Duh K., Zemel J. N. Quasi-Static Growth of  $\text{PbS}$  Epitaxial Films.—Thin Solid Films, 1972, v. 12, p. 419—425. 4. Riad H. R., Scholar R. B. Photosensitivity in monocrystalline  $\text{PbS}$  films.—Appl. Phys. Letters, 1968, v. 12, № 9, p. 285—287. 5. Duh K. Y. and Zemel J. N. Properties of  $\text{PbS}$  epitaxial films grown by a hot wall method.—Thin Solid Films, 1975, v. 16, v. 2, p. 165—179. 6. Sato H. Effect of substrate structure on lean chalcogenid films.—Thin solid films, 1972, v. 11, p. 343—352. 7. Egerton R. F. Epitaxial films of  $\text{PbTe}$ ,  $\text{PbSe}$  and  $\text{PbS}$  on mica substrate.—Brit. J. Appl. Phys., 1967, v. 18, № 7, p. 1009—1011. 8. Палатник Л. С., Петренко Л. Г., Волков Ю. А. Влияние электронных неоднородностей в монокристалльных пленках  $\text{PbS}$  на их электрические характеристики.—Микроэлектроника, 1974, т. 13, вып. 6, с. 559—561. 9. Семилетов С. А., Ракова Е. В., Заитов Ф. А., Сулейманов Н. А. Получение фоточувствительных  $p$ - $n$ -переходов в пленках  $\text{PbTe}$  методом конденсации в вакууме.—Микроэлектроника, 1984, т. 13, вып. 3, с. 280—282.

Поступило 10. XI 1985

И. Р. Нуриев, Р. Н. Набиев

### $\text{PbS}$ ТЭБЭГЭЛЭРИНИН СЛЖДА ҮЗЭРИНДЭ БӨЛҮМЭСИ ХҮСУСИЛЖЭТЛЭРИ ВЭ ОНЛАРЫН ЕЛЕКТРОФИЗИКИ ХАССЭЛЭРИ

Мэгалэдэ  $\text{PbS}$  эпитаксиал тэбэгэлэринин бөлүмэси хүсусилжэтлэри онларын электрофизици хассэлэри илэ элагэди шэкилдэ өрөннэмэсиндэн данышылыр.

Мүэжэн олунмушдур ки, отурачагын температурунун 250, 350 вэ  $450^\circ\text{C}$  гижмэтлэриндэ бөлүмүш тэбэгэлэрин жүкдашычыларынын жүүруклүүнүн гижмэти чөкдүрмэ сүр'этинин азалмасы илэ эввэлчэ мүэжэн максимума гэдэр артыр вэ сонра азалыр. Отурачагын температуруну артырдыгча жүкдашычыларынын жүүруклүүнүн максимум гижмэти бөлүжүр вэ чөкдүрмэ сүр'этинин даһа бөлүк гижмэтлэринэ догру сүрүшүр.

Ренткен дифраксијасы тэдигатлары көстөрир ки, чөкдүрмэ сүр'этинин кичик гижмэтлэриндэ жүкдашычыларынын жүүруклүүнүн азалмасы  $\text{PbS}$  тэбэгэлэриндэ  $\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$  оксид фазасынын јаранмасы илэ элагэләрдыр.

I. R. Nuriev, R. N. Nabiev

### GROWTH PECULIARITIES AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF $\text{PbS}$ FILMS ON MICA

Growth peculiarities of  $\text{PbS}$  epitaxial films are investigated in connection with their electrophysical properties.

It is shown that  $\text{PbS}$  films are deposited with the plain (001) film II (0001) mica at substrate temperatures range  $200$ — $450^\circ\text{C}$ .

It is determined that in the films grown at substrate temperatures 250, 350 and  $450^\circ\text{C}$  mobility value of charge carriers at first increases to maximum with decreasing of condensation rate and then decreases. Maximum value of charge carrier mobilities increases with increasing of substrate temperature and is shifted to higher values of condensation rate.

X-ray diffraction studies show that decreasing of charge carrier mobilities at smaller values of condensation rate is connected with the formation of  $\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$  oxide phase accumulates in chip boundaries in the forms of inclusion in  $\text{PbS}$  films

Б. Г. ТАГИЕВ, А. Р. ГАДЖИЕВ, Р. С. ПЕТРОСЯН

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА p-ТИПА GaSe

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

Электрические свойства слоистых соединений GaSe изучены во многих работах [1—6]. В них рассмотрен механизм электропроводности GaSe, который в какой-то мере может объяснить перенос электронов и дырок в таких средах. Показано, что носители заряда в свободной зоне взаимодействуют в основном с  $A_1$ -модой оптических фононов с энергией 16,7 МэВ, поляризованных в плоскости, перпендикулярной к слоям. Такой механизм рассеяния носителей заряда в GaSe подтверждается моделью Шмидта [6], где показано, что в слоистых полупроводниках короткодействующее взаимодействие с оптическими фононами является доминирующим механизмом электронного рассеяния. Кроме того, в указанных работах исследованы также электрические свойства GaSe в зависимости от условий выращивания монокристаллических образцов методом Бриджмена и показано, что в запрещенной зоне соединения имеется пять акцепторных уровней с энергиями активации:  $E_1 = 31$  МэВ,  $E_2 = (50—70)$  МэВ,  $E_3 = (140—160)$  МэВ,  $E_4 = (180—210)$  МэВ и  $E_5 = (280—310)$  МэВ. Эти акцепторные уровни обнаруживаются в разных образцах, выращенных методом Бриджмена и, видимо, связаны со структурными дефектами решетки GaSe. Несмотря на обширный материал экспериментальных данных, примесные состояния в таких слоистых кристаллах, как GaSe, практически не изучены. Нам представляется, что исследование их дало бы дополнительные сведения об электрических свойствах анизотропных полупроводников, тем более что существующие экспериментальные данные не нашли полного подтверждения в теоретических расчетах.

Влияние различных примесей на фотоэлектрические свойства рассмотрено в [7, 8]. В работах показано, что элементы IV группы таблицы Менделеева, замещаая в GaSe атомы Ga, образуют донорные уровни. Это проявляется в уменьшении проводимости и увеличении фоточувствительности образцов при легировании.

В настоящей статье приведены результаты исследования темновой проводимости в широком интервале температур (4,2—300 К) различных образцов  $p = \text{GaSe}$ , как легированных примесями олова и кадмия, так и «чистых». Легирующие примеси были выбраны по следующим принципам: если примеси замещают подрешетку Ga, то в случае олова они создают донорные уровни, а в случае Cd являются акцепторами. Результаты выращивания методом Бриджмена монокристаллов  $p = \text{GaSe}$  легированных оловом и кадмием, показали, что в случае при-

меси олова удельное сопротивление образцов сильно растет, а в случае кадмия уменьшается.

На рис. 1 показаны температурные зависимости удельного сопротивления образцов  $p = \text{GaSe}$ , легированных 0,01 ат. % Sn, и «чистого» в интервале температур 160—400 К. Для того, чтобы исключить явле-

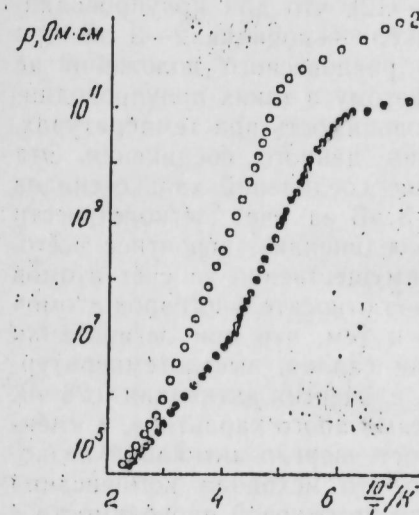


Рис. 1. Температурная зависимость удельного сопротивления образцов GaSe: 1 — нелегированный; 2 — легированный 0,01 ат. % Sn

ние перезарядки глубоких уровней при случайной подсветке измеряемых образцов, их после заправки на держателе в металлическом вакуумном криостате двое суток выдерживали в темноте, а перед началом измерения подогревали до 400 К. Затем в течение двух часов они охлаждались до 100 К. Следует отметить, что если вышеуказанные условия эксперимента не выдерживались, то результаты измерения электропроводности не воспроизводились.

Следует отметить, что измеренные значения удельного сопротивления образцов из одного и того же слитка с одинаковыми индиевыми контактами сильно различались между собой. По-видимому, это обусловлено неоднородным легированием примесей вдоль слитка и плохой растворимостью примесей в слоистых структурах [9].

На кривых температурной зависимости удельного сопротивления образцов можно выделить три участка. Самый низкотемпературный участок, 1, с энергией активации для «чистого»  $p = \text{GaSe}$  0,046 эВ, соответствует проводимости по примесям, участок 2 с энергией активации 0,46 эВ и участок 3 с энергией 0,28 эВ — зонной проводимости.

Необходимо подчеркнуть, что легирование GaSe оловом увеличивает энергию активации на участках 1 (0,096) и 2 (0,58) и оставляет без изменения высокотемпературный участок 3. Такое поведение кривых температурной зависимости удельного сопротивления  $\rho(T)$  позволяет прийти к заключению, что появление наклона с активацией 0,28 эВ не связано с легированием и не зависит от концентрации компенсирующих примесей. Одновременно можно сделать вывод, что увеличение энергии активации в области проводимости по примесям свидетельствует о росте компенсации при легировании образцов, т. е. при-

меси олова замещают вакансии Ga и создают в запрещенной зоне донорные уровни.

Кроме того, высокотемпературный наклон кривых  $\rho(T)$  (0,28 эВ) меньше, чем низкотемпературный (0,46). Такое поведение температурной зависимости проводимости свойственно для кристаллов, в которых с температурой могут активироваться дефекты Френкеля, т. е. вакансии плюс междоузельный атом. Известно [10—12], что для полупроводников энергия образования дефектов Френкеля — порядка 2—3 эВ при условии, что атом смещается от своего равновесного положения не менее чем на 0,2 атомного расстояния. Поэтому в таких полупроводниках обнаружена собственно-дефектная проводимость при температурах, значительно ниже температуры плавления данного соединения. Эта энергия, как нам представляется, в случае соединений халькогенидов может оказаться несколько меньше 2—3 эВ за счет легкости халькогенидов [13]. Кроме того, в этих соединениях, вероятнее всего, дефекты с температурой образуются преимущественно за счет атомов Se и Te — из-за высокого давления их паров относительно паров атомов галлия. Эта мысль подтверждается еще и тем, что при легировании примесями олова, замещающими вакансии галлия, высокотемпературные наклоны кривых  $\rho(T)$  не меняются, т. е. энергия активации 0,28 эВ, полученная из наклонов, связана с дефектами иного характера, а именно Se. После введения примесей олова рост энергии активации низкотемпературного участка указывает на то, что исходная компенсация была не менее 0,5. Рост энергии активации прыжковой проводимости с увеличением легирования происходит именно при больших компенсациях [14], например при

$$\epsilon_3 \approx \frac{e^2 H}{x} \frac{N_A}{(1-\kappa)^{1/2}} \quad \text{где } \epsilon_3 \text{ — энергия активации}$$

прыжковой проводимости,  $x$  — высокочастотная диэлектрическая проницаемость,  $\kappa = N_D/N_A$  и  $N_A/N_D$  — концентрации акцепторов и доноров соответственно.

Вычисление концентрации основных примесей в области прыжковой проводимости при  $a = 20 \text{ \AA}$  дало для  $N_A$   $10^{16} \text{ см}^{-3}$  в обоих случаях, когда GaSe не легирован и легирован 0,01 ат. % Sn. Небольшая разница в значениях для  $\rho(T)$  отмечается при  $T = \infty$ , т. е. в случае «чистых» образцов  $\rho(T = \infty)$  в 2 раза больше, чем в случае легированных, то означает, что при легировании GaSe оловом во время синтеза одновременно образуются дефекты акцепторного характера, т. е. происходит самокомпенсация введенных примесей. Возможность образования электрически активных собственных дефектов, которые обуславливают частичную компенсацию введенных примесей  $n$ -типа проводимости при легировании, предсказана в работе [10] по величине отношения ковалентных радиусов.

Если рассчитать концентрацию примесей по наклону на втором участке кривых  $\rho(T)$  при  $T = \infty$  как примесной проводимости, то она дает для  $N$  значение на три порядка больше, чем при подвижности дырок  $50 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ . Таким образом, приходим к заключению, что на ход температурной зависимости удельного сопротивления существенно влияет собственно-дефектная проводимость. Вычисление энергии образования дефекта Френкеля из температурной зависимости  $\rho(T)$  дает 1,65 эВ, что очень хорошо согласуется с энтальпией образования соединения для реакции  $\text{GaSe} = \text{Ga} + \text{Se}$  (1,7 эВ).

Кривая  $\rho(T)$  (рис. 2) для GaSe, легированного кадмием, резко отличается для образцов GaSe, легированных оловом. Во-первых, прыжковая проводимость обнаруживается в области низких температур (4,2—33) К, во-вторых, энергия активации примесей существенно меньше, чем у образцов, легированных оловом. По-видимому, это ука-

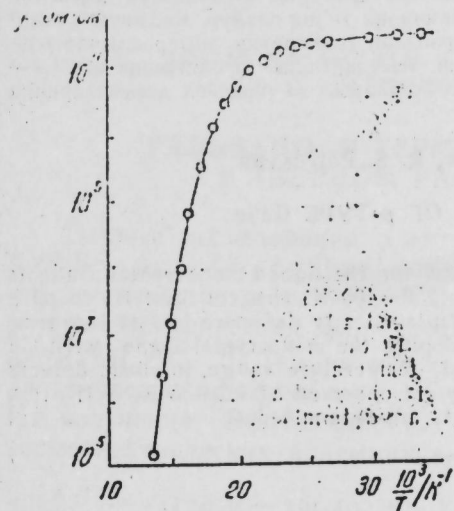


Рис. 2. Температурная зависимость удельного сопротивления образцов GaSe, легированных кадмием

зывает на то, что образцы «чистого» селенида галлия являются существенно компенсированными и положение уровня Ферми относительно потолка валентной зоны смещено вверх в сравнении с основным состоянием акцепторов. Легирование с кадмием приводит к уменьшению исходной компенсации. Например, для GaSe(Cd) энергия активации прыжковой проводимости  $5 \cdot 10^{-4}$  эВ, а энергия ионизации акцепторов — 0,13 эВ. Оценка концентрации основных примесей и радиуса состояния в прыжковой области проводимости дает соответственно  $N_A = 2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  и  $a = 30 \text{ \AA}$ . Найденное значение  $N_A$  совпадает с определенным из измерений эффекта Холла при 300 К значением  $\Lambda_A$  равным  $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ .

#### Литература

- Schmid Ph., Voitchovsky J. P., Mercier A.—Phys. Stat. Sol., 1974, 21 (a), p. 443—450.
- Fivaz R., Nooser E.—Phys. Rev., 1967, 163, p. 742—756.
- Tatsuyama C., Hamaguchi C., Tomita H., Nakai J.—Jap. Journ. Appl. Phys., 1971, 10, p. 1698—1701.
- Manfredotti C., Mancini A. M., Murri R., Rizzo A., Vasenelli L.—Nuovo Cimento, 1977, v. 39, B, n. 1, p. 257—273.
- Augelli V., Manfredotti C., Murri R., Piccolo R., Vasenelli L.—Nuovo Cimento, 1977, v. 38, B, n. 2, p. 327—333.
- Schmid Ph.—Nuovo Cimento, 1974, v. 21, B, n. 2, p. 258—270.
- Bube R. H., Lind E. L.—Phys. Rev., 1959, v. 115, n. 5, p. 1155—1164.
- Алиев И. М., Гаджиев А. Р., Тагеев Б. Г. Механизм фотопроводимости в GaSe.—ФТП, 1981, т. 15, вып. 12, с. 2407—2410.
- Алиев И. М., Араслы Д. Г., Гаджиев А. Р., Тагеев Б. Г. Фононные процессы в монокристаллах GaSe, легированных оловом.—Докл. АН АзССР, 1981, т. XXXII, № 11, с. 27—32.
- Mandel G., Morehead E. F., Wagner P. R.—Phys. Rev., 1964, v. 136, n. 3, p. A 82—A 82.
- Холодарь Г. А., Винецкий В. А. Проводимость полупроводников, обусловленная ионизацией термических дефектов решетки.—ФТП, 1966, т. 8, вып. 3, с. 977—989.
- Винецкий В. А., Холодарь Г. А.—В кн.: Статистическое взаимодействие электронов и дефектов в полупроводниках. Киев: Гаукога думка, 1969.
- Медведева Э. С.—В кн.: Халькогениды элементов III<sup>B</sup> подгруппы периодической системы.—М.: Наука, 1978.
- Шкловский Б. И., Эфрос А. Л.—В кн.: Электронные свойства легированных полупроводников.—М.: Наука, 1979.

Мәғаләдә ашгарланмыш GaSe жарымкечиричисини хусуси мугавимәтинини температурадан асыллыгы өжрәниллишидир. Көстәрилмишидир ки, јухары температурларда (250—400K) «тәмиз» Sn-лә ашгарланмыш нүмунәләрдә кечиричилилик өзүнәмәхсус дефектли, ашагы температурларда исе «сычрајышлы» кечиричилилик тәјин олунур. Кадмунум ашгарлары илә ашгарланмыш GaSe монокристалы өжрәниләи температур интервалында өзүнәмәхсус дефектли кечиричилијә малик олмамыш, «сычрајышлы» кечиричилилик исе 4,2—33 K интервалында мүшалидә олунмушдур. Аксепторларын вә Френкел дефектләринини ноплашма енержиләри тәјин едилмишидир.

B. G. Tagiev, A. R. Gadziev, R. S. Petrosyan

ELECTRICAL PROPERTIES OF p-TYPE GaSe

Temperature dependence of sp. resistance for the doped monocrystal GaSe is studied. It is found that at high temperature (250—400 K) the conductivity in pure and in doped samples with Sn is shown to be intrinsically defective but at low temperature it is the hopping one. In case of doping the monocrystal GaSe with Cd impurities, investigated in the above-mentioned temperature range, intrinsic defects are not detected, but hopping conductivity is observed at 4.2—33 K. Activation energy of the acceptors and the Frankel defects are determined.

Чл.-корр. АН АзССР М. Г. РАМАЗАНЗАДЕ, С. А. АЛИЕВ  
С. Г. АБДИНОВА, Д. А. РАГИМОВА

ГАЛЬВАНО- И ТЕРМОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ  
В ТВЕРДОМ РАСТВОРЕ AgBi<sub>0,5</sub>Sb<sub>0,5</sub>Te

Первые исследования электрических свойств тройных соединений AgBiSe<sub>2</sub>, AgSbTe<sub>2</sub>, AgSbSe<sub>2</sub> показали, что их коэффициент теплопроводности достигает рекордно малых значений ( $\alpha \approx 6 \cdot 10^{-3}$  Вт/см. К) [1—5], а термоэлектрическая добротность не превышает добротности соединений  $A_2VB_3V$  [6, 7]. Тем не менее указывалось [6], что они могут найти практическое применение в качестве термоэлектрического приемника ИК-излучения. Эффективность материала, используемого в качестве термоэлектрических приемников, характеризуется в основном отношением  $\frac{\alpha}{\chi}$  (где  $\alpha$  — термоэдс), которое для этих соединений весьма

высоко, причем хранение образцов при 300 К в течение длительного времени не приводит к существенному изменению их свойств.

В последние годы появляется все больше работ, посвященных исследованию термоэлектрических свойств указанных соединений. Это обуславливается, в первую очередь, возросшим интересом к тепловым приемникам ИК-излучения. Вместе с тем следует отметить, что ни в тройных соединениях AIBVCV ни в их твердых растворах подробных исследований гальваномагнитных свойств не проводилось, не изучались также термомагнитные явления и зонные параметры.

При подборе эффективного материала для термоэлектрических преобразователей необходимы подробные исследования электрических и тепловых свойств в широком диапазоне температур и концентраций (с определением наиболее оптимальных из них) и знание зонных параметров носителей заряда.

В настоящей статье приведены результаты комплексного изучения гальвано- и термомагнитных свойств трех образцов AgBi<sub>0,5</sub>Sb<sub>0,5</sub>Te n- и p-типа проводимости.

Образцы были получены прямым синтезом элементов Ag, Sb, Bi, Fe, взятых в стехиометрическом соотношении, с последующей направленной кристаллизацией. Исходные материалы общим весом 20 г помещались в эвакуированную кварцевую ампулу, температура которой плавно повышалась до 900 °С. При этой температуре расплав выдерживался в течение суток. Затем постепенно, со скоростью 100 °С/ч, он охлаждался до температуры, чуть превышающей температуру кристаллизации (540 °С). При этой температуре ампула выдерживалась 10—12 ч. Затем состав подвергался медленному охлаждению со скоростью 5—8 °С/ч до комнатной температуры.



Начиная с 520 °С образцы постепенно кристаллизовались, причем благодаря использованию горизонтальной печи конической формы фронт кристаллизации двигался постепенно и равномерно вдоль ампулы со скоростью 5–8 мм/ч.

Полученные слитки имели форму блоков, и концентрация носителей заряда вдоль них менялась. Последнее обуславливается, видимо, тем, что так же, как и в  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , благодаря градиенту температуры в печи небольшое количество  $\text{Te}$  переносится вдоль слитков.

Экспериментальные данные по исследованию температурной и полевой зависимостей электропроводности ( $\sigma$ ), термоэда ( $\alpha$ ), коэффициента Холла ( $R$ ), эффекта Нернста—Эттинсгаузена ( $\epsilon$ ) представлены на рис. 1–3. По знаку  $\alpha$  и  $R$  устанавливался тип проводимости

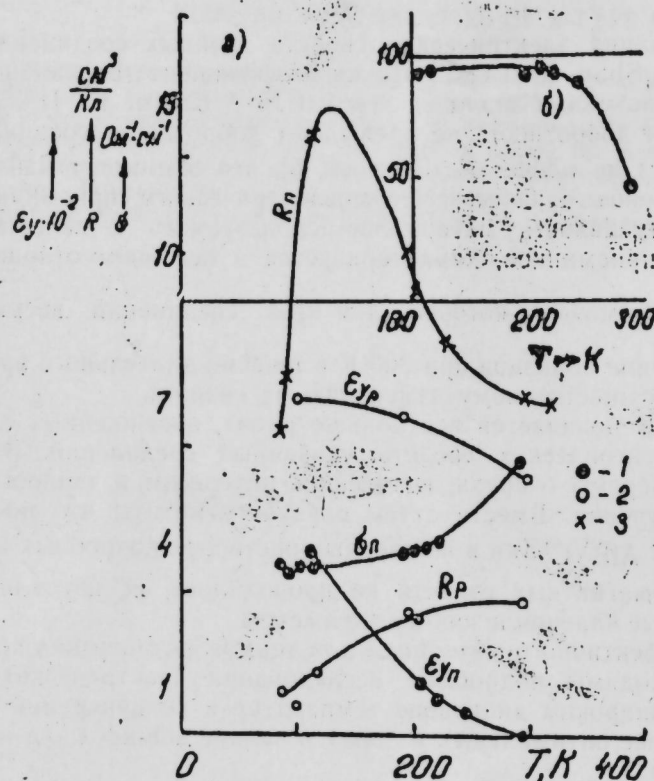


Рис. 1. Температурные зависимости электропроводности  $\sigma$ , коэффициента Холла  $R$ , коэффициента Нернста—Эттинсгаузена  $\epsilon$  твердого раствора  $\text{AgBi}_{0.5}\text{Sb}_{0.5}\text{Te}$ : 1 —  $n = 6,5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ ; 2 —  $n = 7,1 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ ; 3 —  $n \approx 1,0 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  при 90 К

образцов. Температурные зависимости  $R$  и  $\sigma$  (рис. 1) указывают на то, что в исследуемом образце с  $n = 7 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  до  $T = 250 \text{ К}$  реализуется примесная проводимость. Подвижность электронов  $I_n$  определялась как произведение  $R\sigma$ . Можно полагать, что ошибка, допущенная при этом, незначительна, поскольку в рассматриваемом образце до 300 К концентрация дырок еще невелика. Как видно из температурной зависимости  $I_n$  (рис. 2), в интервале 88–300 К  $I_n$  от температуры не зависит, что соответствует рассеянию вырожденного электронного газа на ионизированных примесях. Дальнейшее уменьшение  $I_n$  можно связать с рассеянием электронов на тепловых колебаниях решетки. Зависимость  $\alpha(T)$  (рис. 2) подтверждает выводы из  $R(T)$ ,  $\sigma(T)$  и  $I_n(T)$ .

Замедление роста  $\alpha$  с температурой (выше  $T \approx 250 \text{ К}$ ), очевидно, также связано с началом смешанной проводимости. И из этой зависимости видно, что вклад дырок в проводимость незначителен. Температурная зависимость  $\frac{\Delta\rho}{\rho_0}$  находится в соответствии с температурной зависимостью подвижности. Резкое уменьшение  $\epsilon_y$  с  $T$  (рис. 1) связано

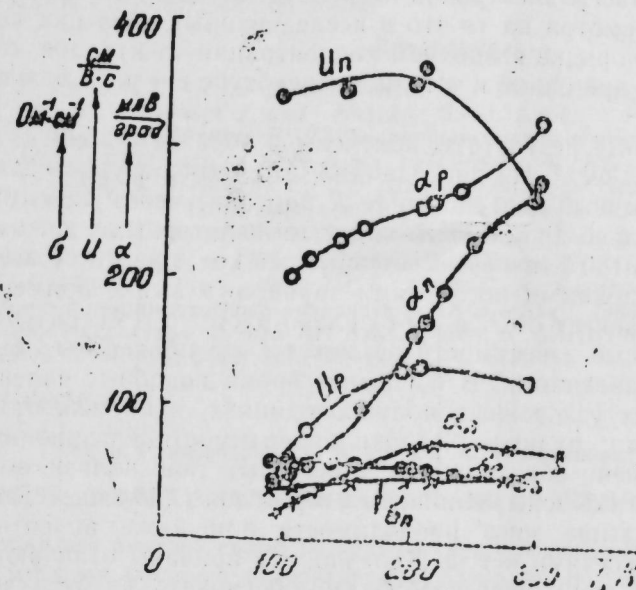


Рис. 2. Температурные зависимости электропроводности  $\sigma$ , подвижности  $I_n$ , термоэда  $\alpha$  твердого раствора  $\text{AgBi}_{0.5}\text{Sb}_{0.5}\text{Te}$ . Обозначения те же, что и на рис. 1

как с возрастанием концентрации, так и с уменьшением подвижности. Температурные зависимости  $\sigma$  и  $\alpha$  образца с концентрацией дырок, превышающей примерно на 2 порядка концентрацию электронов, соответствуют полупроводникам с одним типом носителей заряда (дырок).

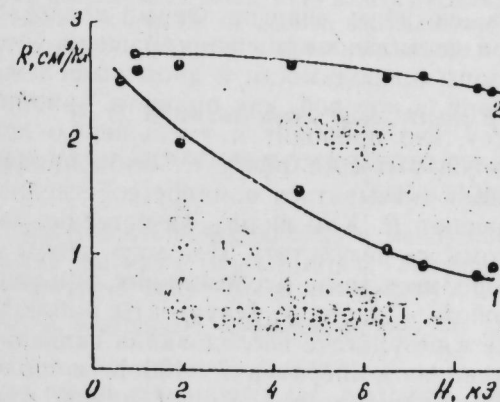


Рис. 3. Полевая зависимость коэффициента Холла твердого раствора  $\text{AgBi}_{0.5}\text{Sb}_{0.5}\text{Te}$   $n = 7,1 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  при 90 К) при 1: 1 — 89,6; 2 — 197,2 К

Обращает на себя внимание температурная и полевая зависимости  $R$ . Заметное уменьшение  $R$  с увеличением  $H$  свидетельствует о том, что

в соединениях типа  $A^IVB^VC_2^{VI}$  и их твердых растворах подвижности электронов значительно превышают подвижность дырок. Поэтому, несмотря на выполнение условия  $\mu \gg \eta$ , роль электронов в гальвано- и термомагнитных явлениях все же сказывается. Об этом свидетельствует и большое значение  $\epsilon_y$  (рис. 1). Действительно, холловская подвижность электронов  $\mu_n$  при 100 К на порядок выше подвижности дырок. Конечно, это означает, что эффективная масса дырок  $m$  значительно больше эффективной массы электронов  $m^*$ . Этот вывод подтверждается и значениями  $\alpha$ . Несмотря на то что в исследованных образцах концентрация дырок на 2 порядка выше, чем концентрация электронов, термоэдс в  $p$ -типа образце при одной и той же температуре в 4 раза больше, чем в образце  $n$ -типа.

Наиболее интересные результаты получены в образце с концентрацией электронов  $\sim 10^{18} \text{ см}^{-3}$ . Из рис. 1 видно, что температурная зависимость  $R$  имеет необычный ход: значение  $R$  проходит через максимум в районе 130 К. Несколько аномальный вид у температурных зависимостей  $\sigma$  и  $\alpha$  (рис. 2): до 180 К  $\alpha(T)$  имеет обычный ход, присущий полупроводникам с вырожденными носителями зарядов, а выше, примерно до 300 К,  $\alpha$  почти не зависит от  $T$ , а  $\sigma(T)$  слабо растет с температурой. Подобные температурные зависимости могут быть объяснены обычными зонными представлениями. В последнее время подобные явления встречаются во многих узкозонных полупроводниках, и объясняют их несколькими причинами: наличием в зоне проводимости квазилокальных примесных уровней, образованием примесных зон вблизи зоны проводимости и валентной зоны, влиянием второй зоны, лежащей энергетически несколько выше зоны проводимости или ниже валентной зоны, макронеоднородностями и т. д. Конечно, эти причины отличаются одна от другой и в каждом случае необходимо обосновать, какая из них имеет место для рассматриваемого объекта.

Наличие в зоне проводимости квазилокальных примесных уровней приводит к тому, что в значительной доле образцов эти уровни играют роль ловушек для носителей заряда. При этом концентрация носителей заряда  $n$  (или  $p$ ) уменьшается ( $R$  растет), а при дальнейшем увеличении  $T$  вследствие ионизации примесных уровней концентрация  $n$  (или  $p$ ) увеличивается, что приводит к уменьшению  $R$ .

В случае наличия в зоне проводимости квазилокальных примесных уровней приводит к тому, что в значительной доле образцов эти уровни играют роль ловушек для носителей заряда. При этом концентрация носителей заряда  $n$  (или  $p$ ) уменьшается ( $R$  растет), а при дальнейшем увеличении  $T$  вследствие ионизации примесных уровней концентрация  $n$  (или  $p$ ) увеличивается, что приводит к уменьшению  $R$ .

Кобальтовые соединения  $AgSbTe_2$  и  $AgBiTe_2$  являются образцами зонных полупроводников с одним из компонентов является  $BiTe_3$  или  $Sb_2Te_3$ , высшая валентная зона ( $3p$ ) в зоне проводимости (рис. 2).

зоны). О наличии второй зоны в зоне проводимости и валентной зоне  $AgSbTe_2$  в точке  $\kappa = 0$  имеются данные и в [9]. Видимо, в твердых растворах на основе  $AgBiTe_2$  и  $AgSbTe_2$  зоны могут менять лишь энергетический зазор. Конечно, этот вопрос следует подробно исследовать и с привлечением оптических исследований. Но тем не менее можно полагать, что наблюдаемые нами зависимости  $R(T)$ ,  $\sigma(T)$  и  $\alpha(T)$  для образца  $n$ -типа проводимости обусловлены наличием в зоне проводимости второй вышележащей зоны.

#### Литература

1. Wernick J., Geller S. and Benson K.—Phys. Chem. Solids, 1958, 7, 240—248.
2. Wolfe R., Wernick J. and Haszko S.—J. Appl. Phys., 1960, v. 11, № 11.
3. Петров А. В., Штрум Е. Л. Теплопроводность и химическая связь соединений типа  $ABX_3$ .—ФТТ, 1962, т. 4, № 6, с. 1442—1448.
4. Irie T.—J. Phys. Soc. Japan, 1962, 17, 1810.
5. Ненсберг Е. Д., Штрум Е. Л. О теплопроводности  $AgSbTe_2$ .—ФТТ, 1963, т. 5, № 12.
6. Астахов О. П., Иванова А. Б., Маркиан М. А., Симиновский Л. М. Термоэлектрические свойства  $Ag_{0,82}Sb_{1,18}Te_{2,18}$ . Неорг. материалы, 1974, т. 10, № 9, с. 1735.
7. Gochev D., Decheva St., Dimitrova St. and Hristakuidis G.—Bulg. J. Phys., 1980, 7, 3.
8. Алиев С. А., Багиров Д. А., Зейналов С. А. Гальвано-и термомагнитные явления в  $AgBiTe_2$ —Баку, 1984.—18 с.—Рукопись представлена Институтом физики АН АзССР. Деп. в ВИНТИ 2 марта 1984, № 1685.
9. Balwa M.—Phys. Stat. Sol. (b), 1980, 101, 389.

АзИНЕФТЕЛИМ

Поступило 5. VII 1985

М. И. Рамазанзаде, С. А. Алиев, С. Г. Абдинова, Д. А. Рагимова

#### $AgBi_{0,5}Sb_{0,5}Te$ БЭРК МЭЛЛУЛОНДА ГАЛВАНО ВЭ ТЕРМОМАГНИТ НАДИСЭЛЭРИ

Мәгаләдә бирбаша синтез вә ардычыл кристаллашдырма јолу илә  $AgBi_{0,5}Sb_{0,5}Te$  бәрк мәллулуи алындығы кәстәрилмишдир. Назырланмыш  $p$  вә  $n$ -тип нүмунәләрдә електрик кечирмә  $\sigma$ , термос  $h$ . г.  $\alpha$ , Холл  $R$ , Нернст — Эттинсгаузен  $E_y$ , магнит мұғавимәти  $\frac{\Delta\rho}{\rho_0}$  җәмсалларынын температурдан (80—300К) вә магнит сәһәсиндән (1—9кЭ) асылылығы тәдгиг едилмишдир.

Мүәјјән едилмишдир ки, электронлар  $\sim 250K$  температура гәдәр нонлашмыш ашгарлардан сәпилрләр, даһа јүксәк температурларда исә сәпилмәјә гәфәсин истилик рәгсләри дә тәсир кәстәрир.

Ашкар едилмишдир ки,  $n \approx 10^{18} \text{ см}^{-3}$  олан нүмунәдә  $R$ -ик гиймәти  $\sim 130K$  әтрафында максимумдан кечир,  $\sigma(T)$  вә  $\alpha(T)$  асылылыглары исә аномал характер дашыјур.

Куман едилр ки, бу аномал асылылыглар кечиричи зонанын дахилиндә бир гәдәр ондан јухарыда јерләшән зонанын варлылығы илә әләгәрдир.

M. G. Ramazan-zade, S. A. Aliev, S. G. Abdinova, D. A. Ragimova

#### GALVANO-AND THERMOMAGNETIC PHENOMENA IN $AgBi_{0,5}Sb_{0,5}Te$ SOLID SOLUTIONS

The samples of  $AgBi_{0,5}Sb_{0,5}Te$  solid solutions are grown by direct synthesis with the following crystallization. Temperature (80—300 K) and field (1—9 kG) dependences of the electrical conductivity  $\sigma$ , t. e. m. f.  $\alpha$ , Hall  $R$  and Nernst—Ettinshausen  $\epsilon_y$  coefficients, magnetoresistivity  $\frac{\Delta\rho}{\rho_0}$  of  $n$ - and  $p$ -type samples are measured.

It is shown that up to 250 K electrons are scattered on the ionised impurities and at higher temperatures the scattering on the lattice thermal vibrations takes place.

It was discovered that in the sample with  $n \approx 10^{18} \text{ cm}^{-3}$   $R$  passed through maximum and temperature dependences  $\sigma$  and  $\alpha$  were abnormal. It is supposed that the observed abnormal dependences are connected with the second energy band lying a little higher than the conduction band.

Чл.-корр. РАН АЗССР ИМ. Г. ШАТАХТИНСКИИ, А. И. МАМЕДОВ,  
Н. И. АЛИЕВ, А. МАЛКЕВБАНОВ, М. А. РАМАЗАНОВ

ПОВИСТОРНЫЙ ЭФФЕКТ В ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Повисторный эффект в композициях на основе полимерных диэлектриков и диспертированных в них кристаллических сегнетоэлектриков имеет место и определяется величиной барьера ( $\phi$ ) на границе полимер-диспертир [1].

Величина барьера при взаимной концентрации ( $N$ ) носителей зарядов и ширины объемного канала ( $d$ ) определяет степень изменения диэлектрической проницаемости ( $\epsilon$ ) композиции. Диэлектрическая проницаемость композиции в зависимости от температуры существенно зависит от надмолекулярной структуры (НМС) матрицы. Поэтому можно предполагать, что, варьируя НМС матрицы, можно регулировать величину положительного температурного коэффициента сопротивления (ПТКС) композиций. НМС матрицы существенно зависит от температурно-временного режима кристаллизации, термической обработки и отжига. Поэтому в данной статье рассмотрены влияния указанных факторов на повисторный эффект в композициях на основе полимерных диэлектриков и сегнетоэлектриков. Такие исследования необходимы с целью выделения вкладов основных факторов ( $N, d, \phi$ ), определяющих величину барьера на границе полимер-диспертир. В качестве компонентов композиции использованы изотактический полипропилен (матрица) и сегнетоэлектрик (диспертир) на основе ЦТС тетраэдральной структуры.

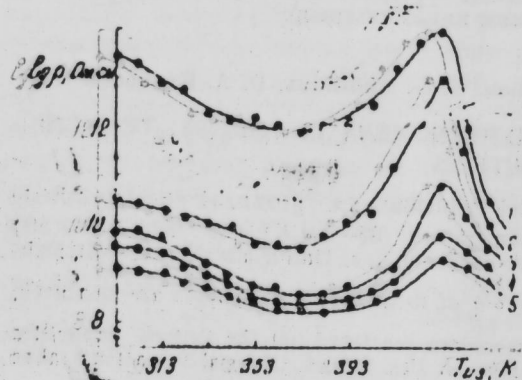


Рис. 1. Температурная зависимость логарифма объемного удельного сопротивления  $lg \rho$  композиций ПП + ЦТС при различном объемном содержании ( $\phi$ ) ЦТС: 1 — 10; 2 — 20; 3 — 30; 4 — 40; 5 — 50 об. %

Методика получения композиции описана в работе [2]. Температурная зависимость сопротивления измерялась тераомметром Е6-13А при

напряжении 10 В после выдержки образцов под напряжением в течение 30 мин. Температура изменялась линейно со скоростью 1—3 К/мин.

На рис. 1 приведена зависимость  $lg \rho$  от температуры композиций при различных объемных содержаниях ( $\phi$ ) в них сегнетокерамики. Судя по рисунку, при всех содержаниях  $lg \rho$  сначала несколько уменьшается до температуры  $\sim 373$  К, а затем быстро растет, достигая максимума при 433 К, после чего опять уменьшается. Из рисунка также видно, что величина температурного коэффициента сопротивления (ТКС) от  $\phi$  имеет экстремальный характер и достигает максимального значения объемного содержания сегнетоэлектронаполнителя, равного 20—30%.

Исследована зависимость  $lg \rho$  от  $T$  композиций ПП + 20% об. ЦТС, полученная при различных температурно-временных режимах кристаллизации. Как видно, величина сопротивления в зависимости от  $T$  в большей степени изменяется у охлажденных в жидком азоте образцах. Самые низкие ТКС имеют медленно охлажденные образцы. Исследованы также температурные зависимости диэлектрической проницаемости указанных композиций. Температурные зависимости  $lg \rho = f(T)$  и  $\epsilon = f(T)$  выявляют взаимосвязь между степенью изменения величины диэлектрической проницаемости и объемным сопротивлением композиции. В образцах, охлажденных в среде жидкого азота,

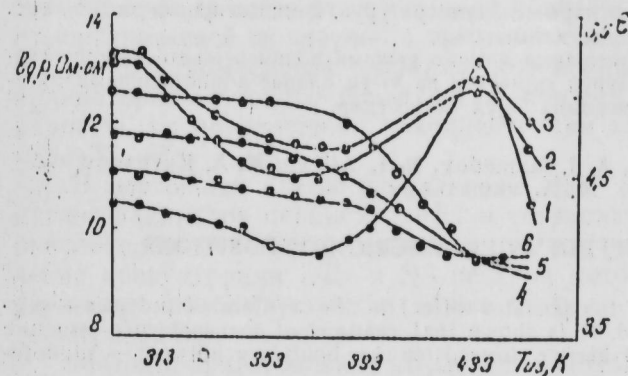


Рис. 2. Температурные зависимости  $lg \rho$  (1, 2, 3) и  $\epsilon$  (4, 5, 6): 1, 4 — для образцов закаленных в воде; 2, 5 — термообработанных; 3, 6 — отожженных

$\epsilon$  при  $\sim 433$  К выше, и потому в них наблюдается более ярко выраженный повисторный эффект.

На рис. 2 приведены зависимости  $lg \rho, \epsilon$  от  $T$  для отожженных и предварительно термообработанных образцов композиций ПП + 20% об. ЦТС. Как видно из рисунка, отжиг и термообработка существенно уменьшают ТКС и степень изменения  $\epsilon$  от  $T$ .

Причины большого изменения закаленных в среде жидкого азота образцов, связаны, по-видимому, с относительно большим температурным коэффициентом расширения их при температуре плавления кристаллической фазы. Действительно, можно полагать, что в образцах со сферолитовой структурой из-за существования большого числа переходных тяжк между отдельными сферолитами их температурный коэффициент расширения будет меньше при температуре плавления. Некоторым подтверждением этого является тот факт, что величина эндотермического пика дериватограмм для закаленных образцов больше, чем для сферолитовых.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии некоторой взаимосвязи между изменением НМС матрицы, температурной зависимостью диэлектрической проницаемости и формированием позисторного эффекта в композициях. Однако наблюдаемую заметную разницу величин ПТКС этих образцов нельзя объяснить только степенью изменения диэлектрической проницаемости. Следует исследовать также влияние температурно-временного режима кристаллизации и термообработки на ширину объединенного слоя, сформировавшегося на границе полимер-пьезочастицы.

#### Литература

1. Лайнс М., Гласс. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. — М.: Мир, 1981. 2. Шахтактинский М. Г., Гусейнов Б. А., Курбанов М. А., Газарян Ю. Н., Гулиев А. О. Пьезоэлектрический эффект в композиции полиэтилен и ЦТС-19 — ФТТ, 1983, т. 25, № 12.

ОКБ «Регистр» ИФАН АзССР

Поступило 29.VII 1985

М. Г. Шахтактински, Э. И. Маммадов, Н. И. Алиева,  
М. Э. Гурбанов, М. Э. Рамазанов

#### ПОЛИМЕР КОМПОЗИЦИОНАЛДАРДА ПОЗИСТОР ЭФФЕКТИ

Мәгаләдә полимер-сегнетопъезоэлектрик системиндә позистор эффекти композицияда сегнетопъезоэлектрик һәм миңдарынын, температуран, композициянын алынма технологиясынын вә сәсылылыгындан данышылыр.

Көстәрилмишдир ки, композициянын алынма режимин полимерсегнетоэлектрик сәһәддиндә јаранан потенциал чухурун гиймәтинә вә ујғун олараг композициянын мүғавимәтинин мүсбәт температур әмсалына бәјүк тәсир едир.

M. G. Shakhhtakhtinsky, A. I. Mamedov, N. I. Alieva, M. A. Kurbanov,  
M. A. Ramazanov

#### THE POSISTOR EFFECT IN POLYMERIC COMPOSITIONS

The properties of forming the posistor effect in the system of polymer—segnetopiezoelectric are considered. It is shown that changes of over molecule structure influence on the magnitude of barrier, formed on the boundary polymer—segnetoelectric.

УДК 66.094

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Чл.-корр. АН АзССР Б. А. ДАДАШЕВ, С. М. МАМЕДОВА, А. А. САРЫДЖАНОВ,  
А. М. МУСАЕВ, Э. Г. ИСМАИЛОВ

#### ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ПАВ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКИСИ АЛЮМИНИЯ, СОДЕРЖАЩЕЙ ПАЛЛАДИЙ, В РЕАКЦИИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ n-ГЕКСАНА

Поверхностные свойства окисных систем могут быть выражены как их электроноакцепторные (ЭА) и электронодонорные (ЭД) свойства по отношению к адсорбированным молекулам. Взаимодействие ЭА и ЭД органических молекул с поверхностью окисных систем может привести к образованию парамагнитных анион- и катион-радикалов [1, 2]. Возникновение на поверхности окисных систем анион- или катион-радикалов зависит прежде всего от потенциала ионизации, или сродства к электрону, органической молекулы, а также от состояния поверхности окисных систем. В таком случае, выбирая подходящие органические молекулы-индикаторы, состояние поверхности окисных систем можно дифференцировать по образованию и концентрации адсорбированных ион-радикалов [3—5].

В настоящей статье по спектрам ЭПР адсорбированных анион- и катион-радикалов перилена (РЕ) и тетрацианэтилена (ТСНЕ) изучены окислительно-восстановительные свойства ряда образцов  $Al_2O_3$ , получение концентрации ЭД- и ЭА-центров методом ЭПР изложены в [6]. держащих катализаторов, а также их связь с активностью в реакции изомеризации n-гексана.

Методы приготовления  $Al_2O_3$  для синтеза катализаторов и определение концентрации ЭД- и ЭА-центров методом ЭПР изложены в [6]. Некоторые физико-химические характеристики образцов  $Al_2O_3$  приведены в таблице.

Алюмопалладиевые катализаторы ОСд-1 (ПАВ-ацетон) и ОСд-9 (ПАВ-диэтилендиамин) получали пропиткой прокаленной окиси алюминия рассчитанным количеством раствора хлористого палладия (0,5 вес. % Pd). В качестве эталона был взят промышленный оксид алюминия, а также приготовленный на его основе Pd-содержащий окисный катализатор. Удельная поверхность для  $Al_2O_3$ - и Pd-содержащих окисных катализаторов определялась газохроматографическим методом, а концентрация электронодонорных и электроноакцепторных центров — методом ЭПР с использованием индикаторов ТСНЕ и РЕ, образующих соответственно анион- и катион-радикалы.

Pd-содержащие окисные катализаторы на лабораторной установке проточного типа при 450 °С, объемной скорости подачи сырья 1,0 ч<sup>-1</sup>, продолжительности опыта 1 ч и мольном отношении  $H_2/CH = 3$  исследовались на активность в реакции изомеризации n-гексана. Продукты реакции анализировали хроматографическим методом.

Как видно из таблицы, модификация среды при образовании геля приводит к получению гидроокисей алюминия различной структуры, представляющих собой байерит (ОС-9) и байерит с примесью бемита

Физико-химические и каталитические свойства катализаторов на основе  $Al_2O_3$ , синтезированных в присутствии различных ПАВ

Свойства	ОС-1	ОС-9	$Al_2O_3$ пром	ОСd-1	ОСd-9
Кристаллографические структуры гидроокисей	Байерит, бемит	Байерит		Байерит, бемит	Байерит
Уд. поверхность, $m^2/g$	213	316	170	228	340
Пористость, %	63,5	65,1	61,2	65,2	67,4
Суммарный объем пор, $cm^3/g$	0,54	0,55	0,47	0,61	0,65
Структурная вода, вес. %	32,2	31,8	—	34,1	32,5
Хим. состав	$Al_2O_3 \cdot 2,5H_2O$	$Al_2O_3 \cdot 2,4H_2O$	—	—	—
Кислотность (по методу бутил-амин. титрования), ммоль/г					
+1,5 Н+3,3	0,51	0,52	0,51	0,52	0,54
-3 Н-5,2	0,44	0,45	0,43	0,45	0,46
-8,2 Н-13,3	0,42	0,42	0,44	0,39	0,39

(ОС-1). По пористости, суммарному объему пор, содержанию структурной воды, химическому составу, а также по кислотности они практически одинаковы, однако величина удельной поверхности у ОС-9 больше, чем у ОС-1.

Все активированные образцы  $Al_2O_3$  обнаруживают сигналы ЭПР ион-радикалов при адсорбции ТСНЕ или РЕ, причем образование ион-радикалов при адсорбции перилена происходит лишь в присутствии адсорбированного кислорода<sup>1</sup>.

Интенсивность сигнала с понижением температуры измерения повышается, что присуще парамагнитным изолированным системам, характеризующимся спином  $s = 1/2$ . Наблюдаемый сигнал проявляет СТ-структуру (СТС) из 7 линий, отстающих друг от друга на 3,6 Гс. Подобный спектр наблюдался при адсорбции РЕ на различные окисные системы и приписан катион-радикалу  $PE^+$  СТС, проявляющемуся в спектре и обусловленному взаимодействием неспаренного электрона с протонами периленового кольца. В растворах для катион-радикала  $PE^+$  обнаруживается [9] хорошо разрушенный сигнал ЭПР, на основании чего можно определить константы СТС неспаренного электрона с  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -протонами (рис. 1) периленового кольца ( $Q_K^\alpha = 4,11$ ,  $Q_K = 0,09$  и  $Q_K^\beta = 0,46$  Гс).

Близость значений  $g$ -факторов адсорбированного катион-радикала  $PE^+$ , ион-радикала  $PE^+$  в растворах, по-видимому, отражает слабую чувствительность  $g$ -фактора к воздействию поверхностного поля и не позволяет оценить степень и характер возмущения энергетических уровней катион-радикала поверхностным полем, хотя это обычно удается сделать, например, для анион-радикала  $O_2^-$ , стабилизированного на по-

<sup>1</sup> Механизм влияния адсорбированного кислорода на образование катион-радикала  $PE^+$  не совсем ясен и требует специального рассмотрения.

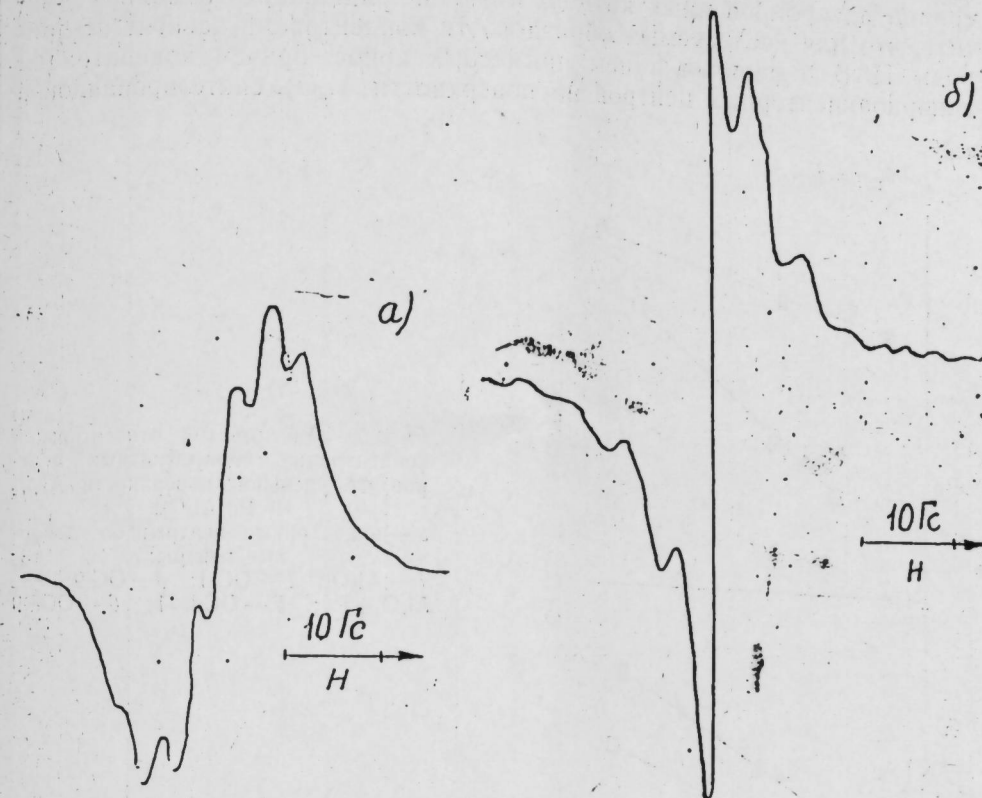


Рис. 1. Спектр ЭПР адсорбированного на различные системы  $Al_2O_3$ , прокаленной при 600 (ОС-9) и 300 °С из бензольного раствора перилена (а) и ТСНЕ (б)

верхности различных окисных систем [11]. Однако исследование ЭНДОР-спектров адсорбированного катион-радикала  $PE^+$  на различных окисных системах позволяет утверждать, что по константе СТС от  $\beta$ -протонов катион-радикала  $PE^+$  можно установить заметное влияние типа окисной системы на состояние стабилизированного катион-радикала [8].

Спектр ЭПР анион-радикала ТСНЕ, стабилизированного на поверхности  $Al_2O_3$ , который прокален при 300 °С, приведен на рис. 1. Этот спектр представляет собой достаточно четко разрешенный сигнал из 9 сверхтонких линий, обусловленный взаимодействием неспаренного электрона с четырьмя эквивалентными ядрами азота ( $d_N = 3,6$  Гс), и хорошо известен в литературе [12].

Следует отметить, что если температура предварительной прокалики не превышает 400 °С, то при адсорбции перилена катион-радикал не образуется, а адсорбция ТСНЕ при этих же условиях сопровождается появлением сигнала ЭПР от анион-радикала  $TCNE^-$ . Следовательно, при температурах прокалики ниже 500 °С  $Al_2O_3$  проявляет ярко выраженные электронодонорные, а при  $t \geq 500$  °С — электроакцепторные свойства.

Если силу ЕА- и ЭД-свойств поверхности выразить через концентрации адсорбированных катион- и анион-радикалов, то можно заметить, что для исследуемых образцов эти концентрации зависят от природы ПАВ и наличия в нем примесных ионов, причем концентрация донорноакцепторных центров на поверхности  $Al_2O_3$ , синтезированной в

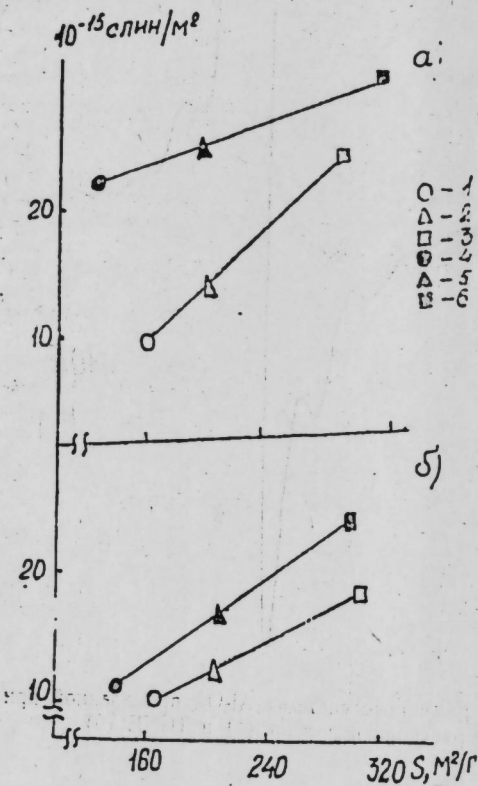


Рис. 2. Зависимость относительной концентрации парамагнитных центров от удельной поверхности  $Al_2O_3$  и Pd/ $Al_2O_3$ : а — акцепторные центры; б — донорные центры: 1 —  $Al_2O_3$ ; 2 — OC-1; 3 — OC-9; 4 —  $Al_2O_3$ +Pd; 5 — OCd=1; 6 — OCd=9

присутствии ДЕТА (OC-9), больше, чем у (OC-1), а введение Pd в  $Al_2O_3$  приводит к увеличению концентрации ЭА- и ЭД-центров (рис. 2).

Для синтезированных окисных систем обнаруживается заметное влияние природы ПАВ, используемых при синтезе  $Al_2O_3$ , на их каталитические свойства. Так, при ацетоне избирательность катализаторов в реакции изомеризации *n*-гексана в 1,2 раза выше и составляет 58,7% против 48,3.

Таким образом, по данным ЭПР-измерений, введение Pd в  $Al_2O_3$  приводит к увеличению абсолютной концентрации акцепторных центров. Из результатов исследования каталитических свойств следует, что без Pd системы практически неактивны в реакции изомеризации *n*-гексана.

#### Литература

1. Rooney J. J. and Pink R. C.—Proc. Chem. Soc., 1961, p. 70.
2. Brouwer D. W.—Chem. Ind., 1961, p. 177.
3. Luniford J. H.—Adv. Catalysis, 1972, p. 265.
4. Flockhart B. D. Surface and Defect Properties of Solids.—The Chemical Society, 1973, p. 69.
5. Локтев М. И., Слинкин А. А.—усп. хим., 1976, т. 45, с. 807.
6. Дадашев Б. А., Меджидов А. А., Сариджанов А. А. и др. Химическая кинетика и

катализ.—М.: Наука, 1979, с. 159.

7. Muha G. M.—1. Phys. Chem., 1967, p. 640.
8. Clarkson B. R.—In: Magnetic Resonance in Colloid and Interface Science/Ed. by J. P. Fraissard and H. A. Resing, 1980, p. 425.
9. Flockhart B. D., Scott J. A. N., Pink R. C.—Trans. Faraday Soc., 1966, p. 730.
10. Colpa J. P. and Bolton J. R.—Mol. Phys., 1963, p. 273.
11. Lunsford J. H.—Catal. Rev., 1973, p. 135.
12. Flockhart B. D., Nacchache C., Scott J. A. N. and Pink R. C.—Chem. Commun., 1965, p. 238.

ИНХП им. Ю. Г. Мамедалиева АН АЗССР

Поступило 2, IV 1984

Б. А. Дадашов, С. М. Мэмэдова, Э. Э. Сарычанов, А. М. Мусаев,  
Е. Г. Исмаилов

#### Н-ГЕКСАНЫН ИЗОМЕРЛЭШМЭ РЕАКСИЯСЫНДА ПАЛЛАДИУМ ТЭРКИБЛИ ОКИС АЛУМИНИУМУН СӨТӨ ВЭ КАТАЛИТИК ХАССЭСИНЭ САМ ТЭБИЭТИНИН ТӨСРИ

Мәгаләдә алюминий оксиди вә онун эсасында һазырланмыш палладий тәркибли оксид катализаторларынын электронодонор (ЕД) вә электроноакцептор (ЕА) мәркәзләри адсорбция олунмуш перилен (РЕ) вә тетрацианэтиленни (ТСНЕ) анион вә катион-радикаларынын ЭПР спектрилә өйрәнилмишдир.

Алюминий оксидинин сөтһиндәки ЕД вә ЕА мәркәзләрин гатылығы, онун синтези заманы сөтһи актив маддәнин (САМ) тәбиәтиндән асылдыр.

Палладий эләвә етдикдә исә бу мәркәзләр чоһалыр вә онун изомерләшмә габилитәти жүксәлир.

B. A. Dadashev, S. M. Mamedova, A. A. Saridjanov, A. M. Musaev,  
E. G. Ismailov

#### THE EFFECT OF SAS NATURE ON SURFACE AND CATALYTIC PROPERTIES OF PD-CONTAINING ALUMINIUM IN REACTION OF ISOMERIZATION OF *n*-HEXANE

Electronodonor- and electronoacceptor-properties of number of samples of aluminium and Pd-containing catalysts prepared on their base are studied by EPR-spectra of adsorbed anion- and cation-radicals of perillene (RE) and tetracyanethylene (TCNE). The concentration of donor-acceptor properties on aluminium surface depends on SAS used in its synthesis, and introduction of Pd into its composition increases these properties.

М. А. БАГИРОВ, А. М. ГОРБУНОВ, Р. С. АЛИМАРДАНОВ, В. П. МАЛИН

**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПЛЕНКИ ХЛОРМЕТИЛПОЛИСТИРОЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ АКТИВИРОВАННОГО КИСЛОРОДА**

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

Плазмохимическое травление полимерных материалов, осуществляемое обработкой их поверхности кислородсодержащей плазмой, которая получается разрядом при давлении 1—15 мм рт. ст., успешно применяется для выявления морфологии полимеров, придания им адгезионных свойств, удаления фоторезиста в технологии изготовления интегральных схем и т. п. Метод включает в себя воздействие электронно-ионной компоненты, нейтральных активных частиц, в первую очередь атомов кислорода, и вакуумного ультрафиолетового излучения (ВУФ) [1]. Предполагается [2], что травление полимеров плазмохимическим способом производится в две стадии: активацией молекул полимера электронно-ионной бомбардировкой и окислительной деструкцией в результате взаимодействия с атомами кислорода, т. е. основную роль в травлении играет химическая реакция макромолекул с атомами кислорода. Электронно-ионная бомбардировка может привести к нежелательным эффектам при плазмохимическом травлении, в частности к карбонизации поверхности и даже ее расплаву в результате нагрева [3], вследствие чего для каждого полимера требуется подобрать свой электрический режим обработки.

Для устранения этих недостатков предлагается струевая обработка полимеров активированным (частично диссоциированным на атомы) кислородом (АК) [4]. Струя АК, получаемая с помощью тлеющего разряда при давлении 1—5 мм рт. ст., выводится из разрядной камеры в рабочую, где расположены обрабатываемые образцы, через сопло, на стенках которого происходит рекомбинация носителей зарядов, в результате чего на образцы действуют лишь нейтральные частицы и ВУФ. Если действие атомов кислорода сводится в основном к окислительной деструкции поверхностного слоя полимера и его эрозии, то ВУФ может привести к сшивке макромолекул и структурированию образца.

С учетом широкого применения хлорметилполистирола (ХМПС) в электронной промышленности в композициях фоторезистов в данной статье нами исследованы изменение структуры и потеря массы ХМПС под действием как струи АК, так и одного УФ-излучения.

ХМПС с разным содержанием хлора получали хлорметилированием ПС монохлорметиловым эфиром в дихлорэтано в присутствии катализатора ( $ZnCl_2$  или  $SnCl_2$ ) при комнатной температуре до необ-

ходимой степени замещения водорода бензольного ядра в ПС на хлорметильную группу. Пленки ХМПС готовили на целлофановой подложке в палочках из раствора полимера в бензоле медленным испарением растворителя и отторжением целлофана в воде.

Полученные образцы пленок разной толщины подвергались действию АК по ранее описанной методике [4]. Для изучения действия только УФ сопло разрядной камеры закрывали кварцевым колпаком, пропускающим УФ и задерживающим атомы кислорода. Потерю массы пленок площадью 10 см<sup>2</sup> определяли гравиметрически, а структуру изучали по ИК-спектрам.

В исследованном интервале времен обработки (до 80 мин) потеря массы пленок ХМПС со временем действия АК возрастает по закону, близкому к линейному (рис. 1). С увеличением толщины образца от 30

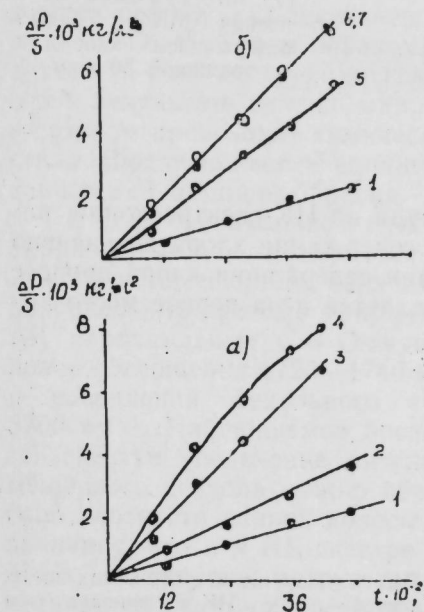


Рис. 1. Зависимость потери массы пленок ХМПС с содержанием хлора 5% (а) и 11% (б) толщиной 15' (5), 30(2,6), 50(3); 60(7) и 70(4) мкм от времени обработки в АК (1 — индивидуальный ПС)

до 70 мкм у пленок ХМПС с 5%-ным содержанием хлора потеря массы возрастает; у пленок с 11%-ным содержанием хлора увеличение потери массы наблюдается только для образцов малых толщин. При больших толщинах графики потери массы со временем обработки в АК практически совпадают. Сравнение скоростей разрушения 30-мк пленок ХМПС с разным содержанием хлора показывает, что у образцов, содержащих 5% хлора, она в 2 раза больше. В образцах ХМПС с большим содержанием хлора появляется гель-фракция, сопровождающаяся потерей растворимости, в то время как у пленок с 5%-ным содержанием хлора после обработки в АК при растворении — лишь незначительные следы ее. В опытах по воздействию на пленку ХМПС УФ-излучения также установлено образование нерастворимого осадка — гель-фракции. В пленке ХМПС с 5%-ным содержанием хлора гель-фракция представлена тонкими длинными нитями, а у образцов с 11%-ным содержанием хлора — отдельными нерастворимыми кусочками пленки.

О степени деструкции ХМПС под действием АК удобно судить по убыли оптической плотности ИК-поглощения полос при 690 см<sup>-1</sup> (ко-

лебания связи C—Cl), 1070 см<sup>-1</sup> (C—C-связь углеродного скелета главной цепи), 1600 см<sup>-1</sup> (колебания бензольного кольца). Быстрее всего разрушается связь C—Cl. У образцов с 5%-ным содержанием хлора наиболее медленно убывает интенсивность полосы бензольного кольца (рис. 2), а у образцов с 11%-ным содержанием хлора — скелета угле-

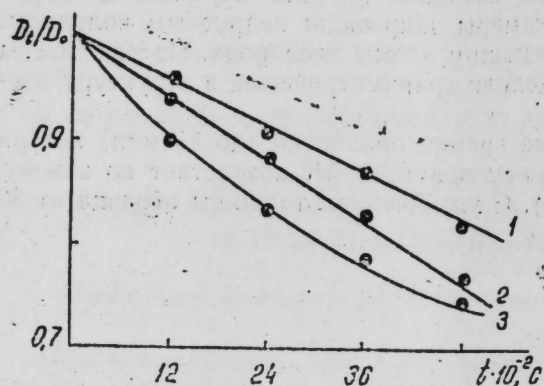


Рис. 2. Изменение оптических плотностей полос ИК-поглощения при 1600 (1), 1070 (2) и 690 (3) см<sup>-1</sup> пленки ХМПС с 5%-ным содержанием хлора и толщиной 30 мкм

родных цепей (рис. 3). Таким образом, судя по ИК-спектроскопии, наряду с разрывом связи C—Cl при малом содержании хлора интенсивно разрушаются главные цепи; при увеличении содержания хлора процесс разрушения главной цепи несколько замедляется и на первое место выступает превращение бензольных колец.

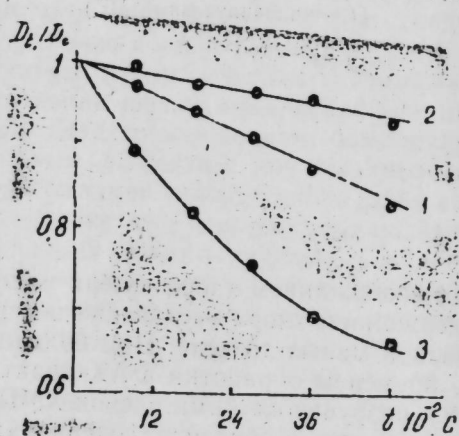


Рис. 3. Изменение оптических плотностей полос ИК-поглощения при 1600 (1); 1070 (2) и 690 (3) см<sup>-1</sup> пленки ХМПС с 11%-ным содержанием хлора и толщиной 30 мкм

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. Химические превращения пленки ХМПС определяются числом образующихся в единицу времени атомов кислорода, зависящим от электрического режима в разрядной трубке, скоростью диффузии их в полимер и концентрацией связей C—Cl, с которыми они могут реагировать. У пленок с 5%-ным содержанием хлора концентрация C—Cl-связей слишком мала для того, чтобы все образующиеся атомы кислорода, прошедшие на некоторую глубину в полимер, могли прореагировать с ними, поэтому с увеличением толщины образца глубина поверхностного слоя, в котором локализованы реакции, будет увеличиваться. Основной

реакцией является разрыв связи C—Cl с последующим образованием HCl и HClO, действие которых, в свою очередь, приводит к разрыву главных цепей, обуславливающему потерю массы образца. Бензольные кольца при этом уходят из образца в основном за счет разрывов главной цепи. Поперечная сшивка макромолекул под воздействием ВУФ полностью подавляется окислительной деструкцией.

При большом содержании хлора количество связей C—Cl значительно превышает число атомов кислорода, образующихся в единицу времени, поэтому связь C—Cl разрывается при воздействии не только атомов кислорода; атомы хлора отщепляются и под влиянием УФ с

образованием радикалов типа  $\text{CH}_2-\text{CH}-\langle \text{O} \rangle-\text{CH}_2$ . Эти радикалы способны вступать между собой во взаимодействие, образуя поперечную сшивку как непосредственно, так и через перекисные мостики типа C—O—C. Таким образом, бензольные кольца будут не только удаляться за счет деструкции главной цепи, но и претерпевать превращения в результате сшивки макромолекул. Толщина поверхностного слоя, в котором происходят химические реакции, будет лимитирована количеством образующихся в единицу времени атомов кислорода и не будет зависеть от толщины образца.

В дифференциальном спектре ИК-поглощения пленки ХМПС после обработки в АК наблюдается появление полос поглощения при 730—770 (монозамещенный бензол), 950 и 1060—1280 см<sup>-1</sup> (предельные и непредельные простые эфиры); на образование в ХМПС под действием АК карбонильных C=O-групп кетонного типа указывает появление полос поглощения 1720—1740 и 1680 см<sup>-1</sup>, а на образование паров воды и соединений фенольного типа — полоса поглощения при 3680—3700 см<sup>-1</sup>. Наблюдаемое после обработки в АК в дифференциальном ИК-спектре увеличение интенсивности полос ИК-поглощения монозамещенного бензола можно объяснить тем, что реального роста оптической плотности данной полосы не происходит, т. е. она имеет такую же величину, что и в ИК-спектре необработанного образца, где ее наблюдение затруднено присутствием хлорсодержащих групп. Эта полоса становится заметной после обработки в АК, когда связи C—Cl в значительном количестве разрушаются.

#### Выводы

1. Потери массы пленок ХМПС со временем действия активированного кислорода возрастает по линейному закону. Для ХМПС с малым содержанием хлора скорость потери массы возрастает с увеличением толщины образца, а при большем (>10%) — стремится к постоянному значению.
2. Обработка АК приводит к окислению ХМПС, деструкции главных цепей и образованию перекисных мостиков.
3. У образцов с малым содержанием хлора действие активированного кислорода вызывает в основном деструкцию главной цепи, а у образцов с большим содержанием хлора этому процессу сопутствует сшивка полимерных цепей в результате действия УФ-излучения, возникающего в разряде.



1. Гриневич В. И., Максимов А. И. — В сб.: Применение низкотемпературной плазмы в химии. М.: Изд-во АН СССР, 1981, с. 135—169. 2. Федоров Н. М., Овчаров В. Ф. — Зарубежная электронная техника, 1974, № 14, с. 3—48. 3. Лебедев Е. В., Липатов Ю. С., Безрук Л. И. — В сб.: Новые методы исследования полимеров. Киев: Наукова думка, 1975, с. 3—17. 4. Багиров М. А., Малин В. П., Абасов С. А. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики. — Баку: Элм, 1975.

Сектор радиационных исследований  
АН АзССР

Поступило 20. VI 1984

М. Э. Бағыров, А. М. Горбунов, Р. С. Әлимәрданов, В. П. Малин

#### ХЛОРМЕТИЛПОЛИСТИРОЛ ПЛЮНКАСЫ СТРУКТУРУНУН АКТИВЛӘШМИШ ОКСИКЕН ТӘСИРИ АЛТЫНДА ДӘЈИШМӘСИ

Мәгаләдә тәркибиндә мұхтәлиф мигдарда хлор олан хлорметилполистиролдан һазырланмыш плюнкаларын активләшмиш оксикен ахымынын тәсирин заманындан асылы күтләсинин, инфрақырмызы спектрләринин дәјишмәләри өјрәнилмишдир. Мүәјјән олунмушдур ки, онларын парчаланма сүрәти хлорун мигдарындан вә тәсир заманында хәти вә дүз мүнәнасиб асылылыгдадыр.

M. A. Bagirov, A. M. Gorbunov, P. S. Alimardanov, V. P. Malin

#### CHANGES OF CHLORMETHYLPOLYSTYRENE FILM STRUCTURE UNDER THE INFLUENCE OF ACTIVATED OXYGEN

The mass loss and changes of IR spectra of chlormethylpolystyrene (cmgs) film containing 5 and 11% of chlorine under the influence of activated (partially dissociated to atoms) oxygen versus treatment time are investigated.

УДК 547.345

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. И. ГУСЕВА, В. М. МАНАҚОВ, А. Т. СГИБНЕВ, А. З. АМАНОВ

#### ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ «БЕЛОЙ САЖИ» ПРЕДЕЛЬНЫМИ ОДНОАТОМНЫМИ СПИРТАМИ И ОДНООСНОВНЫМИ КАРБОНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

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

Проблема получения сорбентов с однородной геометрической структурой достаточно актуальна в современной химической науке [1]. Для уменьшения влияния геометрической неоднородности поверхности и пор часто применяются достаточно широкопористые сорбенты (например, различные силикаты), поверхность которых модифицируется химическим и адсорбционным путем [2]. В этих случаях основное влияние на сорбционные свойства и селективность газoadсорбционных колонок будут оказывать химические свойства поверхности адсорбента. Твердоповерхностный химизм определяет характер и энергию межмолекулярного взаимодействия, возникающего между молекулами разделяемых веществ и твердым телом.

Большое значение имеет изучение минеральных сорбентов, в частности «белой сажи». Нами исследовалось влияние различных факторов (температуры, времени контакта и др.) на модифицирование аэросила и БС-100 некоторыми предельными одноатомными спиртами и одноосновными карбоновыми кислотами ввиду немногочисленности исследований в этой области [3].

Аэросил и БС-100, удельная поверхность которых соответственно 173 и  $10 \pm 20$ , различаются значениями реакции среды: их рН — соответственно 3 и 8—9,5. Обе разновидности технического силикагеля отличаются большей рыхлостью, малой плотностью и аморфностью, поэтому модифицирование их проводилось путем смачивания соответствующими адсорбтивами и термостатированием в закрытых бюксах при 20 °С в течение суток. Затем образцы высушивались при температурах на 10 и 30 °С ниже точек кипения соответствующего адсорбтива до достижения ими постоянной массы, т. е. до прекращения десорбции.

Спирты при температурах, близких к их точкам кипения, на аэросиле не адсорбировались (см. таблицу), а потому модифицирование этого сорбента проводилось при комнатной температуре (20 °С).

Десорбция спиртов с аэросилом вначале происходила быстро, затем чуть медленнее и полностью прекращалась для этанола и пропанола-1 через 22 сут., для бутанола-1 — через 26 и пентанола-1 — через 30 сут.

Сравнительный анализ полученных данных показал, что с повышением молекулярных масс и температур кипения спиртов количество адсорбтива на аэросиле увеличивается, особенно резко для пентано-

ла-1 (№ 1—4, графа 6). В то же время обе разновидности «белой сажи» избирательно адсорбировали отдельные карбоновые кислоты. Так, на аэросиле не выявлена адсорбция таких кислот, как муравьиная, уксусная, пропионовая и масляная, при температурах на 10 °С ниже точек их

Количество адсорбтива на аэросиле и БС-100 в зависимости от температуры модифицирования

№ п.п.	Адсорбтив (модификатор)	Мол. масса	Т. кип., °С	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Кол-во адсорбтива, вес. %					
					20°С		на 10°С ниже т. кип.		на 30° ниже т. кип.	
					Аэросил	БС-100	Аэросил	БС-100	Аэросил	БС-100
1	Этанол	46	78,4	0,81	0,44	0	0	0	0	
2	Пропанол-1	60	97,2	0,81	0,52	0	0	0	0	
3	Бутанол-1	74	117,4	0,81	0,69	0	0	0	0	
4	Пентанол-1	88	138,0	0,81	2,03	0	0	0	0	
5	Муравьиная к-та	46	100,7	1,22	—	0	0	0	0	
6	Уксусная к-та	60	118,1	1,05	—	0	0,65	0	2,81	
7	Пропионовая к-та	74	141,1	0,99	—	0	0	0	0,2	
8	Масляная к-та	88	163,5	0,96	—	0	0	0,8	0	
9	Валериановая к-та	102	186,35	0,94	—	2,6	0,15	1,4	0,95	
10	Изовалериановая к-та	102	176,7	0,93	—	1,3	0,15	2,8	0	

кипения, хотя заметная адсорбция масляной кислоты отмечалась при температуре на 30 °С ниже ее точки кипения (№ 5—8, графы 7, 8).

В обоих температурных режимах определена значительная степень адсорбции для валериановой и изовалериановой кислот (№ 9, 10, графы 7 и 9).

На БС-100 адсорбции муравьиной, пропионовой и масляных кислот не наблюдалось при более высоких температурах (на 10 °С ниже их точек кипения), а кислоты уксусная, валериановая и изовалериановая при тех же условиях адсорбировались довольно заметно (графа 8, № 5, 7, 8, а также 6, 9, 10). При более низких температурах (на 30 °С ниже точек их кипения) не обнаружена адсорбция масляной и изовалериановой кислот (графа 10, № 8, 10). Другие кислоты адсорбировались в большей степени, особенно низкомолекулярные муравьиная и уксусная (графа 10, № 5, 6).

Таким образом, на аэросиле степень адсорбции одноатомных спиртов, имеющих практически одинаковую плотность, при 20 °С возрастает с повышением молекулярной массы адсорбтива.

Степень адсорбции органических кислот не зависела от их температуры кипения и плотности, хотя выявлено определенное влияние реакции среды разновидностей «белой сажи» на адсорбцию низко- и высокомолекулярных кислот. Так, на слабощелочном адсорбенте БС-100 (рН 8—9,5) значительно возрастала адсорбция низкомолекулярных кислот: муравьиной, уксусной и пропионовой (№ 5—7, графа 10), а на аэросиле (рН которого 3) — более высокомолекулярных: масляной, валериановой и изовалериановой (№ 8—10, графа 9), обладающих меньшей плотностью и большей вязкостью. При этом адсорбция органических кислот происходила чаще всего не вблизи их точек кипения, а при более низких температурах.

Во всех случаях модифицирования с помощью органических кислот (даже при отсутствии адсорбции) визуально наблюдалось изменение поверхности сорбентов, их уплотнение и изменение окраски от первоначально белой до кремовой, кремовато-розовой и даже коричневой — в зависимости от адсорбтива. По-видимому, избирательную восприимчивость аэросила и БС-100 к некоторым низко- и высокомолекулярным кислотам можно будет использовать для их идентификации методом газоадсорбционной хроматографии.

#### Литература

1. Гусева Н. И. — Автореф. дис... канд. хим. наук. Баку, 1979. 2. Киселева А. В. Журн. неорг. химии, 1969, т. 38, с. 2753. 3. Жуховицкий А. А., Туркултауб Н. М. Газовая хроматография. — М.: Гостоптехиздат, 1962.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 8.III 1985

Н. И. Гусева, В. М. Манакон, А. Т. Сгибнев, А. З. Эманов

#### «АГ ГУРУМУН» ДОЖМУШ БИРАТОМЛУ СПИРТЛЭР ВЭ БИРЭСАСЛЫ КАРБОН ТУРШУЛАРЫ ВАСИТЭСИЛЭ МОДИФИКАСИЯСЫНЫН ТЭДГИГИ

Мәгаләдә 2 мұхтәлиф шәкилдәжиимәси олан техникки силикакелли — аг гурумун аэросил вә БС—100-үн бә'зи спиртләр вә карбон туршулары илә модификасиясына температурун, сорбент вә адсорбтивни контакт вахтынын вә башга факторларын тә'сирни өдрәнилмишдир. Һәмчинни спиртләрни гәјнама температурунун вә молекул күтләсинин артмасы илә онларын аэросил үзәриндә адсорбсиянын артдыгы мұәјјән олуишдур. Ашагы молекуллу карбон туршуларынын адсорбсия дәрәжәси зәиф гәләви хәссәли БС—100 (рН-8; 9,5) адсорбенти үзәриндә хејли артыр, рН-ы 3-ә бәрәбәр олан аэросил үзәриндә исә даһа жүксәк молекуллу туршуларын адсорбсиясы нәзәрә чарпыр ки, бу да онларын газадсорбсия-хроматография үсулу илә идентификасиясы үчүн истифадә олуна биләр.

N. I. Guseva, V. M. Manakov, A. T. Sgibven, A. Z. Amanov

#### INVESTIGATION OF „WHITE SOOT“ MODIFICATION BY LIMITED ONE-ATOM ALCOHOLS AND BY MONOBASIC CARBOXYLIC ACIDS

The action of temperature, time effect of sorbent contact with adsorptive and other factors on the modification of two kinds of technical silica gel („white soot“) — aeforce and BC-100 — by some alcohols and carboxylic acids are studied.

It is stated, that molecular mass and alcohol boiling point increase, the degree of their adsorption in aeforce increases, too.

The degree of low carboxylic acids increases in low alkaline adsorbent BC - 100 (pH=8—9.5), and there was adsorption of high molecular acids in aeforce, its pH equals 3, which may be used for their identification by gas-adsorption chromatography method.

УДК 669.778.015.4

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. А. МАМЕДЬЯРОВ, Б. З. РЗАЕВ, Р. К. СЯДОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРЕХСЕРНИСТОГО МЫШЬЯКА ВОДОРОДОМ

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

Мышьяк высокой чистоты широко применяют в полупроводниковой и квантовой электронике, где он является составной частью полупроводниковых соединений типа  $A^{III}B^V$ . Наиболее полно и всесторонне изучены свойства и методы получения арсенида галлия и индия. Растущий интерес к этим соединениям вызван большой перспективностью их использования. Применение арсенидов галлия и индия, в том числе тройных арсенидов, обеспечивает более широкий выбор основных полупроводниковых параметров по сравнению с элементарными полупроводниками.

В обзорной работе [1] приводятся систематизированные данные по методам получения мышьяка высокой чистоты. Авторы, подробно анализируя рассмотренные методы, считают наиболее перспективными из них в настоящее время хлоридный и гидридный.

Хлоридный метод [2] получения металлического мышьяка основывается на восстановлении треххлорида мышьяка двухкратным избытком водорода при температуре 900 °С. Извлечение мышьяка при этом составляет 95%. Необходимо отметить, что относительно высокая температура восстановления хлорида мышьяка может привести к взаимодействию мышьяка со стенками реакционного сосуда.

Гидридный способ [3] получения высокочистого мышьяка осуществляется в основном в три стадии: 1) получение гидрида мышьяка взаимодействием бромид аммония с арсенидом натрия в жидком аммиаке, 2) очистка гидрида мышьяка от гидридов серы, селена, теллура, кремния и галогенов при помощи различных селективных реагентов и методом ректификации. 3) разложение гидрида мышьяка в кварцевой трубке при температуре 600 °С. Однако это процесс сложный, многостадийный и длительный по выполнению; кроме того, используемые в нем гидриды мышьяка и примесей являются сильнейшими ядами.

Мышьяк в вакууме сублимируется при 300—350 °С. Эти условия благоприятно влияют на процесс очистки его от тяжелых металлов. Что касается таких примесей, как сера, селен, теллур и сурьма, то они дистиллируются в вакууме и захватываются парами мышьяка во время конденсации. Примеси могут находиться в мышьяке в связанном виде, сера, например, по всей вероятности, в виде  $As_2S_3$ . Поэтому часто для удаления серы с целью восстановления сульфида мышьяка в паровой фазе процесс возгонки ведут в токе водорода. С учетом сказанного в

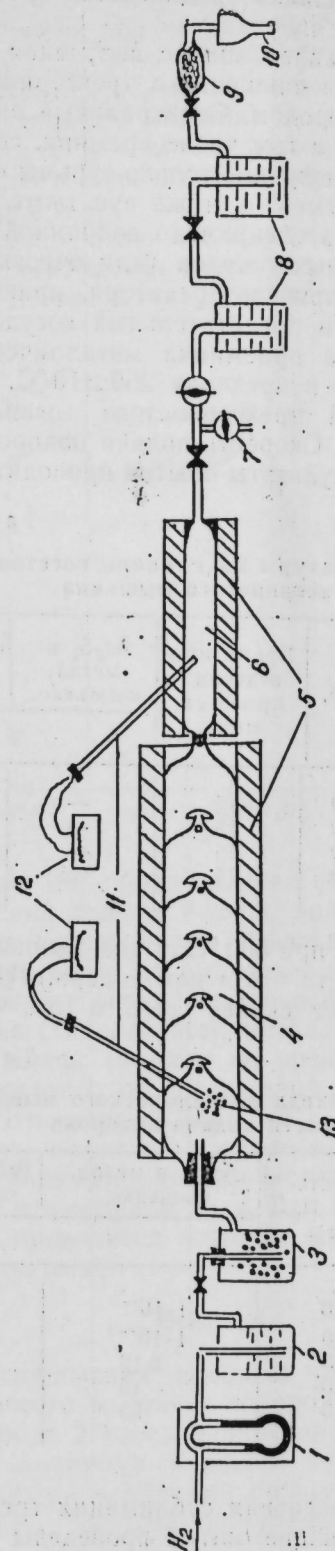


Рис. 1. Установка для получения мышьяка:  
 1 — реометр; 2—3 — поглотительные склянки с хромовой смесью, с  $CaCl_2$ ; 4 — реактор;  
 5 — пещи; 6 — приемник; 7 — кран для взятия пробы газа; 8 — поглотительные склянки  
 с  $H_2O_2$ ; 9 — аллонж с ватой; 10 — водоструйный насос; 11 — термомпары; 12 — ПП-63;  
 13 — навеска  $As_2S_3$

работе [4] сублимацию мышьяка предлагается проводить не в вакууме, а в токе водорода.

В данной статье поставлен вопрос получения металлического мышьяка высокой чистоты из очищенного трехсернистого мышьяка прямым восстановлением водородом. Спектральный анализ трехсернистого мышьяка из 25 элементов, в том числе кремния, селена, теллура, сурьмы, показал, что в нем содержание только сурьмы составляет  $1 \cdot 10^{-4} \%$ . Содержание остальных элементов ниже чувствительности метода.

Опыты проводились на специально собранной установке (рис. 1), состоящей из поглотительных сосудов (для очистки водорода), специально приготовленного кварцевого реактора, приемника для оседания металлического мышьяка и поглотительных сосудов для улавливания сероводорода. Температура приемника металлического мышьяка поддерживалась постоянной — в пределах  $250 \pm 10^\circ\text{C}$ . Первая часть реактора заполнялась пробой трехсернистого мышьяка, и температура менялась от  $600$  до  $730^\circ\text{C}$ . Скорость подачи водорода ( $2 \text{ мл/с}$ ) контролировалась реометром. Результаты опытов приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Влияние температуры на степень восстановления трехсернистого мышьяка

Взято $\text{As}_2\text{S}_3$ , г	Т-ра реактора, $^\circ\text{C}$	Время проведения процесса, мин.	$\text{As}_2\text{S}_3$ в метал. мышьяке	Выход метал мышьяка
			%	
1,0000	600—610	15	—	41,66
1,0000	610—650	15	—	64,77
1,0000	680—690	15	—	84,74
1,0000	720—730	15	3,5	90,64

Как видно из таблицы, при  $600^\circ\text{C}$  выход мышьяка составил  $41,66\%$ , а при  $720^\circ\text{C}$ , несмотря на то что в нем содержится сера, — уже около  $90,64\%$ . Это свидетельствует, скорей всего, о том, что при температуре

Таблица 2

Зависимость выхода металлического мышьяка от скорости подачи водорода

Проба $\text{As}_2\text{S}_3$ , г	Скорость подачи $\text{H}_2$ , мл/с	$\text{As}_2\text{S}_3$ в метал. мышьяке	Выход метал. мышьяка
		%	
1,0000	1,0	$1 \cdot 10^{-3}$	84,30
1,0000	2,0	$1 \cdot 10^{-3}$	84,15
1,0000	3,0	0,16	82,40
1,0000	4,0	15	78,50
1,0000	6,0	23	70,60

выше  $700^\circ\text{C}$  начинается частичная сублимация трехсернистого мышьяка. В связи с этим дальнейшие опыты проведены при температуре не

выше  $680 \pm 5^\circ\text{C}$  (скорость подачи водорода  $1,5\text{—}6,2 \text{ мл/с}$ ). Продолжительность процесса во всех опытах составляла 15 мин.

Из данных табл. 2 следует, что при повышении скорости подачи водорода выход металлического мышьяка уменьшается. Одновременно за счет повышения скорости сублимации трехсернистого мышьяка увеличивается содержание его в металле. Поэтому скорость подачи водорода должна быть не выше  $2 \text{ мл/с}$ .

В следующих сериях было исследовано влияние количества водорода на степень восстановления трехсернистого мышьяка и на его чистоту (рис. 2). Судя по рисунку, при отношении трехсернистого мышьяка

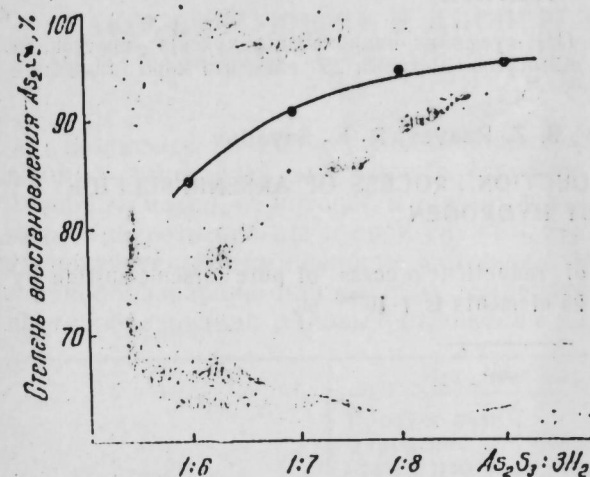


Рис. 2. Зависимость степени восстановления  $\text{As}_2\text{S}_3$  от количества водорода

ка к водороду, равному  $1:6$ , с пропуском водорода со скоростью  $2 \text{ мл/с}$  степень восстановления бывает низкой, причем совместно с избытком водорода выделяется сероводород. Только в случае пропуска водорода при соотношении выше  $1:6$  выделение сероводорода прекращается, что указывает на конец реакции. Дальнейшее пропускание водорода ускоряет возгонку восстановленного металлического мышьяка. В оптимальных условиях выход металла не превышает  $95\%$ . Спектральный анализ на сурьму показал, что содержание ее снижается ниже чувствительности метода. Что касается серы, то ее содержание при вторичной возгонке полученного металла в атмосфере водорода снижается до  $1 \cdot 10^{-5}\%$ . При восстановлении трехсернистого мышьяка около половины металла получается в аморфном виде. Для превращения его в кристаллическое состояние проводится возгонка металла и очищение серы до указанной степени чистоты.

### Выводы

Проведены исследования процесса прямого восстановления очищенного трехсернистого мышьяка водородом. Установлено, что скорость подачи водорода  $2 \text{ мл/с}$ , эквивалентное отношение трехсернистого мышьяка к водороду больше  $1:6$ , температура  $660\text{—}680^\circ\text{C}$  являются оптимальными условиями процесса, при этом выход мышьяка составляет  $95\%$ . Чистота полученного металла соответствует  $1 \cdot 10^{-5} \%$  по сере.

Литература

1. Воробьев В. Л. Соколов Е. Б. Методы получения мышьяка высокой чистоты.—М., 1979. 2. Müller L., Haake G.—Freibergen Forschungsh., 1963, Bd 83, S. 5—22. 3. Effer D.—J. Electrochem. Soc., 1961, v. 108, p. 357. 4. Рцхиладзе В. Г. Мышьяк.—М.: Металлургия, 1969, с. 102.

Нахичеванский научный центр ИНФХ АН АзССР

Поступило 31. V. 1985

М. Э. Мәммәджаров, Б. З. Рзајев, Р. К. Сәјядов

АРСЕН (III) γ-СУЛФИДИН ҺИДРОКЕНЛӘ РЕДУКСИЈА ПРОСЕСИНИН ТӘДГИГИ

Мәгаләдә тәмизләнмиш арсен (III)-сулфидин Һидрокенлә редуксија просесинин тәдгиги нәтичәләри верилмишдир. Алынмыш металын 25 элементә кәрә тәмизлији 1·10<sup>-5</sup> % олмушдур.

M. A. Mamedyarov, B. Z. Rzayev, R. K. Sayadov

INVESTIGATION OF THE REDUCTION PROCESS OF ARSENIC-SULFIDE BY HYDROGEN

The article offers the results of reduction process of pure arsenic-sulfide by hydrogen. Purity of the metal for 25 elements is 1·10<sup>-5</sup> %.

Чл.-корр. АН АзССР К. И. САДЫХОВ, А. Н. АГАЕВ, С. М. ВЕЛИЕВА,  
Ш. С. НАСИБОВА

ЛАКООБРАЗУЮЩИЕ И ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА НЕЙТРАЛЬНЫХ И ВЫСОКОЩЕЛОЧНЫХ СУЛЬФОНАТНЫХ ПРИСАДОК

В связи с широким использованием форсированных и теплонапряженных двигателей внутреннего сгорания требование к стабильности моторных масел, от которой в значительной степени зависят надежность, эффективность работы и срок службы двигателей, повышаются. Одним из показателей стабильности моторных масел является их склонность к лакообразованию при высоких температурах. Для снижения интенсивности образования лаковых отложений на деталях двигателя в мотор-

Показатели	Исходные сырье для синтеза присадок							
	Продукт алкилирования остатка нафты α-олефинами C <sub>20</sub> —C <sub>23</sub>		Алкилнафталин R=C <sub>20</sub> —C <sub>23</sub>		Алкилфенол R=C <sub>20</sub> —C <sub>23</sub>		Масло МСГ-8	Масло Д-11
	ИХП-220	ИХП-221	ИХП-224	ИХП-225	ИХП-226	ИХП-227	С-300	СБ-3
Вязкость при 100 °С, мм <sup>2</sup> /с	50,8	158,0	54,1	158,8	48,7	156,2	159,1	13,6
Щелочное число, мг КОН/г	20	317	17	315	22	313	310	18,5
Содержание сульфоната кальция, мас. %	75,2	33,7	75,2	33,6	82,1	34,2	31,8	17,2
Зольность сульфатная, мас. %	10,5	43,6	10,1	44,8	11,8	45,6	44,9	7,38
Степень чистоты, мг/100г	270	260	260	250	220	210	350	300
Моющие свойства на установке ПЭВ (ГОСТ 5726-53), баллы*	0	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5
Моющий потенциал при 250°С (ГОСТ 10731-64), %*	75	95	70	95	75	95	95	60
Диспергирующие свойства при 250°С (3) отн. ед.*	50	77	48	76	55	62	75	45

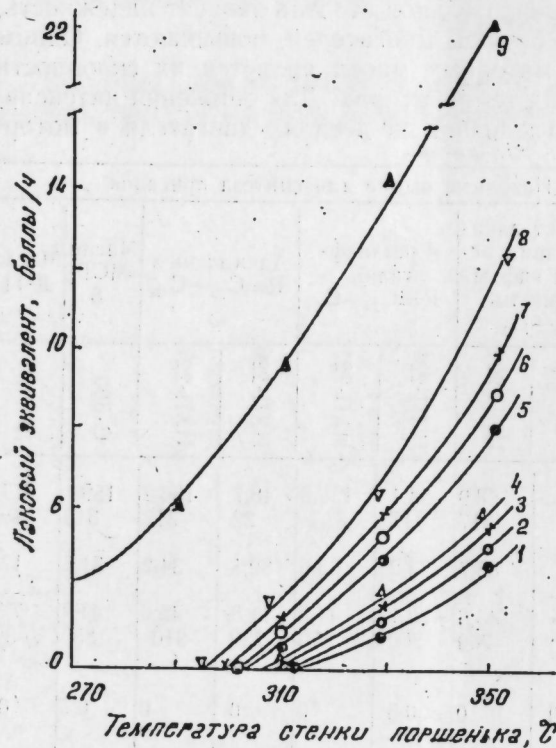
\* Масло М-11 с 5% присадки.

ные масла вводят присадки, среди которых наиболее эффективные — сульфонатные. Поэтому определенный интерес представляет изучение влияния сульфонатных присадок на лакообразование масла в высокотемпературных условиях.

Объектом исследования служили нейтральные и высокощелочные сульфонатные присадки, полученные на основе синтетических алкилароматических соединений, физико-химическая характеристика которых представлена в таблице. Для сравнения рассмотрены лакообразующие свойства товарных нефтяных сульфонатов СБ-3 (нейтральная) и С-300 (высокощелочная) [1].

Для оценки лакообразующих свойств масла М-11 и того же масла, содержащего сульфонатные присадки в концентрации 5 мас.%, был использован прибор «скользящее кольцо». Условия, при которых проводились исследования, следующие: количество испытуемого масла — 50 мл, длительность испытания — 10—60 мин, температура стенки поршня — 270—325 °С, температура масла в ванночке — 100 °С, скорость движения скользящего кольца — 15 циклов/мин. Материалом для поршня служил алюминиевый сплав АК-4.

Судя по рисунку, все испытанные присадки снижают склонность масла к лакообразованию во всем взятом интервале температур. В зависимости от температурных условий эффективность действия присадок



Влияние сульфонатных присадок на лакообразование масла М-11 при различных температурах стенки поршня:  
1 — ИХП-227; 2 — ИХП-225;  
3 — ИХП-221; 4 — С-300; 5 — ИХП-226; 6 — ИХП-224; 7 — ИХП-220; 8 — СБ-3; 9 — масло М-11

различна. Так, при температурах стенки поршня 270—300 °С лакообразования не происходит. С повышением ее от 300 до 350 °С эффективность действия присадок снижается, и тем больше, чем выше температура.

Сравнение кривых лакообразования масла, содержащего исследуемые сульфонаты, показывает, что эффективность действия присадок зависит от их щелочности и вида исходного сырья. Так, высокощелочные присадки проявляют более высокую эффективность, чем нейтральные. Среди нейтральных и высокощелочных сульфонатов наиболее эффек-

тивны присадки, полученные на основе алкилфенола и обладающие наряду с моюще-диспергирующим и антиокислительным действием.

Из рисунка также видно, что исследуемые синтетические сульфонаты снижают склонность масла к лакообразованию в большей степени, чем товарные нефтяные сульфонаты СБ-3 и С-300.

Полученные данные коррелируют с результатами исследования диспергирующих свойств сульфонатов по методике [3] при 250 °С. Исследовали 5%-ные растворы присадок в масле М-11 (в расчете на содержание сульфоната кальция). Из данных таблицы следует, что высокощелочные синтетические сульфонаты обладают более высокими диспергирующими свойствами по сравнению с нейтральными.

Таким образом, сульфонатные присадки, значительно снижающие склонность масла к лакообразованию и обладающие высокими диспергирующими свойствами, успешно могут применяться при создании моторных масел, работающих в условиях высоких температур.

#### Литература

1. Садыгов К. И., Агаев А. Н., Велиева С. М. — Докл. АН АзССР, 1981, с. XXXVII, № 11, с. 48.
2. Папок К. К., Зарубин А. П., Захаров Г. В. Химия и технология топлив и масел, 1971, № 5, с. 51—54.
3. Главати О. Л., Рабинович И. Л., Главати Е. В. Химия и технология топлив и масел, 1976, № 3, с. 60.

Институт химии присадок АН АзССР

Поступило 22. XI 1984

К. И. Садыгов, Э. Н. Агаев, С. М. Велиева, Ш. С. Насибова

#### НЕЙТРАЛ ВЭ ЈУКСЭК ГЭЛЭВИЛИ СУЛФОНАТ АШГАРЛАРЫНЫН ЛАК ЭМЭЛЭКЭТИРМЭ ВЭ ДИСПЕРСИЈАЕДИЧИ ХАССЭЛЭРИ

Мәгаләдә нефт вә синтетик алкилароматик бирләшмәләр әсасында алынмыш мұхтәлиф гәләвијә малик сулфонат ашгарларынын, јағларын, лак әмәләкәтирмә вә дисперсијаедичи хассәләринә тәсири өјрәнилмишдир.

Мүәјјән едилмишдир ки, тәдгиг олуан бүтүн ашгарлар јүксәк температурда (310—350 °С) јағларын лак әмәләкәтирмә габилјјәтләрини кифәјәт гәдәр ашагы салыр вә јүксәк гәләвили сулфонатлар нейтрал сулфонатлара нисбәтән даһа ефектливдирләр. Сулфонатларын ефективлији илә онларын дисперсијаедичи хассәләри арасында дүз мүтәнасиблијин мөвчудлуғу көстәрилмишдир.

K. I. Sadykhov, A. N. Agaev, S. M. Velieva, Sh. S. Nasibova

#### LAQUER-FORMING AND DISPERSING PROPERTIES OF NEUTRAL AND HIGHLY BASIC SULPHONATES

In this article the effect of sulphonates with various alkalinity based on petroleum and synthetic alkyl aromatic compounds on lacquer-forming and dispersing properties of lubricants is studied.

It is established that all tested additives greatly decrease the ability of lubricants to form lacquer at high temperatures (310—350 °C), highly basic sulphonates being more effective than neutral ones.

A direct relationship between the action efficiency of sulphonates and their dispersing properties is also shown.

Л. А. БУРЯКОВСКИЙ, Р. Д. ДЖЕВАНШИР

**АКСИОМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГЕОФЛЮИДАЛЬНЫХ ДАВЛЕНИЙ**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Т. Абасовым)

Последние годы характеризуются становлением новой геологической науки — геоплюродинамики, одним из направлений которой является создание теории геоплюродальных давлений. Некоторые из многочисленных гипотез формирования и развития геоплюродальных давлений имеют достаточно хорошее теоретическое и экспериментальное обоснование, другие, напротив, носят в известной степени декларативный характер. Общей же теории геоплюродальных давлений до настоящего времени все еще нет. Проблема создания такой теории чрезвычайно сложна, так как природа геоплюродальных давлений исключительно многообразна, зависит от конкретных геологических условий и зачастую определяется наложением целого комплекса природных факторов, связанных с геологической историей района.

Необходимым шагом на пути создания теории геоплюродальных давлений является разработка основных принципов теории, или ее аксиоматических основ. Это позволит облегчить организацию и систематизацию накопленных знаний, быстрее выявить внутреннюю логическую связь между отдельными разделами теории, четко вычленив ее исходные положения, что будет способствовать точности и строгости последующих суждений. Ниже приводятся предлагаемые нами аксиоматические основы теории геоплюродальных давлений, позволяющие в дальнейшем, по нашему мнению, перейти к созданию содержательной теории этого геологического феномена. Система аксиом содержит первичные понятия теории, их формальные и содержательные свойства, играющие роль основных принципов, или аксиом теории.

*А. Первичные понятия теории геоплюродальных давлений*

1.  $S^3$  — пространство,
2.  $T$  — время,
3.  $K$  — система отсчета,
4.  $GF$  — геоплюрододинамическая система,
5.  $P$  — геоплюродальное давление,
6.  $\vec{\eta}$  — градиент геоплюродального давления.

*Б. Формальные свойства первичных понятий*

1.  $S^3$  — трехмерное евклидово пространство, состоящее из множества вложенных геологических пространств, таких, что  $\forall s \in S^3$ .

2.  $T$  — интервал действительной числовой оси, состоящий из множества точек  $t$ , таких, что  $\forall t \in T$  и  $t_i > t_{i-1}$ ,
- 3а.  $K$  — непустое счетное множество  $k$ , таких, что  $\forall k \in K$ ,
- 3б. Для  $\forall k \in K$  в  $S^3$  существует система ортогональных векторов  $\vec{j} = \langle \vec{j}_1, \vec{j}_2, \vec{j}_3 \rangle$  такая, что  $\vec{j} \perp k$ , т. е.  $\vec{j}$  моделирует или отображает  $k$ ,
- 3в. Для любого геологического пространства  $\forall s \in S^3$  один из векторов  $\vec{j}$  расположен в плоскости, касательной к поверхности геоида,
4.  $GF$  — непустое счетное множество на множестве геологических систем,  $\forall GF \in G$ ,
- 5а.  $P$  — непустое множество скалярных полей,
- 5б. Для  $\forall GF \in G$ , имеется!  $P \in \{P\}$ , такое, что  $P$  есть действительная функция от  $\{K, S^3, T\}$ ,
6.  $\vec{\eta}$  — непустое множество действительных векторов, таких, что  $\forall \vec{\eta} \in \vec{\eta}$  есть функция от  $\{K, S^3, T\}$ .

*В. Содержательные свойства первичных понятий.*

1. *Принцип структурного представления геоплюрододинамической системы.* Любая геоплюрододинамическая система  $GF$  из множества геологических систем  $G$  состоит, по крайней мере, из двух вещественно-структурных подсистем: пород-коллекторов  $K$  и пород-экранов  $E$ , таких, что каждая из них обладает собственной и отличной от других структурой порового пространства  $\emptyset$ , определяемой фильтрационно-емкостными свойствами пород:

$$\forall GF \exists_{\in G} (K \wedge E) R (\emptyset_k \neq \emptyset_e)$$

2. *Принцип энергетического соотношения геоплюрододинамических подсистем.* Любая геоплюрододинамическая система  $GF$  из множества геологических систем  $G$ , состоящая, по крайней мере, из двух вещественно-структурных подсистем  $K$  и  $E$ , одновременно и в том же геологическом пространстве включает в себя две геоплюродальные подсистемы давлений в породах-коллекторах  $P_k$  и породах-экранах  $P_e$ , таких, что скорости формирования давлений в этих подсистемах различны:

$$\forall GF \forall_{\in G} (K \wedge E) \exists_{\in GF} (P_k \wedge P_e) R (P_k \neq P_e).$$

3. *Принцип задания градиента геоплюродального давления.* Для любой геоплюрододинамической системы  $GF$  существует вектор напряженности поля геоплюродальных давлений, представляющий собой градиент давления  $\vec{\eta}$  по направлению  $x$  в геологическом пространстве  $s$  в момент времени  $t$ , соотнесенный с системой отсчета  $k$ :

$$\forall GF \exists_{\in GF} \vec{\eta} R (\vec{\eta} = - \text{grad } P(x, s, t, k)).$$

4. *Принцип энергетического соотношения вертикальных градиентов геоплюродальных давлений.* Для любой геоплюрододинамической системы  $GF$ , состоящей из геоплюродальных подсистем давлений в породах коллекторах  $P$  и породах-экранах  $P_e$ , существует вертикальный

градиент давления  $\vec{\eta}_0$  такой, что между его значениями для обеих подсистем  $\vec{\eta}_K$  и  $\vec{\eta}_E$  и нормальным градиентом  $\vec{\eta}_0$  имеют место бинарные отношения нестрогого порядка:

$$\bigwedge_{\epsilon \in G} GF \bigvee_{\epsilon \in G} (K \wedge E) \bigvee_{\epsilon \in GF} (P_K \wedge P_E) \exists \vec{\eta} R ((\vec{\eta}_K; \vec{\eta}_E) \cong \vec{\eta}_0; (\vec{\eta}_K \leq \vec{\eta}_E)).$$

5. *Принцип разграничения геофлюидальных подсистем.* Для любых случаев сочетания вещественно-структурных подсистем пород-коллекторов  $K$  и пород-экранов  $E$  существует поверхность раздела  $S$ , такая, что все точки  $\theta_c$  данной поверхности одновременно принадлежат каждой из подсистем:

$$\bigvee_{\epsilon \in G} GF \bigvee_{\epsilon \in G} (K \wedge E) \exists c R ((c \leftrightarrow f(x_1, x_2, x_3) = 0) \wedge \forall \theta_c \in (K \wedge E))$$

Последняя аксиома (5) имеет более широкое значение, чем ее введение в теорию геофлюидальных давлений. Она относится к разграничению любых геологических объектов и в общем виде может быть сформулирована так: для любых двух геологических тел  $t_1$  и  $t_2$  одного уровня организации вещества из множества геологических тел  $B$  существует поверхность раздела  $S$ , называемая геологической границей, такая, что все точки  $\theta_c$  данной поверхности одновременно принадлежат каждому из геологических тел:

$$\bigvee_{\epsilon \in B} (b_1; b_2) \exists c R ((c \leftrightarrow f(x_1, x_2, x_3) = 0) \wedge \forall \theta_c \in (b_1 \wedge b_2)).$$

Введение аксиомы из более общей системы, относящейся к метатеории геосистем (если бы такая система существовала), в частную теорию продиктовано тем, что именно на границе подсистем коллекторов и экранов происходят процессы их взаимовлияния, приводящие к изменению состояния всей геофлюидодинамической системы.

Сформулированные аксиомы образуют систему, непротиворечивость которой обусловлена непротиворечивостью теории геофлюидальных давлений как модели, построенной на этой системе аксиом. Возможно, что предлагаемая система неполна. Так, например, она могла бы включать помимо аксиомы 3 о принципе энергетического соотношения вертикальных градиентов геофлюидальных давлений принцип (или аксиому) энергетического соотношения латеральных (горизонтальных) градиентов или более общий принцип о роли градиентов давлений в движении подземных вод (закон Дарси). Однако для целей нашего исследования необходимы и достаточны именно сформулированные аксиомы, на основе которых может быть построена аксиоматическая классификация геофлюидальных давлений, являющаяся наглядной моделью теории этих давлений.

ИПГНГМ АН АзССР

Поступило 24. V 1985

Л. А. Буряковский, Р. Ч. Чаваншир

#### КЕОФЛУИДАЛ ТЭЗИГ НЭЗЭРИЈЭСИННИ АКСИМАТИК ЭСАСЛАРЫ

Магаләдә кеофлуидал тәзиг нәзәријәсинин аксиоматик әсаслары кәстәриләр. Аксиомлар системинә нәзәријәсинин илкин аңлајышлары, формал вә йығчам хүсусијәтләри дахилдир.

L. A. Buryakovsky, R. D. Djevanshir

#### AXIOMATIC BASES FOR THE THEORY OF GEOFLUID PRESSURES

The article presents axiomatic bases for the theory of geofluid pressures. The axiomatic system includes primary concepts of the theory, their formal and interesting properties.

УДК 553.982:550.83.5

ГЕОФИЗИКА

Акад. АН АзССР Ш. Ф. МЕХТІЕВ, К. А. МУСТАФАЕВ, Я. М. БАШИРОВ

#### ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МОРСКОЙ ПЛОЩАДИ КУРИНСКИЙ КАМЕНЬ-1

Одними из основных направлений выполнения заданий по значительному приросту запасов нефти и газа, а также по повышению эффективности геолого-разведочных работ на эти полезные ископаемые являются разработка и широкое применение геофизических и геохимических методов прямых поисков, позволяющих прогнозировать наличие залежей до проведения бурения.

Метод прямых поисков залежей нефти и газа сейсморазведкой впервые предложен советскими геофизиками: в 1952 г. И. Я. Баллахом — на основании получения отражений от водонефтяных контактов, в 1957 г. — К. А. Мустафаевым и И. Г. Медовским — на основании использования явления повышенного поглощения сейсмических волн в нефтегазовых залежах.

Проведенными в лаборатории прямых поисков залежей нефти и газа ЮжВНИИ геофизики работами установлено, что известные нефтегазовые месторождения создают сейсмические аномалии типа залежь, характеризующиеся резким уменьшением глубины сейсмического исследования и аномально повышенным поглощением упругих волн. Такие сейсмические аномалии установлены как при анализе имеющихся материалов, так и при специально проведенных работах на месторождениях Чахнагляр, Қалмас, Қюровдаг, Қюрсангя, Мурадханлы, Бахар-море, Нефтяные Камни и др. Аналогичная картина, как правило, наблюдается и в других нефтегазоносных областях.

Нами проведены анализ и обобщение материалов производственных сейсморазведочных работ МОВ в районе структуры Куринский Камень-1. В результате выявлена сейсмическая аномалия типа залежь, характеризующаяся резким уменьшением глубины исследования МОВ и аномально повышенным поглощением сейсмических волн (рисунок). Расположена она большей частью на северо-восточном крыле поднятия Куринский Камень-1. Поэтому нами рекомендуется провести на этой площади поисково-разведочные работы, пробурив первые скважины на северо-восточном крыле структуры.

Рекомендуемая площадь расположена на юге, в пределах Нижнекуринской впадины, и является юго-восточным продолжением в море Қюровдаг-Бабазанан-Нефтечалинской антиклинальной зоны, ориентированной с северо-запада на юго-восток.

В результате анализа и обобщения геолого-геофизического материала [1, 2] с учетом результатов сейсморазведки МОВ и других данных прошлых лет (1951—1959) была детализирована структура Куринский Камень-1 (по УСГ, привязанному к подошве акчагыла, и по низам верх-



него отдела ПТ), на которой выделяется локальное поднятие со сводом, очерчиваемым изолиниями соответственно по отложениям 2000—2200 и 4000—4500 м.

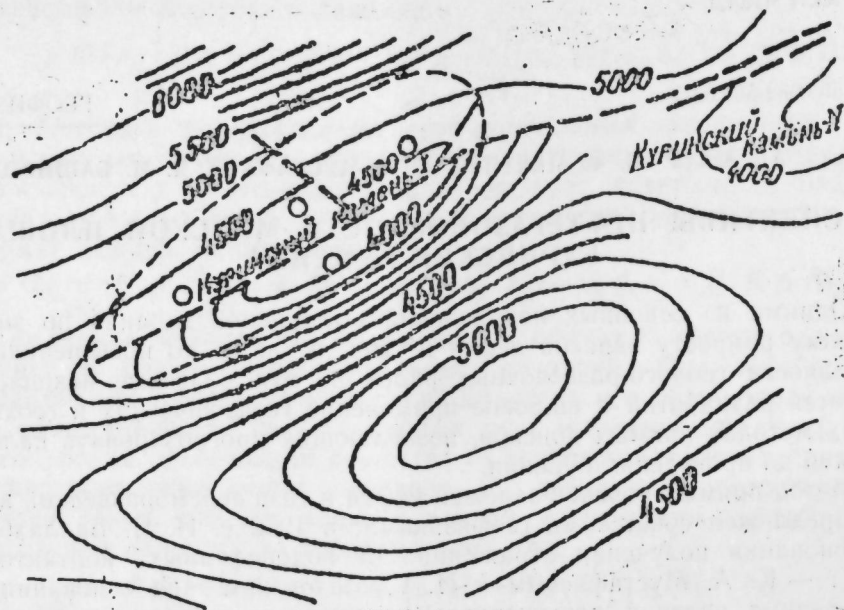


Схема расположения сейсмической аномалии типа залежь на структуре Кури́нский Камень-I

Поднятие представляет собой брахантиклинальную складку с четко выраженными крыльями. Она несколько асимметрична. Юго-западное крыло ее более пологое, чем северо-восточное. Складка осложнена продольным разрывом, протягивающимся с СЗ (Хиллы-Нефтечала) на ЮВ (Кури́нский Камень-I). С основными нарушениями связаны грязевая сопка Кичик Пильпиля (на северо-западе структуры Нефтечала), сопки Нефтечала (в центральной присводовой части), Ханкышлак (ю.-в. периклиналь) и морское продолжение в районе о-ва Кури́нский Камень-I, в центре которого расположено жерло грязевого вулкана.

В 1951—1959 гг. на указанной площади были пробурены две структурно-поисковые скважины, которые не были доведены до проектных глубин. Эти скважины при глубине 362 м вскрыли сопочную брекчию, представленную глинистой массой с включением голубовато- и зеленовато-серых глин и кусков песчаников.

На грязевулканическом острове Кури́нский Камень-I наблюдаются многочисленные выходы газа и воды с обильными пленками нефти. Подводные газопроявления отмечаются также к юго-востоку от острова. Выходы газа связаны с крупным продольным нарушением, протягивающимся с СЗ на ЮВ вдоль оси складчатой зоны Кюровдаг—Нефтечала—Кури́нский Камень-I.

Наиболее благоприятные коллекторы среднего апшерона выявлены к северо-западу от поднятия Кури́нский Камень-I, в северо-западной периклинали и в центральной части структуры Нефтечала, где с ними связаны промышленные залежи. Средний апшерон, включающий в себя разрабатываемые нефтяные объекты, представлен толщей глин с пре-

мя мощными песчано-глинистыми горизонтами. Здесь залежи нефти выявлены и в верхних горизонтах ПТ.

Основные залежи среднего апшерона сконцентрированы в присводовой части ю.-з. тектонического блока и более раздробленной части с.-з. переклинали вблизи грязевой сопки Кичик Пильпиля, а также в районе расположения сопки Нефтечала. Скважины, эксплуатирующие залежи среднего апшерона и ПТ, в основном малодебитные—соответственно 1—10 и в редких случаях—до 50—100 т/сут. На с.-в. крыле (с.-з. часть структуры Нефтечала) залежь обнаружена единичными скважинами, которые в большинстве случаев оказались непродуктивными. Однако в ряде скважин, пробуренных на с.-в. крыле (в наиболее нарушенной части), вместе с водой выделялись пленки окисленной нефти.

В последующем нефтеносность выявлена в с.-в. части ю.-в. периклинали—восточнее тектонического нарушения. В ю.-з. части ю.-в. переклинали пробуренные скважины оказались водоносными, в то время как на ю.-в. крыле большинство из них дали продукцию.

Таким образом, вполне допустимо, что коллекторские свойства нефтегазосодержащих пород улучшаются в ю.-в. направлении, причем, как и на площади Нефтечала, они, по-видимому, сохраняются во всех песчано-алевритовых пластах-коллекторах в разрезе ПТ площади Кури́нский Камень-I. К тому же установление скопления нефти в разрезе верхней половины ПТ и среднего апшерона в пределах структуры Нефтечала—с СЗ на ЮВ вдоль восточной тектонической линии—является одним из подтверждающих факторов выявления благоприятных нефтегазосодержащих пород и в разрезе ПТ площади Кури́нский Камень-I.

О перспективах нефтегазоносности ПТ на площади Кури́нский Камень-I свидетельствует продольное тектоническое нарушение, пересекающее западное крыло поднятия Кури́нский Камень-I, по-видимому, являющееся экраном, ограничивающим залежь с запада, и совпадающее с западной границей зон аномального поглощения сейсмических волн. Эта зона размером 14×5 км выявляется в основном восточнее вышеуказанного нарушения, осложняющего юго-западное крыло структуры, представляющей несомненный интерес для обнаружения тектонически экранированных залежей нефти и газа в отложениях как верхнего, так и нижнего отделов ПТ. Не исключено, что здесь нефтегазоносными окажутся также песчаные горизонты отложений апшеронского яруса.

Таким образом, проведение поисково-разведочных работ на площади Кури́нский Камень-I позволит изучить характер разреза и дать оценку нефтегазоносности продуктивной толщи. С этой целью нами рекомендуется заложить четыре скважины в пределах выявленной сейсмической аномалии типа залежь Кури́нский Камень-I с проектной глубиной 5000—5200 м. Одну скважину следует заложить в приподнятой части структуры, вблизи западной границы аномального поглощения сейсмических волн. Другие скважины предлагается пробурить на северо-восточном опущенном крыле поднятия (восточнее тектонического нарушения) с тем, чтобы вскрыть полную мощность продуктивной толщи до КаС включительно.

#### Литература

1. Алиханов Э. Н. Нефтяные и газовые месторождения Каспийского моря. — Баку, Азернешр, 1964.
2. Мустафаев К. А. Сейсмические методы прямых поисков залежей нефти и газа: Автореф. дис... докт. геол. наук. — М., 1975.

«КУР ДАШЫ—1» ДЭНИЗ САҲЭСИННИН НЕФТ ВЭ ГАЗЛЫЛЫГ  
ПЕРСПЕКТИВЛИЈИ

Экс олунмуш далгалар үсулу илэ сейсмик-кәшфијат ишләринин апарылмасы, геоложи сәһәдләрин анализ илэ үмумиләшдирилмәси нәтижәсиндә «Кур дашы—1» дәннз саһәсиндә нефт јатағы типли сейсмик-аномалија ашкар олунмуш вә бу да экс олунмуш далгаларын тәдгиг олунан дәринликдә кәскин азалмасы вә сейсмик далгаларын јүксәк аномал удулмасы илэ характеризә олунур.

Мәһсулдар гат кәсилишини вә нефт газлылығыны ашкар етмәк мәгсәдилә һәмнин саһәдә бир нечә дәрин гујуларын газылмасы тәклиф олунур.

Sh. F. Mekhtiev, K. A. Mustafaev, Ya. M. Bashirov

OIL AND GAS CONTENT PROSPECTS WITHIN THE KURA  
KAMEN-I MARINE AREA

Due to analysis carried out and seismic survey material generalization within the Kura Kamen-I area, seismic anomaly of a deposit type characterized by a sharp fall of the depth of seismic studies of the reflection shooting and by anomalously high absorption of seismic waves was ascertained.

To investigate the mode of section and oil and gas content of the productive series four deep wells were recommended within the investigated seismic anomaly of the Kura Kamen-I area with the design depth of 5000—5200 m.

УДК 574.5:594.125(28)

ГИДРОБИОЛОГИЯ

Чл.-корр. АН АзССР А. Г. КАСЫМОВ и Н. Б. АГАЕВ

К БИОЛОГИИ ПОДЕНКИ *PALINGENIA FULIGINOSA*  
(EPHEMEROPTERA, PALINGENIIDAE) ИЗ р. КУРЫ

К настоящему времени в фауне СССР известно 3 вида поденок из рода *Palingenia*: *P. longicauda* (Oliver) — в бассейне Днестра, *P. sublongicauda* Tschernova — в бассейне Волги [2], *P. fuliginosa* Boeber — в бассейне Куры и Кубани. Описание их проводилось по имаго, личинки остались неизвестными.

В данной статье приведены описание личинок и результаты изучения биологии *P. fuliginosa*, встречающейся в Нижней Куре и р. Аракс в 1983—1985 гг. В районе наблюдения (с. Нохудлу Сальянского района) ширина р. Куры была 200 м, глубина у левого берега 0,6 м, у правого — 5,5 м. Левый берег отлогий, дно — илисто-песчаное, правый берег откосый, грунт — глинистый. Скорость воды у левого берега 0,3—0,6 м/с, а у правого — 1,2—2,4 м/с, прозрачность не более 0,2 м по диску Секки, температура воды зимой 1,5—6,7, весной — 12—18, летом — 22—23, осенью — 14—20 °С.

*Palingenia fuliginosa* в Азербайджане встречается в р. Куре (от Евлаха до Каспийского моря), в Араксе (ниже Нахичевани) и в оросительных каналах Мильской степи [1, 3, 4].

**Личинка.** Цвет тела и зачатки крыла темно-бурые. Антенны одноцветные. Верхняя губа светло-бурая, за исключением темного переднего края. Мандибуллы, максиллы и щупики — светло-коричневые.

Боковые лопасти гипофаринкса — с сильно затемненными внешними краями.

Грудь без четкого рисунка, сверху — темно-бурого цвета. Ноги светлые, конец проксимальной половины коготков темный.

Брюшко состоит из 10 сегментов без рисунка, 3—7 сегментов снабжены трахейными жабрами (рис. 1). Тергиты брюшка бурые. На тергитах и стернитах имеются волоски. Жабер одинаковой длины и формы — 6 пар. Жабры листовидные, по бокам снабжены шиповидными выростами.

От конца брюшка отходят три длинные хвостовые нити, посаженные по сторонам светлыми перистыми волосками, боковые нити темно-бурые, средняя — светло-бурая. На двух последних сегментах боковых нитей по бокам волосков нет, на концах сегментов — 4—5 коротких волосков; средняя из нитей короче боковых почти в 2 раза.

Длина самцов 22—36 мм, хвостовых нитей 24—48 мм, масса 0,35—0,77 г. Длина самок 22—25 мм, хвостовых нитей 17—18 мм, масса 0,17—0,47 г.

Личинки живут в текущих водах при скорости воды не ниже 0,9 м/с, у глинистых берегов реки в U-образных домиках (глубина домиков

40—50 мм). Численность их у обрывистых берегов — в среднем 480 экз/м<sup>2</sup>. Возрастной состав личинок довольно разнообразен как в летнее, так и в зимнее время. Превращение личинок в имаго происходит с мая ( $t=15,2—16,4^{\circ}\text{C}$ ) до конца первой декады июля.

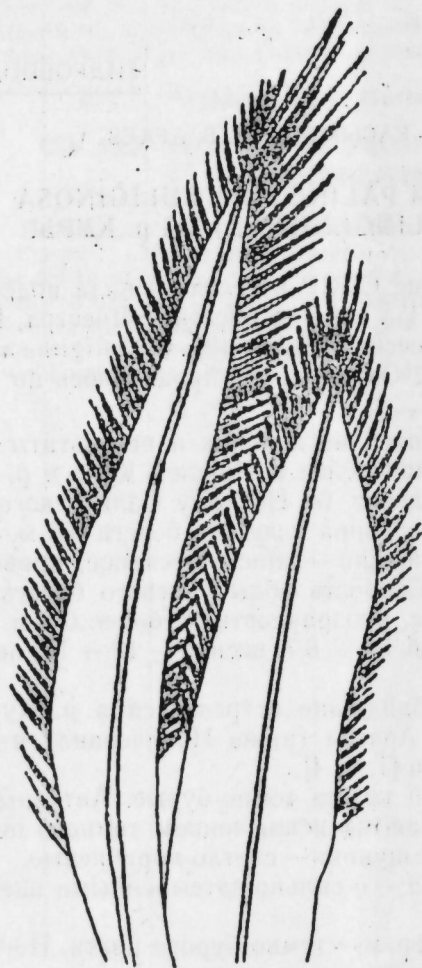


Рис. 1. Жабры

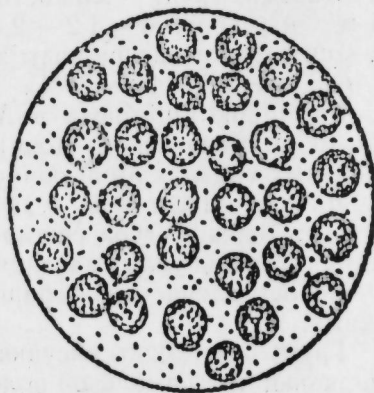


Рис. 2. Кладка

Перед выходом имаго личинка пассивно всплывает на поверхность воды, так как к этому времени в ее кишечнике и под еще не сброшенной старой кожей скопляются пузырьки газа. На поверхности воды кожа трескается на спине, и из образовавшейся щели очень быстро, почти мгновенно, выходит окрыленное насекомое; в течение 2—3 с оно вытаскивает длинные хвостовые нити ноги из старого чехлика личинки, расправляет крылья и улетает. Однако вылупившаяся крылатая поденка — это еще не взрослое насекомое. Она еще раз сбрасывает тонкую кожу, после чего становится совершенным насекомым — имаго, промежуточную форму называют субимаго. Последняя имеет мутные крылья и неясный рисунок тела.

Массовый лет поденок наблюдается в конце июня — конце первой декады июля при температуре воды 22—23°C. В начале и в конце лета численность вылетающих насекомых составляет не более 3 экз/м<sup>2</sup>, а в момент массового лета 20—30 экз/м<sup>2</sup>.

Массовый лет начинается после захода солнца и продолжается 2—3 ч. Лет имаго происходит в течение 40—60 мин. После откладки яиц насекомые плохо летят в направлении ветра, что позволяет ловить их руками, и в конце концов погибают.

Яйца откладываются в специальных кладках овальной формы (рис. 2), которые состоят из одного слоя погруженных в слизистое вещество яиц (целый дождь яйцевых кладок падает в воду). Яйца по форме круглые, цвет их светло-желтый, количество — 1475—2950 шт. Личинки сразу же после вылупления покидают кладку. В августе многие личинки небольших размеров (от 1 до 5 мм) уже принадлежат к новому поколению. Питаются они растительным детритом. В период массового лета самцов среди поденок намного больше, чем самок.

Значение личинок и взрослых поденок огромно, так как они — единственный вид организмов бентоса Нижней Куры, обитающих на глинистом грунте. По своей экологии палингения черная является типичным реофилом, аргилореофильным и оксигнонтным животным, предпочитающим жизнь в откосных берегах рек с глинистой почвой. Личинки и имаго *P. fuliginosa* играют важную роль в пище рыб р. Куры (судака, сома, шемаи, белоглазки, воблы и др.) и птиц близлежащих наземных экосистем.

#### Литература

1. Богачев А. В. Отряд поденки — Ephemeroptera. — В кн.: Животный мир Азербайджана. Баку: Изд-во АН АзССР, 1951, с. 278—279.
2. Казлаускас Р. С. Отряд поденки Ephemeroptera. — В кн.: Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. Л.: Гидрометеониздат, 1977, с. 288—303.
3. Касымов А. Г. Гидрофауна Нижней Куры и Мингечаурского водохранилища. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1965, с. 372.
4. Касымов А. Г. Пресноводная фауна Кавказа. — Баку: Элм, 1972.

Институт зоологии АН АзССР

Поступило 29. X 1985

Э. Н. Гасымов, Н. Б. Агаев

#### КУР ЧАЙЫНДА ЈАШАЈАН *Palingenia fuliginosa* (Ephemeroptera, Palingeniidae) КҮНДЭЧЭЛЭРИН БИОЛОКИЈАСЫ

Магаләдә көстәрилмишидир ки, күндәчәләрин сүрфәси нә имагосу 1983—1985-чи илләрдә Анагы Күрдән жыгылмышдыр. Сүрфәнин тәсири нә биолокијасы илк дәфә бериллр. Еркәк фәрдин узунлугу 22—36 мм, дишиләринки нә 22—25 мм-дир. Сүрфәнин миғдары 480 әдәд м<sup>2</sup> олмушдур нә имагоја чеврилмәси мај-июл ајларында баш берилр. Јумуртанын сајы 1475—2950 әдәд олур. Сүрфә битки чүрүнтүсү илә гидаланыр. Сүрфә илә балыглар, имаго илә һәм гушлар, һәм дә балыглар гидаланыр.

A. G. Kasymov, N. B. Agayev

#### ON THE BIOLOGY OF EPHEMERON *Palingenia fuliginosa* (Ephemeroptera, Palingeniidae) FROM THE KURA RIVER

Larvae and pupae of ephemeron were collected in the Lower Kura in 1983—1985. For the first time the larvae were described and data on the ecology of *P. fuliginosa* were presented.

The length of males is 22—36, females—22—25 mm. The number of larvae in the river is 480 specimens/m<sup>2</sup>. The metamorphosis of larvae to imago takes place in May—July. Eggs number is 1475—2950, they are round, their colour is light-yellow. The larvae feed on detritus, the larvae and adult ephemera serve fish as a food. Imagoes are food for birds in the nearby ground ecosystems.

З. К. АБИЛОВ, А. А. АЛИЕВ, А. Л. МАШИНСКИЙ,  
чл.-корр. АН АзССР У. К. АЛЕКПЕРОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА  
ПРОРОСТКОВ ГОРОХА, В ТЕЧЕНИЕ 42 СУТОК,  
КУЛЬТИВИРУЕМЫХ НА СТАНЦИИ «САЛЮТ-7»**

В связи с тенденцией к более длительным орбитальным полетам особую актуальность приобретают вопросы долговременного жизнеобеспечения на пилотируемых космических аппаратах. Комплекс научных задач в этой области предусматривает культивирование растений, которые являются необходимым компонентом оптимизации среды обитания с учетом создания нормальных микроэкологических и психологических условий. Анализ комплекса факторов реального космического полета показал, что в таких условиях могут функционировать не только микробные клетки [1] и клетки хлореллы [2]; прорастают и семена растений [8]. В ходе полета совместного советско-вьетнамского экипажа на станции «Салют-6 — Союз-37» было изучено влияние фактора невесомости на водный папоротник азолла (*Azolla pinnata*) и выявлена возможность использования этого растения в космических полетах [3]. С другой стороны, было показано, что отсутствие гравитации приводит к нарушениям пространственной ориентации отдельных органов высших растений [8], изменениям клеточного метаболизма [9], повреждениям наследственных структур и модификации процессов пролиферации [4].

Ранее нами установлено, что наибольшим структурным изменениям в условиях реального космического полета подвержены хлоропласты — сложно организованный мембранный аппарат [5]. С учетом того, что все стадии фотосинтетического процесса, начиная с поглощения света и кончая образованием стабильных продуктов, контролируются структурным состоянием мембран, нами параллельно с ультраструктурой клеток исследовались и некоторые физиологические особенности фотосинтетического аппарата.

Объектом наблюдений служили проростки гороха, в течение 42 сут культивируемые на станции «Салют-7» по программе «Оазис-1МА». Контролем служили растения, выращиваемые в лаборатории с соблюдением аналогичных условий освещения и проращивания. Спектры флуоресценции, поглощения и их первые производные гомогенатов из листьев опытных и контрольных образцов регистрировали на установках, описанных ранее [6]. Содержание хлорофилла «а» и «б» в листьях определяли в 80%-ном ацетоне на спектрофотометре СФ-26 с применением формул Маккинни [7]. Для электронно-микроскопического анализа кусочки листьев с различных ярусов проростков фиксировали, дегидратировали, заключали в полимеры и анализировали на электронном микроскопе IEM-100B [5].

Для получения корректных спектров флуоресценции, поглощения и их первых производных нами были использованы гомогенаты из листьев опытных и контрольных образцов гороха. Судя по рис. 1, удельное поглощение длинноволновых агрегированных форм Хл<sub>690</sub>, Хл<sub>696</sub>, Хл<sub>705</sub> в опытных образцах больше, чем в контрольных.

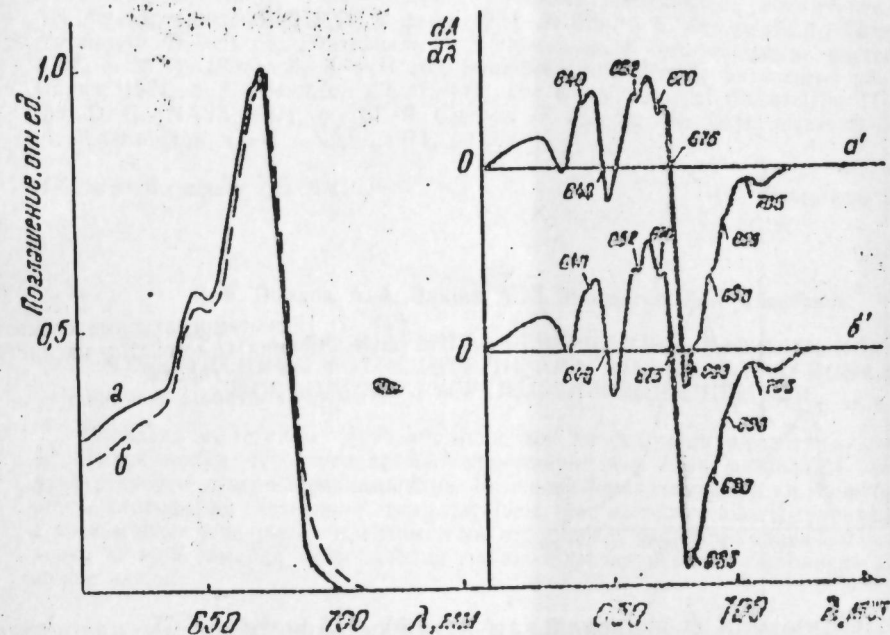


Рис. 1. Низкотемпературные спектры поглощения (а, б) гомогенатов из листьев гороха и их первые производные (а', б'): а, а' — контроль; б, б' — опыт

В низкотемпературных спектрах первых производных поглощения гомогенатов контрольного (рис. 1, а') и опытного (рис. 1, б') образцов обнаружены следующие формы хлорофилла: «б», поглощающие при 640 и 648 нм; «а», поглощающие при 662, 670, 675, 683, 690, 696, 705 нм. (В опытных образцах длинноволновая агрегированная форма наблюдается при 706 нм).

Спектр низкотемпературной флуоресценции контрольных образцов состоит из трех максимумов, излучающих при 685, 696 и 738 нм (рис. 2, в). В спектре флуоресценции опытных образцов наблюдается длинноволновый сдвиг основного максимума до 740 нм, а также изменение соотношения интенсивности излучающих центров в пользу длинноволновых агрегированных форм (рис. 2, б).

Сравнительное изучение общего содержания хлорофилла в опытных и контрольных листьях гороха показало, что их отношение в опытных образцах листьев к контрольным равно  $1,67 \pm 0,02$ . В то же время сама композиция форм исследуемых образцов не претерпевает существенных изменений. Анализ удельного поглощения нативных форм хлорофилла, и особенно низкотемпературных спектров флуоресценции, позволяет прийти к выводу, что содержание хлорофилла «а» в экстремальных условиях возрастает за счет длинноволновых агрегированных форм:

Хл<sub>690</sub>, Хл<sub>696</sub>, Хл<sub>705</sub>. При этом доля поглощения основных форм л<sub>662</sub>, Хл<sub>670</sub>, Хл<sub>678</sub> изменяется незначительно. Существенная стимуляция синтеза хлорофилла «а» за счет длинноволновых агрегированных форм в условиях динамической невесомости, видимо, может рассматриваться как одна из возможных приспособительных реакций растений на экспериментальные условия.

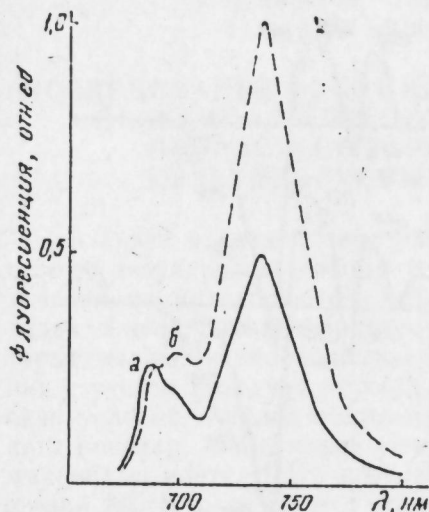


Рис. 2. Низкотемпературные спектры флуоресценции гомогенатов из листьев гороха: а — контроль; б — опыт

Известно, что функциональная активность фотосистемы находится в тесной взаимосвязи с мембранной системой хлоропластов и регулируется ее структурным состоянием, т. е. нативность мембран является непременным условием нормального протекания фотохимической и электронной стадий, с одной стороны, и фотосинтетической активности — с другой. Лишь в этих условиях может реализоваться структурно-функциональное равновесие хлоропластов, способствующее поддержанию общеклеточного гомеостаза.

Анализ ультраструктуры хлоропластов показал, что они определенным образом реагируют на смену условий существования. У них меняется не только конфигурация, но и внутримембранная система. У опытных образцов происходит расслоение пачек гран и их везикуляция, а также расслоение и дезориентация тилакоидов стромы, иначе говоря, — обратимые адаптивные модификации гранально-тилакоидной системы растений в ответ на культивирование их в дискомфортных условиях.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сказать, что проращивание растений в течение 42 дней в реальном космическом полете, т. е. в условиях воздействия комплекса факторов, к которым растения эволюционно не адаптированы, вызывает изменения в функциональной активности хлоропластов и их ультраструктуре.

#### Литература

1. Жуков-Бережников Н. Н., Рыбаков Н. И., Козлов В. А., Саксонов П. П., Добров Н. И., Антипов В. А., Подоплетов Н. И., Парфенов Г. П. — В сб.: Проблемы космической биологии. М.: Наука, 1965.
2. Ваулина Э. И., Анисеева И. Д., Парфе-

нов Г. П. — Косм. исслед., 1967, т. 5, № 2, с. 285. 3. Шепелев В. Я., Изум Хью Тхьюк, Кордюм В. А., Мелешко Г. И., Галкина Т. Б., Манько В. Г. Космическая биология и авиакосмическая медицина. — Медицина, 1982, № 6, с. 66. 4. Делоне И. Л., Егоров Б. Б., Антипов В. В. — Докл. АН СССР, 1966, т. 166, № 3, с. 713. 5. Алиев А. А., Алекперов У. К., Машинский А. Л., Фадеев С. И., Рагимова Г. К., Драчук Л. П. Ультраструктура клеток листьев архидеи, длительное время культивируемой в условиях космического полета. — Баку, 1984, — 12 с. — Рукопись представлена Институтом ботаники АН АзССР. Деп. в ВИНИТИ 2 февр. 1984, № 629-84. 6. Абилов З. К., Гасанов Р. А., Литвин Ф. Ф. — В сб.: Материалы I Закавказ. конф. по физиологии растений. Баку, 1967, с. 39. 7. Шлык А. А. — В сб.: Биохимические методы физиологии растений. М.: Наука, 1971, с. 8. 154. Lion Ch. T. — In: The Experiments of Biosatellite 11. Washington, D. C., NASA, 1971, p. 167. 9. Conrad H. M. — In: The Experiments of Biosatellite 11. Washington, D. C., NASA, 1971, p. 189.

Институт ботаники АН АзССР

Поступило 3. VI 1985

З. К. Абилов, А. А. Әлиев, А. Л. Машински, У. К. Әлэкбэров

### «САЛЈУТ-7» СТАНСИЈАСЫНДА БЕЧӘРИЛМИШ 42 КҮНЛҮК НОХУД ЧҮЧӘРТИСНИН ФОТОСИНТЕТИК АПАРАТЫНЫН ФУНКЦИОНАЛ ВӘ МОРФОЛОЖИ ХҮСУСИЈӘТЛӘРИНИН ТӘДГИГИ

Мәғаләдә «Салјут-7» стансијасында вә лабораторија шәраитиндә бечәрилмиш 42 күнлүк нохуд чүчәртисиндә хлоропластларын бир сыра физиоложи вә ультраструктур хусусијәтләри өҗрәнилмишдир. һәмчинин кәстәрилмишдир ки, тәчрүбә биткиләриндә хлорофиллин синтезинин стимулјасијасы, әсас максимум ашағы температур флуоресенсијасынын јердәјишмәси, еһтимал ки, агрегировлу форманын артмасы һесабына баш верир вә ејни заманда хлоропластын гранол-тилакоид мембран системиндә дәјишиклик ашкар едилир.

Z. K. Abilov, A. A. Aliyev, A. L. Mashinskii, U. K. Alekperov

### STUDY OF FUNCTIONAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF THE PEA GERMS CULTIVATED AT THE „SALUT-7“ STATION FOR 42 DAYS

A comparative analysis of several physiological and ultra-structural features of the pea germ chloroplasts cultivated at the „Salut-7“ station for 42 days showed that there existed a stimulation of the chlorophyll synthesis and the shift of the low temperature fluorescence in the test plants which was probably due to a larger fraction of the aggregated forms. Modifications in the granum thylacoid membrane system of chloroplasts were shown.

Акад. АН АзССР И. Д. МУСТАФАЕВ, М. С. ГАСАНОВ

**ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ  
В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

(на примере восточной части Малого Кавказа)

Наряду с задачей повышения урожайности зерновых культур важное значение приобретает проблема улучшения их качества. Качество зерна определяется соотношением действия внешних условий и наследственных факторов. По данным [8], среднее квадратическое отклонение содержания белка в зерне пшеницы составляет примерно 3,7%, а коэффициент вариации равен 25%, что указывает на большую изменчивость показателей.

Как считают многие исследователи [1, 2, 5, 6], такая изменчивость качества зерна обуславливается степенью увлажнения и температурой в период развития растений.

В настоящей статье рассматривается влияние метеорологических условий на качество зерна озимой пшеницы с учетом высоты и экспозиции склонов, где были проведены опыты. В основу положены данные о качестве зерна озимой пшеницы сорта Безостая I и Кавказ, собранного нами на разных высотах и склонах в восточной части Малого Кавказа, а также многолетние данные Азербайджанской инспекции Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Как показывает анализ, на Малом Кавказе в зависимости от высоты местности над уровнем моря в зерне озимой пшеницы содержание белка колеблется от 10,3 до 13,9% (в 70%-ной муке), сырой клейковины — от 20,8 до 33,0%, а стекловидность зерна — от 28,0 до 33,0%. Эти колебания можно объяснить различием почвенно-климатических условий, так как агротехника на полях ГСУ-примерно на одинаковом уровне.

В горных районах для более рационального использования климатических ресурсов возникает необходимость учета таких факторов, как экспозиция и крутизна склонов [7]. Судя по материалу, собранному нами на полях совхоза им. Низами Мардакертского района, в соответствии с изменчивостью микроклимата полей, расположенных на склонах различной экспозиции [3], сильно варьирует и качество получаемого зерна. Так, например, зерно с лучшим содержанием белка и стекловидностью отмечается на наиболее теплом и сухом южном склоне, а наиболее крупные (тяжелые) зерна были собраны с северного и западного склонов (таблица).

Повышение белковости зерна объясняется тем, что при более высокой температуре воздуха и почвы растение обогащается белковыми веществами сильнее, чем при низкой, независимо от характера биохимических процессов в самом растении [4]. Это связано с более высокой

концентрацией соединений азота и других питательных веществ в почвенном растворе, усилением их всасывания и др. Особенно заметна зависимость качества зерна озимой пшеницы от метеорологических элементов в условиях богарного земледелия. Сопоставление показателей

Влияние экспозиции склонов на качество зерна озимой пшеницы (сорт Безостая I)

Склон	Показатели				
	Белок	Сырая клейковина	масса 1000 зерен, г	Об. выход хлеба из 100г муки, см <sup>3</sup>	Стекловидность, %
	%				
Южный	15,4	44,0	30,1	540	75
Восточный	15,0	41,0	35,4	510	70
Равнина	14,8	37,4	34,8	500	60
Долина	14,5	36,0	36,2	490	60
Северный	12,5	32,0	38,9	480	65
Западный	10,7	29,0	46,0	470	65

качества зерна озимой пшеницы с метеорологическими условиями отдельных фаз развития показало наличие тесной связи между ними. Так, например, белковость зерна имеет прямую связь с суммой эффективных температур за период полное колошение — восковая спелость (рис. 1 а) и выражается уравнением прямолинейной регрессии

$$y = 0,025x - 2,4, \quad r = 0,88, \quad (1)$$

где  $y$  — белковость зерна, %,  $x$  — сумма эффективных температур,  $r$  — коэффициент корреляции.

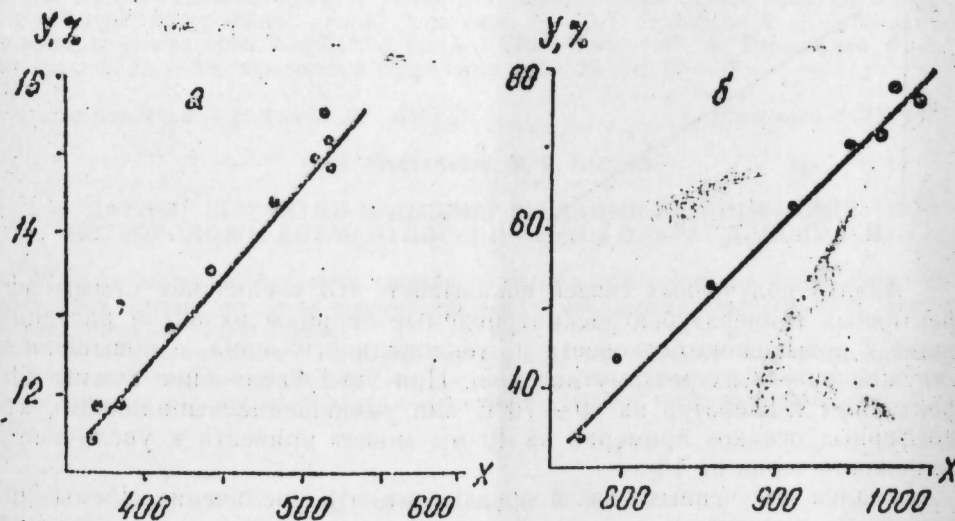


Рис. 1. Зависимость белковости зерна от суммы эффективных температур за период колошение — восковая спелость (а) и стекловидности зерна за период начала вегетации — восковая спелость (б)

Такой же вид имеет зависимость стекловидности зерна от термических условий в период с начала весенней вегетации до восковой спелости (рис. 1б), описываемая уравнением

$$y = 0,2x - 120, \quad r = 0,94, \quad (2)$$

где  $y$  — стекловидность зерна, %,  $x$  — сумма эффективных температур.

В условиях богары связь между показателями качества зерна и величиной выпадающих в период колошения — восковая спелость атмосферных осадков (рис. 2) также описывается уравнением прямой и имеет следующий вид:

$$y = -0,03x - 19,2, \quad r = 0,92, \quad (3)$$

$$y = -0,33x - 116, \quad r = 0,76; \quad (4)$$

в уравнении (3)  $y$  — содержание белка в 70%-ной муке, %, в уравнении (4) — стекловидность зерна, %,  $x$  — атмосферные осадки, мм.

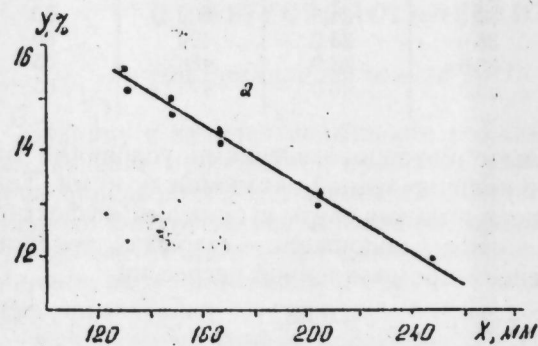


Рис. 2. Зависимость белковости (а) и стекловидности зерна (б) от количества осадков за период колошения — восковая спелость



Анализ полученных связей показывает, что увеличение суммы эффективных температур в рассматриваемые периоды развития растений ведет к повышению белковости и стекловидности зерна, а повышенное увлажнение — к их резкому падению. При этом увеличение суммы эффективных температур на 50—70 °С или уменьшение выпадающих атмосферных осадков примерно на 40 мм может привести к увеличению белковости зерна на 1%.

Анализ полученных связей показывает, что увеличение суммы эффективных температур в рассматриваемые периоды развития растений ведет к повышению белковости и стекловидности зерна, а повышенное увлажнение — к их резкому падению. При этом увеличение суммы эффективных температур на 50—70 °С или уменьшение выпадающих атмосферных осадков примерно на 40 мм может привести к увеличению белковости зерна на 1%.

В восточной части Малого Кавказа наиболее благоприятными для

получения высококачественного зерна являются годы с теплыми веснами, когда сумма эффективных температур в период с начала весенней вегетации до восковой спелости превышает 850 °С, в фазу колошения — восковая спелость — 450 °С, а количество атмосферных осадков составляет не более 150—200 мм.

### Выводы

1. Температура и количество осадков по-разному влияют на качество урожая озимой пшеницы в горных условиях.
2. Пшеница, выращиваемая на разных склонах, отличается по своим качественным показателям. Поэтому зерно, собранное на южных и восточных склонах, целесообразно использовать в макаронном производстве и в селекции, а на западных и северных и в полосе перехода от склона к равнине как семенной фонд.
3. Полученные уравнения могут быть использованы при агроклиматической оценке территории с целью прогноза содержания белка и клейковины в зерне озимой пшеницы.

### Литература

1. Дегтярева В. Г. Погода, урожай и качество зерна яровой пшеницы. — Л.: Гидрометеониздат, 1981.
2. Марушев А. И. Качество зерна пшеницы Поволжья. — Саратов, 1968.
3. Мустафаев И. Д., Гасанов М. С. — С.-х. биология, 1983, № 9, с. 18—22.
4. Созинов А. А., Козлов В. Г. Повышение качества зерна озимой пшеницы. — М., 1970.
5. Соколов Н. А. — Тр./Новосиб. с.-х. ин-т, 1978, вып. 117, с. 13—16.
6. Страшный В. Н. Агрометеорологические условия и качество зерна озимой пшеницы в центральной зоне: Автореф. дис... канд. экон. наук. М., 1977.
7. Эйюбов А. Д. Агроклиматическое районирование Азербайджанской ССР. — Баку, 1968.
8. Ярошевский В. А., Тотьлева В. П. — Метеорология и гидрология, 1969, № 8, с. 67—72.

Институт генетики и селекции АН АзССР

Поступило 5. IV 1985

И. Д. Мустафаев, М. С. Гасанов

### ДАГЛЫГ ШЭРАНТДЭ ПАЙЗЛЫГ БУГДАНЫН КЕЛФИЛЭТИНИН МЕТЕОРОЛОЖИ ЕЛЭМЕНТЛЭРДЭН АСЫЛЫ ОЛАРАГ ДЭЛШИМЭСИ

Мөгалэдэ пайзлыг бугданын тэркибиндэ зүлал вэ клејковинанын мигдарынын, чө-рэјин һэчм чэкиси вэ дэнин шүшэварилјинин јамачларынын бахарлыгыдан асылы олараг дэјишмэси тэдгиг едилир.

Мүэјјэн едилмишдир ки, колланма-јетишмэ дөврүндэ эффектив температур чэминин орта чохилик кэмијјэтдэн 50—70 ° чох вэ јагынтыларын 40 мм аз олмасы дэнин тэркибиндэ зүлалын мигдарынын 1% вэ клејковинанын 2% чох топланмасына шэрант јарадыр.

I. D. Mustafayev, M. S. Hasanov

### THE CHANGES OF AUTUMNAL CORN QUALITY IN DEPENDENCE ON METEOROLOGY ELEMENTS IN THE MOUNTAINOUS CONDITION (within the East part of the Minor Caucasus)

The changes of volume weight of bread and the glassiness of grain were investigated in quantity of protein and gluten in structure of autumnal corn.

It was defined that in the period of bush formation the effective temperature of addition from many years average quantities was 50—70° more and the rains were 40 mm less. That is why the protein was 1% and the gluten—2% more in quantity of grain structure.

Дж. Н. МАГЕРРАМОВ

**НЕКОТОРЫЕ ФАКТЫ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
МАМЕД БАГИРА АХУНДОВА В СВЯЗИ С ИРАНСКОЙ  
РЕВОЛЮЦИЕЙ 1905 — 1911 гг.**

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

Первая русская революция 1905—1907 гг. раньше и сильнее, чем на другие страны Востока, повлияла на развитие революционного движения в Иране. Закавказские большевики живо откликнулись на события в Иране, организовав группу содействия иранской революции. Связующим звеном между большевиками и иранскими революционерами была социал-демократическая организация «Гуммет», созданная еще в конце 1904 г. при Бакинском Комитете РСДРП. Об ее деятельности по организации помощи иранским революционерам А. Б. Юсиф-заде, делегат бакинской большевистской организации, на VI съезде РСДРП(б) говорил: «Должен особо отметить роль «Гуммета» в персидской революции. Наша организация обслуживала персидских революционеров и литературой, и агитаторами, и добровольцами. Члены нашей организации были одними из первых, которые развили революционную и социалистическую агитацию в Персии» [1]. Бакинский комитет РСДРП широко развернул работу по оказанию политической, организационной и материальной помощи иранским революционерам. Большевики через свои газеты и листовки гневно клеймили и разоблачали антинародную политику шаха и помогающих ему империалистических держав Англии и России, которые в угоду своим корыстным интересам стремились задушить революцию в Иране. Они призывали пролетариат к всемерной поддержке иранских революционеров. Сотни рабочих откликнулись на призыв о помощи, добровольно отправляясь принять участие в вооруженной борьбе иранского народа. В рядах иранских революционных отрядов сражались добровольцы из Баку, Тифлиса, Батума и других городов России, причем многие героически погибли, защищая интересы трудящихся иранцев. Среди них был и один из активных членов социал-демократической организации «Гуммет» — Мамед Багир Мамед Али оглы Ахундов.

К сожалению, об этом революционере известно очень мало, и о его участии в иранской революции 1905—1911 гг. в исторической литературе конкретных данных почти не имеется. Выявленные нами новые сведения из архивов и периодической печати того времени позволяют полнее осветить основные этапы жизни Мамед Багира Ахундова, уделив особое внимание его революционной деятельности в Иране в 1908—1909 гг.

Мамед Багир Ахундов родился в 1887 г. в г. Баку в семье мещан. В 1904 г. успешно окончил 2-е Бакинское городское училище, однако

аттестат об его окончании не получил из-за непредоставления метрического свидетельства. Устроившись рулевым на судно, М. М. Ахундов стал плавать на Каспийском море [2].

В годы первой русской революции он принимал самое энергичное участие в революционных выступлениях бакинского пролетариата. В 1905 г. Мамед Багир вступил в ряды большевистской организации «Гуммет» [3] и вскоре выдвинулся в число ее активных деятелей. По словам С. М. Эфендиева, он «работал в Городском районе и состоял в боевой дружине с 1906 года. Являясь надежным товарищем... пользовался таким доверием, что ему поручено было хранение нелегальной типографии Городского района, оружия и складов взрывчатых веществ. Он служил заведующим читальней-библиотекой «Ниджат», был очень полезным для организации, пользовавшейся его квартирой, как местом сборов, явок и т. д.» [4]. Одновременно М. М. Ахундов принимал участие в создании партии иранских социал-демократов «Эджтимаюн-е-амниюн» и входил в ее руководящее ядро [5]. Он проявлял большой интерес к революционному движению в Иране. К нему приезжали иранцы — очевидцы и участники революционных событий в Иране [6].

Активная революционная деятельность Мамед Багира Ахундова не могла остаться незамеченной царской охранкой. Она располагала агентурными сведениями о том, что «у Мамед Багира Ахундова, принадлежащего к Российской социал-демократической рабочей партии, имеется склад оружия и бомб». Ввиду этого утром 9 августа 1907 г. у него на квартире был произведен внезапный обыск [7]. Во время обыска помимо оружия и взрывчатых веществ, хранящихся в подвале дома, были обнаружены брошюры большевистского книгоиздательства «Вперед». Эти брошюры, как указывалось в протоколе обыска, «освещают рабочий вопрос с точки зрения социал-демократической партии и научного социализма». Было найдено 6 экземпляров «Программы социал-демократической рабочей партии», принятой на втором съезде партии, издания бюро Кавказской рабочей организации РСДРП, устав боевой дружины бакинской организации РСДРП, листовки, газеты, журналы революционного содержания и переписка, указывающая на связи М. М. Ахундова с С. М. Эфендиевым и другими большевиками [8]. Только лишь по чистой случайности Мамед Багиру удалось избежать ареста. Около года он скрывался от преследований царской охранки, его имя фигурировало в «Списке разыскиваемых Департаментом полиции политических «преступников», которые подлежали немедленному аресту. Список этот опубликовала на своих страницах газета «Пролетарий», являющаяся фактически центральным органом большевиков [9].

Осенью 1908 г. по заданию БК РСДРП Мамед Багир был направлен в Иран для оказания помощи иранским революционерам. Обосновавшись в Реште (Гилянская провинция), он устроился счетоводом в канцелярию т-ва бр. Нобель и помогал с работой прибывшим сюда под видом нобелевских рабочих революционерам, посылавшимся Бакинским Комитетом. Они сдавали Мамед Багиру привозимое с собой оружие, которое затем хранилось в устроенном им подпольном укрытии [10].

26 января 1909 г. под влиянием агитации закавказских революционеров в Реште вспыхнуло восстание против шахского произвола. Мамед Багир «...с начала революции в Реште в каждом бою занимал передовую позицию... В казвинском бою он был первым, вступившим в город и воевавшим вместе с одним только товарищем в течение 4-х часов против 170 человек...». Так писала о нем демократическая газета «Иран-е нов» [11].



Мамед Багиром и группой революционеров в Ренге был арестован Зилли Султан — один свергнутого Мамед Али-шаха, у которого были «отобраны и переданы правительству... 370 000 туманов» [12].

Осенью 1919 г. для подавления мятежа прошахски настроенных племен в районе Ардебиль был послан отряд во главе с Сардаром Мухи\* и Серик Орджоникидзе. В этом отряде был и Мамед Багир Ахундов. На пути в Ардебиль в иранской Астаре отряд революционеров, захватив арсенал мятежников, стал вооружаться. При проверке бомба взорвалась в руках Мамед Багира [13]. «Во время взрыва бомбы... убиты взрывом Мамед Багир Ахундов (физик-революционер...)...», — сообщал корреспондент газеты «Баку» в Астаре иранской [14].

Так 18 ноября 1919 г. на 22-м году трагически оборвалась жизнь испытанника бакинской большевистской организации, активного борца «Заказавшего за свободу, большого друга и поклонника Ирана... не жалел своей жизни вступившему на арену священной борьбы. ...Разумный человек не может не оценить высоко все это» [15], — писала тогда о нем на своих страницах газета «Иран-е нов».

#### Примечания

1. Шестой съезд РСДРП (большевиков): Протоколы. — М., 1958, с. 236. 2. ЦГИА АзССР, ф. 185, оп. 34, д. 11057, лл. 50—52 и об. 3. АМСО АзССР, св. 42, д. 103/180, л. 9. 4. Эбиндиль С. М. Из истории революционного движения азербайджанского пролетариата. — Баку, 1957, с. 37. 5. Асланов С. Ш. Образование иранской партии «Эджти-мадон-е-амани» (Муджтаид): автореф. дис. канд. ист. наук. — Баку, 1975, с. 9. 6. ЦГИА АзССР, ф. 185, оп. 34, д. 11057, лл. 50 об., 52 и об. 7. Там же, ф. 169, оп. 2, д. 2104, л. 2. 8. Там же, ф. 185, оп. 34, д. 1057 об., 48, 49 и об., 51 об., 52 об. 9. Пролетарий, 1908, (25) 13 нояб. 10. Чалашвили Г. С. Из истории интернациональной деятельности закавказских революционеров в Иране. — Изв. АН ГССР. Сер. истории, археологии, этнографии и истории искусства, 1981, № 4, с. 23—24. 11. Иран-е нов, 1909, 4 дек. 12. АМСО АзССР, св. 267, д. 4556/5181, лл. 89, 90. 13. Там же, л. 42 об. 14. Баку, 1909, 21 нояб. 15. Иран-е нов, 1909, 4 дек.

Институт истории АН АзССР

Поступило 10. XII 1984

Ч. Н. Мәгәррәмов

#### 1905—1911-чи ИЛЛӘР ИРАН ИНГИЛАБЫНДА М. М. АХУНДОВУН ФӘАЛИЙӘТИ ҺАГЫНДА БӘ'ЗИ ФАКТЛАР

Мағаләмдә керәккән буржуазчи-большевик М. М. Ахундовун Ирандакы чохсаһәли ин-гилаби фәәлијәткән сәттијәләндирән бир сыра јени материаллар шәрһ олунур. Бурада оун Иран ингилабчыларының азадлыг вә мүстәғиллик уғрунда апардыглары мүбаризә-јә кәмејән тәһкикәндәги хидмәтләри кәстәрилп.

Dj. N. Magerramov

#### SOME FACTS ON THE ACTIVITY OF MAMED BAGIR AKHUNDOV IN CONNECTION WITH THE 1905—1911 IRANIAN REVOLUTION

The article provides the readers with the new data characterizing many-sided revolutionary activity of famous bolshevik-humanist M. M. Akhundov. It shows his contribution to the organization of assistance to the Iranian revolutionaries in their struggle for freedom and security of their country.

\* Сардар Мухи переводится как «великий революционный человек». Настоящее его имя — Мухиза Султан. Это был известный иранский революционер. Умер в Баку в 1924 г.

УДК 801.311.2

ТОПОНИМИКА

С. К. КӘРИМОВ

#### АЗӘРБАЈЧАН ТОПОНИМИЈАСЫНДА МАЛДАРЛЫГ ТӘСӘРРҮФАТЫ МӘИШӘТИНИН ИЗЛӘРИ

(Азәрб. ССР ЕА Академики Н. Ә. Әлијев тәғдим етмишидир.)

Бир елм кими һәлә кәнч олан топонимика јеткииләшдикчә оун јени саһәләри дә јараныр вә инкишаф едир. Сон вахтларда «тәтбиги топонимика» ифадәси елми әдәбијатларда кениш ишләнмәјә башлан-мышдыр [10.3]. Тәтбиги топонимика—бу елми газандығы бир сыра наплијјәтләрин истәһсалатда тәтбиг олунмасыдыр.

Азәрбајчанын топонимиясы, тәтбиги топонимика бахымындан, јә'ни халгымызын тәсәррүфатла бағлы олан чохәсрлик мүшаһидәләри әсасында әлдә етдији зәнкин тәчрүбәсини, бүтөвлүкдә малдарлыг вә әкинчилик мәдәнијјәтини, башга сөзлә, кечмиш игтисади тәфәккүрүнү өјрәнмәк үчүн чох марағлы вә елми әһәмијјәтли мәнбәдир. Доғрудур, мүәсир инкишаф етмиш социализм мәрһәләсиндә, кәнд тәсәррүфаты-нын елми-техники тәрәггини наплијјәтләри әсасында гурулдуғу бир вахтда «керијә гајытмағ», XVIII—XIX әсрләр малдар вә әкинчиләрин игтисади тәфәккүрүнү, тәсәррүфат мәдәнијјәтини өјрәнмәк илк ба-хышда биләваситә истәһсалат әһәмијјәтли мәсәлә кими диггәти чәлб етмир. Лакин бу күн республикамызда малдарлыг тәсәррүфаты мүә-сир елми-техники әсасда һәјата кечириләркән, оун јүксәк мүвәффә-гијјәти халгымызын јүзилликләр әрзиндә газандығы тәчрүбә илә нечә әләгәләндирилмәсиндән дә һејли дәрәчәдә асылыдыр. Сов.ИКП XXVI гурултајында дејилдији кими, «Бу, ...елми төвсијјәләринә, дүјада вә өлкәмиздә топланмыш тәчрүбәнин өјрәнилмәсинә вә ондан истифадә едилмәсинә даһа чох диггәт јетирилмәсини тәләб едир» [1, 61].

Мә'лумдур ки, отлаг, бичәнәк вә өрүшләрин ајрылмасы малдар-лыг тәсәррүфатында мүһүм әһәмијјәт кәсб едир. Республикамызын әразиси әлверишли тәбин вә иглим шәранти илә бағлы олараг зәнкин отлаг, бичәнәк вә өрүш саһәләринә маликдир. Микротопонимияда јүз-ләрлә белә отлаг<sup>1</sup>, бичәнәк (бә'зән «чалма»<sup>2</sup> да дејирләр), өрүш, көв-шән адлары из салмышдыр: Горуг јери, Әбдүләзим чалмасы, Чәбини бичәнәји, һәзрәтгулунун бичәнәк јери (Мирбәшир р.), Бичәнәк јери, Бәј горуглары (Јевлах р.), Ашағы Күзләк кәнди (Фүзули р.), Күздәк

<sup>1</sup> Азәрбајчанылылары IX—XI әсрләрлә сәсләшән «Китаби-Дәдә Горгуд» адлы ја-зылы абидәсиндә отлаг сөзү «бисәрли» шәклиндә ишләнишидир: «Битәрлидә отла-рына гаргамағыл» (6, 24).

<sup>2</sup> Чалма сөзү «от чалмағ» ифадәсиндәки «чалмағ» фе'линдидир.

гәсәбәси (Абшерон р.)<sup>3</sup>, Көвшән кәнди<sup>4</sup> (Гутгашен р., Тиканлы кәнди илә бирләшмишдир), Алты көвшән јери, һәфшә јери<sup>5</sup> (Кәлбәчәр р.), Бозлу көвшәни, Сәрп бичәнәји<sup>6</sup> (Лачын р.) вә с. Зәннимизчә, Ашағы Маралјан вә Јухары Маралјан (Чәбрајыл р.), Маралјан Саров (Мирбәшир р.), Маралыг (Шаһбуз р.) кәндләри<sup>7</sup>, һабелә гејдә алдығымыз Моролуг јери (Јевлах р.), Мәрәлик јери (Лачын р.) топонимләри отлаг мәнасында олан әрәб мәншәли «мара» (чәм һалда «маран») сөзүндәдир (9,381). Д. Д. Пакирев дә кечмиш Нахчыван гәзасында Марадәрә дағы вә Ләнкәран гәзасында Марајурт дағ адларыны, Загатала даирәсиндә исә Маралыгсу чај адыны гејд етмишдир [8,167,168]. Маралыдыр ки, Моролуг вә Мәрәлик адларыны јерли әһали дә «отла зәнкин олан саһә» кими изаһ едир.

Доғрудан да Ашағы Маралјан, Јухары Маралјан, Маралјан Саров вә Маралыг кәндләринин јерләшдији әразиләр бир сыра тајфа вә елләрин тарихән ғышлаглары, ғыш отлаг саһәләри олмушдур. Көрүнүр, Мәзрә кәнд адында галмыш «мәзрә» сөзү («әкин јери» мәнасындадыр) илә бәрабәр, «мара» термини дә орта әсрләрдә әрәб дилинин тәсири илә Азәрбајчан дилинин тәркибинә даһил олараг кениш ишләнишдир. Маралјан ады, еһтимал ки, илкин формада Мариалан («отлаглар јери» мәнасында)<sup>8</sup> олмушдур, бурада-лан «јер», «мәкан» билдирир. Гејд едәк ки, Чәнуби Азәрбајчанда да Маралуж Кәлбәлуј кәнди вардыр (7,594). Зәннимизчә, бу топонимдәки -луј топоформанты -лы, -лыг сонлуғунун гәдим вариантларындандыр. Молдавија ССР-ни әразиндә -луј сонлуғу түрк (печенег, куман) мәншәли адлардан Ковурлуј, Дерлуј, Сахалуј (4,4), Өзбәкистанда Кызылуј (11,322) адларына диггәт јетирдикдә бу еһтимал даһа да күчләнир.

Сапалаг јери (Кәлбәчәр р.) вә Јајлым тәпәси (Чәбрајыл р.) микротопонимләринин дә изаһы чох марағлыдыр. Мәлумдур ки, көч јолларынын кәнарларында (тәхминән һәр 10-15 км-дән бир јерләшән көч дүшәркәләринин әтрафында) мүәјјән отлаг саһәси јерли әһали тәрәфиндән бичилмәјиб сахланылырды. Елат јајлаға кедәркән, јахуд орадан гајыдаркән көч дүшүкдә гојун сүрүләри бурада отарылырды (12,42). һәмни отлаг саһәләри јерли әһали арасында инди дә «сапалаг» адланыр.

Јајлым сөзү «Азәрбајчан дилинин диалектоложки лүғәти» китабында сәһвән «дүзәнлик» мәнасында изаһ едилмишдир (2,240). Лакин малдарлыг тәсәррүфаты илә әлагәдар јаранмыш бу терминин һәмни мәна илә һеч бир бағлылығы јохдур. Јајлым һејванларын (әсасән гојунларын) кечәләр кәндин, јахуд бинәнин әтрафындакы отлаға чыхарылмасына (јајылмасына) дејилир. Јајлымын ики формасы вардыр: јаз вә пајыз јајлымы. Бу формалар һејванларын отлаға чыхарылма вахты илә сечилир. Јазда һаваларын мүләјим кечмәси илә әлагәдар, адәтән, һејванлар сәһәрә јахын (саат 4—5-дә) јајлыма чыхарылыр вә тәхминән саат 10—11-дән сонра сағылмаг үчүн јенидән кәндә вә јахуд обаја гајтарылырлар. Пајыз јајлымында исә һејванлар

<sup>3</sup> Күздәк «пајыз јурду», «пајыз отлағы» мәнасындадыр (2, 285). Кечмиш Чәбрајыл гәзасында да Күздәк кәнди олмушдур (3, 334).

<sup>4</sup> Чәнуби Азәрбајчанда да Көвшән адлы кәнд вардыр (6, 684).

<sup>5</sup> Күрдләр хырда даһи галағларла, јахуд кол-көсла һасарланараг горунан отлаг саһәсинә «һәфшә» дејиләр.

<sup>6</sup> Сәрп сөзү јерли чоғрафи термин олуб, «јамач» мәнасындадыр.

<sup>7</sup> Ермәнистан ССР әразиндә дә Маралыг адлы јаһајыш мәнтәгәси вардыр.

<sup>8</sup> Күрчүстан ССР-дә Отлуг кәнди (индики Кәдһани) олмушдур.

ахшамдан хејли кечмиш, тәхминән кечә саат 1-ә јахын отлаға чыхарылырлар. Пајыз јајлымы саат 4—5-ә кими давам едир, чүнки бу заман пајыз шәһи дүшүр вә гојунлар шәһли оту јемәкдән имтина едиләр<sup>9</sup>. Әввәлләр Азәрбајчанын һәр јериндә, хүсусилә шәхси тәсәррүфатларда јајлымдан кениш истифадә едилирди, чүнки бу режим гојунчулугда мәһсулдарлығын артмасына бөјүк тәсир көстәрир. Тәәсүф ки, јајлым сон илләрдә кетдикчә унутулмагдадыр. һалбуки ону ири һејвандарлыг тәсәррүфатларында да тәтбиғ етмәјин бөјүк әһәмијјәти оларды.

Исанлар итәр малдарлыг, итәрсә дә әкинчиликдә гаршылашдығлары мүвәфғәјијјәт вә уғурсузлуғлар һағғында һәмишә дүшүнмүшләр. Бунларын сәбәбинин тәбиәтин өзүндә ахтаран ата-бабалар даһма мүшаһидәләр апармыш вә марағлы нәтичәләрә наһ олмушлар. Ағу јери (Мирбәшир р.), Ағылы чала (Зәрдаб р.). Ачы селавлар јери, Гысырмач јалы (Чәбрајыл р.), Ачы дәрә (Шамаһы р.), Ачы дүзү (Мардакерт р.), Ачы јери (Јевлах р.), Гочалмаз тәпәси, Дәличәли тәпәси (Кәлбәчәр р.), Гысырдағ (Варташен р.), Гысыр дағы<sup>10</sup>, Јағлы дәрә (Нахчыван МССР), Јағлы күнеј (Лачын р.), Данагыран јери (Губадлы р.), Зәһәрдағ (Бақы ш., Гарадағ р.) вә с. топонимләрин јаһанмасы да мәһз һәмни узунмүддәтли халг мүшаһидәләри илә бағлыдыр. Ағу јери, Ағылы чала, Данагыран јери, Зәһәрдағ адланан јерләрдә отлар ағулу, јаһни зәһәрли олдуғуна көрә бурада отлајан һејванлар зәһәрләниб өлүрләр.

Ачы селавлар јери, Ачы дәрә, Ачы дүзү, Ачы јери вә с. адлардакы «ачы» сөзү орадакы отларын дадынын ачы олмасы хүсусијјәтинин әкс етдирир. Марағлыдыр ки, һејванлар илин үч фәслиндә (јаз, јај вә пајыз) бу әразидәки отлары гәтијјән јемирләр. Јерли мәлумата көрә, бунун сәбәби һәмни отларын ачы олмасыдыр. Ғышда исә гурудуғундан, онларын тәркибиндәки ачылыг кедир вә һејванлар өзләри отламаг үчүн бу јерләрә чан атырлар.

Гысыр дағы, Гысырмач јалы, Гочалмаз тәпәси оронимләриндәки «гысыр», «гоч алмаз» ифадәләри, ајдындыр ки, гојунчулугда дәлә аиддир. Јерли мәлумата көрә, әкәр гојунлар мүнтязәм олараг Гочалмаз тәпәсиндә отлајарса, онда һәмни гојунлар гоч алмыр, гысыр галыр. Бу сәбәбдән дәл артымы зәһф олур. Гысыр дағында да белә отлаг саһәләри вардыр вә «гысыр» сөзү һәмни халг мүшаһидәси илә бағлыдыр. «Јағлы дәрә», «Јағлы күнеј» адланан саһәләрдә исә, әксинә, бурада отарылан гојунлар даһа сағлам вә сүдлү олмалары илә фәргләнирләр. «Јағлы» сөзү дә бу отлаглардакы биткиләрин тәркибиндә һејванларын организми үчүн зәрури олан үзви маддәләрин зәһкишлијинин ифадә едир.

П. Зелински кечән әсрдә Зәһкәзур гәзасында оларкән һејванларда дәличә хәстәлијинин олмасыны мүшаһидә етмишдир (5,101). Ел арасында «дәличә» адланан оту једикдә һејванлар дәличә хәстәлијинә тутулурулар. Дәличә тәпәсинин ады да һәмни отун бурада чох олмасы илә бағлыдыр.

Беләликлә, топонимләрин тәдғиги көстәрир ки, әһали отлаг саһәләринә ад верәркән чох диггәтли олмуш вә халгымызын тәсәррүфатла бағлы мүшаһидәләринә, зәнкин тәчрүбәсинә әсасланмышдыр. Узун

<sup>9</sup> Халг мүшаһидәсинә көрә, кетдикчә һаваларын сојумасы илә әлагәдар шәһ пајызда јаза иһсәбәтән чох дүшүр вә она көрә дә һејванлар јазда шәһли оту једикләри һалда пајызда јемирләр.

<sup>10</sup> Ермәнистан ССР вә Чәнуби Азәрбајчанда да Гысыр дағы вардыр.

иллэрин сынагындан чыхмыш бу эмпирик биликлэр Эрзаг програмынын һәјата кечирилдији индики дөврдә дә өз әһәмијјәтини итирмәмишдир.

Республикамызда отлаг, бичәнәк, өрүш саһәләри ајрыларкән илк нөвбәдә онларын адларына диггәт јеритилмәли, даһа сонра исә битки аләми бу чәһәтдән диггәтлә өјрәнилмәлидир. Бу, һәр шејдән әввәл, республикамызда Эрзаг програмынын даһа мұвәффәгијјәтлә һәјата кечирилмәси ишиндә елнин малдарлыг тәсәррүфатына әмәли көмәји демәк оларды.

#### Әдәбијјат

1. Сов.ИКП XXVI гурултайынын материаллары, Бақы, Азәрнәшр, 1981; 2. Азәрбајчан дилинин диалектологји лүгәти. Бақы, Азәрбајчан ССР ЕА нәшријјаты, 1964; 3. Деконский А. Г. Экономический быт государственных крестьян в Шушинской и Джебранльской уездах, Елизаветпольский губернии—МИЭБГКЗК, т. IV, ч. I. Тифлис, 1886. 4. Дрон И. В. Названия гагаузских сел Молдавской ССР. «Советская тюркология», 1982, № 4. 5. Зелинский С. П. Экономический быт государственных крестьян в Зангезурском уезде Елизаветпольской губернии—МИЭБГКЗК т. IV, ч. I. Тифлис, 1886; 6. Китаби-Дәдә Горгуд. Бақы. Азәрбајчан Дөвләт нәшријјаты, 1962; 7. Азәрбајчанын тарихинә, абидәләринә вә этнографјасына бир нәзәр (фарс дилиндә), Тегран, 1349. 8. Пагирев Д. Д. Алфавитный указатель к пятиверстной карте Кавказского края. Тифлис, 1913. 9. Петрушевский И. П. Земледелие и аграрные отношения в Иране XIII—XIV веков. Изд. АН ССР. М.-Л., 1960. 10. Прикладная топонимика. М., 1983. 11. Узбекская ССР административно-территориальное деление Ташкент. Издательство «Узбекистан», 1981; 12. Хәлилов Х. Гојунчулугда көч. «Кәнд һәјаты» журналы, 1983, № 12.

Чографија Институту

Алыммышдыр 3.VIII 1985

С. К. Керимов

#### СЛЕДЫ БЫТА СКОТОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ТОПОНИМИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

В статье исследуется научно-практическая связь топонимии со скотоводческим хозяйством. Объясняется значение народных топонимических наименований, связанных со скотоводством. Показано, что изучению экономического представления народа в прошлом, а также повышению скотоводческой культуры на современном этапе может способствовать прикладная топонимика.

S. K. Karimov

#### THE SIGNS OF LIFE OF THE CATTLE-BREEDING FARMING IN THE TOPONYMY OF AZERBAIJAN

The scientific-practical connection of the toponymy with the cattle-breeding farming is investigated in the article. The value of the local terms in toponyms, connected with the cattle-breeding, is explained.

It is indicated, in general, that the applied toponymy may be of great importance while investigating the economic notion of the people in the past as well as the rise of cattle-breeding culture at present.

УДК 392.8 (47.00).

ЭТНОГРАФИЈА

Х. Д. ХӘЛИЛОВ

#### XIX—XX ӘСРИН ӘВВӘЛЛӘРИНДӘ АЗӘРБАЈЧАНДА ОТЛАГДАН ИСТИФАДӘ ГАЈДАЛАРЫ ҺАГГЫНДА (Гарабағ зонасы материаллары әсасында)

(Азәрб. ССР ЕА академики А. С. Сумбатзадә тәгдим етмишдир.)

Һәр бир дөврүн сосиал-иғтисади мұнасибәтләринин өјрәнилмәсиндә бир сыра проблемләрлә јанашы, торпаг үзәриндә мұлкијјәт вә ондан истифадә формаларынын тәдгиги дә мұһүм јер тутур. Бу бахымдан, XIX—XX әсрин әввәлләриндә отлагдан истифадә гајдаларынын арашдырылмасы диггәти чәлб едир.

XIX әсрин биринчи рүбүндә Азәрбајчанда һәлә конкрет отлаг веркиси вә отлаг ичарә гајдасы мөвчуд дејилди. Отлаг веркиләри вә ичарә гајдалары јерли адәтләр әсасында тәнизим олуурду. Она көрә дә отлагдан истифадә мұгабилиндә мұкәлләфијјәт, верки вә ичарә гајдалары да мұхтәлиф иди. И. П. Петрушевскијә көрә, әсасән малдарлыгла мәшғул олан әһалинин бир һиссәси ханын вә феодалларын көнүллү һәрби гошуну вә мұһафизәчиси вәзифәсини јеринә јетирир, бунун мұгабилиндә исә отлаг веркиси олараг саһибкара мұәјјән мигдар һејван, јағ, пендир, јун верир, мұвафиг шәртләрлә ханын һејваныны отарыр, јајлаға вә гышлаға көчәркән иш һејванлары илә онларын јүкүнү дашыыр, ејни заманда бә'зән натура илә, бә'зән дә пулла отлаг һаггы өдәјирдиләр [14,315; 3; 1,70; 2,381; 15,47—58].

XIX әсрин биринчи рүбүндә әсас отлаг веркиси чөпбашы иди. Ајры-ајры әјаләтләрдә әһали арасында јерли адәтләрлә тәнизим олуан отлаг веркиләриндән башга, натура илә өдәнилән малдарлыг веркиләри дә варды. Белә ки, елатларын һәр 100 баш гојун үчүн отлаг саһибинә вердији 1—2 сағмал гојун «чөпбашы», бундан әләвә һәр 100 гојун үчүн алынән 50 гәпик пул исә «күллүк» адланырды. Хана вә бәјә јајлагда верилән гојуна кабаблыг дејилирди. һәр јатаг саһиб отлаг веркиси топлајан сәркара бир гојун верирди, бу «сәркарлыг» адланырды [12,39—40]. Мәнбәләрдә Гарабағ ханлығында һәр 500 баш гојун үчүн 1—2 гојун, 2 манат чөпбашы алындығы көстәрилди [18].

Азәрбајчанын Русијаја бирләшдирилмәси баша чатдырылдыгдан сонра Иран вә Түркијәјә мејл едән бәјләрә, торпаг үзәриндә мұлкијјәт һүгугу олмасыны сәнәдлә сүбут едә билмәјән мә'мурлара вә руһаниләрә мәхсус олан торпаглар мұсадирә олунараг дөвләт мұлкијјәти, бу торпагларда јашајан кәндлиләр исә дөвләт кәндлиләри е'лан едилмишди [9,177]. Чар һөкүмәти бу јолла Гарабағын јајлаг вә гышлаг отлагларынын әсас һиссәсини дә өз әлине кечирди вә бунлары һәррач васитәсилә варлы кәндлиләрә вә бәјләрә ичарәјә вермәјә башлады [9,178; 189].

Гарабағын дәвләт вә саһиқар кәндләриндә дә ејин верки системн мөвчуд иди. Дөвләт веркиләри пулла вә натура илә өдәнилрди, ханлыг заманы һәр аиләдән 5 манат күмүш пулла өдәнилән түстү пулу- нун алынмасы давам едирди [11,110]. Бә'зи кәндләрдә бу пулуи ми- дары 4 манат иди вә гојун пулу адланырды [8,20]. Чар һөкүмәти ча- лышырды ки, гарышыг мәһсулла өдәнилән рентаны пулла өдәнәчәк веркијә чевирсин [3,282].

1829-чу илдә Гарабағ әјаләтиндә дәвләт отлагларындан һәр 100 баш ат үчүн 2 манат, 100 баш прибујнузулу үчүн 1,20 гәпик, 500 баш хырдабујнузулу үчүн 88 гәпик күмүш пул јығылмагла тәхминән ики илдә 1277 манат 97 гәпик отлаг һаггы топланмышдыр [11,436]. Чар һөкүмәти дәвләт отлагларындан 500 баш хырдабујнузулу үчүн 1,32 гә- пик (јерли Гарабағ пулу илә 11 манат), 100 баш прибујнузулу үчүн 1 манат 80 гәпик (јерли Гарабағ пулу илә 15 манат), 100 баш гатыр вә ат үчүн 3 манат (јерли Гарабағ пулу илә 25 манат) отлаг һаггы алынмасыны гануилашдырды. Һејваныи сајдан кизләдилмәси заманы икигат чәримә олуи масы гәрара алынды [17,90; 4,84].

1852-чи илдә Шамаһы губернијасына даһил олан Гарабағ әјалә- тиндә әһалидән пул вә натура илә јығылан веркиләр әвәзинә јалиыз пулла өдәниләчәк верки системинә кечилди. Јени верки системини тәт- биги илә Гарабағын ичарәдарларына мәхсус ғышлағларыи бир һиссәси хәзинә торпағларында јашајан кәндлиләрә пај торпағы киими верилди вә әввәлләр бу ғышлағларыи мүгабилиндә ичарәдарлардан алынән от- лаг һаггы һәмни кәндлиләрини веркиләринә эләвә олуи ду [17,89]. Һәмни илдә Гафгаз чанишини дәвләт кәндлиләринә дәвләт јајлағларындан пулсуз истифадә етмәјә ичазә верди вә отлаг һаггы онлардан алынән јени веркиләрини тәркибинә даһил едилди. Саһибқар кәндлиләрини, пај торпағы олан дәвләт кәндлиләрини, бәјләрини вә шәһәр әһалисини јајлағдан истифадә етмәсини јени гајдасы јагадылды [17,90]. Јени отлаг формасы сабалаш адландырылды. Сабалаш системинә көрә ғыш- лағдан истифадә заманы һәр прибујнузулу үчүн 2 гәпик, хырдабујнузу- лу үчүн 1 гәпик, јајлағдан истифадә едән хырдабујнузулу үчүн 1/2 гә- пик, прибујнузулу үчүн 1 гәпик отлаг һаггы мүәјјәнләшдирилди [17,90]. Сабалаш гајдасына көрә дәвләт отлагларындан истифадә етмәкдән өтрү јајлағ вә ғышлаға көчмәздән әввәл малдарлар һејваныи сајы мүгабилиндә әввәлчәдән отлаг һаггы өдәјиб көчмәк үчүн ичазә гәбзи алырды, әксәр һалларда чар мә'мурлары һејванлары өзү сајырды [17, 91, 92].

1852-чи илдә натурал веркиләрини пул веркиси илә әввәз едилмәси заманы малдарлар үчүн верки һәр түстүдә олан һејваныи миғдары илә мүәјјәнләшдирилмәси гануиләшдирилди. Пулла өдәниләчәк түстү пу- лунун 5 категоријасы гојулмушду. Бу категорија үзрә һәр түстү үчүн аиләнин иғтисади вәзијәти илә әлағәдар түстү пулу 5 манатдан 13 маната гәдәр мүәјјәнләшдирилди. Орта һесабла 60 баш һејваны олан көчмә малдарлыгла мәшғул олан малдар 6 манат, отураг тәсәррүфат- ларда илә кәлириндән асылы өлараг 9 манатдан 13 маната гәдәр түс- тү пулу алынмасы гануилашдырылды. Лакии бу тәдбир бүтүнлүклә һәјата кечирилә билмәди [7,318, 319]. Гарабағын саһибқар кәндлилә- рини малдарлыг тәсәррүфатында гара, шағга, биһна, ғылча, ат ајағы, дөвә ајағы вә с. киими мүхтәлиф адлы веркиләр олмушдур. Овшар вә Гарадолаг кәндләриндә 2 прибујнузулу вә 40 хырдабујнузулу вә ја бир прибујнузулу вә 80 хырдабујнузулу үчүн 11 сәжини узунлуғу олан сичим- лә 2 сичим ени 75 сичим узунлуғу отлаг саһәси верилрди. Бу гәдәр

отлаг саһәси үчүн илдә 10 манат отлаг пулу алынырды вә бу өдәнч гара адланырды [7,261]. А. Г. Декоиски јазыр ки, Чәбрајыл гәзасынын саһибқар отлагларында дөвә вә атын һәр ајағы бир ғылча отлаг вер- ки ваһиди һесаб едилр вә һәр ғылча үчүн илдә бир манат отлаг һаг- ғы алынырды. Бир дүјә бир ғылча, бир прибујнузулу ики ғылча, он гојун илә бир ғылча һесаб едилрди ([7,321—322]. Јајлағда саһибқар отла- ғындан истифадә едиләркән малдарлар 100 хырдабујнузулу үчүн 3—5 манат отлаг һаггы верилрди [8,72]. Саһибқар ғышлағларынын ичарәси заманы һәр баш хырдабујнузулу үчүн 15 гәпик отлаг һаггы өдәнилр- ди [8,99].

1863-чү илә гәдәр Гарабағ дәвләт мешәләриндән отлаг һаггы өдә- нилмәдән азад истифадә олуи нурду. 1863-чү илии декабр ајындан мал- дарларга мешәләрдән пулсуз, лакии мешә көзәтчиләрини разылығы илә истифадә етмәјә ичазә верилди. 1864-чү ил 14 март тарихли гану- на көрә мешәдән отлаг киими истифадә едилмәси мүгабилиндә өдәнч мүәјјәнләшдирилди [7,267]. Јени гануна әсасән малдарлар мешәдән отлаг киими истифадә етмәк үчүн әввәлчәдән һәр баш прибујнузулу, ат, кечни үчүн 10 гәпикдән 15 гәпијә гәдәр, гојун үчүн 3 гәпикдән 4 гә- пијә гәдәр отлаг һаггы вериб билет алмалы идиләр [17,49]. Мешәләр отлаг киими әлверишлилијинә көрә 3 дәрәчәјә бөлүнүрдү. Биринчи дәрәчәли мешә отлагларындан истифадә едәркән прибујнузулу үчүн 15 гәпик, хырдабујнузулу үчүн 4 гәпик, икинчи дәрәчәли отлаглардан истифадә едәркән прибујнузулу үчүн 12 гәпик, хырдабујнузулу үчүн 3 гәпик, 3-чү дәрәчәли мешә отлагларында прибујнузулу үчүн 10 гәпик, хырдабујнузулу үчүн 3 гәпик отлаг һаггы гојулду [7,269].

Гафгаз баш чанишини 29 март 1874-чү ил тарихли сәрәнчамы илә 1875-чи илдән Гарабағ дәвләт јајлағларындан истифадә үчүн отлаг һаггыны јени миғдары мүәјјән едилди. Сабалашын миғдары артырылыб һәр баш прибујнузулу, ат, гатыр, дөвә үчүн 10 гәпик, хырдабујнузулу үчүн 1 гәпик едилди. Отлаг һаггыныи көстәрилән миғдарда өдәнилмә- си саһибқар вә дәвләт кәндлиләринә, әввәлләр веркидән азад едилмиш бүтүн тәбәгәләрә анд иди [7,267]. Сабалашын миғдары артырылса да, дәвләт бу отлаг һаггы системиндән наразы иди. Чүнки саһибқарларыи һејванларыи сајы кизләдиләрәк отлаг һаггыны азалтмалары илә бәра- бәр дәвләт мә'мурлары да јығылан веркиләри мәнимсәмәси һал- лары мөвчуд иди. Белә ки, 1875-чи илдә Гарабағда топланән сабала- шын миғдары 7367 манат 34 гәпик олдуғу һалда, сон беш илдә 4727 манат 15 гәпијә енишди [17,92].

1882-чи илдә Јелизаветпол губернијасында сабалаш системн ләғв едилди [4,86]. Гафгаз баш чанишини 2 март 1883-чү ил тарихли сә- рәйчамы илә мүвәггәти ики ил мүддәтинә отлагларыи һәр десјатини үчүн 10 гәпик отлаг һаггы алмагла малдарларга верилмәси гануилаш- дырылды [17,93]. Дөвләт Әмлак Назирлијини 29 ијун 1884-чү ил та- рихли сәрәнчамы илә сабалаш системн ләғв едилди, Загафгазијада јени отлаг һаггы системн гојулду. Јени гајдаја көрә отлагларыи һәр десјатининә көрә һаггы алынмагла малдарларга верилрди. Јени гај- да илә 1885-чи илдән Јелизаветпол губернијасы отлагларынын һәр десјатини үчүн 12 гәпик отлаг һаггы алынмаға башлады [17,93; 4, 91]. Јајлағлардан истифадә үчүн отлаг һаггы апрел-мај ајында, ғышлағ- лардан истифадә үчүн октябр—нојабр ајында өдәнилрди [4,92].

1891-чи илдә Гарабағ јајлағ отлагларынын вәзијәти јохланылар- кән чидди чатышмазлығлар ашкара чыхды. Белә ки, узаг мәсафәдә јерләшән, чәтин јоллу, от вә сују ғыт олан јајлағларла, даһа јахшы

шэранти олан јайлагларын һәр десјатини үчүн отлаг һаггы ејни иди. Комиссија Гарабаг јайлагларынын топографик хэритэсини тэртиб етди, јайлаглары раһатлығы, от вэ су илэ тэмни олуимасы вэзијјэтинэ кэрэ дэрэчэлэрэ бөлдү. Һэр дэрэчэ отлаг үчүн ајры гнјмэт гојулду. Муров даг, Јухары Тэртэр, Зэнкэзур, Сисјан вэ Гафан јайлагларында 1-чи дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 35 гэпик, 2-чи дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 20 гэпик, 3-чү дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 12 гэпик вэ 4-чү дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 8 гэпик, Гырхгыз, Кирс-Сарыбаба јайлагларынын 1-чи дэрэчэли отлагларынын һэр десјатини үчүн 40 гэпик, икинчи дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 25 гэпик, 3-чү дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 15 гэпик, 4-чү дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 10 гэпик, Кирс-Зијарэт јайлагларында биринчи дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 50 гэпик, 2-чи дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 35 гэпик, 3-чү дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 20 гэпик, 4-чү дэрэчэли отлагларын һэр десјатини үчүн 10 гэпик отлаг һаггы мүэјјэнләшдирилди [17,94].

XIX эсрин сону, XX эсрин эввэллэриндэ гыш отлагларындан истифадэ едэркэн саһибкардан һэр баш һејван үчүн 6 гэпикдэн 20 гэпијэ гэдэр отлаг һаггы алынырды [5,13].

XIX эсрин сон рүбүндэ Азэрбајчан кэндлэриндэ чидди тэбэгэлэшмэ кетдијиндэн эсас мал-гара бир груп варлы малдарын элиндэ чэмләшмишди [6,41, 10,60]. Бу малдарлар эсас дөвлэт отлагларыны ичарэјэ көтүрэрэк өз эллэриндэ чэмләшдирир, сонра исэ ортабаб вэ јохсул кэндлилэрэ баһа гнјмэтэ ичарэјэ верирлэр [13,63—72].

XIX эсрин сону, XX эсрин эввэллэриндэн отлаг һаггынын бирдэн-бирэ артмасы таванасыз малдарларын отлагдан истифадэ етмэсини даһа да чэтинләшдирир, һејван вэ отлагларын мүлкөдар вэ голчомагларын элиндэ чэмләшмэси илэ нэтинчэлэнирди. Малдарлыгда муздлу эмэк кениш тэтбиг олунур, тэсэррүфат капиталистчэсинэ гурулурду [16,143; 6,42].

### Әдэбијјат

1. Абдуллаев Г. Б. Азербайджан в XVIII веке и взаимоотношения с Россией. Баку, 1965. 2. Азербайчан тарихи, 1-чи чилд. Баку, 1961. 3. Богданова П. Н. Исторический архив, том 2, М.-Л., 1939. 4. Варавин П. С. Свод материалов по изучению экономического быта государственных крестьян Закавказского края, том 5, Тифлис, 1888. 5. Гусейнов Р. Очерки революционного движения в Азербайджане. Баку, 1926. 6. Дашов И. «Азербайчан коммунисти» журналы, 1957, № 12. 7. Деконский А. Г. Материалы для изучения экономического быта государственных крестьян Закавказского края, том IV, Тифлис, 1886. 8. Зелинский С. П. Материалы для изучения экономического быта государственных крестьян Закавказского края, том IV, Тифлис, 1886. 9. Исмајылов М. Ә. Азэрбајчан ССР ЕА Тарих Институтунун эсэрлэри, XIII чилд, Баку, 1958. 10. Исмајылов М. Ә. XX эсрин эввэллэриндэ Азэрбајчанын кэнд тэсэррүфаты. Баку, 1960. 11. Колониальная политика Российской империи в Азербайджане в 20—60-х гг. XIX в., часть I, М.-Л., 1936. 12. Левинатов В. Н. Очерки из истории Азербайджана в XVIII века. Баку, 1984. 31. Маммадов Л. Л. XIX эсрин сону вэ XX эсрин эввэллэриндэ Азэрбајчанда капиталист мүнасибэтлэринин инкишафы, Баку, 1981. 14. Петрушевский И. П. Очерки по истории феодальных отношений в Азербайджане и Армении в XVI — начале XIX вв. Л., 1949. 15. Сумбат-заде А. С. Сельское хозяйство Азербайджана в XIX в. Баку, 1959. 16. Сумбат-заде Ә. С. Азэрбајчанын Руенја илэ бирләшдирилмэси вэ онун мүтэрэгги иктисади вэ модэни нэтинчэлэри, Баку, 1956. 17. Скибицкий М. А. Материалы для устройства летних и зимних пастбищ Закавказского края, том IV, Тифлис, 1899. 18. ЦГИА фонд 130, дело 18, лист 8.

Тарих институту

Х. Д. Халилов

## О ПРАВИЛАХ ПОЛЬЗОВАНИЯ ПАСТБИЩАМИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ В XIX — НАЧАЛЕ XX в.

(по материалам Карабаха)

Хотя в XIX — нач. XX в. вопрос о пользовании пастбищами и плате за них и рассматривался отдельными авторами, однако полного освещения эта тема так и не получила.

Основной сбор за пастбища в первой половине XIX в. назывался чопбашы. Кроме него, существовали и другие налоги. После присоединения Азербайджана к России были установлены новые виды платы за пастбища, которые действовали до 1852 г. Новая система платы за пользование пастбищами вводилась еще дважды — в 1852 и 1891 гг.

Kh. D. Khalilov

## CORRECT UTILIZATION OF PASTURES IN AZERBAIJAN IN THE XIX—THE BEGINNING OF THE XX CENTURIES (DATA AVAILABLE FROM GARABAGH)

At XIX and the beginning of the XX centuries the correct utilization of pastures and their payment, were discussed in some transactions, but this subject hasn't been alighted till the end.

The main collection of payment for pastures was chopbashy. They also paid other taxes. After joining Russia new kinds of taxes for pastures were established. They were valid up to 1852. From that moment on new rules for pasture payment were in force. In 1891 new system for payment for pasture utilization was introduced.

МҮНДЭРИЧАТ

Ријазијат

- Ф. А. Исмајлов. Графларын ниссэ-ниссэ гомоморфизмларинин суперассосна-  
тив чэбрлэри 3  
М. Г. Балајев. Үчүнчү тэртиб еволјусион тэнлик үчүн Коши мээсэлэсинин нэлл  
олунмасы 7

Жарымкечиричилэр физикасы

- З. З. Маһмудов, А. М. Рүстэмова. Магнит жарымкечиричилэриндэ жүксэк осил-  
јасилжалы електромагнит саһэсинин тэ'сирилэ спии-спирал далғаларыннын күчлэн-  
мэси 11  
С. Ә. Әлэкбэров, М. З. Зэрбэлијев, Ч. О. Гачар, С. Р. Шэфи-задэ. Күчлү елек-  
трик саһэсиндэ In Sb-да I/I күјү 15  
И. Р. Нуријев, Р. Н. Нэбијев. PbS тэбэгэлэринин слјуда үзэриндэ бөјүмэси хү-  
сусијјэтлэри вэ онларын электрофизики хассэлэри 19  
Б. Н. Тағыјев, А. Р. Иачыјев, Р. С. Петросјан. Р-тип GaSe-нин електрик хассэ-  
лэри 24  
М. Н. Рамазанзадэ, С. А. Әлијев, С. Г. Абдинова, Ч. А. Рэһимова. AgBiO<sub>3</sub>Sb<sub>0.5</sub>Te  
бэрк мэллулуида галвано вэ термомагнит һадисэлэри 29  
М. Г. Шаһтахтински, Ә. Н. Мэммэдов, Н. Н. Әлијева, М. Ә. Гурбанов, М. Ә.  
Рамазанов. Полимер композисијаларда позистор еффекти 34

Физики кимја

- Б. А. Дадашов, С. М. Мэммэдова, Ә. Ә. Сарычанов, А. М. Мусајев, Е. Г. Исма-  
јылов. Н-гексанын изомерлэшмэ реаксијасында палладиум тэркибли окис алүми-  
ниумун сэтһ вэ каталитик хассэсинэ САМ табииэтинин тэ'сири 37  
М. Ә. Бағыров, А. М. Горбунов, Р. С. Әлимэрданов, В. П. Малин. Хлорметил-  
полистрол плјонкасы структурунун активлэшмнш оксикен тэ'сири алтында дэ-  
јишмэси 42

Үзви кимја

- Н. Н. Гусева, В. М. Манакон, А. Т. Сгибнев, И. З. Әмэнов. «Аг гурумун» дој-  
муш биратомлү спиртлэр вэ бирэсаслы карбон туршулары васитэсилэ модифика-  
сијасынын тэдгиги 47

Гејри-үзви кимја

- М. Ә. Мэммэджаров, Б. З. Рзајев, Р. К. Сэјядов. Арсен (III)-сулфидин гидро-  
кенилэ редуксија процессинин тэдгиги 50

Нефт кимјасы

- К. И. Садыгов, Ә. Н. Агајев, С. М. Вэлијева, Ш. С. Нэсибова. Нејтрал вэ жүк-  
сэи гэлэвилли сулфонат ашгарларыннын лак эмэлэкэтирмэ вэ дисперсијадичи хас-  
сэлэри 55

Кеоложија

- Л. А. Бурјаковски, Р. Ч. Чаваншир. Кеофлүнда тэзјиг нэзэријјэсинин акси-  
оматик эсаслары 58

Кеофизика

- Ш. Ф. Мехдијев, Г. А. Мустафајев, Ј. М. Бэширов. «Күр дашы-I» дэниз саһэ-  
синин нефт вэ газдылыг перспективлији 61

Һидробиолокија

- Ә. Н. Гасымов, Н. Б. Агајев. Күр чајында јашајан Paling u ligiposa  
(Ephemeroptera, Palingenillidae) күндэчэлэрин биолокијасы 65

Битки физиолокијасы

- З. К. Әбилов, А. А. Әлијев, А. Л. Машински, У. К. Әлэкбэров. «Салјут-7» стан-  
сијасында бечэрилмиш 42 күнлүк нохуд чүчэртисинин фотосинтетик апаратынын  
функционал вэ морфоложи хүсусијјэтлэринин тэдгиги 68

Иглимшүнаслыг

- И. Д. Мустафајев, М. С. Иэсэнов. Дағлыг шэрантдэ пайызлыг буғданын кејфиј-  
јэтинин метеорологи элементлэрдэи асылы олараг дэјишмэси 72

Тарих

- Ч. Н. Мэхэррэмов. 1905—1911-чи иллэр Иран ингилабында М. М. Ахундовун  
фаалијјэти һаггында бэ'зи фактлар 76

Топонимика

- С. К. Кэримов. Азэрбајчан топонимсијасында малдарлыг тэсэррүфаты мэншэ-  
тинин илэри 79

Етнографија

- Х. Д. Хэлилов. XIX—XX эсрин эввэллэриндэ Азэрбајчанда отлагдан истифа-  
да гајдалары һаггында 83

## СОДЕРЖАНИЕ

### Математика

- Ф. А. Исмаилов. Суперассоциативные алгебры частичных гомоморфизмов графов . . . . . 3
- М. К. Балаев. Разрешимость задачи Коши для эволюционных уравнений третьего порядка . . . . . 7

### Физика полупроводников

- З. З. Махмудов, А. М. Рустамова. Усиление спин — спиральных волн в магнитных полупроводниках быстроосциллирующим магнитным полем . . . . . 11
- С. А. Алекперов, М. З. Зарбалиев, Ч. О. Каджар, С. Р. Шафи-заде.  $1/f$  шум в InSb в сильных электрических полях . . . . . 15
- И. Р. Нуриев, Р. Н. Набиев. Особенности роста и электрофизические свойства пленок PbS на слюде . . . . . 19
- Б. Г. Тагиев, А. Р. Гаджиев, Р. С. Петросян. Электрические свойства р-типа GaSe . . . . . 24
- М. Г. Рамазанзаде, С. А. Алиев, С. Г. Абдинова, Д. А. Рагимова. Гальвано- и термомагнитные явления в твердом растворе  $AgV_{10.5}SbTe_{0.5}$  . . . . . 29
- М. Г. Шахтагинский, А. И. Мамедов, Н. И. Алиева, М. А. Курбанов, М. А. Рамазанов. Позисторный эффект в полимерных композициях . . . . . 34

### Физическая химия

- Б. А. Дадашев, С. М. Мамедова, А. А. Сарыджанов, А. М. Мусаев, Э. Г. Исмаилов. Влияние природы ПАВ на поверхностные и каталитические свойства окиси алюминия, содержащей палладий, в реакции изомеризации *n*-гексана . . . . . 37
- М. А. Багиров, А. М. Горбунов, Р. С. Алимарданов, В. П. Малин. Изменение структуры пленки хлорметилполистирола под действием активированного кислорода . . . . . 42

### Органическая химия

- Н. И. Гусева, В. М. Манакон, А. Т. Сгибнев, А. З. Аманов. Исследование модифицирования «белой сажи» предельными одноатомными спиртами и одноосновными карбоновыми кислотами . . . . . 47

### Неорганическая химия

- М. А. Мамедьяров, Б. З. Рзаев, Р. К. Саядов. Исследование процесса восстановления трехсернистого мышьяка водородом . . . . . 50

### Химия нефти

- К. И. Садыгов, А. Н. Агаев, С. М. Велиева, Ш. С. Насибова. Лакообразующие и диспергирующие свойства нейтральных и высокощелочных сульфонатных присадок . . . . . 55

### Геология

- Л. А. Буряковский, Р. Д. Джеваншир. Аксиоматические основы теории геофлюидальных давлений . . . . . 58

### Геофизика

- Ш. Ф. Мехтиева, К. А. Мустафаева, Я. М. Баширов. Перспективы нефтегазоносности морской площади Куринский Камень-1 . . . . . 61

### Гидробиология

- А. Г. Касымов, Н. Б. Агаева. К биологии поденки *Palingenia fuliginosa* из р. Куры . . . . . 65

### Физиология растений

- З. К. Абилов, А. А. Алиев, А. Л. Машинский, У. К. Алекперов. Исследование функциональных и морфологических особенностей особенностей фотосинтетического аппарата проростков гороха, в течение 42 суток, культивируемых на станции «Салют-7» . . . . . 68

### Климатология

- И. Д. Мустафаев, М. С. Гасанов. Изменение качества зерна озимой пшеницы в горных условиях в зависимости от метеорологических элементов . . . . . 72

### История

- Дж. Н. Маггеррамов. Некоторые факты о деятельности Мамед Багира Ахундова в связи с Иранской революцией 1905 — 1911 гг. . . . . 76

### Топонимика

- С. К. Керимов. Следы быта скотоводческого хозяйства в топонимии Азербайджана . . . . . 79

### Этнография

- Х. Д. Халилов. О правилах пользования пастьбищами в Азербайджане в XIX—начале XX в. . . . . 83

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

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

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

$R^n, r_n$

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

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходное начертание (Cc; Kk; Pp; Oo; Ss; Uu; Vv; и т. д.), буквы I(i) и J(j) букву I и римскую единицу I, а также арабскую цифру 1 и римскую 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  $\sim$  (волна),  $\odot$ ,  $\oplus$ ,  $\otimes$ ,  $\square$ ,  $\square$ ,  $\diamond$ ,  $\nabla$ ,  $\wedge$  (крышки) над и под буквами, а также знаков.

$h$   $\times$   $\epsilon$ ,  $\phi$ ,  $\psi$ ,  $\eta$

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, <sup>1</sup>). Список литературы оформляется следующим образом: для книг: инициалы и фамилии авторов, полное название книги, место и год издания;

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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

Сдано в набор 16. 07. 86. Подписано к печати 29. 12. 86. ФГ 06338. Формат бумаги 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 5,66. Тираж 580. Заказ 949. Цена 70 коп.

Издательство «Элм».

370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание  
Типография «Красный Восток» Государственного комитета Азербайджанской ССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 80



70 г.п.  
коп.

Индекс  
76355