



ISSN 0002-3078

АЗЕРБАЙДЖАНСР ЕЛМЛЕР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIX ЧИЛД

1983 • 8

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

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

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

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

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

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

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

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

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

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

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

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

(Продолжение на третьей странице обложки)

МЭ'РУЗЭЛЭР

ДОКЛ

ТОМ XXX

разборчиво

УДК 519.46

МАТЕМАТИКА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

© Издательство „Элм“, 1983 г.

М. Р. БУНЯТОВ, Р. П. ДЖАБРАИЛОВА

ТЕОРИЯ ГОМОЛОГИЙ КОШУЛЯ И ФРЕДГОЛЬМОВЫ
СЕМЕЙСТВА

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

Комплексы Кошуля были привлечены в различные вопросы теории банаховых алгебр и в спектральную теорию семейства совместных операторов, построенную Тейлором [1]. В данной статье строится теория гомологий на категории семейств действующих в банаховых пространствах операторов, ассоциированная с комплексами Кошуля. С этой целью вводится функтор абсолютного комплекса Кошуля, относительно гомотопии для морфизмов семейств операторов. Одним из выводов работы является также открытие того факта, что теория гомологий Кошуля адекватна категории модулей с эндоморфизмами и спектральной теорией семейств эндоморфизмов R -модулей.

Пусть A R -модуль, $\text{End}(A)$ —модуль эндоморфизмов R -модуля A и $F_1, \dots, F_n \in \text{End}(A)$ —эндоморфизмы R -модуля A . Для каждого n -набора эндоморфизмов комплекс Кошуля $\text{Koszul}(A; F_1, \dots, F_n)$

$$0 \rightarrow \text{Koszul}^1(A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow \dots \rightarrow \text{Koszul}^n(A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow 0$$

определяется следующим образом: $\text{Koszul}^n(A; F_1, \dots, F_n) = \Gamma_r^n \times A$, где Γ_r^n —подмодуль свободной внешней грассмановой алгебры Γ^n с n образующими $e_1, \dots, e_n$, образованный r -формами;

$$\delta^r(x \times e_{i_1} \wedge \dots \wedge e_{i_r}) = \sum_{j=1}^n F_j(x) \times e_j \wedge e_{i_1} \wedge \dots \wedge e_{i_r}$$

Перейдем к построению теории когомологий Кошуля. С этой целью построим n -категорию Endomog^n , образованную наборами из эндоморфизмов модулей. Объектами категории Endomog^n являются наборы $(A; F_1, \dots, F_n)$, образованные модулем A и эндоморфизмами $F_i \in \text{End}(A)$, $i = \overline{1, n}$. Морфизмом из набора $(A; F_1, \dots, F_n)$ в набор $(B; G_1, \dots, G_n)$ называется гомоморфизм $\Phi \in \text{Hom}(A, B)$ удовлетворяющий условию $\Phi \cdot F_i = G_i \cdot \Phi$, $i = \overline{1, n}$.

Класс всех модулей с n эндоморфизмами и их морфизмов действительно образует категорию.

Определение 1. Гомотопией из морфизма $\Phi: (A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow (B; G_1, \dots, G_n)$ в морфизм $\Psi: (A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow (B; G_1, \dots, G_n)$ называется гомоморфизм $H: A \rightarrow B$, такой, что $H \cdot \sum_{j=1}^n F_j = \Phi - \Psi$ и

$H \circ F_j = G_j \circ H$, $j = \overline{1, n}$. Очевидно, что $H \circ \sum_{j=1}^n F_j = \left(\sum_{j=1}^n G_j \right) \circ H$ и что H является морфизмом из $(A; F_1, \dots, F_n)$ в $(B; G_1, \dots, G_n)$ и, наконец, из $\left(A; \sum_{j=1}^n F_j \right)$ в $\left(B; \sum_{j=1}^n G_j \right)$. Обозначим через $\text{Homot}(\Phi, \Psi)$ множество всех гомотопий из Φ в Ψ для любых $\Phi, \Psi \in \text{Mor}[(A; F_1, \dots, F_n), (B; G_1, \dots, G_n)]$. Очевидно, что утверждения $H \in \text{Homot}(\Phi, \Psi)$ и $-H \in \text{Homot}(\Psi, \Phi)$ равносильны. Если $H_1 \in \text{Homot}(\Phi, \Psi)$ и $H_2 \in \text{Homot}(\Psi, \Phi)$, то $H_1 + H_2 \in \text{Homot}(\Phi, \Phi)$. Если $H_\Phi \in \text{Homot}(\Phi_0, \Phi_1)$ и $H_\Psi \in \text{Homot}(\Psi_0, \Psi_1)$, где $\Phi_0, \Phi_1: (A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow (B; G_1, \dots, G_n)$, $\Psi_0, \Psi_1: (B; G_1, \dots, G_n) \rightarrow (C; H_1, \dots, H_n)$ — произвольные пары морфизмов, то

$$H_\Psi \circ H_\Phi + H_\Psi \circ \Phi_1 \in \text{Homot}(\Psi_0 \circ \Phi_0, \Psi_1 \circ \Phi_1).$$

Кроме того, очевидно, что $0 \in \text{Homot}(\Phi, \Phi)$.

Определение 2. Морфизм $\Phi, \Psi: (A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow (B; G_1, \dots, G_n)$ называются гомотопными, если $\text{Homot}(\Phi, \Psi) \neq \emptyset$. Обозначим отношение гомотопности символом $\Phi \sim \Psi$. Так что

$$\Phi \sim \Psi \stackrel{\text{def}}{=} \text{Homot}(\Phi, \Psi) \neq \emptyset.$$

Теорема 1. Отношение эквивалентности между морфизмами есть гомотопия на категории Endomor^n , т. е. оно есть отношение эквивалентности между морфизмами, естественное для композиции.

Множество всех гомотопических классов морфизмов из $(A; F_1, \dots, F_n)$ в $(B; G_1, \dots, G_n)$ обозначим через $\text{Homot}[(A; F_1, \dots, F_n), (B; G_1, \dots, G_n)]$ или через $[(A; F_1, \dots, F_n), (B; G_1, \dots, G_n)]$.

В силу естественности гомотопности для композиции морфизмов можно определить композицию гомотопических классов. Поэтому мы приходим к категории Homotendomor^n гомотопических классов морфизмов модулей с эндоморфизмами.

Теорема 2. Каждый морфизм $\Phi: (A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow (B; G_1, \dots, G_n)$ индуцирует цепной гомоморфизм $\Phi_*: \text{Koszul}(A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow \text{Koszul}(B; G_1, \dots, G_n)$, задаваемый формулой $\Phi_*(x \times e_1 \wedge \dots \wedge e_r) = \Phi(x) \times e_1 \wedge \dots \wedge e_r$. Непосредственно проверяется, что Φ_* действительно является цепным гомоморфизмом, т. е. $\Phi_* \cdot d = d \cdot \Phi_*$.

Теорема 3. Гомотопные морфизмы $\Phi, \Psi: (A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow (B; G_1, \dots, G_n)$ индуцируют цепно-гомотопные цепные гомоморфизмы $\Phi_*, \Psi_*: \text{Koszul}(A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow \text{Koszul}(B; G_1, \dots, G_n)$ т. е. $\Phi \sim \Psi \Rightarrow \Phi_* \sim \Psi_*$.

Группы гомологий $H^i(\text{Koszul}(A; F_1, \dots, F_n))$ называются гомологиями Кошуля упорядоченного набора $(A; F_1, \dots, F_n)$ эндоморфизмов модуля A .

Определение 3. Набор $(F_1, \dots, F_n)$ эндоморфизмов модуля A называется регулярным по Кошулю, если комплекс Кошуля $\text{Koszul}(A; F_1, \dots, F_n)$ ациклический. Набор $(F_1, \dots, F_n)$ называется фредгольмовым по Кошулю, если группы гомологий комплекса $\text{Koszul}(A; F_1, \dots, F_n)$ конечно-порождены.

Спектром Тейлора набора $(F_1, \dots, F_n)$ эндоморфизмов R -модуля A называется множество $\delta_1(F_1, \dots, F_n) = \{\lambda \in R^n \mid \text{Koszul}(F_1 - \lambda_1,$

$F_n - \lambda_n) \text{ — ациклический}\}$. Семейства эндоморфизмов $(F_1, \dots, F_n)$, $F_i \in \text{End}(A)$, $i = \overline{1, n}$, $(G_1, \dots, G_n)$, $G_i \in \text{End}(B)$, называются однотипными, если они изоморфны как объекты категории Homotendomor^n .

Теорема 4. Если семейство $(F_1, \dots, F_n)$ — фредгольмово (регулярно) и семейство $(G_1, \dots, G_n)$ гомотопически однотипно с $(F_1, \dots, F_n)$, то семейство $(G_1, \dots, G_n)$ также фредгольмово (регулярно). Другими словами, семейство $(G_1, \dots, G_n)$, гомотопически однотипное с фредгольмовым (регулярным) семейством $(F_1, \dots, F_n)$, само фредгольмово (регулярно). Так что регулярность и фредгольмовость семейства есть гомотопический инвариант.

Теорема 5. Если $\Phi: (A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow (B; G_1, \dots, G_n)$ — морфизм, то для любого $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, $\lambda_i \in R$, он является морфизмом из семейства $(A; F_1 - \lambda_1, \dots, F_n - \lambda_n)$ в семейство $(B; G_1 - \lambda_1, \dots, G_n - \lambda_n)$.

Если, кроме того, $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 0$, то любая гомотопия для $\Phi_0, \Phi_1: (A; F_1, \dots, F_n) \rightarrow (B; G_1, \dots, G_n)$ есть гомотопия для $\Phi_0, \Phi_1: (A; F_1 - \lambda_1, \dots, F_n - \lambda_n) \rightarrow (B; G_1 - \lambda_1, \dots, G_n - \lambda_n)$.

Теорема 6. Если семейства $(F_1, \dots, F_n)$ и $(G_1, \dots, G_n)$ эндоморфизмов гомотопически однотипны и $\lambda \in R^n$ таков, что $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 0$, то семейства $(F_1 - \lambda_1, \dots, F_n - \lambda_n)$ и $(G_1 - \lambda_1, \dots, G_n - \lambda_n)$ гомотопически однотипны и, следовательно, их совместные спектры Тейлора на подпространстве коразмерности 1 $P^{n-1} = \left\{ \lambda \in R^n \mid \sum_{i=1}^n \lambda_i = 0 \right\}$ совпадают, т. е. $\sigma_1(F_1, \dots, F_n) \cap P^{n-1} = \sigma_1(G_1, \dots, G_n) \cap P^{n-1}$.

Морфизмом пары $(A, A'; F_1, \dots, F_n)$ в пару $(B, B'; G_1, \dots, G_n)$ называется гомоморфизм $\Phi: (A, A') \rightarrow (B, B')$ пар модулей, являющийся морфизмом из $(A; F_1, \dots, F_n)$ в $(B; G_1, \dots, G_n)$. Каждый морфизм $\Phi: (A, A'; F_1, \dots, F_n) \rightarrow (B, B'; G_1, \dots, G_n)$ естественным образом индуцирует цепной гомоморфизм

$$\Phi_*: \text{Koszul}(A, A'; F_1, \dots, F_n) \rightarrow \text{Koszul}(B, B'; G_1, \dots, G_n).$$

Теорема 7. Соответствие $(A, A'; F_1, \dots, F_n) \rightarrow \text{Koszul}(A, A'; F_1, \dots, F_n)$, $\Phi \rightarrow \Phi_*: \text{Koszul}(A, A'; F_1, \dots, F_n) \rightarrow \text{Koszul}(B, B'; G_1, \dots, G_n)$ является ковариантным функтором из категории $\text{Endomor}^{n,2}$ в категорию цепных комплексов.

Гомологии комплекса $\text{Koszul}(A, A'; F_1, \dots, F_n)$ называются относительными гомологиями этих групп гомологий, и выполняются все аксиомы Стиррода — Эйлебэрга, кроме аксиом размерности и вырезания.

Литература

1. Taylor J.L. J. funct. Anal., 6, 1970, № 2, 172—191.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 20. X. 1982

М. Р. Бунятов, Р. П. Чабраїмова

КОШУЛ ГОМОЛОКИЛАРЫ НЭЗЭРИЛЖЭН ВЭ ФРЕДГОЛЬМ ОПЕРАТОРЛАРЫ АИЛЭСИ

Кошул комплекслэри Банах чэбрлэри нэзэрилжэсининг вэ операторлар аилэсининг Тейлор спектрал нэзэрилжэсининг бэ'зи мэсэлэлэрининг нэлэли үчүн тэтбиг едилимишдир. Бахылан ишлэ Кошул комплекслэри илэ элагадар олараг Банах фэзасында тэ-

сир едэн операторлар аилэлэри категоријасында тәсир едэн гомолокијалар нәзәријәси гурулур.

Бу мәгсәдлә операторлар аиләси үчүн нисби вә мүтләг Кошул комплексләри функторлары, операторлар аилэләринин морфизмләри үчүн гомотопија мүнәсибәти дахил едилир.

Морфизмләрин гомотопијасы аиләшмәси асасында операторлар аиләси үчүн Тејлор спектринин гомотопик хәссәләри тәдгиг едилир.

M. R. Bunyatov, R. P. Djabrailova

KOCZUL'S HOMOLOGY THEORY AND FREDHOLM'S FAMILIES OF OPERATORS

In this article Koczul's homology theory for families of operators is investigated and its application to the theory of Fredholm's commutable families of operators is under consideration.

В. Б. ШАХМУРОВ

ФРЕДГОЛЬМОВОСТЬ ОБЩИХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ КВАЗИЭЛЛИПТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ОПЕРАТОРНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ, ЗАВИСЯЩИМИ ОТ ПЕРЕМЕННЫХ

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

Краевые задачи для дифференциально-операторных уравнений изучены в работах [1—7].

В данной статье рассматриваются общие краевые задачи для дифференциально-операторных уравнений в частных производных квазиэллиптического типа в пространстве $L_2(\Omega; H)$, $\Omega = [c_1, d_1] \times \dots \times [c_n, d_n]$.

$$Lu = \sum_{k=1}^n (-1)^{l_k} a_k(x) D_k^{2l_k} u + A(x)u + \sum_{|\alpha| \leq l} A_\alpha(x) D^\alpha u = f, \quad (1)$$

$$L_{kv_k} u = a_{kv_k} u_{x_k}^{(q_{kv_k})}(x_1, \dots, x_{k-1}, c_k, \dots, x_n) + \beta_{kv_k} u_{x_k}^{(q_{kv_k})}(x_1, \dots, x_{k-1}, d_k, \dots, x_n) + \sum_{j=0}^{q_{kv_k}-1} [\alpha_{kv_kj} u^{(j)}(x_1, \dots, x_{k-1}, c_k, \dots, x_n) + \beta_{kv_kj} u^{(j)}(x_1, \dots, x_{k-1}, d_k, \dots, x_n)] = 0, \quad (2)$$

$$2l_j - 1 \geq q_{j1} \geq q_{j2} \geq \dots \geq q_{j2l_j} \geq 0, \quad |\alpha_{jv_j}| + \beta_{jv_j} > 0, \quad q_{jv_j+2} < q_{jv_j},$$

$$v_j = \overline{1, 2l_j}, \quad j = \overline{1, n}, \quad D_k^{2l_k} = \frac{\partial^{2l_k}}{\partial x_k^{2l_k}}, \quad D^\alpha = \frac{D^{|\alpha|}}{\partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n}},$$

$$|\alpha| = \sum_{j=1}^n \alpha_j, \quad 2l = (2l_1, \dots, 2l_n), \quad \alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n);$$

$a(x)$ и $a_\alpha(x)$, вообще говоря, — неограниченные операторы в гильбертовом пространстве H , $a_k(x)$ — комплекснозначные функции. Формы $L_{k1}, \dots, L_{k2l_k}$, $k = \overline{1, n}$, предполагаются линейно-независимыми.

При $n=1$ задача (1)–(2) исследована в [9].

Рассмотрим характеристические уравнения

$$a_k(x) \omega_k^{2l_k} + 1 = 0, \quad k = \overline{1, n}, \quad x \in \Omega. \quad (3)$$

Обозначим через $\omega_{kj}(x)$ корни уравнения (3).

Определение 1. Оператор $a(x)$ называется позитивным равномерно по $x \in \Omega$ в банаховом пространстве E , если область определения $D(A(x))$ не зависит от $x \in \Omega$, $D(A(x))$ всюду плотен в E и

$$\|(A(x) + s)^{-1}\| \leq \mu(1 + s)^{-1}, \quad s \geq 0.$$

Известно, что существуют дробные степени $A(x)$.

Определение 2. $E(A^0) = \{u : u \in D(A^0), \|u\|_{E(A^0)}^2 = \|A^0 u\|_E^2 + \|u\|_E^2 < \infty\}$.

Определение 3. Обозначим через $L_p(\Omega; E)$ пространство функций f со значениями из E такими, что

$$\|f\|_{L_p(\Omega; E)}^p = \int_{\Omega} \|f(x)\|_E^p dx < \infty.$$

Пусть F непрерывна и плотно вложена в E .

Определение 4. $W_p^1(\Omega; F, E) = \{u : u \in L_p(\Omega; F),$

$$D_k^{1k} u \in L_p(\Omega; E), \|u\|_{W_p^1(\Omega; F, E)}^p = \|u\|_{L_p(\Omega; F)}^p + \sum_{k=1}^n \|D_k^{1k} u\|_{L_p(\Omega; E)}^p < \infty, l = (l_1, \dots, l_n)\}.$$

Теорема 1. Пусть $A(x)$ позитивен в гильбертовом пространстве H равномерно по $x \in \Omega$, $A(x)A(x)^{-1} \in C(\Omega; B(H))$, $a_j(x) \in C(\Omega)$, $A_\alpha(x)A(x)^{-(1-|\alpha|/2)} \in L_\infty(\Omega; B(H))$, $\exists p > 0$, $a_j(x_1, \dots, x_{k-1}, c_k, \dots, x_n) = a_j(x_1, \dots, x_{k-1}, d_k, \dots, x_n)$, $A(x_1, \dots, x_{k-1}, c_k, \dots, x_n) = A(x_1, \dots, x_{k-1}, d_k, \dots, x_n)$, $k = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$, $a_\alpha(x) \geq 0, \forall x \in \Omega$.

Пусть далее

$$\left| \begin{array}{c} \alpha_{k1} \omega_{k1}^{q_{k1}}(x) \dots \alpha_{k1} \omega_{k1}^{q_{k1}}(x) \beta_{k1} \omega_{k1}^{q_{k1}}(x) \dots \beta_{k1} \omega_{k1}^{q_{k1}}(x) \\ \dots \\ \alpha_{k21} \omega_{k1}^{q_{k21}}(x) \dots \alpha_{k21} \omega_{k1}^{q_{k21}}(x) \beta_{k21} \omega_{k1}^{q_{k21}}(x) \dots \beta_{k21} \omega_{k1}^{q_{k21}}(x) \end{array} \right| \neq 0, \forall x \in \Omega, k = \overline{1, n}.$$

Тогда задача

$$(L + s)u = f \quad (4)$$

$$L_{k\nu_k} u = 0, k = \overline{1, n}, \nu_k = \overline{1, 2l_k}, \quad (5)$$

при достаточно больших $s > 0$ коэрцитивно разрешима в $L_2(\Omega; H)$, т. е. при любом $f \in L_2(\Omega; H)$ существует единственное решение задачи (4)–(5), удовлетворяющее неравенство

$$\|u\|_{W_2^{2l}(\Omega; H(A), H)} \leq c \|(L + s)u\|_{L_2(\Omega; H)}. \quad (6)$$

Доказательство. Можно покрыть Ω конечным числом прямоугольников радиуса δ и построить соответствующее этому гладкие функции φ_j , носитель которых находится внутри этого прямоугольника, φ_j выбирается так, что $L_{k\nu_k} u_j = 0$, $u_j = u \cdot \varphi_j$, где $L_{k\nu_k} u = 0$, $\sum_{j=1}^n \varphi_j(x) = 1$. Далее, используя замораживание коэффициентов, получаем

$$\sum_{k=1}^n (-1)^{l_k} a_k(x_0) D_k^{2l_k} u + (A(x_0) + s)u = \sum_{k=1}^n (-1)^{l_k} (a_k(x_0) -$$

$$-a_k(x)) D_k^{2l_k} u + (A(x_0) - A(x))u - \sum_{|\alpha| \leq 2l} a_\alpha(x) D^\alpha u.$$

Потом, используя непрерывность коэффициентов, результаты из [6],

теорию возмущений, получаем, что при достаточно больших $s > 0$ при решении задачи (4)–(5) имеет место оценка (6). Из оценки (6) следует, что действующий в пространстве $L_2(\Omega; H)$ оператор, определенный краевой задачей (4)–(5) при достаточно больших $s > 0$, имеет обратный на области своих значений; остается показать, что эта область значений совпадает со всем пространством $L_2(\Omega; H)$. Для доказательства этого факта используем разбиение единицы. Каждой функции φ_j из разбиения единицы поставим в соответствие гладкую функцию g_j , которая равна единице на носителе функций φ_j , и $|g_j| < 1$. По каждому j построим функцию φ_j , определенную в Ω_j и удовлетворяющую уравнению (4), $\varphi_j, j = \overline{1, N}$, выбирается так, что $L_{k\nu_k} u_j = 0$, $u_j = u \cdot \varphi_j, j = \overline{1, N}$, $u \in W_2^{2l}(\Omega; H(A), H, L_{k\nu_k})$. Задача (4)–(5) в Ω_j совпадает с задачей

$$\sum_{k=1}^n (-1)^{l_k} a_k(x_0) D_k^{2l_k} u + (A(x_0) + s)u = g_j \left\{ \sum_{k=1}^n (a_k(x_0) - a_k(x)) (-1)^{l_k} D_k^{2l_k} u + (A(x_0) - A(x))u - \sum_{|\alpha| \leq 2l} a_\alpha(x) D^\alpha u \right\} + g_j f, \quad (7)$$

Через L_0 обозначим оператор, определенный равенствами $D(L_0) = W_2^{2l}(\Omega; H(A), H, L_{k\nu_k}) = \{u : u \in W_2^{2l}(\Omega; H(A), H), L_{k\nu_k} u = 0\}$,

$$L_0 u = \sum_{k=1}^n (-1)^{l_k} D_k^{2l_k} u + A(x_0)u.$$

Из [6] следует, что оператор $L_0 + s$ при достаточно больших $s > 0$ имеет ограниченный обратный в $L_2(\Omega; H)$. Существуют функции $v_j \in L_2(\Omega; H)$, такие, что $u_j = (L_0 + s)^{-1} \tau_j$ есть решения задачи (7). Действительно ясно, что v_j должно быть решением уравнения

$$v_j = A_j v_j + g_j f, \quad (8)$$

$$A_j \tau_j = g_j \left\{ \sum_{k=1}^n (-1)^{l_k} (a_k(x_0) - a_k(x)) D_k^{2l_k} (L_0 + s)^{-1} v_j + (A(x_0) - A(x)) (L_0 + s)^{-1} v_j - \sum_{|\alpha| \leq 2l} a_\alpha(x) D^\alpha (L_0 + s)^{-1} \tau_j \right\}, j = \overline{1, N}.$$

Далее, используя теоремы вложения из (6), (7), теорию полугрупп, свойства позитивных операторов, непрерывность коэффициентов уравнений, доказываем, что при достаточно больших $s > 0$ имеет место оценка

$$\|A_j\|_{B(L_2(\Omega; H))} < 1.$$

Отсюда получаем, что уравнение (8) имеет единственное решение

$$v_j = (J - A_j)^{-1} g_j f, j = \overline{1, N}.$$

Итак, $u_j = (L_0 + s)^{-1} (J - A_j)^{-1} g_j f$ будет решением задачи (7), которое определяет ограниченный оператор $u_j = U_j f$, действующий из $L_2(\Omega; H)$ в $W_2^{2l}(\Omega; H(A), H, L_{k\nu_k})$. Положим $Uf = \sum_{j=1}^N \varphi_j U_j f =$

$= \sum_{j=1}^N \varphi_j u_j(x)$. Очевидно, оператор $f \rightarrow Uf$ есть ограниченный $L_2(\Omega; H)$

в $W_2^{(1)}(\Omega; H(A), H, L_{\kappa\kappa})$. Функция $v(x) = \sum_{j=1}^N \varphi_j U_j f$ удовлетворяет

соотношению $(L_0 + s)v = f + \sum_{j=1}^N \theta_j f$; $\theta_j, j = \overline{1, N}$ — ограниченные операторы в $L_2(\Omega; H)$, отличающиеся от v_j с ограниченными функциями.

Легко доказывается, что при достаточно больших $s > 0$ норма оператора $\sum_{j=1}^N \theta_j$ может быть сделана как угодно малой в пространстве

$L_2(\Omega; H)$, т. е. существует ограниченный оператор $\left(J + \sum_{j=1}^N \theta_j\right)^{-1}$. От-

сюда следует, при $\forall f \in L_2(\Omega; H)$ задача (4)–(5) имеет единственное решение

$$u = U \left(J + \sum_{j=1}^N \theta_j \right)^{-1} f = \sum_{j=1}^N \varphi_j U_j \left(J + \sum_{j=1}^N \theta_j \right)^{-1} f.$$

Теорема 2. Пусть выполнено условие теоремы 1 и пусть $A^{-1} \in \sigma_\infty(H)$. Тогда задача (1)–(2) является фредгольмовой в $L_2(\Omega; H)$.

Доказательство. Из теоремы 1 следует, что индекс задач (4)–(5) равен нулю. Из [6] следует, что вложение $W_2^{(1)}(\Omega; H(A), H) \hookrightarrow L_2(\Omega; H)$ компактно. Но, так как $Lu = (L + s)u - su$ в силу [8], получаем, что индекс задач (1)–(2) равен индексу задач (4)–(5), т. е. задача (1)–(2) фредгольмова в $L_2(\Omega; H)$.

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность проф. С. Я. Якубову за обсуждение полученных результатов.

Литература

1. Дезин А. А. Изв. АН СССР, серия матем., 31, 1967, № 1, 61–86.
2. Якубов С. Я. Изв. АН Азерб. ССР, серия матем., 1973, № 2, 37–42.
3. Гасымов М. Г. ДАН СССР, 235, 1977, № 3, 505–508.
4. Треногин В. А. ДАН СССР, 170, 1966, № 5, 1028–1031.
5. Аносов Р. П., Соболевский П. Е. Диф. ур-ны., 1971, № 12, 1191–1191.
6. Шахмуров В. Б. ДАН СССР, 241, 1977, № 6, 1285–1288.
7. Шахмуров В. Б. Деп. ВИНТИ, № 1905–79.
8. Като Т. Теория возмущений линейных операторов. М., 1972.
9. Якубов С. Я., Карасик Б. Г., Мамедов К. С. Изв. АН Азерб. ССР, серия матем., 1976, № 2, 76–82.

АзГПИ им. Ленина

Поступило 16. IV 1981

В. Б. Шахмуров

ДӘЛИШӘНЛӘРДӘН АСЫЛЫ ОПЕРАТОР ЭМСАЛЛЫ ХҮСУСИ ТӨРӘМӘЛИ
КВАЗИЭЛЛИПТИК ТӘНЛИКЛӘР ҮЧҮН ГОЈУЛМУШ ҮМУМИ СӘРҮӘД
МӘСЭЛӘСИННИН ФРЕДГОЛЬМЛУҒУ

Мәғаләдә бир синиф хусуси төрәмәли квазиэллиптик типли дифференциал-оператор тәнлиги үчүн гојулмуш үмуми гејри-локал сәрһәд мәсәләсинин коерсетин вардығы нә фредгольмлуғу исбат едиләр.

V. B. Shakhmurov

FREDHOLM PROPERTIES OF COMMON BOUNDARY PROBLEMS FOR QUASI-ELLIPTIC EQUATIONS WITH OPERATOR COEFFICIENTS DEPENDENT ON VARIABLES

In this paper coercive solvability and Fredholm properties of common non-local boundary problems for one class of differential-operator equations in partial derivations of quasi-elliptic type are proved.

В. А. КАДЫМОВ

ДВЕ ЗАДАЧИ ПЛАСТИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ НА ПЛОСКОСТИ

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

Первая основная задача теории течения на поверхностях А. А. Ильюшина [1] состоит в определении скоростей течения $u = u(\vec{x}, t)$ и $v = v(\vec{x}, t)$, контактных давлений $p = p(\vec{x}, t)$, ребер поверхности давлений, а также в нахождении подвижных границ растекающегося тонкого слоя пластического вещества из решения следующих нелинейных уравнений в частных производных:

$$\text{grad } p = -\frac{1}{h} \left(T_1 \frac{\vec{V} - \vec{V}_1}{\|\vec{V} - \vec{V}_1\|} + T_2 \frac{\vec{V} - \vec{V}_2}{\|\vec{V} - \vec{V}_2\|} \right), \quad (1)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \text{div}(\vec{h} \vec{V}) = 0 \quad (2)$$

с граничным условием

$$p|_{\partial S} = \sigma, \quad (3)$$

при заданных законах изменения толщины слоя $h = h(\vec{x}, t)$, скоростей внутренних движений инструментов $\vec{V}_i = \vec{V}_i(\vec{x}, t)$ ($i = 1, 2$), напряжений трения $T_i = T_i(p)$ на контактных поверхностях и при известной форме начальной области S_0 .

Примем в дальнейшем на контактных поверхностях закон трения Прандтля, т. е. положим $T_1 = T_2 = \tau_s$.

Ниже будут рассмотрены два примера.

1. Задача о сечении кольцевого слоя постоянной толщины.

Уравнения (1)–(3) в этом случае принимают вид:

$$\frac{\partial p}{\partial r} = -\frac{\tau_s}{h} \left(\frac{u}{\sqrt{u^2 + (v - v_1)^2}} + \frac{u}{\sqrt{u^2 + v^2}} \right), \quad (4)$$

$$\frac{\partial p}{r \partial \varphi} = -\frac{\tau_s}{h} \left(\frac{v - v_1}{\sqrt{u^2 + (v - v_1)^2}} + \frac{v}{\sqrt{u^2 + v^2}} \right), \quad (5)$$

$$\frac{1}{h} \frac{dh}{dt} + \frac{\partial(ru)}{r \partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial \varphi} = 0, \quad (6)$$

$$p(r = a(t), t) = p(r = b(t), t) = \sigma_s. \quad (7)$$

Здесь $h = h(t)$, а $v_1 = \omega(t)r$ — относительная скорость вращения инструментов (ω — угловая скорость).

В силу симметрии задачи следует, что $\frac{\partial p}{\partial \varphi} = 0$. Уравнение (5) при этом легко разрешается относительно $v(r, t)$:

$$v = \frac{1}{2} v_1 = \frac{1}{2} \omega(t)r. \quad (8)$$

Интегрируя (6), найдем

$$u(r, t) = \frac{r}{2} \frac{d\lambda}{dt} + \frac{c(t)}{r}, \quad (9)$$

где $\lambda(t) = \ln \frac{h_0}{h}$ — степень деформации.

Постоянная интегрирования в (9) находится из условия $u(r = r_p(t), t) = 0$ на ребре поверхности давлений:

$$c = -\frac{r_p^2(t)}{2} \frac{d\lambda}{dt},$$

причем $r_p(t)$, как и $a(t)$ и $b(t)$, пока что неизвестны. Подставляя (9) в (4), получим

$$\frac{\partial p}{\partial r} = f(r, t), \quad \text{где } f(r, t) = -\frac{2\tau_s}{h} \frac{\frac{1}{2} \frac{d\lambda}{dt} \left(r - \frac{r_p^2}{r} \right)}{\sqrt{\left(\frac{1}{2} \frac{d\lambda}{dt} \left(r - \frac{r_p^2}{r} \right) \right)^2 + \frac{1}{4} \omega^2 r^2}}$$

Как видно из последнего уравнения, давление во всей области течения $a(t) \leq r \leq b(t)$ может принять одно и то же значение $\left(\frac{\partial p}{\partial r} = 0 \right)$, равное значению на свободных контурах, лишь при бес-

конечно большой угловой скорости вращения инструмента $\left(\omega \gg \frac{d\lambda}{dt} \right)$,

причем максимальное давление в слое с увеличением $\chi = \omega / (d\lambda/dt)$ уменьшается и в пределе при $\chi \rightarrow \infty$ давление во всей области выравнивается. Это факт согласуется с результатом, полученным в работе [4] при осадке кругового слоя пластического вещества.

Интегрируя последнее уравнение, найдем контактное давление в слое:

$$p(r, t) = \begin{cases} \sigma_s + \int_a^r f(r, t) dr, & a(t) \leq r \leq r_p(t), \\ \sigma_s - \int_r^b f(r, t) dr, & r_p(t) \leq r \leq b(t). \end{cases}$$

Неизвестная точка ребра $r = r_p(t)$ находится из условия непрерывности $p(r, t)$ при $r = r_p$:

$$p(r_p - 0, t) = p(r_p + 0, t) \quad \text{или} \quad \int_a^b f(r, t) dr = 0. \quad (10)$$

Уравнение (10) позволяет установить зависимость $r_p = r_p(a, b, \frac{d\lambda}{dt}, \omega)$.

В общем случае это удается проделать численно. В частности при $(t) \omega \approx 0$ искомая зависимость найдена в [1], при этом

$$f(r, t) = \begin{cases} 1, & a(t) < r < r_p(t) \\ 0, & r = r_p(t), \\ -1, & r_p(t) < r \leq b(t) \end{cases} \quad \text{и } r_p(t) = \frac{a(t) + b(t)}{2}.$$

После разрешения (10) определяются законы движения границ кольцевого слоя пластической массы из решения задачи Коши:

$$\frac{da}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d\lambda}{dt} \frac{a^2 - r_p^2}{a},$$

$$\frac{db}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d\lambda}{dt} \frac{b^2 - r_p^2}{b},$$

$$a(t = t_0) = a_0, \quad b(t = t_0) = b_0.$$

Приведем результаты численного решения уравнения (10), которое в безразмерных величинах переписывается так:

$$J(\bar{a}, \bar{r}_p, \lambda) = \int_{\bar{a}}^{\bar{r}_p} \frac{\bar{r}^2 - \bar{r}_p^2}{V(\bar{r}^2 - \bar{r}_p^2)^2 + \bar{r}^4 \lambda^2} d\bar{r} = 0,$$

где

$$\bar{a} = \frac{a}{b}, \quad \bar{r}_p = \frac{r_p}{b}, \quad \lambda = \omega, (d\lambda/dt)$$

В таблице приведены значения функции $\bar{r}_p = \bar{r}_p(\bar{a}, \lambda)$ при следующих значениях $\bar{a}$ и λ , характеризующих соответственно отношения

О влиянии относительных вращений инструментов при осадке тонкого кольцевого слоя

$\bar{a} \backslash \lambda$	0	0,01	0,1	1,0	10	100
0,8	0,900	0,900	0,898	0,895	0,894	0,900
0,7	0,850	0,850	0,847	0,837	0,836	0,850
0,5	0,750	0,750	0,745	0,714	0,707	0,703
0,3	0,650	0,650	0,645	0,583	0,549	0,551
0,1	0,550	0,550	0,545	0,454	0,325	0,318
0,05	0,525	0,525	0,520	0,423	0,249	0,224
0,01	0,505	0,505	0,500	0,398	0,181	0,105

радиусов кольцевого слоя и отношения скорости вращения инструментов к скорости их сближениях: $0 < \bar{a} \leq 0,8$, $0 \leq \lambda \leq 10^2$.

Анализ результатов численного счета значений $\bar{r}_p = \bar{r}_p(\bar{a}, \lambda)$ показывает убывание $\bar{r}_p$ с ростом λ . При достаточно больших значениях λ оказывается возможным изучить асимптотическое поведение функции $\bar{r}_p(\bar{a}, \lambda)$ из исследования уравнения (10), согласно которому получаем, что $\bar{r}_p \sim \sqrt{\bar{a}}$ при $\lambda \rightarrow \infty$.

2. Течение пластического слоя между наклонными плитами в круговой области, граница которой образована пазами в одном из сближающихся тел инструмента.

Требуется решить задачу (1)–(3) при известной функции $h(x, t) = h_0(t) + a(t)x$ и заданной форме области течения $S_t = S_0: x^2 + y^2 \leq R^2$.

Предполагается, что $\vec{V}_1 = \vec{V}_2 = 0$.

Как показано в [3], решение задачи (1)–(3) эквивалентно решению задач Коши для характеристических систем пяти обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{dx}{ds} = \frac{P}{\Omega}, \quad \frac{dy}{ds} = \frac{Q}{\Omega}, \quad \frac{dp}{ds} = \Omega, \quad \frac{dP}{ds} = \Omega_x, \quad \frac{dQ}{ds} = \Omega_y, \quad \Omega_y = 0 \quad (11)$$

с граничными условиями в точках контура области S_t :

$$x(s = s_0) = x_0, \quad y(s = s_0) = y_0, \quad p(s = s_0) = p_0, \quad P(s = s_0) = P_0 = -\frac{1}{h(x_0)} \frac{x_0}{R}, \quad \zeta(s = s_0) = \zeta_0 = -\frac{1}{h(x_0)} \frac{y_0}{R}$$

и вычислению двую квадратур для определения кинематики течения:

$$I_1(s) = \exp\left(-\int_{s_0}^s \psi(s') ds'\right), \quad I_2(s) = \int_{s_0}^s \omega(s'') \exp\left(-\int_{s_0}^s \psi(s') dt'\right) ds'' \quad (12)$$

Здесь

$$\Omega(x, t) = \frac{1}{h}, \quad p = \frac{p_{\text{пучк}}}{2\tau_s}, \quad P = \frac{\partial p}{\partial x}, \quad Q = \frac{\partial p}{\partial y}, \quad \omega = -\frac{\partial h}{\partial t}, \quad \psi = -\frac{1}{R(s)},$$

$R(s)$ — радиус кривизны линии постоянного давления, проходящей через рассматриваемую точку $x(s)$, $y(s)$ области течения. Решая задачу Коши (11), находим линии тока

$$y(x, t) = y_0 + \frac{h_0 + ax_0}{a} \frac{x_0}{y_0} - \frac{R(h_0 + ax_0)}{ay_0} \left[1 - \frac{\bar{y}_0^2}{(h_0 + ax_0)^2 R} (h_0 + ax)^2\right]^{1/2} \quad (13)$$

а также

$$Q = Q_0(t), \quad I^2 = \Omega^2(x, t) - \zeta_0^2(t).$$

Поле контактных давлений вдоль уже известных линий тока находится из интегрирования уравнения

$$\frac{dp}{dx} = \frac{1}{(h_0 + ax) \sqrt{1 - Q_0^2(h_0 + ax)^2}}$$

Как показано в [2], все линии тока собираются в одной точке $(x_p(t), 0)$ и представляют собой эллиптический пучок окружностей: линии постоянных давлений их образуются при этом гиперболическим пучком окружностей; точка ребра поверхности давлений определяется по формуле

$$x_p(t) = \frac{\sqrt{h_0^2(t) - a^2(t) h^2(t) - h_0(t)}}{\zeta(t)}$$

Перейдем к вычислению интегралов (12). Радиус кривизны линии постоянного давления в точке $(x, y(x))$ на линии тока равен

$$R(x) = \left| \frac{y(x)}{y'(x)} \right| \sqrt{1 + y'^2(x)}.$$

Рассмотрим для определенности линию тока, исходящую из точки контура ($x_0 > 0$, $y_0 > 0$):

$$R(x) = \frac{y(x)}{y'(x)} \sqrt{1+y'^2(x)}; \quad s(x) = - \int_{x_0}^x \sqrt{1+y'^2(x)} dx;$$

$$\omega = -(\dot{h}_0 + \dot{\alpha}x);$$

$$I_1(s(x)) = \frac{y_0}{y(x)}; \quad I_2(s(x)) = \frac{1}{y(x)} \int_{x_0}^x (\dot{h}_0 + \dot{\alpha}x) y(x) \sqrt{1+y'^2(x)} dx,$$

где $y = y(x)$ определено зависимостью (13).

Итак, поле скоростей в области течения найдено:

$$\vec{V} = -\frac{V}{\Omega} (P_i + Q_j),$$

где

$$V = \frac{1}{h(x)} (AI_1(x) - I_2(x)) \text{ при } A = \frac{1}{y_0} \int_{x_0}^{x_p} (\dot{h}_0 + \dot{\alpha}x) y(x) \sqrt{1+y'^2(x)} dx.$$

В частности при $h = h_0(t)$ ($\alpha \equiv 0$) последние соотношения дают поле скоростей в пластическом круговом слое постоянной толщины:

$$y(x) = \frac{y_0}{x_0} x, \quad x_p \equiv 0, \quad I_1(x) = \frac{x_0}{x}, \quad I_2(x) = \frac{\dot{h}_0 R}{xx_0} \frac{x^2 - x_0^2}{2},$$

$$A = -\frac{\dot{h}_0 R}{2}, \quad V(x) = -\frac{1}{2} \frac{\dot{h}_0}{h_0} \frac{Rx}{x_0}.$$

И в заключение сделаем одно замечание.

В случае, когда $x_p \leq x_0 \leq 0$, соотношение (13) становится неоднозначным. Для таких линий тока (13) следует разрешить относительно $x(y)$.

Литература

1. Ильюшин А. А. ПММ, 18, 1954, № 3, 265-283.
2. Кийко И. А. Теория пластического течения в тонком слое металла. М., 1971, 15-65.
3. Кадымов В. А. Ден. в ВИННИГИ, № 3395-79.
4. Ганаго О. А., Бочаров Ю. А. и др. "Изв. вузов. Машиностроение", 1978, № 2, 140-144.

Институт математики и механики АН Азерб. ССР

Поступило 23: III 1981

В. А. Гадимов

МУСТӘВИ ҮЗӘРИНДӘ ПЛАСТИК АХЫМА АНД ИКИ МӘСӘЛӘ

Мәгәләдә А. А. Илүшин тәрәфиндән гојулмуш пластик ахым пәзәријәсинин ики мәсәләсинә бахылып, әз онларын бүтүн һәлләринин тәснифаты вериләр. Бунлардан бири сабит еңли һәлгавары тәбәғәнин ахымына, икинчиси—һәзик еңә малик пластик тәбәғәнин бир-бирилә јакын ики маңли "плитә" арасындакы ахымына һәср олуноб.

V. A. Kadymov

THE PROBLEMS OF PLASTIC FLOW TO PLANE

In the paper two problems of theory of plastic flow to A. A. Il'yushin surface are supplied and fully solved: the first one—on the flow of ringing layer of constant thickness, occupying field between stiff surfaces of two closing and rotatable body of tools and the second one—on the flow of fine layer of plastic substance between inclined plates in fixing round domain.

З. Г. АББАСОВ

ПРИНЦИП ПРЕДЕЛЬНОЙ АМПЛИТУДЫ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬМГОЛЬЦА В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Принцип предельной амплитуды для уравнения Гельмгольца в двухмерном и трехмерном слое рассмотрен в книге Л. М. Бреховских [1] и в работе А. Г. Свешникова [2]. Этот же принцип в n -мерном слое и некоторые другие вопросы для уравнения Гельмгольца рассмотрены в [3], а в многомерной цилиндрической области — в [4].

В данной статье изучено поведение при $t \rightarrow \infty$ решения смешанной задачи для нестационарного уравнения Гельмгольца с переменным коэффициентом, когда пространственные переменные меняются в цилиндрической области.

1. Обозначим через $R_m(y)$ m -мерное евклидово пространство переменной $y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in R_m(y)$, а через $R_n(x)$ — такое же пространство $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R_n(x)$.

Пусть $\Omega = \Omega \times R_n(x)$ — цилиндрическая область, в $R_m(y) \times R_n(x)$, где Ω — ограниченная область в $R_m(y)$ с гладкой границей $\partial\Omega$ класса

$C^{n+m+(\frac{m}{2})-1}$. Рассмотрим в $\Pi = (0, \infty) \times \Omega$ следующую задачу:

$$-\frac{\partial^2 u(x, y, t)}{\partial t^2} + (\Delta + q(x, y)) \cdot u(x, y, t) = f(x, y) \cdot e^{i\omega t}, \quad (1)$$

$$u(x, y, 0) = 0, \quad \frac{\partial u(x, y, 0)}{\partial t} = 0, \quad (2)$$

$$u(x, y, t)|_{\partial\Omega} = 0, \quad (3)$$

где $\omega \neq 0$ — вещественное число, $f(x, y)$, $q(x, y)$ — финитные бесконечно дифференцируемые функции в Ω . Класс таких функций обозначим через $C_0^\infty(\Omega)$.

Определение 1.

а) Через $H^s(\Omega)$ обозначим пространство функций, имеющее обобщенные производные до порядка s включительно, суммируемые с квадратом по Ω . Скалярное произведение в $H^s(\Omega)$ определим, как обычно:

$$(f, g)_{H^s(\Omega)} = \int_{\Omega} f(1-\Delta)^s \bar{g} d\Omega = \sum_{|\alpha| \leq s} \frac{s!}{(s-|\alpha|)! \alpha!} \int_{\Omega} L^\alpha f \bar{L}^\alpha g d\Omega, \quad (4)$$

б) Через $H_0^s(\Omega)$ будем обозначать функции из $H^s(\Omega)$, след которых на $\partial\Omega$ равен нулю.

Определение 2. Под решением задачи (1)–(3) в Π будем

понимать функцию $u(x, y, t)$ при каждом t , принадлежащую $H_0^s(\Omega)$ и удовлетворяющую уравнению (1) и условиям (2) по t в обычном смысле, а по (x, y) — уравнению (1) почти всюду.

Лемма 1. Пусть $\tau \geq 0$ и $l \geq 0$. Тогда

$$\tau^2 + l^2 \geq C(\alpha) \tau^2 l^{2-\alpha}, \quad (5)$$

где

$$0 \leq \alpha \leq 2,$$

$$C(\alpha) = \left(\frac{\alpha}{2-\alpha}\right)^{1-\frac{\alpha}{2}} + \left(\frac{2-\alpha}{\alpha}\right)^{\alpha/2}. \quad (6)$$

Случаи $\alpha = 0$ и $\alpha = 2$ получаются из (5), (6) предельным переходом.

2. Совершим в (1)–(3) преобразование Лапласа по t . Тогда получим следующую задачу:

$$(\Delta + q(x, y) - \kappa^2) \cdot V(x, y, \kappa) = \frac{f(x, y)}{\kappa - i\omega}, \quad (7)$$

$$V(x, y, \kappa)|_{\partial\Omega} = 0, \quad (8)$$

где $\operatorname{Re} \kappa > 0$. Пусть $G(x, y, \kappa)$ есть функция Грина задачи (7), (8), при $q(x, y) = 0$. Для нее имеет место следующее разложение (см. [4]):

$$G(x, \xi, y, z, \kappa) = \frac{i(2\pi)^{-\frac{n}{2}}}{4} \sum_{l=1}^{\infty} (i\mu_l)^{\frac{n}{2}-1} |x - \xi|^{-(\frac{n}{2}-1)} H_{\frac{n}{2}-1}^{(1)}(i|x - \xi| \mu_l) \times \varphi_l(y) \varphi_l(z),$$

где $H_{\frac{n}{2}-1}^{(1)}$ — функция Ханкеля первого рода, $\mu_l = \sqrt{\lambda_l^2 + \kappa^2}$, λ_l и $\varphi_l(y)$ —

собственные значения и ортонормированные собственные функции оператора $K = -\Delta u$ с областью определения $D(K) = H_0^2(\Omega)$.

Можно показать, что задача (7)–(8) эквивалентна в $L_2(\Omega)$ следующему операторному уравнению:

$$W(x, y, \kappa) + P(\kappa) \cdot W(x, \kappa) = \frac{f(x, y)}{\kappa - i\omega} \quad (9)$$

с вполне непрерывным оператором $P(\kappa)$, аналитически зависящим от комплексного параметра κ ($\operatorname{Re} \kappa > 0$) и действующим в пространстве $L_2(\Omega)$.

Используя лемму 1, можно доказать следующую лемму.

Лемма 2. Оператор $P(\kappa)$ при $\operatorname{Re} \kappa > 0$ аналитически зависит от параметра κ . При каждом таком κ он вполне непрерывен и при больших положительных κ

$$\|P(\kappa)\| \leq \frac{c}{1 + \kappa^2}, \quad (10)$$

где c — некоторая постоянная.

3. Функция $G(\kappa, \xi, y, z, \kappa)$ допускает аналитическое продолжение в левую полуплоскость κ . Так как в выражение $G(x, \xi, y, z, \kappa)$ параметр κ входит в четной степени, для нормы оператора $P(\kappa)$ при больших $|\operatorname{Re} \kappa|$ ($\operatorname{Re} \kappa > 0$) имеет место оценка (10). Поэтому в силу теоремы Фредгольма (см. [6], с. 224) резольвента $R(\kappa) = [I + P(\kappa)]^{-1}$

в области $D_N \{\kappa: \operatorname{Re} \kappa > -N\}$ является конечно-мероморфной оператор-функцией параметра κ .

Так как полюсов $\kappa(\kappa)$ в этой области — конечное число, прямую $\operatorname{Re} \kappa = -N$ можно выбрать так, чтобы на ней резольвента $R(\kappa)$ не имела полюсов. Имеет место следующая

Лемма 3. Для решения краевой задачи (7), (8) (с правой частью $f(x, y)$ при $\operatorname{Re} \kappa = -N$) имеет место оценка

$$\|V(x, y, \kappa)\|_{L_2(\Omega)} \leq \frac{C(N)}{1 + |\kappa|^2} \|f(x, y)\|_{L_2(\Omega)},$$

Пусть s_ν ($\nu = 1, 2, \dots, l$) — полюсы резольвенты $R(\kappa)$ порядка q , расположенные в области D_N . Известно, что для $R(\kappa)$ имеет место следующее разложение (см. [7], стр. 229):

$$R(\kappa) = \sum_{j=1}^l \sum_{\nu=1}^{q_j} (\kappa - s_j)^{-\nu} D_{j\nu} + D(\kappa), \quad (11)$$

где $D_{j\nu}$ — конечномерные операторы, а $D(\kappa)$ — регулярная оператор-функция от κ . Используя лемму 4 и разложение (11), можно доказать следующие утверждения.

Теорема 1. Пусть $f(x, y), q(x, y) \in C_0^\infty(\Omega)$ и $\omega \neq \sqrt{\lambda_l}$. Тогда при $t \rightarrow \infty$ для решения задачи (1)–(3) имеет место асимптотическое разложение

$$u(x, y, t) = e^{i\omega t} V(x, y, i\omega) + \sum_{j=1}^l \sum_{\nu=s_j}^1 \operatorname{Res}_{\kappa=s_j} \frac{V(x, y, \kappa)}{\kappa - i\omega} + Q(x, y, t),$$

где

$$\|Q(x, y, t)\|_{L_2(\Omega)} = O(1). \quad (12)$$

Теорема 2. Пусть выполнены условия теоремы 1 и $f(x, y)$ удовлетворяет конечному числу условий ортогональности. Тогда для задачи (1)–(3) имеет место принцип предельной амплитуды, т. е.

$$u(x, y, t) = e^{i\omega t} V(x, y, i\omega) + Q(x, y, t),$$

где для $Q(x, y, t)$ имеет место оценка (12).

В заключение автор выражает глубокую благодарность канд. физ.-мат. наук Б. А. Искендерову за постановку задачи и руководство.

Литература

1. Бреховский Л. М. Волны в слоистых средах. М., «Наука», 1973.
2. Свешников А. Г. ДАН СССР, 80, 1951, № 3, 315–317.
3. Акимов А. Б., Искендеров Б. А. Дифф. уравн., 13, 1977, № 8, 1503–1505.
4. Аббасов З. Г., Искендеров Б. А., Эивазов Э. Х. ДАН Азерб. ССР, XXXVI, 1980, № 4, 8–11.
5. Вайнберг Б. Ф. Матем. сб., 78 (120), 1969, № 4, 542–578.
6. Рид М., Саймон Б. Функциональный анализ, I. М., «Мир», 1977.
7. Като Т. Теория возмущений линейных операторов. М., «Мир», 1972.

Институт математики
и механики АН Азерб. ССР

Поступило 1 II 1983

З. Н. Аббасов

СИЛИНДРИК ОБЛАСТДА ҺЕЛМГОЛТС ТЭНЛИЖИ ҮЧҮН ЛИМИТ АМПЛИТУДУ ПРИНЦИПИ

Мәгаләдә чохәлчүлү сонсуз областа дәјишән әмсаллы далға тәнлижи үчүн гарышыг мәсәләнин һәлли $t \rightarrow +\infty$ олдугда тәдгиг едилимиш вә лимит амплитуду принципи әјрәнилмишдир.

Z. G. Abbasov

THE PRINCIPLE OF THE LIMIT AMPLITUDE FOR HELMHOLTS EQUATION IN THE CYLINDRICAL DOMAIN

In this paper the behaviour of the solution of initial-boundary problems for a wave equation in the unboundary domain and the principles of limit amplitude are studied.

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIX ЧИЛД

№ 8

1983

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Акад. АН Азерб. ССР М. И. АЛИЕВ, С. А. ЗЕЙНАЛОВ,
Д. Г. АРАСЛЫ, С. А. АЛИЕВ, Р. Н. РАГИМОВ

РАССЕЯНИЕ ФОНОНОВ В ТВЕРДОМ РАСТВОРЕ $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$

Твердый раствор $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$ является перспективным материалом для твердотельных приборов [1], и поэтому изучение его тепловых свойств представляет особый интерес. Исследования температуропроводности и теплопроводности в твердых растворах в зависимости от состава в широком интервале температур дают сведения о процессах рассеяния фононов на точечных дефектах.

Теплопроводность твердого раствора $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$ ранее исследована в [2—6]. В данной статье изучается рассеяние фононов на беспорядочной структуре сплава и роль этого механизма в межфононном взаимодействии в твердом растворе $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$.

Исследования проводили на крупноблочных образцах, полученных методом зонного выравнивания в атмосфере чистого аргона и имеющих концентрацию электронов $1 \cdot 10^{23} - 5 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$. Температуропроводность измерена методом светового импульсного нагрева [7] в интервале температур 120—700 К.

На рис. 1 представлены температурные зависимости температуропроводности α (а) и теплопроводности κ (б) InSb , GaSb и твердых

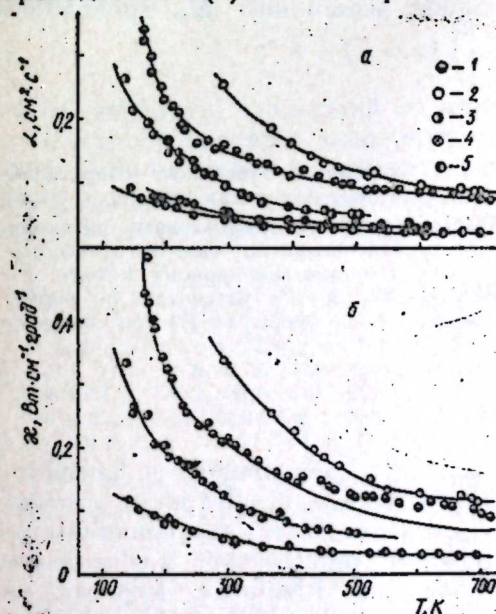


Рис. 1. 1— InSb ; 2— GaSb ; 3— $x=0,05$; 4— $x=0,53$; 5— $x=0,66$

растворов $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$. Теплопроводность вычислена по экспериментальным значениям α , $\kappa = \alpha C \rho$. Значения теплоемкости C и плотности ρ исходных компонент взяты из работы [8] и вычислены для твердого

раствора $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$ по формуле $C = 3,31 \cdot 10^{24} / a^3 \cdot (\text{Дж} \cdot \text{см}^{-3} \cdot \text{град}^{-1})$, [9], где a — параметр решетки. Фононная теплопроводность определялась как разность общей теплопроводности и ее электронной κ_e и биполярной κ_b составляющих. При оценке κ_e и κ_b необходимые параметры взяты из [2]. Расчеты показали, что электронная и биполярная теплопроводности в InSb и в твердых растворах с малым содержанием GaSb при 700 К не превышают 10–15% общей теплопроводности. С увеличением содержания антимонида галлия в составе сплава вклады обоих механизмов уменьшаются. На рис. 1б сплошные линии соответствуют фононной теплопроводности. В исходных компонентах до 450 К $\kappa_f \sim T^{-1}$, а выше — $\kappa_f \sim T^{-n}$, где $n = 1,3-1,4$. Такие температурные зависимости фононной теплопроводности в InSb и GaSb нами подробно исследованы в работах [10, 11]. Показано, что основной вклад в фононную теплопроводность при высоких T вносят высокочастотные поперечные акустические фононы и в межфононном рассеянии наряду с трехфононными существенную роль играют и четырехфононные процессы.

Обращает на себя внимание то, что при низких температурах в составе $x=0,5$ значение κ_f уменьшается почти вдвое и в законе $\kappa_f \sim T^{-n}$ степень n убывает от 1,3 до 0,8. Эти результаты указывают на сильное влияние неупорядоченности твердого раствора на рассеяние фононов. Поведение температурной зависимости κ_f твердого раствора можно описать теоретической моделью Клеменса [12], согласно которой в сильных твердых растворах теплопроводность $\kappa_f \sim T^{-1/2}$. На рис. 2 представлена зависимость теплового сопротивления W_ϕ от состава. На этом же рисунке приведены тепловое сопротивление $W_0 = x W_{\text{InSb}} + (1-x) W_{\text{GaSb}}$, которое имело бы место при механической смеси компонентов (кр. 1) и разность $W_\phi - W_0$ (кр. 2). Как видно из рис. 2, сильное изменение W_ϕ происходит

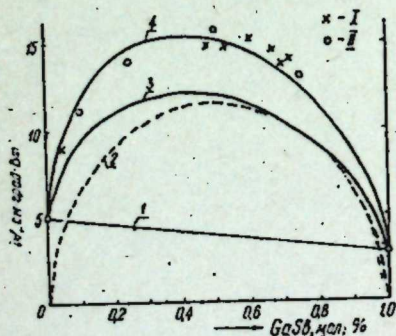


Рис. 2. Зависимость теплового сопротивления от состава твердых растворов $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$ при 300 К. Точки — экспериментальные значения: I — измеренные по методу светового импульсного нагрева; II — по стационарному методу; 1 — W_0 ; 2 — $W_\phi - W_0$; 3 — W_ϕ , рассчитана по формуле Клеменса; 4 — по формуле (1) при значении $\alpha_0 = 1$.

вблизи исходных компонентов. Зависимость добавочного сопротивления $W_\phi - W_0$, создаваемого твердым раствором, симметрично относительно $x=0,5$. Это, по-видимому, указывает на то, что влияние атомов индия и галлия на рассеяние фононов одинаковое. Для количественной оценки рассеяния фононов на точечных дефектах в $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$ мы пользовались теорией Клеменса [12] и Абельса [9]. Расчетные значения фононной теплопроводности с учетом U -процессов и рассеяния фононов на точечных дефектах по формуле Клеменса

[12] приведены на рис. 2 (кр. 3). При расчетах учитывалось влияние локального изменения как плотности, так и упругих свойств при замещении одного атома другим. Необходимые для расчетов параметры для компонентов были взяты из [6] и линейно экстраполированы для твердых растворов. Температура Дебая для твердого раствора определена по формуле Стрегмера [13].

Как видно из рис. 2, расчетные значения W_ϕ (кр. 3) меньше экспериментальных данных. Можно полагать, что такое расхождение обусловлено влиянием нормальных процессов. Как следует из расчетов в [10, 11], в InSb и GaSb основной вклад в фононную теплопроводность вносят высокочастотные поперечные фононы. В твердом растворе высокочастотные фононы наиболее интенсивно рассеиваются точечными дефектами и основной вклад в теплопроводность вносят длинноволновые фононы. Известно, что N -процессы, перераспределяя частоты между фононами, могут влиять на κ_f . С учетом таких процессов W_ϕ было рассчитано по следующей формуле [9, 14]:

$$\frac{W_\phi}{W_0} = \frac{1}{1 + \frac{5\alpha_0}{9}} \left\{ \frac{1}{y} \text{arctg} y + \frac{\left[1 - \left(\frac{1}{y} \right) \text{arctg} y \right]^2}{\left[\frac{1+\alpha_0}{\sigma_0} \right] \left(\frac{y^4}{5} - \left(\frac{y^3}{3} \right) + 1 - \left(\frac{1}{y} \right) \text{arctg} y \right)} \right\}, \quad (1)$$

где $y^2 = \frac{\pi \Omega_0 \Gamma \kappa_0 \theta}{2 \nu^2 h^*}$ и $\alpha_0 = \frac{B_N}{B_U}$. Здесь θ — температура Дебая, B_N и B_U — коэффициенты в зависимости времени релаксации от частоты при N - и U -процессах. Параметр беспорядка, учитывающий локальное изменение массы $\left(\frac{\Delta M}{M} \right)$ и упругих свойств $\left(\frac{\Delta \delta}{\delta} \right)$, вычисляются по формуле

$$\Gamma = x(1-x) \left(\left[\frac{\Delta M}{M} \right]^2 + \epsilon \left(\frac{\Delta \delta}{\delta} \right)^2 \right),$$

где ϵ — параметр, зависящий от упругих свойств среды.

Хорошее согласие экспериментальных и расчетных данных получается при значении регулируемого параметра $\alpha_0 = 1$ (рис. 2, кр. 4), что указывает на существенную роль N -процессов в рассеянии фононов в твердом растворе $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$.

Литература

1. Караваев Г. Ф., Черняховский Л. Х., Димаки В. А., Азиков Б. С., Копылов В. В. Изв. вузов. Физика. 1981, № 9. 10.
2. Zeinalov S. A., Aliev M. I. Phys. Stat. Sol., 22, 1967, 153.
3. Клешинский Л. И., Стражаковский М. Е., Шаравский П. В. ФТП, 2, 1968, № 6, 812.
4. Kudman L., Ekstrom L. E., Seidel T. J. Appl. Phys., 38, 1967, № 11, 4641.
5. Briggs A. G., Challis L. J., Sheard F. W. J. Phys. C: Sol. Stat. Phys., 3, 1970, 687.
6. Sood K. C., Verma G. S. Phys. Rev. B, 7, 1973, № 12, 5316.
7. Алиев М. И., Гусейнов Р. Э., Араслы Д. Г. ИФЖ, 22, 1972, 1055.
8. Баранский П. И., Ключков В. П., Потыкевич И. В. Полупроводниковая электроника. Киев, Наукова думка, 1975.
9. Abels V. Phys. Rev., 130, 1963, № 5, 1906.
10. Алиев М. И., Араслы Д. Г., Гусейнов Р. Э. ДАН Азерб. ССР, XXXIV, 1978, № 3, 25.
11. Алиев М. И., Араслы Д. Г., Гусейнов Р. Э., Джафаров З. А. В кн.:

* h — постоянная Планка, деленная на 2 π .

Термодинамические свойства металлических сплавов. Баку. "Элм", 1975, 428, 12. Драбба Д., Голдсмит Г. Теплопроводность полупроводников. М., Изд-во иностр. лит., 1963, 13. Steigmeier E. F. Appl. Phys. Lett., 3, 1963, 6. 14. Parrott J. E. Proc. Phys. Soc. (London), 81, 1963, 7-6.

Институт физики АН Азерб. ССР

Поступило 20. IV 1982

М. И. Әлијев, С. Ә. Зејналов, Д. Һ. Араслы, С. А. Әлијев, Р. Н. Рәһимов

И_{1-x}Ga_xSb БЭРК МӘҢЛУЛУНДА ФОНОНЛАРЫН СӘПИЛМӘСИ

InSb—GaSb бэрк мәнлулуун температур вә истилик кечирмәси 120÷700 К интервалында тәдгиг олунмушдур. Бу бэрк мәнлулда фононларын гурулуш низамсызлыгыларын сәпилмәси вә һәмин сәпилмә механизминин фононларын гаршылыгы тәсириндә ролу өрәниллишир. InSb—GaSb системиндә фононларын сәпилмәсинә нормал процесларын тәсирин мүнәсқәләшдирилишир.

M. I. Aliyev, S. A. Zeinalov, D. G. Arasly, S. A. Aliyev, R. N. Ragimov

PHONON SCATTERING IN In_{1-x}Ga_xSb SOLID SOLUTION

An investigation has been made of the temperature conductivity and heat conductivity in In_{1-x}Ga_xSb solid solution within the range from 120÷700K. The phonon scattering mechanism at non-ordered structure of the alloy and the role of this mechanism in interphonon interaction have been studied. The normal processes are shown to play an essential role in phonon scattering in InSb—GaSb system.

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIX ЧИЛД

№ 8

1983

УДК 539.12.01.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Чл.-корр. АН Азерб. ССР Н. А. ГУЛИЕВ, И. Г. ДЖАФАРОВ,
Б. И. МЕХТИЕВ, Р. Ш. ЯХЬЯЕВ

ЭФФЕКТЫ НЕЙТРАЛЬНЫХ СЛАБЫХ ТОКОВ В ПРОЦЕССАХ РОЖДЕНИЯ ПАР ЗАРЯЖЕННЫХ ЛЕПТОНОВ ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ ПРОТОН-АНТИПРОТОННЫХ ПУЧКОВ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ. II

В настоящей статье на основе полученной в [1] общей формулы для дифференциального сечения процесса рождения пар заряженных лептонов при столкновении протон-антипротонных пучков высоких энергий рассмотрены отдельно случаи продольной и поперечной поляризации сталкивающихся частиц и определены характеристики процесса, выделяющие вклады нейтральных слабых токов (НСТ). Найденны и проанализированы также формулы для полного сечения процесса.

3. В случае поперечной поляризации начальных пучков выражение (3) (здесь мы сохраняем порядок нумерации формул работы [1]) приобретает вид

$$\frac{d\sigma(\lambda_1, \lambda_2, h_1, h_2)}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{64 E^2 \beta} \{ t_1 + (\lambda_1 - \lambda_2) \sin \theta (t_3 \cos \varphi - t_4 \sin \varphi) - \lambda_1 \lambda_2 \sin^2 \theta (t_{10} + 2t_7 \cos^2 \varphi - t_9 \sin 2\varphi) \}, \quad (5)$$

где φ — азимутальный угол вылета лептона, λ_1 и λ_2 — модули векторов поперечной поляризации протона и антипротона (направления импульса и спина протона приняты соответственно за оси z и x в левой системе координат).

Произведя в (5) суммирование по поляризации антилептона, определим следующие характеристики процесса: угловую асимметрию в распределении лептонов.

$$A = -\cos \theta \{ 2(T_3 = h_1 T_4) - (\lambda_1 - \lambda_2) \sin \theta [(T_8 - h_1 T_{10}) \cos \varphi + (T_{12} - h_1 T_{14}) \sin \varphi] \} [T_1 + h_1 T_5] (1 + \cos^2 \theta) + (T_2 + h_1 T_6) \sin^2 \theta + (\lambda_1 - \lambda_2) \sin \theta [(T_7 + h_1 T_9) \cos \varphi - (T_{11} - h_1 T_{13}) \sin \varphi] - \lambda_1 \lambda_2 \sin^2 \theta [T_2 + h_1 T_6 + (T_{17} + h_1 T_{18}) \cos 2\varphi + (T_{19} - h_1 T_{20}) \sin 2\varphi] \}^{-1}, \quad (6)$$

степень продольной поляризации лептонов

$$P = [Y_1 + (\lambda_1 - \lambda_2) \sin \theta (Y_3 \cos \varphi - Y_4 \sin \varphi) - \lambda_1 \lambda_2 \sin^2 \theta (Y_{10} + 2Y_7 \cos^2 \varphi - Y_9 \sin 2\varphi)] [X_1 + (\lambda_1 - \lambda_2) \sin \theta (X_3 \cos \varphi - X_4 \sin \varphi) - \lambda_1 \lambda_2 \sin^2 \theta (X_{10} + 2X_7 \cos^2 \varphi - X_9 \sin 2\varphi)]^{-1}, \quad (7)$$

эффект поляризации начальных пучков

$$N = [-(\lambda_1 - \lambda_2) \sin \theta (\bar{t}_3 \cos \varphi - \bar{t}_4 \sin \varphi) + \lambda_1 \lambda_2 \sin^2 \theta (\bar{t}_{10} + 2\bar{t}_7 \cos^2 \varphi - \bar{t}_9 \sin 2\varphi) [2\bar{t}_1 + (\lambda_1 - \lambda_2) \sin \theta (\bar{t}_3 \cos \varphi - \bar{t}_4 \sin \varphi) - \lambda_1 \lambda_2 \sin^2 \theta (\bar{t}_{10} + 2\bar{t}_7 \cos^2 \varphi - \bar{t}_9 \sin 2\varphi)]^{-1} \quad (8)$$

и спиновую асимметрию в распределении лептонов, обусловленную поляризацией начальных пучков

$$A_s = \frac{(\lambda_1 - \lambda_2) \sin \theta (\bar{t}_3 \cos \varphi - \bar{t}_4 \sin \varphi)}{\bar{t}_1 - \lambda_1 \lambda_2 \sin^2 \theta (\bar{t}_{10} + 2\bar{t}_7 \cos^2 \varphi - \bar{t}_9 \sin 2\varphi)} \quad (9)$$

В (7)–(9) $\bar{t}_i$ —значение t_i , просуммированное по поляризации антилептона.

Легко убедиться, что в ряде случаев в выражениях приведенных характеристик можно исключить вклады электромагнитного взаимодействия и, тем самым, выделить эффекты НСТ. Эти возможности показаны в таблице.

Поляризация начальных пучков	Возможности выделения эффектов НСТ			
	A	ρ	N	A_s
Поперечная	$\lambda_1 = \lambda_2$	$\lambda_1 = \lambda_2$	λ_2 (или λ_1) = 0, $h_1 = 0$, $\theta = \pi/2$	$h_1 = 0$, $\theta = \pi/2$
	$\theta = 0, \pi$	$\theta = 0, \pi$	λ_2 (или λ_1) = 0, $h_1 = 0$, $\varphi = 0, \pi$	$h_1 = 0$, $\varphi = 0, \pi$
	$\varphi = 0, \pi$	$\varphi = \pi/2, 3\pi/2$	λ_2 (или λ_1) = 0, $\theta = \pi/2$, $\varphi = \pi/2, 3\pi/2$	$\theta = \pi/2$, $\varphi = \pi/2, 3\pi/2$
Продольная	$l_1 = l_2$	$l_1 = l_2$	l_2 (или l_1) = 0, $h_1 = 0$	$h_1 = 0$
	$h_1 = 0$	$\theta = \pi/2$	l_2 (или l_1) = 0, $\theta = \pi/2$	$\theta = \pi/2$

4. Дифференциальное сечение процесса (1) с продольно поляризованными частицами имеет вид

$$\frac{d\sigma(l_1, l_2, h_1, h_2)}{d\Omega} = \frac{\alpha^3}{64E^2\beta} \{t_1 + (l_1 - l_2)(t_2 + t_3 \cos \theta) - l_1 l_2 (2t_5 + 2t_6 \cos \theta + 2t_7 \cos^2 \theta + t_{10} \sin^2 \theta)\}, \quad (10)$$

где l_1 и l_2 —спиральности протона и антипротона, соответственно.

Приведем аналогичные (6)–(9) характеристики процесса (1) в данном случае (при $h_2 = 0$):

$$A = -2 \cos \theta [(1 - l_1 l_2)(T_3 - h_1 T_4) - (l_1 - l_2)(T_5 + h_1 T_1)] [1 - l_1 l_2 (T_1 + h_1 T_5) (1 + \cos^2 \theta) + (1 + l_1 l_2)(T_2 + h_1 T_6) \sin^2 \theta + (t_1 - l_2)(T_4 - h_1 T_3) (1 + \cos^2 \theta)]^{-1}, \quad (11)$$

$$\rho = \frac{Y_1 + (l_1 - l_2) [2T_1 \cos \theta - T_3 (1 + \cos^2 \theta)] - l_1 l_2 (Y_1 - 2T_6 \sin^2 \theta)}{X_1 + (l_1 - l_2) [T_4 (1 + \cos^2 \theta) + 2T_5 \cos \theta] - l_1 l_2 (X_1 - 2T_2 \sin^2 \theta)}, \quad (12)$$

$$N = \frac{-(l_1 - l_2)(\bar{t}_2 + \bar{t}_3 \cos \theta) + l_1 l_2 (2\bar{t}_5 + 2\bar{t}_6 \cos \theta + 2\bar{t}_7 \cos^2 \theta + \bar{t}_{10} \sin^2 \theta)}{2\bar{t}_1 + (l_1 - l_2)(\bar{t}_2 + \bar{t}_3 \cos \theta) - l_1 l_2 (2\bar{t}_5 + 2\bar{t}_6 \cos \theta + 2\bar{t}_7 \cos^2 \theta + \bar{t}_{10} \sin^2 \theta)}, \quad (13)$$

$$A_s = \frac{(l_1 - l_2)(\bar{t}_2 + \bar{t}_3 \cos \theta)}{\bar{t}_1 - l_1 l_2 (2\bar{t}_5 + 2\bar{t}_6 \cos \theta + 2\bar{t}_7 \cos^2 \theta + \bar{t}_{10} \sin^2 \theta)} \quad (14)$$

Значения поляризации частиц и угла вылета лептона, при которых исключаются вклады электромагнитного взаимодействия в выражениях характеристик (11)–(14), также приведены в таблице.

Отметим, что вклады НСТ можно выделить также и в случае неполяризованных начальных пучков; изучая угловую асимметрию и степень продольной поляризации лептонов. Соответствующие выражения этих величин можно получить из (6) и (7) или (11) и (12) путем усреднения их по поляризации начальных частиц.

5. Произведя в (5) и (10) интегрирование по углам вылета лептона, получим следующие выражения для полного сечения процесса (1) в случаях поперечной и продольной поляризаций начальных частиц:

$$\sigma(\lambda_1, \lambda_2, h_1, h_2) = \frac{\pi \alpha^2}{24 E^2 \beta} \{ (1 - h_1 h_2) (2T_1 + T_2) + (h_1 - h_2) (2T_5 + T_6) - \lambda_1 \lambda_2 [(1 - h_1 h_2) T_2 + (h_1 - h_2) T_6] \}, \quad (15)$$

$$\sigma(l_1, l_2, h_1, h_2) = \frac{\pi \alpha^2}{24 E^2 \beta} \{ (1 - h_1 h_2) (2T_1 + T_2) + (h_1 - h_2) (2T_5 + T_6) + 2(l_1 - l_2) [(1 - h_1 h_2) T_4 - (h_1 - h_2) T_3] - l_1 l_2 [(1 - h_1 h_2) (2T_1 - T_2) + (h_1 - h_2) (2T_5 - T_6)] \}. \quad (16)$$

Легко видеть, что эффекты НСТ можно выделить в полном сечении (16), изучая степень продольной поляризации лептонов (антилептонов), эффекта поляризации одного из начальных пучков и спиновой асимметрии в распределении лептонов, обусловленной разностью $l_1 - l_2$ (или поляризацией одного из начальных частиц), а в полном сечении (15)—изучением лишь степени продольной поляризации лептонов (антилептонов).

Литература

Гулиев Н. А., Джафаров И. Г., Мехтиев Б. И., Яхьяев Р. Ш. ДАН Азерб. ССР, XXXVIII, 1982.

Институт физики

Поступило 28. VI 1982

Н. А. Гулиев, И. Г. Джафаров, Б. И. Мехтиев, Р. Ш. Яхьяев

ЈУКСАК ЕНЕРЖИЛИ ПРОТОН-АНТИПРОТОН ДЭСТЭЛЭРИНИН
ТОГГУШМАСЫ ЗАМАНЫ ЈУКЛУ ЛЕПТОН ЧҮТЛЭРИНИН ЈАРАНМАСЫ
ПРОСЕСИНДЭ НЕЙТРАЛ ЭИФ ЧЭРЭЈАН ЕФФЕКТЛЭРИ. II

Мәғаләдә енинә вә узунуна полјаризәләниниш протон-антипротон дәстәләриниш тоғгушмасы заманы узунуна полјаризәләниниш јуклу лептон чүтләриниш әмәләкәлмә просесләриндә нейтрал эиф чәрәјан еффејтләриниш ајрымасы имканлары тәдғиг едилмишдир.

THE EFFECTS OF NEUTRAL WEAK CURRENTS IN THE PROCESSES OF CHARGED LEPTON PAIR PRODUCTION ON COLLIDING PROTON-ANTI-PROTON BEAMS AT HIGH ENERGIES. I

Taken into account all contributions of electroweak interactions (contributions of electromagnetic and weak interactions and their interference) at arbitrary polarization of initial particles and longitudinal polarization of final particles the differential and total cross-sections of charged lepton pair production on colliding proton-antiproton beams at high energies have been calculated.

УДК 539.2:541.12.01; 548.5.01

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

И. Н. КОЦЕВ, К. А. РУСТАМОВ

ОБ ИНДЕКСАХ ПОДГРУПП В НЕПРЕРЫВНЫХ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ

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

Идея изучения непрерывных фазовых переходов в зависимости от индекса $[G:H]$ группы симметрии низкосимметричного состояния H , рассматриваемого как подгруппа группы симметрии высокосимметричного состояния $H \subset G$, были впервые выдвинута Ландау и Лифшицем в пятидесятых годах [1]. Тогда же ими было показано, что в случае $[G:H] = 2$ фазовый переход всегда может быть второго рода, а также предположено, что при $[G:H] = 3$ фазовый переход второго рода окажется невозможным вследствие появления инвариантов третьей степени в разложении св. свободной энергии.

Впоследствии было предпринято большое количество попыток дать доказательство этому предположению. Почти все из них основываются на определенных ограничениях и не могут быть рассмотрены как общее доказательство [2, 3]. Исключением является рассмотрение, данное в [4], которое, как показано в [5], является частным случаем предлагаемого в данной статье доказательства, основанного на применении общего метода.

В основе нашей работы, дающей полное теоретико-групповое доказательство предположения Ландау о невозможности фазового перехода второго рода в подгруппу индекса три, лежит теоретико-групповой критерий Бирмана, являющийся условием необходимости существования фазового перехода второго рода [6], а также теория пермутационных цветных групп [4, 7].

Предположим, что D_G^I — неприводимое представление, ответственное за непрерывный фазовый переход между фазами с группами симметрии G и H , где $H \subset G$. Следуя критерию Бирмана [6], ограничение этого представления $D_G^I|_H$ на H для существования соответствующего перехода должно содержать тривиальное представление D_H группы H . С использованием теоремы взаимности из теории индуцированных представлений [8] этот критерий может быть переформулирован следующим образом: неприводимое представление D_G^I должно содержаться в представлении D_G^{II} группы G , индуцированном тривиальным представлением D_H^I , т. е.

$$D_G^I \in D_G^{II} = D_H^I \uparrow G. \quad (1)$$

Представление D_G^{II} является транзитивным пермутационным представлением G на подгруппе H , генерированным пермутациями левых

классов смежностей gH подгруппы $H \subseteq G$ под действием слева элементов $g \in G$ [9]. Ядро представления D_0^H , $\text{Ker } D_0^H$, множество всех $g \in G$, для которых $D_0^H(g)$ есть тривиальное преобразование, является максимальной инвариантной подгруппой N и в G , и в H .

Таким образом, можно ввести фактор группы G/N и H, G и представление

$$D_{G/N}^{H/N} = D_{H/N}^1 \uparrow G/N \quad (2)$$

фактор-группы G/N , индуцированное тривиальным представлением ее подгруппы H/N .

Известно, что представление D_0^H является порожденным представлением $D_{G/N}^{H/N}$ [10], т. е. если разложить G по левым классам смежностей подгруппы N , $G = \sum_i g_i N$, то для всех $g_i h_i \in g_i N$ ($h_i \in N$)

операции преобразования $D_0^H(g_i h_i)$ — одни и те же и равны $D_{G/N}^{H/N}(g_i N)$, где $g_i N$ есть элемент фактор-группы G/N . Мы использовали обозначение $D_N^J \uparrow G$ для представления группы G , индуцированного неприводимым представлением D_N^J подгруппы $N \subseteq G$. Аналогично этому представление группы G , порожденное представлением $D_{G/N}^J$ фактор-группы G/N будем обозначать как $D_{G/N}^J \uparrow \uparrow G$. Тогда вышеприведенное можно записать следующим образом:

$$D_0^H = D_N^1 \uparrow G = D_{G/N}^{H/N} \uparrow \uparrow G, \quad (3)$$

где представления D_0^H и $D_{G/N}^{H/N}$, вообще говоря, приводимые. Из (3) следует, что любое неприводимое представление D_0^J , содержащееся в разложении D_0^H , порождено некоторым неприводимым представлением $D_{G/N}^J$, содержащимся в разложении $D_{G/N}^{H/N}$. Следовательно, неприводимое представление D_0^J , активное в фазовом переходе между фазами с симметриями G и H соответственно, порождено одним из неприводимых представлений $D_{G/N}^J$ фактор-группы G/N , содержащимся в приводимом представлении $D_{G/N}^{H/N}$.

Из теории неприводимых фазовых переходов [1] известно, что для существования линии фазового перехода (только такой случай мы и обсуждаем) необходимым условием является отсутствие тривиального представления в симметризованном кубе $[D_0^J]^3$ представления D_0^J , активного в фазовом переходе. Исходя из вышесказанного этот критерий можно переформулировать следующим образом: поскольку $D_0^J = D_{G/N}^J \uparrow \uparrow G$ является неприводимым представлением, ответственным за фазовый переход, для существования линии перехода необходимо отсутствие тривиального представления в симметризованном кубе $[D_{G/N}^J]^3$.

Рассмотрим непрерывный фазовый переход между фазами с симметриями G и H соответственно, причем пусть $[G:H] = 3$. При этом возможны два случая.

а) H является инвариантной подгруппой группы G , и тогда $\text{Ker } D_0^H = N = H$.

б) H не является инвариантной подгруппой.

В случае а) G/N изоморфна точечной группе C_3 и неприводимое представление D_0^J , ответственное за непрерывный фазовый переход,

является порожденным неприводимым представлением L_0^J . Поскольку симметризованные кубы всех неприводимых представлений группы C_3 содержат тривиальное представление, заключаем, что непрерывный фазовый переход (т. е. линия перехода) в этом случае невозможен.

В случае б) для всей инвариантных подгрупп H , где $[G:H] = 3$ и $\text{Ker } D_0^H = N$, фактор-группа G/N изоморфна точечной группе D_3 , а H, N — группе C_2 . Тогда, учитывая, что

$$D_{D_3}^C = D_{D_3}^1 + D_{D_3}^3 = \Gamma_1 + \Gamma_3$$

и что симметризованные кубы Γ_1 и Γ_3 содержат тривиальное представление, приходим к заключению о невозможности, в известном смысле, непрерывного фазового перехода.

Таким образом, непрерывный фазовый переход оказывается невозможным между фазами с группами симметрии G и H , если $[G:H] = 3$.

Нами проанализировано в рамках вышеприведенной схемы и несколько других случаев, а именно $[G:H] = 2$ и $[G:H] = 4$ и т. д. Результат по поводу $[G:H] = 2$ общеизвестен, а по поводу других случаев можем сказать только то, что $[G:H] = 3$ является, видимо, единственным, когда непрерывный фазовый переход (т. е. линия перехода) полностью отсутствует.

Литература

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика, ч. I. М., 1976.
2. Anderson P. W., Blount E. I. Phys. Rev. Lett., 14, 1965, 217.
3. Bocca N. Ann. Phys., 47, 1968, 40.
4. Birman I. L., Kotzev I. N., Litvin D. B. (to be published).
5. Kotzev I. N., Rustamov K. A. Abstracts of the 10th International Colloquium in Group Theor. Meth. in Physics (Canterbury, 1981), p. 87.
6. Birman J. L. Phys. Rev. Lett., 17, 1966, 1216.
7. Коцев И. Н. Канд. дисс. 1975.
8. Менский М. Б. Метод индуцированных представлений. Пространство, время и концепция частиц. М., 1976.
9. Холл М. Теория групп. М., Изд-во иностр. лит., 1962.
10. Iansen L., Boon M. Theory of Finite Groups. Applications in Physics, 1967.

Институт физики АН Азерб. ССР

Поступило 15. IV 1982

И. Н. Котсев и К. Э. Рустамов

КӘСИЛМӘЗ ФАЗА КЕЧИДЛӘРИНДӘ АЛТ ГРУПЛАРЫН ИНДЕКСЛӘРИ ҖАГҖЫНДА

Үмүмн методдан истифадә едәрәк кәсилмәз фаза кечидләринин алт группаларын индексләриндән ($n = [G:H]$) асылдыгы n -ни бир нечә гүҗмәти үчүн тәдгиг едилишидир. Көстәрилмишидир ки, јалпыз $n=3$ јалында белә фаза кечидләри мөвјуд дејил.

I. N. Kotzev, K. A. Rustamov

ON THE INDICES OF SUBGROUPS IN CONTINUOUS PHASE TRANSITIONS

Using the general method the dependencies of continuous phase transitions on the indices of subgroups ($n = [G:H]$) are analyzed for several volumes of n . It is shown that only in case $n=3$ such transitions do not exist.

И. Р. НУРИЕВ, член-корр. АН Азерб. ССР Э. Ю. САЛАЕВ,
Р. Н. НАБИЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПЛЕНКАХ Ag_2Te

Для халькогенидов серебра наиболее характерным является существование соединений состава $\text{Ag}_2(\text{S}, \text{Se}, \text{Te})$, встречающихся в двух модификациях: низкотемпературной (α) и высокотемпературной (β). Низкотемпературные модификации этих соединений отличаются сложностью строения и разнообразием структурных типов, в то время как высокотемпературные кристаллизуются в кубической структуре. Относительно $\alpha=\text{Ag}_2\text{Te}$ в литературе имеются разноречивые данные. Так, согласно [3, 7] $\alpha=\text{Ag}_2\text{Te}$ имеет ромбическую решетку с периодами $a=13,0$; $b=12,70 \text{ \AA}$ или $a=16,27$; $b=26,68$; $c=7,55 \text{ \AA}$ и 48 формульных единицами в элементарной ячейке. По данным [4], $\alpha=\text{Ag}_2\text{Te}$ имеет моноклинную структуру пр. гр. $-P2_1/c$ с периодами элементарной ячейки $a=8,09$; $b=4,48$; $c=8,96 \text{ \AA}$, $\beta=123^\circ 20'$, $z=4$, что было полностью подтверждено при электронографическом исследовании этой фазы [5].

Высокотемпературная модификация $\beta=\text{Ag}_2\text{Te}$ кристаллизуется в кубической гранецентрированной решетке с периодом $a=6,57 \text{ \AA}$ [6, 11]. Согласно [1–10] температура фазового превращения $\alpha=\text{Ag}_2\text{Te}$ в $\beta=\text{Ag}_2\text{Te}$ лежит в интервале $105\text{--}157^\circ\text{C}$. По данным [9], фазовый переход происходит при 150°C , в результате чего характер связи между атомами изменяется от ковалентно-металлической до ионной, что было подтверждено [2]. Таким образом, относительно температуры фазового превращения в Ag_2Te литературные данные также носят неоднозначный характер.

В настоящей статье описываются получение пленок Ag_2Te и электронографическое исследование структурных превращений, а также фазовые превращения в корреляции с электрическими свойствами.

Образцы для электронографических исследований толщиной (200–300) $\text{\AA}$ изготавливались термическим осаждением синтезированного соединения Ag_2Te в вакууме 10^{-6} . Подложками служили свежеотколотые грани NaCl . Пленки для изучения электрических свойств толщиной 2000 $\text{\AA}$ выращивались на стеклянных подложках.

Поликристаллические пленки Ag_2Te получались на подложках, находящихся при комнатной температуре.

При выращивании монокристаллических пленок и образцов для изучения электрических свойств подложки находились при темпера-

туре 180°C . При этой температуре образцы выдерживались в течение нескольких минут с целью их гомогенизации, а затем медленно охлаждались до комнатной температуры.

Электронографическое исследование показало, что пленки, полученные при вышеприведенных условиях, имеют моноклинную решетку [4–5]. При термообработке этих пленок обнаружено, что низкотемпературная моноклинная фаза $\alpha=\text{Ag}_2\text{Te}$ при 155°C в соответствии с [6] переходит в высокотемпературную кубическую гранецентрированную $\beta=\text{Ag}_2\text{Te}$ с $a=6,57 \text{ \AA}$, которая при охлаждении вновь превращается в свою первоначальную модификацию. Кинематическая электронограмма поликристаллической пленки Ag_2Te с соответствующими превращениями представлена на рис. 1.

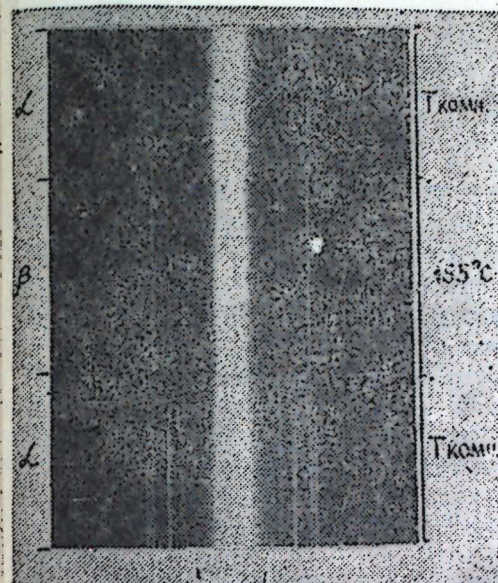


Рис. 1. Кинематическая электронограмма $\alpha\leftrightarrow\beta$ -превращений в Ag_2Te

Электронографическое исследование показало, что пленки, полученные на подложках NaCl , находящихся при 180°C , состоят из мозаичных кристалликов низкотемпературной моноклинной $\alpha=\text{Ag}_2\text{Te}$ (рис. 2). Кристаллики моноклинной фазы располагаются в основном плоскостью (001) параллельно плоскости (100) NaCl . При переходе в высокотемпературную $\beta=\text{Ag}_2\text{Te}$ реальная структура образцов не нарушается.

Расшифровка точечной электрограммы от $\beta=\text{Ag}_2\text{Te}$ показала, что кристаллики в ней располагаются преимущественно плоскостью (100) наблюдаются также слабые отражения от плоскости (211). При этом кристаллики азимутально разориентированы относительно друг друга на 45° (рис. 3).

Монокристалличность образцов при $\beta\rightarrow\alpha$ -превращении не нарушается и сохраняется при многократных $\alpha\leftrightarrow\beta$ -превращениях. Это указывает на наличие тесной связи между структурами низкотемпературной и высокотемпературной модификаций Ag_2Te . Действительно, при переходе от высокотемпературной $\beta=\text{Ag}_2\text{Te}$ к низкотемпературной $\alpha=\text{Ag}_2\text{Te}$ отражения от β -фазы на электрограмме сохраняются

(рис. 1). Это указывает на то, что и каркас решетки β -фазы, состоящий из атомов Te, при переходе, по всей вероятности, не меняется. Структурные превращения однозначно проявляются и при изучении температурной зависимости электропроводности пленок Ag_2Te (рис. 4).

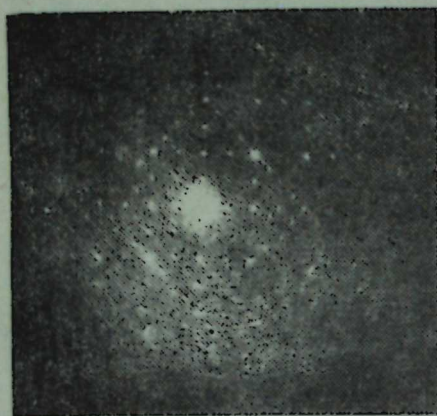


Рис. 2. Электронограмма мозаичного монокристалла $\alpha\text{-Ag}_2\text{Te}$

Измерения показали, что уже при комнатной температуре пленки Ag_2Te являются полупроводником со значением концентрации носителей заряда $n=2 \cdot 10^{-13} \text{ см}^{-3}$. Начиная от комнатной температуры и

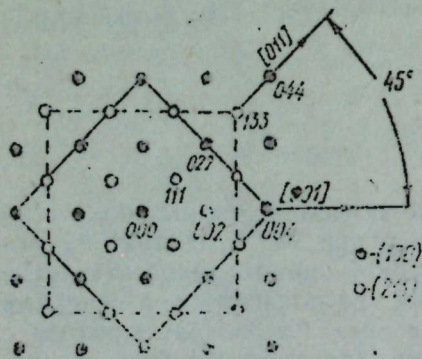


Рис. 3. Общая схема ориентаций в $\beta\text{-Ag}_2\text{Te}$

до 60°C ход проводимости в пленках — характерный для полупроводников. С дальнейшим повышением температуры проводимость падает вплоть до 155°C . При этой температуре значение проводимости скачком увеличивается, что объясняется наличием фазового превращения ($\alpha \rightarrow \beta$) именно при 155°C . С дальнейшим увеличением температуры проводимость пленок уменьшается также с металлическим ходом. При охлаждении до 155°C повторяется металлический ход проводимости с переходом при этой температуре в полупроводниковый, который сохраняется вплоть до комнатной температуры [2]. Концентрация носителей заряда при этом имеет значение $n=8 \cdot 10^{-17} \text{ см}^{-3}$.

Уменьшение значения концентрации связано, по-видимому, с совершенствованием структуры пленок в результате термообработки.

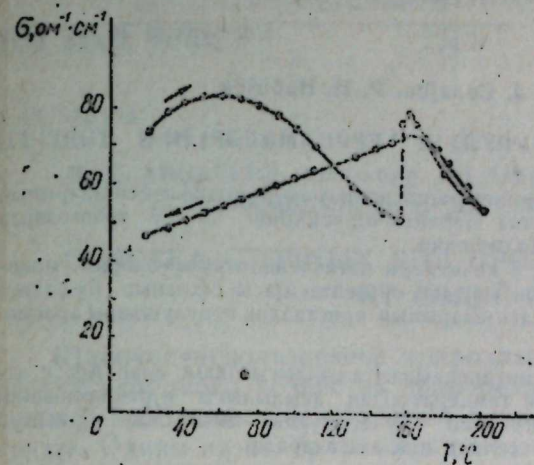


Рис. 4. Температурная зависимость электропроводности пленок Ag_2Te

Сопоставляя результаты исследования температурной зависимости электропроводности пленок Ag_2Te с данными электронографического изучения, можно заметить, что они находятся в полном согласии.

Выводы

1. Исследованы условия выращивания монокристаллических пленок α - и β -модификаций Ag_2Te . Показано, что пленки, полученные при испарении готового сплава Ag_2Te на подложки NaCl , находящиеся при температуре 180°C , являются монокристаллическими и кристаллизуются в моноклинной структуре (α -фаза). Отжиг таких пленок при 155°C приводит к образованию высокотемпературной β -фазы Ag_2Te .
2. Установлено, что при многократных $\alpha \rightarrow \beta$ -превращениях реальная структура α - и β -фаз Ag_2Te остается неизменной.
3. Изучены ориентационные соотношения в пленках α - и β -фаз Ag_2Te и характер температурной зависимости электропроводности. Показано, что температурная зависимость электропроводности пленок Ag_2Te находится в полном согласии с данными структурных исследований.

Литература

1. Абдуллаев Г. Б., Алиев М. И., Алиев С. А., Вердиева Н. А. Кинетические явления в Ag_2Te и Ag_2Se вблизи фазового перехода. Препринт № 33 Института физики АН Азерб. ССР, Баку, 1974, 16. 2. Ахундов Г. А., Абдуллаев Г. Б., Алиева М. Х., Эфендиев Г. А. В сб.: «Вопр. металлургии и фаз. полупроводников». М. Изд-во АН Азерб. ССР, 1961, 174. 3. Walsh Patrick N., Art Edward W., White Dawide, J. Phys. Chem., 66, 1962, № 8, 1546—1549. 4. Fruch A. J. Zs. Kristallogr., 112, 1959, 44—52. 5. Чжоу Цзинь-Лен, Имам-ов Р. М. и Пинскер Э. Г. «Кристаллография», 5, 1961, № 5, 772—773. 6. Pahlfs P. Zs. Phys. Chem., (B), 31, 1936, № 3, 157—191. 7. Rowland J. F., Berry L. C. Amer. Mineral., 36, 1951, 471—479. 8. Sharma S. K. Nature, 198, 1963, 280. 9. Жузе В. П., Цидильковский И. М., Бортицкая Т. С. ЖТФ,

28, 1958, № 8, 1646—1650, 10. Абрикосов Н. Х., Банкина В. Ф., Морецкая Л. В., Скудникова Е. В., Орещкая С. Н. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе, М., Наука, 1975, 220. 11. Хансен М., Андерко К, Структура двойных сплавов, М., Металлургиздат, 1962.

Поступило 20. IV 1982

И. Р. Нуриев, Е. Ю. Салаев, Р. Н. Набиев

Ag₂Te НАЗИК ТЭБЭГЭЛЭРИНДЭ ГУРУЛУШ ЧЕВРИЛМЭЛЭРИНИН ТЭДГИГИ

Электроннография үсулу илэ Ag₂Te бирлэшмэсинин α вэ β модификасияларынын назик монокристал тэбэгэлэринин алынма шэранти өррөнилмиш вэ бу тэбэгэлэрдэ кристалларын ориентасиясы тэжини едилмишдир.

Көстөрилмишдир ки, чох сайда $\alpha \rightarrow \beta$ кечидлэри нэтичэсиндэ нүмунэлэрин монокристаллыгы позулмур вэ кристалларын эвэлки ориентасиясы сахланыр. Бу һадисэ Ag₂Te бирлэшмэсинин α вэ β модификасияларынын кристаллик гурулушлары арасындакы сых элэгэ илэ изаһ олунур.

Тэдингатда 20—200°C температур интервалында галынлыгы 2000 Å олан Ag₂Te назик тэбэгэлэриндэ электрик кечирмэнин температурдан асыллыгы өррөнилмишдир. Мүөжөн едилмишдир ки, электрик кечирмэнин температурдан асыллыгы эрисиңдэ мејлини дэјишмэси (~155°C) $\alpha \rightarrow \beta$ фаза кечиди илэ элэгэдардыр.

I. R. Nuriev, E. Yu. Salaev, R. N. Nabiev

INVESTIGATION OF STRUCTURE TRANSFORMATIONS IN Ag₂Te FILMS

The conditions of obtaining of single crystal films of α - and β -phases of Ag₂Te have been studied. It is found from experiment that when the Ag₂Te alloy is evaporated onto NaCl at the temperature of ~180°C the monocrystalline films of low temperature α -phase of Ag₂Te can be obtained. A heat treatment of these samples leads to the phase transition from the α -phase to the high temperature cubic β -phase of Ag₂Te (at ~155°C). The temperature dependencies of electric conductivity for the α - and β -phases of Ag₂Te are measured. These dependencies differ in accordance with the atomic structures, that is agree to the electron diffraction data.

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIX ЧИЛД

№ 8

1983

УДК 541.183

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. Х. АННАГИЕВ, член-корр. АН Азерб. ССР З. Г. ЗУЛЬФУГАРОВ,
И. И. МАМЕДОВ, М. Н. ДЖАВАДОВ, М. М. НАСИБОВ

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ДИВИНИЛА ОТ СОЛЕЙ МЕДИ

Широкое использование природных сорбентов в различных отраслях народного хозяйства приобретает особое важное значение в связи с проблемами безотходной технологии и охраны окружающей среды. Одним из наиболее перспективных природных сорбентов является клиноптилолит, использующийся для извлечения ряда тяжелых металлов из сбросных вод промышленных предприятий.

Высокая селективность клиноптилолита по отношению к крупным катионам щелочных и щелочноземельных металлов, а также к катионам некоторых тяжелых металлов [1, 2] позволяет использовать его для извлечения ионов меди из сточных вод и предприятий химической промышленности.

Экспериментальные исследования проводились в динамических условиях. Отобранные фракции клиноптилолита Айдагского месторождения загружали в стеклянные колонки диаметром 3 см слоем, высота которого варьировалась от 30 до 75 см в зависимости от размера образца (1—5 мм). Скорость подачи потока сточной воды через колонку с сорбентами изменялась в пределах 4—6,5 см/мин.

Количественное содержание ионов меди в сточных водах и продукта регенерации определялось спектрофотометрическими и химическими методами. Были приготовлены искусственные водные смеси с различной концентрацией ионов Си и по снятым в ультрафиолетовой области спектрам построены их калибровочные кривые. По калибровочным кривым определялось содержание ионов меди в продуктах регенерации водным раствором CH₃COOH.

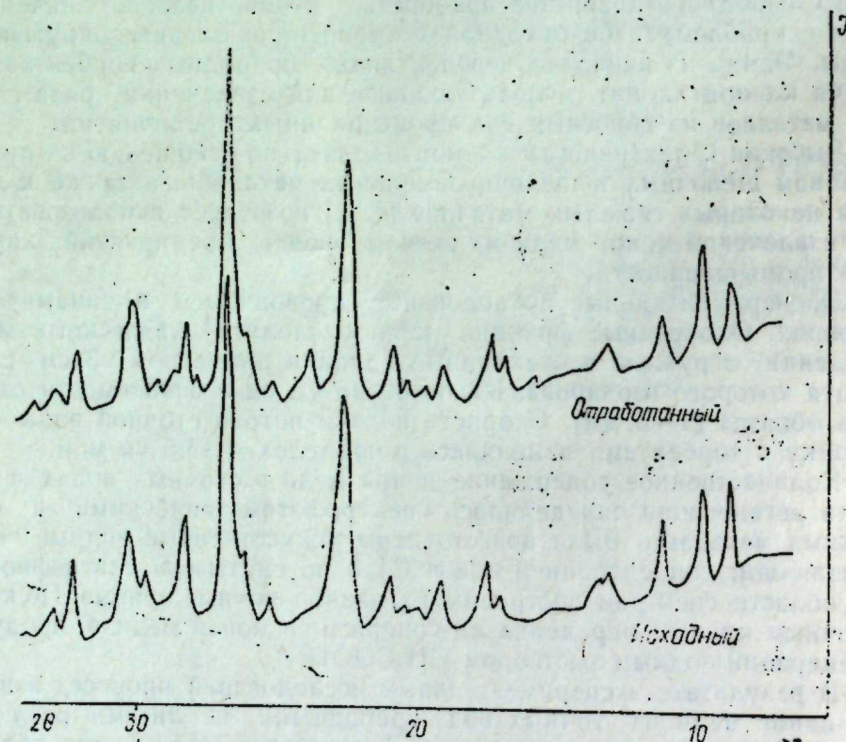
В результате экспериментальных исследований процесса извлечения ионов меди из сточных вод природными цеолитами различных фракционных составов установлено, что образец 0,5—1 мм обладает максимальной адсорбционной емкостью по отношению к ионам меди в виде аминокомплекса меди. Однако при уменьшении размера частиц динамическое сопротивление слоя при пропускании сточных вод через цеолит возрастает. Регенерация аминокомплекса меди из природных цеолитов производилась 5%-ным водным раствором уксусной кислоты.

Следует отметить, что для фракции 0,5—1 мм природного цеолита типа клиноптилолита емкость его по отношению к аминокомплексу меди составляет $\frac{0,56 \text{ мг/экв} \cdot \text{Си}}{\text{г}}$. При возрастании размера гра-

нул адсорбционная способность образцов по отношению к ионам ме-

ди при извлечении аминоккомплекса из сточных вод в процессе производства дивинила уменьшается. Установлено, что оптимальной для улавливания ионов меди из сточных вод в промышленном масштабе является фракция с размером гранул 3—5 мм.

Для исследования влияния количества циклов адсорбции аминоккомплексов меди из сточных вод и регенерации меди из цеолитов водным раствором уксусной кислоты на физико-химические свойства природных цеолитов в процессе извлечения аминоккомплексов меди из сточных вод при производстве дивинила были приготовлены искусственные смеси с различными концентрациями аминоккомплексов меди. Использовались также пробы заводских стоков, содержащих различное количество аминоккомплексов меди. Была проведена серия опытов до 60 циклов на образце с фракционным составом 3—6 мм. В каждом цикле использовано 4 л водного раствора $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{OH}$,



$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$. После адсорбции проводилась регенерация 5%-ным водным раствором CH_3COOH . Однако следует отметить, что с увеличением количества циклов адсорбционная способность клиноптилолита по отношению к аминоккомплексам меди возрастает, в связи с чем возрастает и удельная емкость меди—от 0,18 до 0,25 $\frac{\text{мг/экв. Cu}}{\text{г}}$

на природном цеолите, а при 60 циклах—до 0,35 $\frac{\text{мг/экв. Cu}}{\text{г}}$ цеолита.

При регенерации клиноптилолита Айдагского месторождения

водным раствором уксусной кислоты примеси, содержащиеся в гранулах, вымываются, в результате чего входные окна его расширяются.

При извлечении аминоккомплексов меди из сточных вод от производства дивинила клиноптилолитом Айдагского месторождения адсорбция их происходит во вторичных порах. Дальнейшая обработка водным раствором уксусной кислоты при регенерации ионов меди приводит к расширению входных окон клиноптилолита. Становятся доступными для аминоккомплекса меди первичные поры клиноптилолита, а при регенерации отработанных клиноптилолитовых образцов водным раствором уксусной кислоты извлеченную медь можно вернуть в цикл для производства дивинила.

При сравнении дифрактограммы исходного клиноптилолита Айдагского месторождения с образцом после 60 циклов работы видно, что сильного изменения на рефлексах, присущих клиноптилолиту, не наблюдается. Однако на дифрактограмме образцов после 60 циклов регенерации наблюдается возрастание интенсивности рефлексов, характерных для клиноптилолита, что связано с вымыванием из гранул примесей (рис. 1).

При сравнении дериватограммы клиноптилолита Айдагского месторождения до и после адсорбции аминоккомплекса меди из сточных вод заметных изменений на кривой общей потери не отмечается, но на кривой ДТА клиноптилолита после адсорбции аминоккомплекса меди наблюдаются слабые эндотермические эффекты, которые характеризуют разложение $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ и $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{OH}$ комплекса на

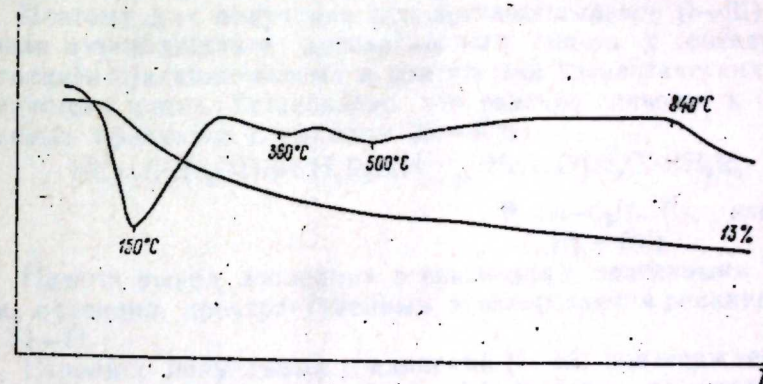


Рис. 2.

поверхности цеолита под действием температуры при нагревании образца. Наблюдающийся экзотермический эффект характеризует окисление меди (рис. 2).

Литература

1. Челишев Н. Ф., Бернштейн Б. Г. Клиноптилолит, серия IV. Обзор. М., 1974, 25—30.
2. Дир У. А., Хуан Р. А., Зусман Дж. Породообразующие минералы, 4. М., "Мир", 1966, 140.

Институт неорганической и физической химии
АН Азерб. ССР

Поступило 20. VII 1981

ДИВИНИЛ-ИСТЕҢСАЛЫНЫН ТУЛЛАНТЫ СУЛАРЫНЫН МИС
ДУЗЛАРЫНДАН ТӘМИЗЛӘНМӘСИ

Мәгаләдә дивинил-истеҗсалынын тулланты суларынын мис дузларындан тәмиз-
ләймәси процесиндә Ајдаг јатағындан клиноптилолитдән истифадә олуимушдур. Мү-
ејјән олуимушдур ки, тулланты суларындан мисни амин комплексинин чыхарылмасы
заманы циклик сајынын артмасы тәбии клиноптилолитин мис ионларына гаршы ад-
сорбсија габилитјетинин артмасы илә нәтичәләнир.

Тәмизләймә процесиндә гәдәр вә ондан сонра клиноптилолитин ренткенографик
вә дәриватографик методларла тәдиги кәстәрмишдир ки, процес заманы онун ад-
сорбсија габилитјетиндә вә гурулушунда дәјишиклик мүшаһидә олуимур.

M. Kh. Annagiev, Z. G. Zulfugarov, I. I. Mamedov,
M. N. Djavadov, M. M. Nasibov

THE EFFLUENTS' PURIFICATION IN DIVINYL PRODUCTION FROM
THE COPPER SALTS

At the effluents' purification process from the copper ions in divinyl production
the adsorbability of the clinoptilolite of the Ay-dag deposits was investigated.

It was determined that during the extraction of copper amino-complex by the na-
tural clinoptilolite from the effluents by increasing quantity of cycles, the adsorba-
bility of the sample increased with reference to copper ions. The adsorbability and
structure of the clinoptilolite was investigated before and after the adsorption of
copper ions by roentgenographic, derivatographic methods, and it was investigated
that by that the adsorbability of the sample and the structure did not change.

УДК 547.362+516.719

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

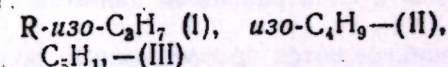
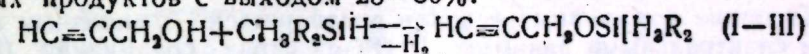
Член-корр. АН Азерб. ССР М. М. МОВСУМЗАДЕ, Ш. О. ГУСЕЙНОВ,
К. ГИДО ЯНЕС, С. Ф. КАРАЕВ

СИНТЕЗ МЕТИЛДИ(ИЗО) АЛКИЛПРОПАРГИЛОКСИСИЛАНОВ
С ИЗОПРОПИЛЬНЫМИ, ИЗОБУТИЛЬНЫМИ И ПЕНТИЛЬНЫМИ
ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ У АТОМА КРЕМНИЯ

В данной статье рассматриваются пути получения и некоторые
химические превращения пропаргильных эфиров метилди(изо)алкил-
силанолов с объемистыми (изо)алкильными группами у атома крем-
ния общей формулы $\text{CH}_3\text{R}_2\text{SiOCH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$ [R -*изо*- C_3H_7 —(I), *изо*- C_4H_9 —(II), *н*- C_5H_{11} —(III)].

Ранее на примерах пропаргильных эфиров метилди-*н*-пропил- и
метилди-*н*-бутилсиланолов показано, что при синтезе пропаргил-
оксисиланов с алкильными группами большого размера при Si-атоме пред-
почтительно использовать реакцию дегидроконденсации пропаргиль-
ного спирта с соответствующими гидридсиланами [1], а не межмоле-
кулярное дегидрохлорирование с монохлорсиланами [2].

Поэтому для получения пропаргил-оксисиланов (I—III) мы исполь-
зовали взаимодействие пропаргильного спирта с соответствующими
метилди(изо)алкилсиланами в присутствии каталитических количеств
хлористого цинка. Установлено, что реакция приводит к образованию
целевых продуктов с выходом 25—30%:

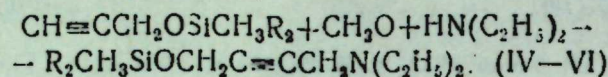


Низкий выход последних в сравнении с описанными [1] обуслов-
лен, очевидно, пространственным экранированием реакционного цент-
ра Si—H.

Строение полученных соединений (I—III) подтверждено спектра-
ми ПМР и ИК-поглощения. В их ИК-спектрах отсутствуют полосы
поглощения групп OH и Si—H, но имеются абсорбционные полосы
группы $\text{C}\equiv\text{CH}$ (2120—2140, 3310—3320 cm^{-1}), а также силоксановой
связи Si—O—C (1070—1090 cm^{-1}). В спектрах ПМР соединений (I—
III) протоны метильных групп при атоме кремния проявляются в ви-
де синглетов в области δ 0,1—0,17 м. д. (3H). Протоны группы CH_2
пропаргильного фрагмента дают дублетный сигнал при δ 3,98—3,99
м. д., а ацетиленовые протоны образуют триплеты с химическим
сдвигом δ 2,07—2,13 м. д. вследствие дальнего взаимодействия с ме-
тиленовыми протонами пропаргильной группы. Протоны изобутильной
группы образуют в спектре следующие сигналы: дублет 0,97 м. д.
(4H), дублет 0,5 м. д. (12H), квартет 1,77 м. д. (2H), а протоны си-
лильной группы проявляются в виде двух сигналов с химическими

сдвигами: дублет 1,03 м. д. (CH_3 , 6H), синглет 0,89 м. д. [$(\text{CH}_2)_3$, $\text{CH}(\text{CH}_2)_3$, 16H].

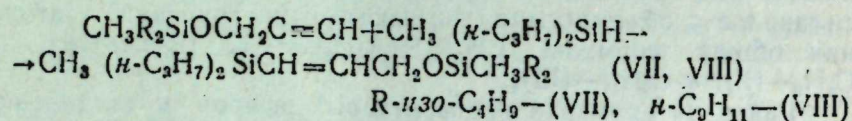
Соединения (I—III) вступают в реакцию аминотетраметилирования с параформом и диэтиламино в присутствии CuCl с образованием метилди(изо)алкилсилиловых эфиров 4-амино-2-бутин-1-ола с выходом 35—80%:



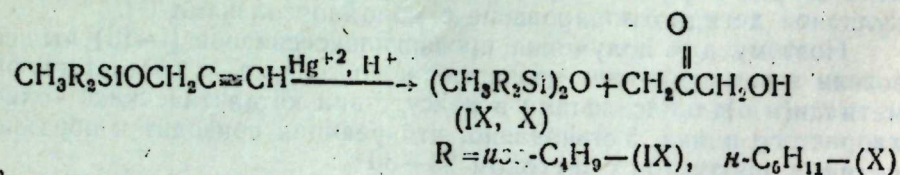
$\text{R}=\text{изо}-\text{C}_3\text{H}_7-$ (IV), $\text{н-изо}-\text{C}_4\text{H}_9-$ (V), $\text{C}_6\text{H}_{11}-$ (VI)

В ИК-спектрах продуктов реакции (IV—VI) нет полос поглощения этильной группы, но появляется слабая полоса в области 2210 см^{-1} , характерная для дизамещенной ацетиленовой группы.

При гидросилировании пропаргилорексисиланов (II, III) метилди-пропилсиланом в присутствии катализатора Спайера образуются соответствующие силиловые эфиры метилдипропилсилаллилового спирта:



Установлено, что при гидратации кремнийорганических соединений (II, III) в присутствии окиси ртути и серной кислоты происходит разрыв силоксановой связи $\text{Si}-\text{O}(\text{C})$ с образованием диметилтетра-(изо)алкилдисилоксанов и ацетона:



Строение полученных веществ подтверждено элементарным анализом и спектральными данными. В ИК-спектрах соединений (IX, X) наблюдаются абсорбционные полосы фрагмента —Si—O—Si— в области $1000\text{—}1100\text{ см}^{-1}$. Физико-химические константы синтезированных соединений и данные их элементного анализа приведены в таблице.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2,3-Диметил-3-изопропил-3-сила-4-окса-6-гептин (I). К смеси 25,5 г метилди-изо-пропилсилана и 11,2 г пропаргилорексисилана добавляли 0,05 г ZnCl_2 . Смесь нагревали 6 ч при 114°C до прекращения выделения водорода и подвергали перегонке в вакууме. Выделено 9,7 г (27%) вещества (I). Кроме того, выделен непрореагировавший гидридсилан. Аналогичным путем получены вещества (II) и (III) (см. таблицу).

2,3-Диметил-3-изопропил-3-сила-4-окса-8-диэтиламино-6-октин (IV). К смеси 3,0 г пропаргилорексисилана (I), 0,7 г параформа и 0,2 г CuCl в 50 мл диоксана добавляли 1,4 г диэтиламина. Смесь нагревали 6 ч при $80\text{—}90^\circ\text{C}$, охлаждали до комнатной температуры,

Физико-химические показатели и данные элементного анализа синтезированных кремнийорганических соединений

Структурная ф-ла	Выход, %	Т. кип., °C (мм. рт. ст.)	d_4^{20}	n_D^{20}	MRD		Найдено, %			Брутто-формула	Вычислено, %			
					найд.	выч.	C	H	Si	N	C	H	Si	N
($\text{н-изо}-\text{C}_3\text{H}_7$) ₂ Si(CH ₃)OCH ₂ C≡CH	27	54—56 (1)	1,4280	0,8587	56,2	56,68	64,95	10,48	14,92	—	65,15	10,93	11,23	—
($\text{н-изо}-\text{C}_4\text{H}_9$) ₂ Si(CH ₃)OCH ₂ C≡CH	725	57—58 (1)	1,4367	0,8471	65,65	65,94	67,44	10,96	12,87	—	67,86	11,3	13,2	—
($\text{н-}\text{C}_6\text{H}_{11}$) ₂ Si(CH ₃)OCH ₂ C≡CH	30	96—98 (1)	1,4411	0,8469	74,98	75,2	69,56	11,53	11,39	—	69,93	11,74	11,67	—
($\text{н-изо}-\text{C}_3\text{H}_7$) ₂ Si(CH ₃)OCH ₂ C≡CCH ₃	72	110—111 (2)	1,4497	0,8469	85,44	84,83	66,71	11,31	9,04	4,98	66,85	11,59	10,42	5,50
($\text{н-изо}-\text{C}_4\text{H}_9$) ₂ Si(CH ₃)OCH ₂ C≡CCH ₃	80	126—127 (2)	1,4584	0,8764	92,729	93,33	68,21	11,41	10,04	4,36	68,62	11,3	9,44	4,707
($\text{н-}\text{C}_6\text{H}_{11}$) ₂ Si(CH ₃)OCH ₂ C≡CCH ₃	35	156—157 (2)	1,4558	0,8617	102,69	103,19	70,12	11,96	8,51	4,01	70,30	12,11	8,63	4,31
($\text{н-изо}-\text{C}_3\text{H}_7$) ₂ Si(CH ₃)OCH ₂ CH=CH ₂	24	132—133 (2)	1,4541	0,8541	108,7	109,65	66,33	12,01	16,01	—	66,59	12,35	16,38	—
($\text{н-изо}-\text{C}_4\text{H}_9$) ₂ Si(CH ₃)OCH ₂ CH=CH ₂	24	155—157 (5)	1,441	0,8506	118,06	118,91	67,85	12,35	15,11	—	68,03	12,51	15,15	—
($\text{н-}\text{C}_6\text{H}_{11}$) ₂ Si(CH ₃)OCH ₂ CH=CH ₂	26	83—84 (3)	1,4352	0,8339	103,5	104,48	65,03	12,56	16,49	—	65,38	12,80	16,98	—
($\text{н-изо}-\text{C}_3\text{H}_7$) ₂ Si(CH ₃)OSi(CH ₃) ₂	39	70—73 (6)	1,4390	0,8337	122,2	123,0	68,12	12,89	14,08	—	68,31	13,05	14,52	—

разбавляли равным объемом воды и экстрагировали эфиром. Эфирные вытяжки сушили Na_2SO_4 . После удаления растворителей остаток перегоняли в вакууме. Выделено 3,15 г (72%) вещества (IV). Аналогично получены кремнийорганические аминоэфиры (V, VI) (см. таблицу).

2, 4, 9-Тремethyl-4-изобутил-9-н-пропил-4, 9-дисила-5-окса-7-додецен (VII). К 2,6 г пропаргилоксисилана (II) добавляли 1,6 г метилди-н-пропилсилана и 0,2 мл 0,1 н раствора H_2PtCl_6 . Реакционную смесь, перемешивая, нагревали 6 ч при 70–80°C и перегоняли в вакууме. Выделено 1,0 г (24%) вещества (VII). Аналогичным путем получено соединение (VIII) (см. таблицу).

2, 4, 6, 8-Тетраметил-4,6-дисила-5-оксанонан. К нагретому до 60°C и перемешиваемому раствору 0,27 г красной окиси ртути и 0,5 мл концентрированной серной кислоты в 12 мл воды в течение 20 мин добавляли 1,8 г пропаргилоксисилана (II). Смесь, перемешивая, нагревали при 60°C 2 ч. Органический слой растворяли в 50 мл эфира, а водный—экстрагировали эфиром. Эфирные вытяжки промывали насыщенным раствором NaCl и сушили Na_2SO_4 . После удаления растворителя перегонкой в вакууме выделено 2 г (26%) вещества (IX). Кроме того, выделено 0,2 г (30%) вещества, которое согласно ИК-спектру и физико-химическим константам соответствует ацетолу.

В этих же условиях из пропаргилоксисилана (III) получено 2,5 г (39%) вещества (X).

ИК-спектры веществ в микроосле сняты на спектрометре U-20. Спектры ПМР 0,1 М растворов веществ в CCl_4 получены на приборе „Вариан Т-60“. В качестве внутреннего стандарта использован ТМС.

Выводы

1. При каталитической дегидроконденсации пропаргилового спирта с метилди(изо)алкилсиланами образуются ранее неизвестные метилди(изо)алкилпропаргилоксисиланы.

2. В стандартных условиях реакций аминометилирования и гидросилилирования полученные метилди(изо)алкилпропаргилоксисиланы ведут себя нормально.

3. При гидратации полученных пропаргильных эфиров метилди(изо)алкилсиланолов имеет место расщепление силоксановой связи с образованием ацетала и соответствующих диметилтетра(изо)алкилдисилоксанов.

Литература

1. Караев С. Ф., Гусейнов Ш. О. ЖОХ, 51, 1981, № 5, 1107.
2. Караев С. Ф., Гараева Ш. В. Усп. хим., 49 1980, № 9, 1774.
3. Шостаковский М. Ф., Скворцов Ю. М., Олейникова Е. Б., Чернова В. Г., Власов В. М. ЖОрх, 5, 1969, 1351.

М. М. Мөвсүмзадэ, Ш. Ө. Гүсейнов, К. Кидо Яанес, С. Ф. Гараев СИЛИСИУМ АТОМУ ЈАНЫНДА ИЗОПРОПИЛ, ИЗОБУТИЛ ВЭ ПЕНТИЛЭВЭЗЛИ МЕТИЛДИ(ИЗО)АЛКИЛПРОПАРКИЛОКСИСИЛАНЛАРЫН СИНТЕЗИ

Метилди(изо)алкилпропаркилоксисиландары алмаг үчүн пропаркил спирти изо метил(изо)алкилсиланларын каталитик дегидроконденсациясы жолунан иштифадэ олуи- мушдур.

Алынмыш метилди(изо)алкилсиланолларын пропаркил ефирлэри аминметиллэшмэ гидросилилэшмэ вэ гидратасија реакциялары өршилмишдир.

M. M. Movsumzade, Sh. O. Guseinov, Q. Guido Yanez, S. F. Karaev

SYNTHESIS OF METHYLDI(ISO)ALKYLPROPARGYLOXYSILANE WITH ISOPROPYLS, ISOBUTYLS AND PENTYLS REPRESENTATIVES OF ATOM SILICON

Methyl i(iso)alkylpropargyloxysilane using catalyst dehydrocondensation of pro- pargylalcohol with methyl i(iso)alkylsilane was obtained. The behaviour of the ob- tained methyl i(iso)alkylpropargyloxysilanes has been studied in the reactions of ami- nomethylation hydrosilation and hydration.

УДК 547.537:547.3

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. И. МАГЕРРАМОВ, Э. Н. УСУБОВА, Э. З. ЗОХРАБЕКОВА
С. М. ФАРХАДОВА

АЛКИЛИРОВАНИЕ БЕНЗОЛА α -ОЛЕФИНАМИ НА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ $Al + CCl_4$

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

Высокомолекулярные алкилбензолы, содержащие алкильные радикалы нормального строения, широко применяются в промышленности для получения детергентов, моющих присадок к смазочным маслам, эмульгаторов и др. По этой причине изучению процессов алкилирования ароматических углеводородов α -олефинами посвящены многочисленные работы, в которых для приведения реакции рекомендованы различные катализаторы: $AlCl_3$ [1–3], BBr_3 [6–9], H_2SO_4 , H_3PO_4 и HF [10–11]. Общим недостатком предложенных методов является, прежде всего, большой расходный коэффициент применяемых катализаторов и низкий выход продуктов алкилирования.

В работе [11] для алкилирования бензола и его гомологов олефинами в качестве катализаторов использованы новые каталитические системы, состоящие из продуктов взаимодействия металлического алюминия с соответствующими олефинами алкилхлоридами. Однако в присутствии этих катализаторов выход продуктов алкилирования бензола олефинами C_4 и выше также сравнительно низкий и не превышает 40–45%. Выход продуктов алкилирования бензола α -олефинами состава $C_{10}–C_{12}$ удалось повысить до 59,3% при использовании в качестве катализатора металлического алюминия и гептилбромида [12].

С целью повышения эффективности процесса алкилирования в последнее время нами ведутся систематические исследования реакции алкил-алкенилирования ароматических углеводородов непредельными соединениями с применением различных катализаторов. Настоящая статья посвящена изучению реакции алкилирования бензола α -олефинами состава $C_6–C_{20}$. В качестве катализатора впервые использована каталитическая система, состоящая из металлического алюминия и четыреххлористого углерода.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В реакции использованы предварительно высушенные и свежеперегнанные бензол, толуол, α -олефины $C_6–C_{20}$, CCl_4 и Al . α -Олефины $C_9–C_{20}$ были выделены из продуктов олигомеризации этилена путем четкой ректификации. Физико-химические константы выделенных алкенов-1 совпадали с литературными [13]. В качестве катализатора использована каталитическая система, состоящая из металлического алюминия и четыреххлористого углерода. Катализатором реакции в

нашем случае, вероятно, является хлористый алюминий в момент образования; можно предположить также образование в качестве катализатора аллюмоорганических соединений структуры $AlCl_m(CCl_n)_m$, где $m = 2$, если $n = 1$, или $m = 1$, если $n = 2$.

Для сравнения в качестве катализатора был использован $AlCl_3$.

Алкилирование проводилось в колбе, снабженной термометром, обратным холодильником и механической мешалкой.

С целью выявления оптимальных условий подробно исследовалось влияние различных факторов на ход реакции. Установлено, что алкилирование бензола олефинами проходит достаточно гладко уже при $10^\circ C$, а оптимальной температурой реакции является $50^\circ C$. При этом для достижения лучшего результата достаточно использовать четыреххлористый углерод в количестве 0,013 моля; оптимальное количество металлического алюминия составляет 0,0074 г. атома в отношении 0,013 моля CCl_4 . Установлено, что при этих условиях 1 моль олефина $C_3–C_{20}$ вступает в реакцию и общий выход моно- и диалкилбензолов достигает 89–98% (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные данные по алкилированию бензола α -олефинами $C_3–C_{20}$ в присутствии $(Al + CCl_4)$ (т-ра $50^\circ C$, молярное отношение бензола к α -олефину 3:1 (240 г и 1 г-моль), количество катализатора $Al–0,2$ г, $CCl_4–2$ г, продолжительность реакции 1,5 ч

Олефины	Выход моно-(I) и диалкилбензолов (II) от теории, %	
	I	II
Октен-1	67,9	21,9
Децен-1	74,1	24,0
Додецен-1	66,1	20,5
Тетрадецен-1	73,0	24,9
Гексадецен-1	67,1	22,0

Для сравнения каталитической активности системы $(Al + CCl_4)$ и $AlCl_3$ в идентичных условиях проводилось алкилирование бензола гексеном-1 (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительные данные по алкилированию бензола гексеном-1 в присутствии $(Al + CCl_4)$ и $AlCl_3$ (т-ра $50^\circ C$, молекулярное отношение бензола к гексену-1 3:1)

Катализаторы	Взято, г			Выход моно-(I) и диалкилбензолов (II)	
	катализатора	бензола	гексена-1	I	II
$AlCl_3$	0,5	240	84	46,3	24,8
$AlCl_3$	0,5	448	160	31,1	20,1
$Al + CCl_4$	0,2	240	84	74,1	24,4
$Al + CCl_4$	0,2	1000	337	60,1	39,2

Установлено, что 0,5 г (0,0037 моля) $AlCl_3$ достаточно для превращения 1 моля гексена-1 в продукты алкилирования, тогда как в

присутствии 0,0074 г атома Al и 0,013 моля CCl_4 в реакцию легко могут вступать 3—4 г/моля гексена-1.

Далее изучен изомерный состав алкилтолуолов, полученных алкилированием толуола олефинами C_8 — C_{16} . В этом случае катализаторы взяты в оптимальном количестве: 0,5 г AlCl_3 и 0,2 г Al + 2 г CCl_4 по отношению к 1,5 мол α -олефина. Установлено, что полученные алкилпродукты состоят из смеси орто-, мета- и пара-изомеров с преобладанием послед его.

Выводы

1. Впервые проведено алкилирование бензола α -олефинами C_8 — C_{16} в присутствии каталитической системы (Al + CCl_4).

Установлено, что каталитическая система (Al + CCl_4) является каталитически более активной, чем AlCl_3 .

2. Показано, что в присутствии 0,013 моля CCl_4 и 0,0074 г атома Al 1 г-моль олефина вступает в реакцию с бензолом и толуолом, а полученные алкилтолуолы состоят из смеси орто-, мета- и пара-изомеров с преобладанием пара-изомера.

Литература

1. Fridel C., Crafts J. M., C. R. Hebd Seances Acad. Sci., 84, 1877, 13, 92.
2. Balsohn M. Bull. Soc. Chim. France, 1878, 31, 539. 3. Radziejewski C., Ber. tech. Chem., 28, 1895, 1135. 4. Skrzypek Jerzy. Przegl., 51, 1972, № 6, 359—362; РЖХ, 1991, 1973, 5. Пат. США, № 3361168, 1968; 6. Ipatieff V. N., Grosse A. V. J. Amer. Chem. Soc., 58, 1936, 2339. 7. Grosse A. V., Ipatieff V. N. J. Org. Chem., 1, 1937, 559. 8. Андропов В. Н., Тончиев А. В. ААН СССР, 112, 1957, 666; 9. Грибейна Р. Ф., Сокольников Д. В., Шмонина В. А. Уч. зап. Казах. ун-та, 16, 1954, 42. 10. Winderly H. Z., Sowa F. I., Niewand I. I. J. Amer. Chem. Soc., 58, 1936, 1007. 11. Сидорова Н. Г., Цукервандик Ш. П. ПАК ЖОХ, вып. 1, XXIV, вып. 1, 1957, 94—97. 12. Добрянкина Н. Т., Поздняк Н. А. и Шуйкин Н. И., Изв. АН СССР, 1966, № 7, 1244—47; 13. Оболонцев Р. Д. Физические константы углеводородов жидких топлив и масел. М., Гостоптехиздат, 1953; 14. Чичибабин А. Е. Основные начала органической химии. М., 1953.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 8. IX 1981

М. Н. Маггеррамов, Е. Е. Усубова, Е. З. Зокхрabbekova, С. М. Фархадова

(Al + CCl_4) КАТАЛИТИК СИСТЕМАДЭ БЕНЗОЛУН α -ОЛЕФИНАРЛА АЛКИЛЛЭШМƏСИ

Илк дəфə оларат (Al + CCl_4) каталик системи иштиракында бензолун тəркибиндə C_8 — C_{16} карбон атому сахлајан α -олефинларла алкиллəшмə реаксиясы тəдгиг едилимишидир. Мүəјјан едилимишидир ки, (Al + CCl_4) каталик системи иштиракында бензол олефинларла асан алкиллəшмə билир вə моноалкилбензолларын чыкымы 97—98%-ə чатыр. Апарылан тəчрүбэлəрини нəтижəsi кəстəрмишидир ки, (Al + CCl_4) каталик системи AlCl_3 катализаторундан даһа активдир вə парадилалкилбензолларин алынмасына имкан верир.

* Согласно схеме $2\text{Al} + 6\text{CCl}_4 = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{CCl}_2 + \text{CCl}_4$ из 0,0074 г атома Al и 0,13 моля CCl_4 образуется 0,0037 моля AlCl_3 .

M. N. Magerramov, E. E. Usubova, E. Z. Zokhrabbekova, S. M. Farkhadova

ALKYLATION OF BENZENE BY α -OLEFINS ON THE AL + CCl_4 CATALYTIC SYSTEM

For the first time the alkylation of benzene by α -olefin compounds with the presence of catalytic system containing metallic Al and carbon tetrachloride is studied.

It is stated, that (Al + CCl_4) is the effective catalyst of the reaction of alkylation of benzene by olefins with the presence of which the exit of monoalkylbenzene reaches 97—98%. The results of specially made experiments show, that catalytic system (Al + CCl_4) is more active catalyst than AlCl_3 and direct newly joined alkyl groups by n -condition or state.

Ф. Г. ДАДАШЕВ, А. А. ФЕЙЗУЛЛАЕВ, А. Г. АМРАХОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ГАЗОВОЙ СЪЕМКИ НА ПОДЗЕМНОМ ХРАНИЛИЩЕ ГАЗА

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

Необходимым условием успешного создания и эксплуатации подземных хранилищ газа (ПХГ) является наличие надежной герметизации объектов хранения газа. Чаще всего в качестве объектов для подземного хранения газов выбираются истощенные газовые месторождения, т. е. природные резервуары, герметичность которых доказана сохранением в них в течение длительного геологического времени крупных скоплений газа. Несмотря на это, создаваемые в таких ловушках ПХГ не всегда оказываются надежно герметизированы. Это связано как с неправильным расчетом технологических параметров ПХГ, так и с наличием на его территории большого числа скважин, пробуренных в разное время и часто служащих благоприятными путями утечек газа.

В этой связи контроль герметичности ПХГ является одной из важных и сложных проблем подземного хранения газа.

Известны различные методы контроля герметичности ПХГ: гидрохимические, термодинамические, геофизические и др. Широкое распространение получили газо-геохимические методы контроля, сущность которых сводится к наблюдению за составом газа, растворенного в воде, сорбированного породой и находящегося в свободном состоянии. Проведенные в последние годы исследования показали их высокую эффективность [1,2].

Для изучения эффективности применения газо-геохимического метода контроля в Азербайджане на ПХГ до закачки в него газа была проведена газовая съемка по подпочвенным отложениям. Исследования были проведены по трем профилям в 29 точках (рис. 1) с глубиной отбора проб газа 1,5 м. Результаты хроматографического анализа отобранных проб газа показали, что распределение их концентраций по площади и по отдельным профилям неодинаково (рис. 2). При этом наибольшие концентрации CH_4 и тяжелых углеводородов приурочиваются к южной половине площади.

Интересно отметить, что в направлении от периклина к своду наблюдается наличие резкой литологической изменчивости газомещающих пластов-коллекторов, связанной со значительным замещением песчано-алевритовых пород глинами [3]. Это обусловило образование в пределах южной половины ПХГ самостоятельной зоны,

изолированной от остальной части площади и отличающейся повышенным пластовым давлением как по I, так и по II горизонту [3]. Именно наличием повышенного давления в этой зоне, а также незначитель-

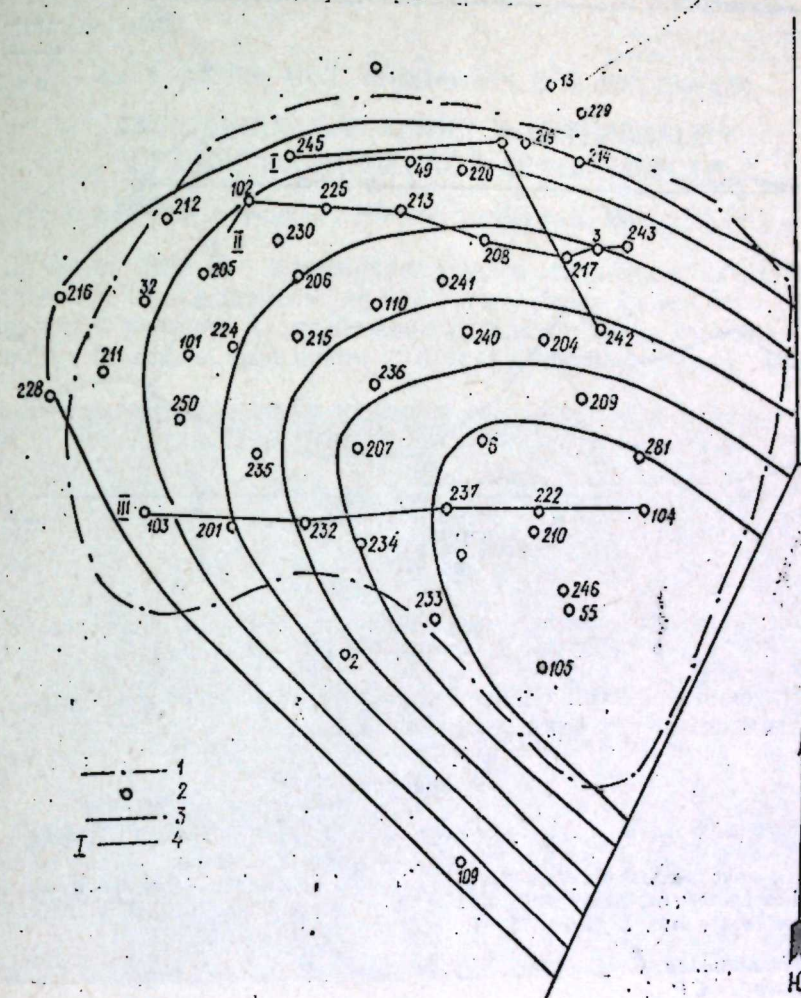


Рис. 1. Структурная карта по кровле I гор. ПТ:
1—зона создаваемого газохранилища по I горизонту; 2—скважины;
3—нарушения; 4—геохимический профиль

тью количества отобранного отсюда газа (4% от общего отбора газа по залежи [3]), видимо, и объясняется обнаруженная над этой зоной повышенная концентрация газообразных углеводородов.

Если анализировать отдельные точки, то можно отметить, что наибольшие концентрации как по CH_4 , так и по ТУ отмечаются возле устьев двух скважин на 3-м профиле—104 и 222-й. Помимо вышеотмеченного фактора эти аномальные значения обусловлены также

наличием фильтрационных перетоков газа вдоль колонны эксплуатационных скважин.

Таким образом, полученные результаты газовой съемки показывают, что этим простым и экономичным методом можно выявлять

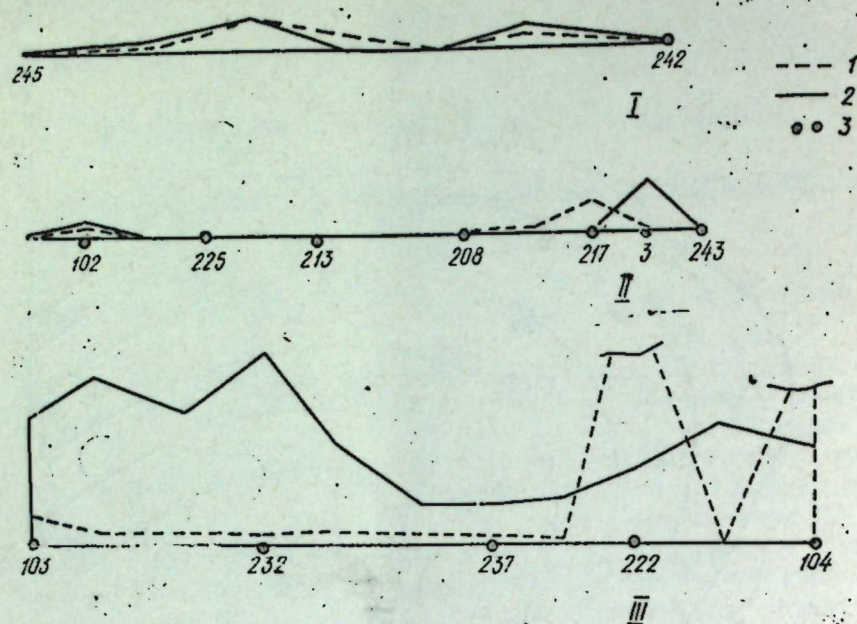


Рис. 2. Графики изменения концентраций газообразных углеводородов по профилям: 1—метан; 2—ТВ; 3—скважины

Все достигающие земной поверхности утечки газа, обусловленные негерметичностью как покрышки, так и скважин.

Литература

1. Бобошко А. В. и др. „Газ. пром.“, 1977, № 2, 24—46.
2. Шевчик А., Фейзуллаев А. А., Гусейнов Р. А., Вечержа С. В. сб.: „Газо-геохимические методы поиска полезных ископаемых в Южно-Каспийской впадине и обрамляющих горных системах“, Баку, 1979, 81—32.
3. Агаев Ф. Т. и др. В сб.: „Транспорт и хранение газа“, вып. 12, 1976, 13—20.

Институт геологии
АН Азерб. ССР

Поступило 27. XI 1980

Ф. Н. Дадашов, Э. Э. Фејзуллаев, А. Н. Эмрахов

ЈЕРАЛТЫ ГАЗ АНБАРЫНДА ГАЗ ХӘРИТӘАЛМАСЫНЫН НӘТИЧӘЛӘРИ

Мәғаләдә Јералты газ анбарларында һерметиклијә нәзарәт етмәк үчүн газ хәри-
тәадмасынын еффеktivлији кәстәриллр.

F. G. Dadashev, A. A. Feizullaev, A. G. Amrakhov

RESULTS OF GAS SURVEY ON SUBSURFACE GAS DEPOSITORY

In the paper data are given which point out to the high efficiency of gas survey
in spite of hermetic control on subsurface gas depository of Kalmas.

УДК 523.78.551.21032

ГРЯЗЕВОЙ ВУЛКАНИЗМ

А. А. АЛИЕВ, Ю. Г. СИДОРОВИЧ, С. М. МУСТАФАЕВ

СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ И АКТИВИЗАЦИЯ ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

31 июля 1981 г. произошло полное солнечное затмение. Как частное, оно наблюдалось на всей территории Советского Союза. В г. Баку и в районах Азербайджана начало затмения отмечалось, когда солнце было под горизонтом. Момент наибольшей фазы зафиксирс-

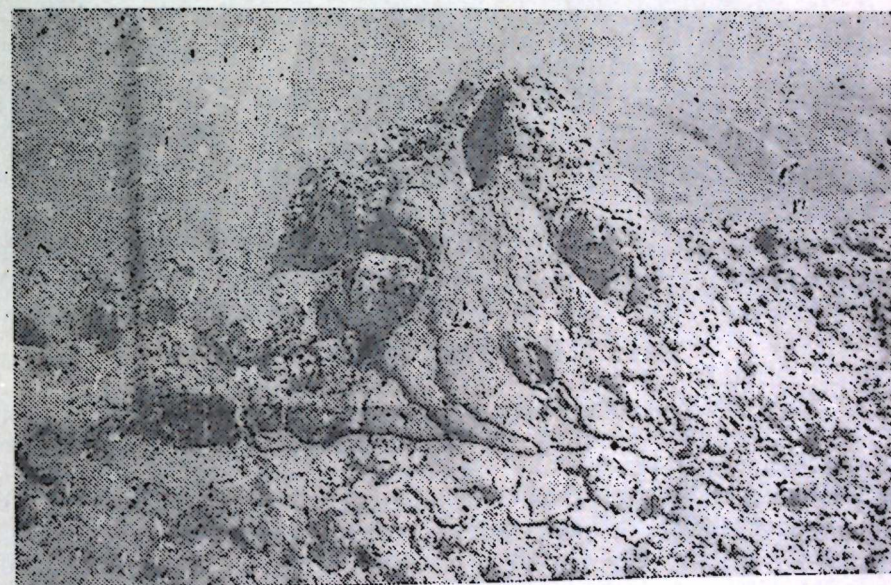


Рис. 1. Вулкан Шихзагирлы. Грифон, выделяющий грязь

ван в 5 ч 13 мин, окончание затмения—в 6 ч 12 мин (моск. вр.). В это время на территории нашей республики впервые проводились исследования влияния космических факторов и в частности солнечного затмения на флюидный режим недр. В эксперименте „Затмение“ участвовала и лаборатория геохимии грязевых вулканов Института геологии АН Азербайджанской ССР. Результаты работ изложены в настоящей статье.

Наблюдения за деятельностью грязевых вулканов в связи с солнечным затмением велись с 27 июля по 4 августа 1981 г. Объектом исследования вулканов, расположенные в трех нефтегазоносных областях Азербайджана: на Апшеронском полуострове (Локбата, Боздаг-

Кобийский), в Пиркулинской области (Малый Харам, Ахтарма-Пашалы) и в Гобустане (Шихзагирлы, Дашгиль, Бахар).

Какая цель преследовалась при этом нами? Надо было выяснить, повлияет ли солнечное затмение на деятельность различных по характеру проявления вулканов? В этой связи и были выбраны вулканы, часто извергавшиеся за последние годы (например, Локбатан, Шихзагирлы), вулканы, проявляющие активную грифонно-сопочную деятельность которых в последние годы заметно ослабевает (Малый Харам).

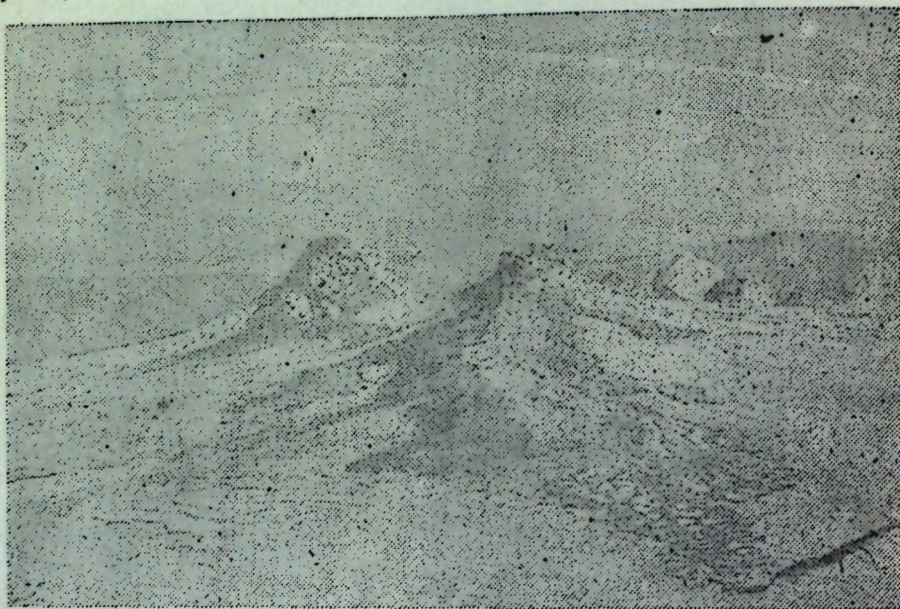


Рис. 2. Кратерное поле вулкана Дашгиль

Дадим краткую характеристику исследуемых вулканов. Локбатан—это один из крупных и весьма активных вулканов нашей страны. За последнее десятилетие он извергался 3 раза (1972, 1977, 1980 гг.) На втором месте по количеству пароксизмов извержений (а их было тринадцать) находится вулкан Шихзагирлы. Последние его извержения произошли в 1976 и 1980 гг. В 1981 г. в его кратере образовались два довольно слабо действующих грифона. Вулкан Боздаг-Кобийский последний раз извергался в 1974 г. Это также один из характерных вулканов Апшеронского полуострова. И здесь после извержения отмечались микропроявления. Вулкан Кейреки—один из наиболее активных вулканов Азербайджана. Последние его извержения—1962, 1964, 1966 гг. Вулканы Дашгиль, Бахар, Ахтарма-Пашалы извергались давно—соответственно в 1958, 1967, 1969 гг. Все эти годы вулканы проявляют активную грифонно-сопочную деятельность, особенно Дашгиль и Бахар. Что касается вулкана Малый Харам, то он относится к затухающим.

Начиная с 27 июля, т. е. за четыре дня до затмения, и в течение четырех дней после затмения эти вулканы посещались нами ежедневно почти в одно и то же время. Визуально наблюдая за их деятельностью, мы описывали все происходящие там изменения. Постоянные

наблюдения велись за вулканом Бахар. Двое суток (30 и 31 июля) через каждые 3 ч делались замеры и определялось количество выделяющихся воды и грязи. Необходимо было выяснить динамику деятельности грифонов за день до и через день после затмения.

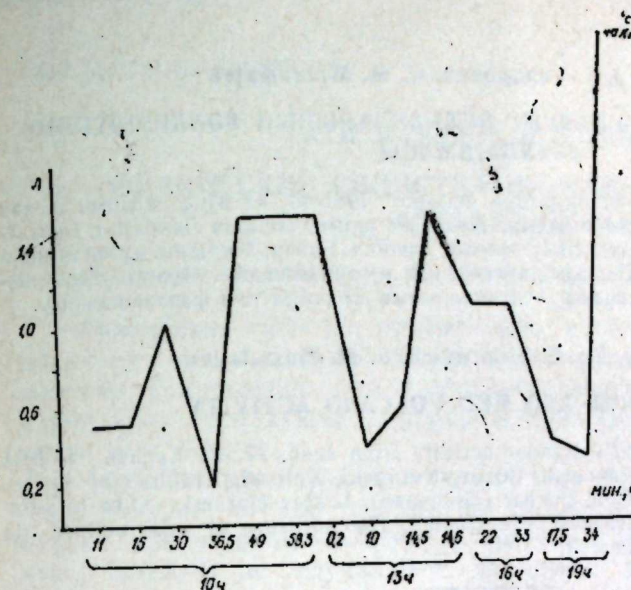


Рис. 3. Кривая изменения количества грязи во времени (вулкан Бахар)

Основной вывод проведенных исследований—это активизация грязевовулканической деятельности в результате солнечного затмения. После затмения все грифоны, можно сказать, активно заработали. На вулкане Шихзагирлы два слабодействующих грифона проявили свою активность (рис. 1); более того, в центральной части кратерного поля появились новые микрогазовыделения. Активизировалась деятельность всех грифонов и сальз вулкана Малый Харам, которые до этого почти бездействовали. Особенно заметным было влияние затмения на вулкан Дашгиль. Здесь в кратерном поле—множество действующих сопки и грифонов. До затмения нами на вулкане был отмечен ряд слабодействующих и потухших (прекративших свою деятельность) сопки. После затмения все сопки были прорваны (рис. 2).

Довольно интересное явление наблюдалось к вечеру, в момент заката солнца. В 19 ч 40 мин на Бахаре вдруг сильно активизировались грифоны, на которых проводились замеры, и сальза на склоне вулкана. На рис. 3 показано выделение количества грязи во времени (в пределах 0,2—1,5); в конце кривая резко идет вверх. Около 40 л было выделено в 19 ч 36 мин. Сальза, расположенная внизу на склоне, неожиданно стала быстро заполняться водой с грязью. Это явление продолжалось почти 8 мин; потом ее деятельность приняла прежний характер.

Таким образом, можно сделать вывод, что в период солнечного затмения происходит усиление гравитационного воздействия Луны (или другого массивного космического тела) на подвижные земные массы. Возможно, в определенной степени здесь сказалось и снижение атмосферного давления. По данным Бакинской гидрометеорологичес-

кой обсерватории, в районах расположения грязевых вулканов (Кази-Магомед, Алят, Мараза) 31 июля и 1 августа было зафиксировано падение атмосферного давления на 3—4 мб.

Институт геологии
АН Азерб. ССР

Поступило 25. III 1982

Ад. А. Әлијев, Ј. Г. Сидорович, С. М. Мустафәјев

КҮНӘШ ТУТУЛМАСЫ ВӘ ПАЛЧЫГ ВУЛКАНЛАРЫНЫН ФӘАЛИЈҖӘТИНИН ФӘАЛЛАШМАСЫ

Палчыг вулканларынын фәалијҖәтинә нәзарәт 1981-чи ил ијул ајынын 27-дән август ајынын 4-нә кими апарылмышдыр. Абшерон јарымадасында Ләкбатан, Боздаг-Гобу, Кәјрәки, Абих, Гобустанда Шыхзәјирли, Дашкил, Баһар, Күрјаны дүзәнлијиндә исә Кичик Бәрәми, Ахтарма-Пашалы вулканлары өјрәнилмишдир. Мүәјјән едилмишдир ки, Күнәшин тутулмасы палчыг вулканларынын фәалијҖәтини фәаллашдырыр.

Ad. A. Aliyev, Yu. G. Sidorovich, S. M. Mustafayev

SOLAR ECLIPSE AND MUD VOLCANO ACTIVITY

Observations over the mud volcanoes activity from June, 27 till August, 4, 1981 are presented in the article. Lokbatan, Bozdag-Kobiyski, Keireki, Abikha (the Apshe-ron region), Shikhzagirly, Dashgil, Bakhar (Gobustan), Lesser Harami, Akhtarma-Pashaly (the Pri-Kura region) volcanoes were studied. The influence of solar eclipse on mud volcano activity was estimated.

УДК 551.781,553 524(479.24)

ПЕТРОГРАФИЯ

А. И. МАМЕДОВ, Н. С. ХАИРОВА

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВУЛКАНИЧЕСКИХ СТЕКОЛ АЗЕРБАЙДЖАНА

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

Физические свойства горных пород в некоторой степени определяются их вещественным составом и структурно-текстурными особенностями. Естественно, они в основном зависят от условий образования пород и их последующего перерождения (метаморфизма, выветриваемости и т. д.).

Изучение ряда физических констант горных пород позволяет решить важные научно-прикладные задачи и области петрологии, тектоники, инженерной геологии, геофизики и науки о полезных ископаемых. Поэтому не случайно в последнее время в геологии рудных месторождений особое внимание уделяют физическим свойствам горных пород как одному из важнейших факторов концентрации рудных веществ (Тулегенов, 1960; Розанов, 1961; Вартанян, 1961, 1962; Старостин, Дортман, 1964).

В настоящей статье рассматриваются некоторые физические параметры вулканических стекол и стекловатых пород, которые являются не только ценным нерудным и химическим сырьем, но и носителями редких элементов и благородных металлов.

На Малом Кавказе в пределах Азербайджана нами (Мамедов, 1976) установлено два возрастных комплекса вулканических стекол (1) мезозойский—в Казахском прогибе, 2) кайнозойский—в Кельбаджарской наложенной мульде, в ассоциациях которых выделяются три возрастных типа вулканического стекла: 2) верхнемеловой (сантонский); 2) третичный (верхнемиоценовый); 3) третичный (верхнеплиоценовый). Эти возрастные типы вулканических стекол отличаются друг от друга по вещественному составу и структурно-текстурным особенностям.

Для выяснения определенных петрологических вопросов условий формирования вулканических стекол и стекловатых пород названных регионов нами был изучен ряд физических параметров: объемный и удельный веса, пористость и влажность (табл. 1).

Изучение перечисленных физических параметров вулканических стекол мелового возраста Казахского прогиба и третичной Кельбаджарской наложенной мульды позволяет получить дополнительные сведения об условиях их формирования. Результаты исследований показывают, что физические параметры этих образований изменяются в зависимости от возраста.

Одним из характерных физических параметров, в некоторой сте-

Таблица 1

Физические параметры вулканических стекол и стекловатых пород Азербайджанской ССР

Порода	Район	Уд. вес, г/см ³			Об. вес, г/см ³			Пористость, об-щая, %			Влажность, %			Кол-во образцов
		Средн.	Миним.	Макс.	Средн.	Миним.	Макс.	Средн.	Миним.	Макс.	Средн.	Миним.	Макс.	
Перлит	Казахский.	2,52	2,44	2,59	1,73	1,43	1,57	31,37	19,76	44,00	3,15	1,54	3,96	4
Перлит (измененный)	Кельбаджарский (Карачанлинский участок)	2,23	2,14	2,28	1,24	1,07	1,36	43,96	39,47	50,00	4,17	1,60	7,77	3
Перлит	Кельбаджарский (Кечалдагский участок)	2,42	2,53	2,49	1,82	1,56	1,99	24,10	18,10	36,70	2,56	0,77	5,00	5
Обсидиан	То же	2,25	2,06	2,38	1,43	1,23	1,57	35,30	29,70	46,00	4,64	1,22	8,58	20
(ирризирующий)		2,40	2,27	2,49	2,25	2,22	2,30	2,00	0,44	3,74	1,94	1,10	2,96	5
Обсидиан со сферолитами		2,29	2,16	2,37	2,60	1,28	2,29	3,50	0,45	4,33	2,63	1,30	4,65	8
Трахилларит (с автобрекчиями обсидианов)		2,32	2,28	2,39	2,20	1,63	2,31	2,44	1,31	3,09	3,83	2,60	4,60	
		2,33	2,25	2,38	1,74	1,25	2,30	3,52	2,14	4,41	3,85	1,33	5,47	

пени отражающим вещественный состав вулканических стекол, является объемный вес. Из вулканических стекол и стекловатых вулканитов Малого Кавказа (табл. 1) наиболее низкое значение среднего объемного веса—1,43 г/см³, минимального—1,23 г/см³, максимального—1,57 г/см³ имеют верхнеплиоценовые перлиты Кечалдагского месторождения Кельбаджарской наложенной мульды. Перлиты того же месторождения характеризуются низким значением удельного веса (от 2,06 до 2,38) по сравнению с перлитами верхнемелового возраста Казахского прогиба (2,52 г/см³). Перлиты миоценового возраста Кельбаджарской мульды (Карачанлинского участка) имеют среднее значение удельного веса 2,28 г/см³. Это намного выше средних значений удельного веса верхнеплиоценовых перлитов Кечалдагского месторождения. Карачанлинские перлиты по физическим параметрам ближе стоят к перлитам Казахского прогиба. Это, очевидно, связано с близкими условиями их образования, в частности в процессе увеличения давления при становлении магматического расплава вулканических аппаратов Казахского и Карачанлинского участков по сравнению с Кечалдагским куполом Кельбаджарской наложенной мульды. В последнем по разрезу купола сверху вниз наблюдается увеличение удельного веса обсидианов.

Из стекловатых вулканитов наименьший средний объемный вес (1,75 г/см³) имеет трахилларит с автобрекчиями обсидиана (табл. 1) и измененный перлит (1,24 г/см³) Казахского прогиба.

Удельный вес ирризирующих обсидианов несколько ниже, чем у черно-мутных и черно-блестящих обсидианов Кечалдагского месторождения. Это, по всей вероятности, связано с повышением температуры магматического расплава, при котором обычно уменьшается удельный вес стекловатой массы, что обусловлено понижением координационного числа катионов в силикатном расплаве.

Для сравнения физических параметров вулканических стекол Малого Кавказа приводятся пределы изменения плотности эффузивных пород по Н. Б. Дортману (1964) (табл. 2).

Таблица 2

Порода	Кол-во образцов	Плотность, г/см ³		
		Средн.	Миним.	Макс.
Липарит	24	2,35	2,14	2,59
Кварцевый порфир	1920	2,60	2,54	2,66
Андезит	115	2,49	2,17	2,68
Порфирит андезитовый	10333	2,73	2,55	2,81
Базальт	1999	2,54	2,22	2,85
Диабаз	2458	2,79	2,62	2,95
Меймечит	67	2,85	2,63	3,18

Сравнивая вулканические стекла и стекловатые породы названных прогибов Малого Кавказа (табл. 1) с эффузивными породами (табл. 2), можно заметить, что по этим физическим параметрам почти все рассматриваемые кислые стекла и вулканиты подходят к липаритам,

Гидратация вулканического стекла сопровождается соответственно уменьшением его удельного веса, что связано с увеличением пористости в среднем до 35%. Пористость вулканических стекол определяется совокупностью пор, пустот и микротрещин, заполненных жидкостью или газовой фазой.

По данным электронной микроскопии, поры в вулканических стеклах имеют различные формы и размеры. Размеры пор и пустот в вулканических стеклах может быть от 10^{-1} мм (капиллярные) до нескольких миллиметров и более (миндалевые, пузырьчатые и ячеистые поры). В вулканических стеклах поры бывают закрытыми и открытыми. Для обсидианов характерна закрытая пористость, а для перлитов — открытая. Последнее более характерно для пемзовидной рыхлости. Поры в вулканических стеклах по происхождению можно разделить на первичные, формирующиеся при образовании стекла, и вторичные, возникшие в процессе естественного вспучивания, а также при гидратации, гидротермальном выщелачивании и перекристаллизации в результате метаморфизма.

По величине общей пористости вулканические стекла подразделяются нами на стекла с низкой ($P=0,45\%$), средней ($P=4,33\%$) и высокой пористостью ($P=4,6\%$). Пористость вулканических стекол невелика (табл. 1), за исключением некоторых перлитов, где она достигает в среднем 35,3% и более. Характер пористости зависит от структурных и текстурных особенностей вулканических стекол и в частности от формы, количества и размеров их кристаллической фазы, от степени ориентированности. В трахилипаритах с автобрекчиями обсидиана, в стекловатых породах и перлитах пористость больше, чем в обсидианах и в обсидианах со сферолитами на низких горизонтах потоков липаритовых и куполовидных вулканитов. Это связано с уплотнением их на большой глубине и под высоким давлением.

В настоящей статье приводятся также результаты определения влажности вулканических стекол и стекловатых пород Малого Кавказа. Из табл. 1 видно, что наивысшую влажность имеют перлиты, в которых она колеблется в пределах от 1,22 до 8,58%, что в среднем составляет 4,64%. Высокая влажность по сравнению с обсидианами у трахилипаритов с автобрекчиями. В среднем содержание влаги в этих породах достигает 3,85%.

Выводы

1. Повышение значения физических параметров вулканических стекол верхнемелового возраста по сравнению с верхнеплиоценовыми свидетельствует о том, что последние формировались в относительно менее глубоких горизонтах земной коры.

2. Повышенное значение удельного веса обсидианов, залегающих в нижних горизонтах куполов, связано с падением температуры при их становлении.

3. Установлено, что удельный вес кайнотипных вулканических стекол несколько ниже чем у палеотипных, в которых пустоты заполнены вторичными минералами в процессе метаморфизма.

Литература

1. Вартанян С. У. "Изв. вузов. Геология и разведка", 1961, № 12.
2. Дортман Н. Б., Васильева В. И., Вейнберг А. К. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. М., "Недра", 1964.
3. Залесский Б. В. Материалы Всесоюз. петрограф. совещ. Ташкент, 1958.
4. Королев А. В., Тулегенов Г. "Геология рудных месторождений", 1960, № 6.
5. Кашкай М. А., Мамедов А. И. Перлиты, обсидианы, пехштейны и их минералогическо-петрографические и физико-химические особенности. Изд-во АН Азерб. ССР, 1961.
6. Розаов Ю. А. "Геология рудных месторождений", 1961, № 2.
7. Старостин В. И. "Геология рудных месторождений", 1965, № 2.
8. Тохтуев Г. В., Борисенко В. Г., Ветин Д. И. Тр. НИГРИ, IV, 1960.
9. Мамедов А. И. Закономерности размещения и вопросы генезиса вулканического стекла. В сб.: "Глубинное строение, магматизм и металлогения Тихоокеанских вулканических поясов". Владивосток, 1976.

Институт геологии АН Азерб. ССР

Поступило 30. V 1981

А. И. Мамедов, Н. С. Хаирова

АЗЕРБАЙДЖАНЫН ВУЛКАН ШУШЭЛЭРИНИН ФИЗИКИ ХАССЭЛЭРИ

Мәғаләдә Кичик Гафгазын Азербайжан Инсәсиндә инкишаф тапмыш мұхтәлиф јашлы вулканик шүшә вә шүшәнар сұхурларын физики хассәләринин тәдигатынын нәтижәләри верилмишдир, о чүмләдән; һәчми, хусуси чәкиси, мәсамәлик вә рүтубәтлик кими параметрләрә бахылр. Бүтүн булар вулканик шүшә јатағларынын мұхтәлиф дәринлик шәрантиндә әмәлә кәлдијини ашкар етмәјә имкан верир.

A. I. Mamedov, N. S. Khairova

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF VOLCANIC GLASSES OF AZERBAIJAN

In the paper the investigated results of the physical characteristics of various age type volcanic glasses of the Azerbaijan part of the Minor Caucasus are given. Particularly, the overall and specific gravities, porousness and dampness are considered. All this allowed to determine the different abyssal conditions of the formation of volcanic glass deposits.

УДК 631.84:631.452:631.587

АГРОХИМИЯ

Член-корр. АН Азерб. ССР А. Н. ГЮЛЬАХМЕДОВ, А. М. АЗИМОВ,
Н. А. АГАЕВ

ВЛИЯНИЕ СЛОЖНО-СМЕШАННОГО УДОБРЕНИЯ (КССУ) НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙ КУКУРУЗЫ

Кукуруза—важная кормовая, продовольственная и техническая культура. По высоте и устойчивости урожаев зерна она занимает первое место среди полевых культур и играет роль страховой зерновой культуры.

Эффективность КССУ под кукурузу изучалась нами на вегетационных и полевых опытах.

Вегетационные опыты были заложены в климатических условиях Карабахской зоны (совхоз „1 Мая“ Агдамского района Азербайджанской ССР) на наиболее распространенных в республике каштановых почвах. Использован сорт кукурузы Краснодар 5.

Каждый килограмм кукурузы включает в себя следующие кормовые единицы: зерно—1,34; сухой стебель—0,35; силосная масса—0,22. В созревшем зерне кукурузы содержание крахмала составляет 60—70, сахара—1,5—5,0, жира—4—5 и зола 1,4—1,8%.

К сожалению, урожай кукурузы в Азербайджане невысокий. Причин этого много, и они самые разнообразные. Одно из них—это недостаточное внесение минеральных удобрений. Поэтому для удовлетворения потребности растений кукурузы в минеральных удобрениях перед нами была поставлена цель—использовать под них КССУ (комплексное сложно-смешанное удобрение).

Из годовой нормы фосфора три части давались под основную вспашку и одна—при первой подкормке. Вся годовая доза КССУ давалась под основную вспашку. В наших исследованиях азот был внесен в виде мочевины, а фосфор—в виде двойного суперфосфата. КССУ в своем составе содержит: азота—8, фосфора—8, калия—4, марганца—0,22%.

В программе наших исследований предусматривалось изучение влияния КССУ на фоне NP на динамику роста растений, на накопление сухой массы, на структуру урожайности и на урожай зерна, на химический состав и в конечном счете на экономическую эффективность.

Опыты проводились по следующей схеме:

1. Контроль (б/у);
2. $N_{m125}P_{c125} + KCCU_{63}$, кг/га;
3. $N_{m180}P_{c180} + KCCU_{95}$, кг/га;
4. $N_{m270}P_{c270} + KCCU_{126}$, кг/га.

Из годовой дозы азота 33% вносили перед посевом, 33%—в фазе 2—4-го листа и 34%—в фазе стеблевания.

Размер опытных делянок был 200 м² (длина 50, ширина 4 м). Повторность опыта 4-кратная, площадь, занятая под опытом,—0,3 га. Посев кукурузы был проведен 18 апреля, в каждом гнезде оставляли по два растения. В каждом варианте опыта (II и IV повторности) выделяли 50 растений, у которых измерялась длина стебля. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1
Влияние сложно-смешанного удобрения на длину стебля кукурузы

Схема опыта	Начало основных фаз развития растения, см			
	Стеблевание	Выметывание	Цветение початка	Молочная
Контроль (б/у)	38	242	262	262
$N_{m125}P_{c125} + KCCU_{63}$	54	261	285	285
$N_{m180}P_{c180} + KCCU_{95}$	59	265	291	291
$N_{m270}P_{c270} + KCCU_{126}$	57	265	289	289

Как видно из данных этой таблицы, сложно-смешанные удобрения положительно влияют на длину стебля растений кукурузы. Так, если в фазе молочной спелости длина одного стебля кукурузы в контрольном варианте составляет 262 см, то с применением КССУ на фонах и дозах: $N_{m125}P_{c125} + KCCU_{63}$, кг/га—285 см; от действия различных форм КССУ на фоне $N_{m180}P_{c180} + KCCU_{95}$, кг/га в пределах 288—291 см, или на 3—6 см больше, чем на фоне $N_{m125}P_{c125} + KCCU_{63}$ кг/га. Из различных доз КССУ наилучшее действие оказывает КССУ₉₅.

Как видно из данных табл. 2, сложно-смешанные удобрения положительно влияют на содержание легкогидролизуемого азота—вод-

Таблица 2
Влияние сложно-смешанного удобрения на динамику легкоусвоенных питательных веществ в почве

Варианты, кг/га	Горизонты, см	мг/кг почвы								
		N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
		3.V	30.V	10.IX	3.V	30.V	10.IX	3.V	30.V	10.IX
Контроль	0—30	34,3	31,9	31,8	18,5	19,4	17,2	350	345	338
$N_{m125}P_{c125} + KCCU_{63}$	0—30	38,2	38,6	31,1	24,6	25,6	18,6	354	350	336
$N_{m180}P_{c180} + KCCU_{95}$	0—30	39,4	40,3	34,3	25,1	26,7	19,4	360	356	340
$N_{m270}P_{c270} + KCCU_{126}$	0—30	32,2	40,8	34,5	24,8	26,0	19,1	362	355	342

ном килограмме оно составило 34,3 мг, а в удобренных вариантах—38,2—39,4 мг соответственно прибавке. Только в конце мая содержание легкогидролизуемого азота по сравнению с предыдущим было больше.

Содержание подвижного фосфора 3-го мая в контрольном варианте составило в одном килограмме почвы 18,6 мг, а в удобренных—25,6—26,7 мг. В удобренных вариантах по сравнению с контролем до конца вегетации содержание подвижного фосфора было больше, содержание обменного калия 3-го мая в контрольном варианте составило 350 мг/кг, а в удобренных вариантах изменялось в пределах от 354 до 362 мг/кг. Соответствующая прибавка по сравнению с контролем оставалась до конца вегетации, независимо от внесенных удобрений. До конца вегетации данных по изучению влияния сложно-смешанных удобрений на урожай зерна кукурузы постепенно стало меньше.

Как видно из табл. 3, от внесения сложно-смешанного удобрения $N_{125}P_{125}+KCCU_{95}$ урожай зерна кукурузы составил 47,2 ц/га, а

Таблица 3

Влияние сложно-смешанных удобрений на урожай зерна кукурузы

Варианты, кг/га	Урожай по годам, ц/га			Средний урожай, ц/га	Прибавка по фону	
	1979	1980	1981		ц/га	%
Контроль (6/у)	30,7	29,7	29,9	30,2	—	—
$N_{125}P_{125}+KCCU_{95}$	46,7	46,9	47,2	47,2	—	—
$N_{180}P_{180}+KCCU_{95}$	52,5	51,9	54,9	53,0	5,7	13
$N_{250}P_{250}+KCCU_{125}$	48,6	49,4	49,9	49,6	3,0	6,8

от внесения формы $N_{180}P_{180}+KCCU_{95}$ —повысился на 3—5,7 ц/га, или на 6,8—13,0%.

Наилучшие результаты получены от внесения КССУ 95. В своих исследованиях мы изучали влияние форм сложно-смешанного удобрения на органические и минеральные вещества зерна кукурузы. В зерне кукурузы белок определяли по методу Бернштейна, крахмал—методом кислотного гидролиза, золу—методом сухого озоления, фосфор и кальций—по Левитскому, калий—по Тананаеву. Полученные результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние сложно-смешанных удобрений на химический состав зерна кукурузы

Схема опыта	% на сухое вещество						
	Белок	Крахмал	Жиры	Зола	P_2O_5	K_2O	CaO
Контроль (6/у)	8,4	62,3	4,6	1,52	0,47	0,35	0,02
$N_{125}P_{125}+KCCU_{95}$	9,7	65,6	4,9	1,60	0,32	0,38	0,03
$N_{180}P_{180}+KCCU_{95}$	10,1	66,4	5,2	1,64	0,56	0,43	0,03
$N_{250}P_{250}+KCCU_{125}$	10,0	66,0	5,2	1,62	0,53	0,40	0,02

Как видно из данных таблицы, сложно-смешанные удобрения положительно влияют на содержание органического и минерального вещества зерна кукурузы. От их внесения повысилось содержание

белка, крахмала, золы; фосфора, калия и кальция. По действию на качество зерна кукурузы наилучшей формой сложно-смешанных удобрений оказалось $N_{180}P_{180}+KCCU_{95}$. При варианте $N_{180}P_{180}+KCCU_{95}$ кг/га результат оказался наилучшим и наиболее экономичным. Доход в данном случае составил 27,74 руб., себестоимость урожая зерна—2,45 руб., а уровень рентабельности—226,3% по сравнению с вариантом без удобрений.

В результате исследований установлено, что при хорошей агротехнике и рациональном использовании минеральных и сложно-смешанных удобрений в условиях Агдамского района Азербайджанской ССР можно получить высокий и качественный урожай зерна кукурузы.

Институт почвоведения и агрохимии
АН Азерб. ССР

Поступило 4. XII 1981

Э. Н. Күләхмәдов, А. М. Әзімов, Н. А. Агајев

МҮРӘККӘБ-ГАРЫШЫГ КҮБРӘЛӘРИН ГАРҖЫДАЛЫ БИТКИСИНИН БОЈ, ИНКИШАФ ВӘ МӘҤСУЛДАРЛЫҖЫНА ТӘСИРИ

Тәҗрүбәләр Агдам рајону шәраитиндә апарылмышдыр. Мүәјјән едилмишдир ки, гарҖыдалы биткисинин дәһинә мурәккәб-гарышыг күбрәләрин тәсири һәр һектаға 95 кг-ы, $N_{180}P_{180}$ кг фонунда олмушдур. Дән мәһсулу 5,7 сент/һа артмышдыр.

A. N. Gulakhmedov, A. M. Azimov, N. A. Agaev

THE INFLUENCE OF COMPOUND-MIXED FERTILIZERS OF MAIZE PLANT TO HEIGHT, INCREASE AND PRODUCTIVITY

The experiment was carried out in the conditions of AgJam region. It was determined that the influence of compound-mixed fertilizers was 95 kg, $N_{180}P_{180}$ kg to grain of maize plants in every hectare.

С. Г. РЗАЕВА

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВОДОРΟΣЛЕВОЙ ФЛОРЕ ГОРЯЧИХ ИСТОЧНИКОВ АСТАРИНСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАНА

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

Термальные источники Кавказа неоднократно исследовались гидрогеологами и гидрохимиками, но почти не подвергались биологическому изучению. Альгофлора Астаринского района до нас специально не исследовалась, и в литературе никаких сведений о ней нет.

Природные условия исследуемой территории — весьма своеобразны. В Астаринском районе площадью 600 км² отмечено 27 выходов минеральных источников. Среди них наиболее крупные — это горячие источники Истису.

Все источники расположены в пойме живописной долины реки Истисучай, в 2 км от слияния ее с рекой Астарачай. Расстояние источников от г. Астары всего 13 км, а от с. Алаша к западу — 4 км. Вода выходит из мощной галечниковой террасы, покрытой почвенным слоем и густой растительностью. Здесь можно насчитать десятки крупных и мелких выходов минеральных вод с различными температурой (от 37 до 50°C) и дебитом. Вода источников правого берега, стекаясь, образует глубокий вытянутый бассейн. Местное население из-за целебности воды издавна использует ее в бальнеологических целях. Вода источников имеющая горько-соленый вкус и высокую минерализацию (19,8 г солей на литр воды, что приближает ее к слабым рассолам), представляет исключительный интерес и является редким типом вод в Азербайджане. Она прозрачна, бесцветна, обладает весьма слабым запахом, напоминающим сероводород. Все источники дают однотипную минеральную воду, которую можно отнести к хлоридно-натриево-кальциевому типу.

Судя по анализу солевого состава, из 19,8 г/л минеральных частиц 10,9 г/л падает на долю NaCl и 8,3 г/л — на CaCl₂. Кроме этих ингредиентов, в воде установлено наличие йода (0,003 г/л) и брома (0,008 г/л).

Рассмотрим альгофлору горячих источников. Плавающие на поверхности воды бледно-сине-зеленые, беловато-серые хлопьевидные пленки и налеты водорослей снимались с субстрата скальпелем непосредственно у выхода источников на поверхность и в горячем ручье — стоке источника, а также в бассейне от источника. Ложке под водой также покрывается различными по цвету пленками. Мощная ярко-сине-зеленая пленка, местами с беловатым налетом, состоит в основном из нитей, *Oscillatoria tenuis* Ag., *O. subtilissima* Kütz., *O. amphibia* Ag., *Spirulina laxissima* G. S. West, *S. laxa* Smith, *Synechococcus aeruginosus* Nag., *Romeria gracilis* Kocz. Ниже по стоку хо-

рошо развивается зеленоватая пленка *Lynghya perelegans* Lemm. В пленки *Oscillatoria* и *Lynghya* заплетены отдельные колонии *Gloeocapsa minuta* (Kütz.) и *Phormidium foveolatum* (Mont) Gom. Еще ниже по стоку плавающие на поверхности воды бледно-сине-зеленые хлопьевидные скопления состояли, главным образом из нитей *Oscillatoria annae* Van Goo, *Anabaena solitaria* f. *tenuissima* (Ussatsch.) El. Несколько в стороне от основного потока воды, по краю ручья, хорошее развитие дают виды *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom., *Synechocystis major* Schrot, *Gloeocapsa montana* Kütz., *Oscillatoria brevis* f. *variabilis* (Wille) El. Эти виды встречаются в массе. Часто встречаются виды *Oscillatoria acutissima* Kuff., *Anabaenopsis nadsonii* Wornich., *Lynghya confervolues* Ag. Kocz. Единично представлены виды *Romeria chlorina* bocher, R., *elegans* (Wolosz.). Следует отметить, что обильно развиваются и представители отдела диатомовых водорослей. Они в массе поселяются в основном на обрастаниях как на бетонированных стенках, так и на камнях по дну источника.

Доминирующими видами из диатомовых водорослей являются *Cocconeis placetula* var. *euglypta* (Ehr.) Cl., *Navicula carl*-Ehr., *Rhizosphaera curvata* (Kütz.) Grun., *Amphora ovalis* var. *pediculus* Kütz., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. Часто встречаются виды *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. rhynchocephala* Kütz., *Achnanthes orientalis* Hust., *Nitzschia punctata* var. *coarctata* Grun. Редко представлены *Navicula costulata* Grun., *Nitzschia microcephala* Grun., *Surirella linearis* W. Sm., *S. caproni* Breb., *Gyrosigma kützlingii* (Grun.) Cl., *G. strigile* var. *smithii* Grun.

Единичными представителями горячих источников являются виды *Surirella ovata* Kütz., *Diatoma elongatum* var. *tenuis* (Ag.) V. N., *Navicula intricata* Kar. Представляет интерес тот факт, что хотя диатомовые преобладают по разнообразию форм, они не идут ни в какое сравнение с сине-зелеными по развиваемой последними биомассе. Кроме того, большие скопления образует также нитчатка *Spirigya* из отдела зеленых водорослей. Среди массы водорослевых скоплений зафиксирован лишь один представитель из эвгленовых водорослей.

Характерной особенностью альгофлоры горячих источников Астаринского района является большое качественное разнообразие диатомовых водорослей. Второе место занимает группа сине-зеленых. Из зеленых водорослей существенную роль играют конъюгаты из рода *Spirigya*.

Выделение источников в особую группу термальных сделано на том основании, что температура воды 43—50°C сохраняется в них на определенном высоком уровне в течение всего года и совсем не зависит от температуры окружающего воздуха.

Из 10 основных термальных источников Астаринского района мы изучили в альгологическом отношении 4. Всего собрано и обработано около 55 проб. В них обнаружено 120 видов и разновидностей водорослей.

Изученные источники представляют большой теоретический и практический интерес.

Сравнительно небольшое количество видов и разновидностей водорослей, обитающих в горячих источниках, объясняется тем, что в них создаются почти одинаковые условия существования, к тому же мало изменчивые во времени.

1. Кашкай М. А. Минеральные источники Азербайджана. Изд-во АН Азерб ССР, 1952, 396—408. 2. Голлербах М. М. Сине-зелёные водоросли. Определитель пресноводных вод СССР, вып. 2. М., "Сов. наука", 1953, 40—620. 3. Еленкин А. А. Сине-зелёные водоросли СССР, вып. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1938, 15—974. 4. Забелина М. М. Диатомовые водоросли. Определитель пресноводных вод СССР, вып. 4. М., "Сов. наука", 1951, 54—590. 5. Попова Т. Г. Эвгленовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР, вып. 7. М., "Сов. наука", 1954, 7—268. 6. Курсанов Л. И. Водоросли. М., "Сов. наука", 1953, 21—397.

Институт ботаники АН Азерб. ССР

Поступило 11. XI 1980

С. Г. Рзаева

АСТАРА РАЈОНУНУН ИСТИ СУ ҺӨВЗЭЛЭРИНИН АЛГОФЛОРАСЫ ҲАГГЫНДА ИЛК МӘЛУМАТЛАР

Һәрәрәти 36-дан 43°-дәк олан 4 исти су мәһбәләриндә планктон вә бентос јосунларынын нөв тәркиби ашкар едилмишдир. 4 систематик шөбәјә аид олан јосунларын 120 нөвү вә нөв мүхтәлифији гејд едилмишдир. Астара рајонунун термал су һөвзәләриндә диатом јосунлар доминантлыг тәшкил едирләр, онларын ардынча јашыл јосунлар кәлир. Көј-јашыл вә евклен јосунлар исә тәк-тәк тәсадүф едилир.

Гејд етмәк لازمдыр ки, Астара рајонунун термик су һөвзәләринин јосун флорасы касыбдыр, буну исә биз сујун јүксәк температуру илә әлағәдар һесаб едирик.

S. G. Rzayeva

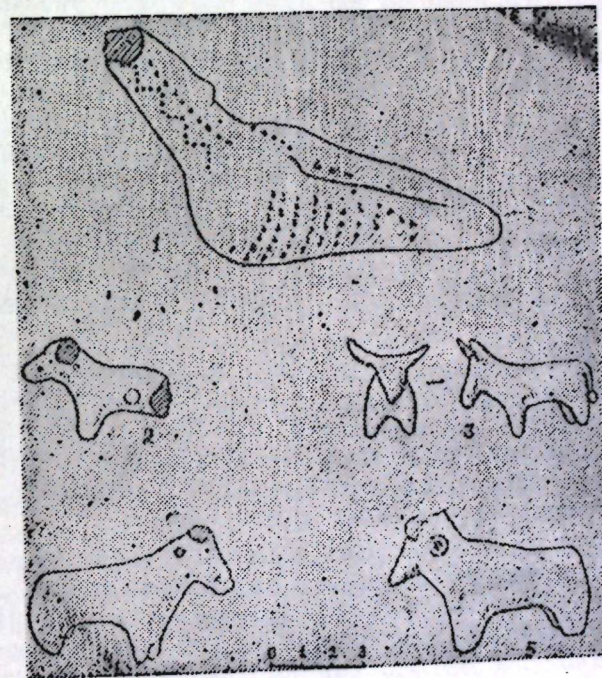
THE FIRST INFORMATIONS ABOUT FUCOIDAL FLORA OF HOT SPRINGS OF ASTARA REGION

The specific composition of the algae is revealed in 4 springs. 120 alga species and varieties, related to 4 systematic sections, have been stated. Studies on the thermal algae of Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta and Euglenophyta are given. The section of the green and euglenic algae is represented by single species. It must be pointed out, that the alga flora of the hot springs of the Astara region is poor, and we ascribe it to the high temperature of the water, which is up to 43°C.

А. И. ӘЛӘКБӘРОВ

АЗӘРБАЈҶАНДА ЕНЕОЛИТ ДӨВРҮНӘ АИД КИЛ ҺЕЈКӘЛЛӘР

АзәрбајҶанда енеолит дөврүнә аид бир сыра абидәләр мәлүмдур. Онлардан бир гисминдә археоложи газынтылар апарылмыш, зәнкин мәдәнијјәт нүмунәләри, о чүмләдән килдән дүзәлдилмиш инсан вә һејван һејкәлләри тапылмышдыр. Бу абидәләрин бир гисми, әсасән Гәрби АзәрбајҶанда јайылмыш јашајыш јерләри әдәбијјатда Шомутәпә мәдәнијјәти ады алтында чәмләшдирилмишдир. Бу груп абидәләрдән Күр чајынын сағ саһилиндә, Газах рајонунун әразисиндә биринчи Төјрәтәпә¹, Шомутәпә, Гарғалар тәпәси јашајыш јерләри гисмән өјрәнилмиш² вә мүхтәлиф галынлыгдә мәдәни тәбәгәгејдә алынмышдыр. Мәдәни тәбәгәнин галынлыгы Шомутәпәдә 1,0 метрәјахын, бәзи јерләрдә 2,5 м³, Төјрәтәпә 1-дә 1—4 метр, Гарғалар тәпәсиндә 10 метрә јахындыр.⁴



Шомутәпәдән ики инсан һејкәли тапылмышдыр⁵. Онлардан бири сүмүкдән, диқәри исә килдән дүзәлдилмишдир. Сүмүкдән һазырланмыш һејкәл гадына аиддир. Оун галын будлары вә габарыг дүзәлдилмиш омбасы һејкәлин гадына аид олмасыны көстәрән әләмәтләрдир.

Икинчи һејкәл килдәндир. Оун анчаг көвдәси галмышдыр. Һејкәлин габаг тәрәфи чәртмәләрлә ики һиссәҗә бөлүнмүш, саг чифтиндән сол бөјрүнә кими сарғыны хатырладан хәтт кечир. Бәдәнин саргыдан ашагы һиссәси гырмызы рәнк илә бојанмышдыр.

Гарғалар тәпәсиндә галыңлыгы 4 метрә чатан үст тәбәгәдән тапылан археоложи материаллар ичәрисиндә килдән һазырланмыш гадын һејкәли вардыр.⁶ Бу һејкәл җармотурмуш вәзијјәтдә тәсвир едилмишдир. Оун башы сынмышдыр. Бели ичә, һөвсәлә чанагы вә дөшләри чох габарыг верилмишдир. Һејкәлин үзәриндә чәртмәләрлә вурулмуш бәзәк вардыр. Ајаглары бир-биринә битишик, лакин ачыг нәзәрә чарпан җарыгла верилмишдир.

Күрчүстан әразисиндәки Шулавер⁷ вә Арухло⁸ җашајыш җерлериндән дә инсан һејкәлләри тапылмышдыр. Шомутәпә һејкәлләри кими булар да өлчүсүнә көрә чох кичик һазырланмышдыр. Енеолит дөврүнә анд едилән Нахчыван җахынлыгындакы биринчи Күлтәпә җашајыш җериндән дә килдән һазырланмыш бир нечә һејван һејкәли тапылмышдыр.⁹ Оларын әксәријјәтинин өкүз, кечи, гојун, ит һејкәлләри олдуғуну мөјҗән етмәк олур. Һејкәлләрдә мütәнәсиблик нәзәрә алынмамышдыр. Һәмин һејкәлләр җахшы тәмизләнмиш вә һеч бир гарышыгы олмајан килдән һазырланмышдыр.

Биринчи Күлтәпә җашајыш җериндән тапылмыш һејкәлләрин әксәријјәтинин өкүз фигурлары тәшкил едир. Олардан биринин бурну узунсовдур, һәр ики бујузу гопмушдур. Дикәр һејкәлин дә бујузлары вә габаг ајаглары гопмуш, дал ајаглары исә архаја узадылмышдыр. Үчүнчү вә дөрдүнчү һејкәлләрин дә бујузу вә ајаглары сынмышдыр. Әввәлки ики һејкәл җахшы биширилмиш, ахырынчылар исә биширилмәмишдир. Һејкәлләрдән җалныз бири мütәнәсиб һазырланмышдыр. О җахшы биширилмиш, ајаглары гыса, бујузлары еңли дүзәлдилмишдир. Бүтүн өкүз фигурларынын бурну узунсов олудешиклә көстәрилмишдир. Күлтәпәдән тапылмыш өкүз һејкәлләринин һамысынын бојунда дешик вардыр. Күлтәпәдән башга ев һејванларына анд һејкәлләр дә мә'лумдур. Олар гојун, кечи вә ит фигурларындан ибарәтдир. Өкүз һејкәлләри кими бу һејкәлләр дә өлчүсүнә көрә чох кичик һазырланмышдыр. Лакин олардан һеч биринин бојунда дешик жохдур.

Ермәнистанда енеолит дөврү җашајыш җери Шенгавитдән дә өкүз фигурлары тапылмышдыр.¹⁰ Мареглыдыр ки, бу һејкәлләрин дә бојунда дешикләр вардыр. Бундан әлавә Ечмиадзин җахынлыгындакы Күлтәпәдән дә өкүз һејкәлләри вә инсан фигурлары тапылмышдыр.¹¹ Бурадан тапылмыш өкүз һејкәлләри Нахчыван Күлтәпәсиндән тапылмыш өкүз фигурлары илә охшарлыг тәшкил едир.

Әкинчилийин вә малдарлыгын мејдана кәлмәси вә инкишафы илә әлагәдар олараг инсанларын шүүрунда вә ичтиман һәјатында да мүһүм дәјишикликләр баш верир. Гәдим әкинчи тајфалар даһа чох мәһсул әлдә етмәк үчүн тәкчә әмәк әләтләринин тәкмилләшдирмәклә кифәјәтләмир, бунун һәр һансы бир фөвгәлтәбин гүввәдән әсылы олдуғуну зәңн едәрәк өз аллаһларыны җарәдырлар. Бу исә илк һөвбәдә өз әксини мүхтәлиф материаллардан һазырланмыш инсан вә һејван һејкәлләриндә тапыр.

Енеолит дөврү җашајыш җерлериндән ашкар едилмиш инсан һејкәлләринин әксәријјәтинин гадын һејкәлләри тәшкил едир. Гадын һеј

кәлләринин илк вәтәни Габаг Асија һесаб едилир вә бу һәмин әразидә кениш җајылмыш гадын аллаһы, гадын иләһәси ајини илә әлагәләндирилир.¹²

Азәрбајҗанын енеолит дөврү әкинчилик мәскәнләриндән тапылмыш кил һејкәлләр өз аналокијасыны Ермәнистан, Күрчүстан, Орта Асија вә Габаг Асија, ејни заманда Украина әразисиндәки Лука Брублевскаја җашајыш җерлериндән тапылмыш инсан вә һејван һејкәлләриндә тапыр.

Гарғалар тәпәсиндән тапылмыш һејкәлин харичи көрүнүшү, Лука Брублевскајадан тапылмыш гадын һејкәлләринин тәкрарыдыр. Бу һејкәлин үзәриндәки чәртмә јолу илә верилмиш нахышларын охшарыны Чәнуби Түркмәнистанын енеолит дөврү Анау мәдәнијјәтинә анд гадын һејкәлләриндә¹³ көрмәк мүмкүндүр. Анау мәдәнијјәтинә анд олан һејкәлләрин әксәријјәтиндә бу нахышлар рәңкләрлә верилмишдир. Шомутәпәдән тапылмыш һејкәлин дә үзәриндә рәңк изләри галдыгыны гејд етмишдик. Бәлкә дә гәдим һејкәлтәрәш рәңкләрлә бәзәмиш олдуғу бу һејкәлләри җаратмагла өз сәнәт әсәриндә бир символик мә'на ахтармышдыр.

Инсан һејкәлләринин нә мәгсәдлә һазырланмасы һаггында археологларын фикирләри мүхтәлифдир. Җашајыш евләриндән тапылан һејкәлләрин ев ајинләринин җеринә јетирмәк үчүн, ибадәткахларда тапылан һејкәлләрин аллаһлар илә инсанлар арасында әлагәни мөһкәмләндирмәк үчүн, гәбирләрдән тапылан һејкәлләрин исә өлүнү горулмаг вә она дирилиб ахирәт дүнјасында јени һәјата башламага көмәкчи кими¹⁴, одун очагын горујучусу вә һимајәчиси кими¹⁵, әкинчи халгларын идеолокијасыны әкс етдирән гадын аллаһларынын тәсвири кими¹⁶, әсасән мәһсулдарлыг ајини илә әлагәдар дини ајинләрин җеринә јетирилмәси үчүн вәситә кими, ев сакинләринин һимајәчиси кими¹⁷ гијмәтләндириләр.

Көрүндүјү кими, фикирләр мүхтәлиф олсалар да, маһијјәт ејнидир. Гадын һејкәлләри гәдим инсанларын дини бахышларыны вә идеоложи тәсәввүрләринин, гадыннын әнләдә бөјүк ролуну, оун һимајәчилик габилитетинин әкс етдирир.

Гадын фигурлары өз өлчүсүнә көрә чох кичикдир (5—20 см). Форма вә һазырланма техникасына көрә һәмин фигурлар бир-бириндән фәргли олсалар да харичи көрүнүшүндә бәзи чәһәтләри бүтүн һејкәлләрдә көрмәк мүмкүндүр. Гадын һејкәлләриндә әдәтән, бел ичә, дөшләр габарыг, буд вә омба һиссә исә чох ири тәсвир едилмишдир. Көрүнүр һејкәлтәрәш гадыннын бу үзвләринин тәкчә естетик көзәллик хатиринә дејил, ејни заманда гејри-ади бир гүввә кими тәсвир етмишдир. Мисал үчүн гадыннын дөшләри, гита вә хошбәхтлик символу кими баша дүшүлмүшдүр. Мәһз әкинчилик илә мәшгул олан халгын идеолокијасында бу чәһәт, күндәлик гита әлдә етмәк арзусу, бол мәһсул јығмаг арзусу хүсуси җер тутур.

Һејван һејкәлләринин бојундакы дешикләр оларын араба моделинә гошулмасына ишарә олдуғуну вә дини мәгсәд дашыдыгыны көстәрилр.¹⁸ Шәрг әләминдә әң гәдим гошгу һејваны өкүз һесаб едилир.¹⁹

Һәләлик Азәрбајҗан әразисиндә енеолит дөврүнә анд араба моделләри тапылмамышдыр, лакин Нахчыван җахынлыгындакы I Күлтәпәнин биринчи тәбәгәсиндән²⁰ тәкәр моделләри мә'лумдур. Бу чүр тәкәр моделләри Ермәнистанда Шенгавитдән вә Күлтәпәдән дә²¹ тапылмышдыр. Загафразијанын енеолит дөврү абидәләриндә тәкәр мо

делләринин кениш җаылмасы бу эразидә һәлә гәдим заманларда арабадан истифадә едилмәсини кәстәрир. Гәдим әкинчи вә мәлдар тәҗфалар өкүздән гошгу гүввәси кими истифадә етмишләр. Лакин еҗни заманда онлар өкүзү илаһиләшдирмиш, она ситаҗиш дә етмишләр.

Үмумиҗәтлә һеҗванлара ситаҗиш етмәк, онларын тимсалында өз тотемини, өз нәслинин илкини көрмәк дүнианын мүхтәлиф җерләриндә кениш җаылмышдыр. Тотемизм һеҗванлара пәрәстишин дикәр формаларындан онунла фәргләнир ки, о билаваситә һеҗванлара ситаҗиш етмәк демәк деҗилдир. Тотем аллаһ деҗил, тотемизмин әсасыны һеҗванларда гоһумлуға инам тәшкил едир.²² Тотемизм инсанлар тәбиәтин сирли гүввәләрини там аҗдынлашдыра билмәдикләри дөврдә меҗдана кәлмишдир.

Гәдим әкинчиләрин һәҗаты мәһсулун нечә олачагындан чох асылы олмушдур. Онлар әфсун вә сәһр јолу иҙә буна наил олмаға чалышмыш, гадыны илаһиләшдирмиш вә һесаб етмишләр ки, гадынын нәсил артырма габилиҗәти, еҗни заманда торпағын да мәһсулдар олмасына сәбәб ола биләр.

Кил инсан вә һеҗван һеҗкәлләринин өҗрәнилмәси гәдим әкинчиләрин ичтиман-сиҗаси тарихини, онларын идеоложи тәсәввүрләрини вә дини көрүшләрини өҗрәнмәк үчүн мүһүм әһәмиҗәт кәсб едир. Бу һеҗкәлләр еҗни заманда гәдим сәнәткарлағын бәдии җарадычылығыны өҗрәнмәк үчүн дә марағлыдыр.

Азәрб. ССР ЕА Тарих институту

Алынмышдыр 17 иҗун 1981

Әдәбиҗат

1. И. Г. Нариманов, Д. Н. Рустамов. „ДАН Азәрб. ССР“, XVI, 1960 № 9. 2. И. Г. Нариманов. Археологические исследования в Азербайджане, Баку, 1965, сәһ. 45—53. 3. Јенә орада, сәһ. 46. 4. И. Г. Нариманов. VIII Международный конгресс доисториков и протисториков. Докл. и сообщ. археологов СССР. М., 1966, сәһ. 122—123. 5. Јенә орада, сәһ. 123. 6. Р. Б. Аразова, Ф. Махмудов И. Г. Нариманов. АО, 1971, сәһ. 478—480. М., 1972. 7. О. И. Джапаридзе А. И. Джавахишвили. Результаты работ Квемо-Картлийской экспедиции 1965—1966, Тбилиси, Мацне., 1967, сәһ. 292—298. 8. Т. Н. Чубинишвили. К древней истории Южного Кавказа. Тбилиси, 1971, табл. XII, VIII—IX. 9. О. Һәбибуллаев. Күлтәләдә археоложи газынтылар, Баку, сәһ. 72, 32-чи табло, 3-чү шәкил. 10. Е. Н. Байбуратян. М., ВДИ. 1938, № 4, сәһ. 255; II. Б. Б. Пиотровский. СА XI, 1949, сәһ. 176. 12. С. Н. Бибигов. МИА СССР, М.—Л., 1953, № 38, сәһ. 268—270. 13. Е. В. Антонова. Антропоморфная скульптура древних земледельцев Передней и Средней Азии. М., 1977, табл. XVII; 14. Askermann Ph. Cult Figures. SPA 1938, p. 204. 15. С. Н. Бибигов. Кәстәрилән әсәри, сәһ. 273—274. 16. В. М. Массон, В. И. Сараниди. Среднеазиатская терракота эпохи бронзы. М., 1973, сәһ. 83—87. 17. Ј. В. Антонова. Кәстәрилән әсәри, сәһ. 92—112. 18. Б. Б. Пиотровский. СА, т. XIII, М.—Л., 1955, сәһ. 6. 19. М. И. Артомонов. Проблемы истории материальной культуры. Л., 1939, сәһ. 29. 20. О. Һәбибуллаев. Кәстәрилән әсәри, сәһ. 62, 33-чү табло, 1—6-чы шәкилләр. 21. Б. Б. Пиотровский. СА, т. XI, М.—Л. 1949, сәһ. 176. 22. З. П. Соколова. Культ животных в религиях. М., 1972, сәһ. 20.

А. И. Алекперов

ТЕРРАКОТЫ АЗЕРБАЙДЖАНА ЭПОХИ ЭНЕОЛИТА

Терракоты, добытые во время археологических раскопок, указывают на наличие в Азербайджане уже в эпоху энеолита пластического искусства. Известны антропоморфные и зооморфные глиняные статуэтки из поселений Шо-

мутепе, Гаргалартепеси, Кюльтепе и др. Эти статуэтки являются интересными памятниками и в то же время характеризуют религиозное представление и идеологическое воззрение древних земледельческих племен Азербайджана.

A. I. Alekperov

TERRACOTA OF AZERBAIJAN EPOCH OF ENEOLITHIC

Terracota, which were found out during the archaeological excavations, show the existence of the plastic art in the epoch of Eneolithic. We know anthropomorphous and zoomorph clay statuettes from Shomu tapa, Gargalar tapace, Kurtapa and other settlements of Azerbaijan. These statuettes are interesting memorials and at the same time they characterize religious and ideological views of ancient landowners tribes of Azerbaijan.

ДЖ. В. ХЫДЫРОВ

ИРАКСКИЙ МАРКСИСТ ФАХИД О НАЦИОНАЛЬНОМ ВОПРОСЕ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ф. К. Кочарли)

Ирак можно назвать многонациональной страной, поскольку здесь кроме арабов, проживают курды, туркмены, халден, ассирийцы, армяне, персы, иудеи, а также представители других национальностей и народностей. Пестрый национальный состав иракского населения нередко служил причиной противоречий и конфликтов в национальных отношениях, а это требовало их разумного регулирования. Чаще всего причиной таких конфликтов были вооруженные восстания курдов, составляющих 20% всего населения страны. Их выступления не прекращались и после революции 1958 г., итогом которой стало вступление страны на независимый путь развития и создание республиканской формы правления. Результатом явилось предоставление курдам автономии в рамках Ирака (1974 г.).

Лидер ИКП Фахид в своей практической и теоретической деятельности уделял национальному вопросу существенное внимание. Выступая на страницах партийной печати, он неоднократно указывал на то, что от правильного решения национального вопроса во многом будут зависеть успехи национально-освободительной борьбы иракского народа, целостность самого Ирака.

В ноябрьском номере 1943 г. газеты „Ал-Каида“ („Основа“) за подписью Фахида была напечатана статья „Как в Советском Союзе решен национальный вопрос?“. За годы учебы в Москве Фахид увидел и понял, каких успехов достигли народы, населяющие СССР, в своем экономическом, политическом и культурном развитии. Говоря о справедливом решении национального вопроса в СССР, где покончено с национальным гнетом и неравенством, которые существовали в царской России и которые характеризовали политику колониальных держав, он отмечает: „Национальная политика царской России была направлена на то, чтобы большие народы России смогли ассимилировать малые национальные меньшинства. Этим путем шла и Османская империя. Она после провозглашения конституции старалась отуречивать арабов и курдов и для этого создавала новые школы, в которых преподавание предметов шло на турецком языке“ [1].

С точки зрения Фахида, хотя ассимиляторские тенденции в политике колонизаторов и не давали желаемых ими результатов, тем не менее они сдерживали национальное развитие. По Фахиду, колониализм мешал единству арабского народа и развитию его самобытной культуры. Он отрицал всякую форму национального гнета по-

этому выступал против дискриминации неарабских наций в самом Ираке, в частности против дискриминации курдского народа.

В статье, опубликованной в ноябрьском номере газеты „Ал-Каида“ за 1945 г., Фахид, касаясь роли курдского народа в национально-освободительной борьбе Ирака, писал: „В Ираке имеются две большие национальности—арабы и курды. Над обеими ими господствует колониализм, опирающийся в своей власти на феодалов, крупных помещиков и других своих агентов из среды как арабов, так и курдов... Таким образом выходит, что и у арабского и у курдского народов один общий враг... В таком случае от патриотов Ирака—арабов и курдов что требуется? Без сомнения, общая борьба против этого врага... В этом-то суть вопроса...“ [2].

Отмечая правомерность борьбы курдского народа за свои национальные права и достоинства, Фахид вместе с тем считал с политической точки зрения неприемлемым для условий колониализма отделение курдов и арабов, поскольку это, по его мнению, могло ослабить общий антиколониальный фронт Ирака. Осуществление идеи самоопределения наций и права на отделение от господствующей нации Фахид считал возможным в условиях независимости и демократических общественных преобразований: „Мы боремся за свободу для всех, за демократическую жизнь, демократический режим правления, за демократический государственный аппарат. Мы боремся за культурное развитие всего народа, за благополучие всех, за полное равноправие для всех иракцев. Одним словом, мы боремся за счастье курдского и арабского народов, трудящихся масс, за демократические учреждения, позволяющие каждому свободно выразить свое мнение либо об отделении, либо о вхождении (в состав Ирака) исходя из интересов курдского народа и его широких масс трудящихся“ [3].

Такое рассмотрение национального вопроса, по существу, основывалось на принципах марксизма-ленинизма и было очень смелым при тогдашнем положении в Ираке. В этом отношении на взгляды Фахида благотворное влияние оказала ленинская теория национального вопроса. Напомним хотя бы следующие слова Ленина, с которыми перекликается изложенная мысль Фахида: „Мы хотим добровольного союза наций,—такого союза, который не допускал бы никакого насилия одной нации на другой,—такого союза, который был бы основан на полнейшем доверии, на ясном сознании братского единства, на вполне добровольном согласии“ [4].

Теорию и практику национального вопроса, развиваемые В. И. Лениным и его соратниками, Фахид изучал для применения их к условиям антиколониальной борьбы. Исходя из ленинской критики II Интернационала, он высказывает свое критическое отношение к доктрине его идеологов, которые наряду с другими социально-политическими вопросами рассматривали и национальный вопрос, к их установке в этом отношении, установке, не способствовавшей решению проблемы самоопределения наций.

В борьбе за предел мира империалисты вынашивали новые планы, шовинизм империалистической буржуазии не знал пределов. Идеологи II Интернационала вместо того, чтобы разоблачить колониальный характер шовинистического угара, создать единый фронт антиимпериалистических, антиколониальных сил, предавали интересы

народов, боровшихся против колониального ига, за свободное определение своей собственной судьбы.

В апреле 1945 г. Фахидом была написана очень важная статья под названием "Курдскому народу нужна деятельная партия (хизб амал)". В этой статье он разоблачил деятельность так называемой партии "Надежды" (по-курдски — "Хива"), сеющей раздор среди народов, среди братьев курдов и арабов и стремившейся изолировать курдов от общей борьбы народов Ирака. Он писал: "Эти разглагольствования не представляют курдское национально-освободительное движение, не могут служить интересам курдского народа, стремящегося, как и другие народы, сбросить с себя ярмо болезни, отсталости, невежества... Курдскому народу нужна не партия "Надежды", а действительная партия, которая смогла бы решить ее насущные проблемы, а не разглагольствовала бы ради получения постов и поощрений..."

Эта статья Фахида была напечатана с комментариями видного деятеля ИКП Джемала Хейдари 20. II 1959 г. в газете "Иттихад аш-шааб". Она заканчивалась следующими словами Хейдари: "Фахид был и остался сердечным другом курдского народа и видным руководителем иракского народа и иракского рабочего класса, обращал особое внимание на фактор многонациональности нашей страны и боролся за священное дело арабов и курдов..." [5]

Литература

1. "Ал-Каида", ноябрь 1943 г. 2. "Ал-Каида", ноябрь 1945 г. 3. "Иттихад аш-шааб", 20. II 1959 г. 4. Ленин В. И. Полное собрание сочинений, т. 40, с. 43. 5. "Иттихад аш-шааб", 20. II 1959 г.

Институт народов Ближнего и Среднего Востока АН Азерб. ССР

Поступило 17 XI 1982

Ч. В. Хыдыров

ИРАГ МАРКСИСТИ ФЭХД МИЛЛИ МЭСЭЛЭНИН ХЭЛЛИНЭ ДАИР

Ираг Коммунист Партијасынын јарадычысы Фэхд өз нәзәри фәалијәтиндә башга проблемләрлә Јанашы милли мәсәләнин хәллинә дә бәјүк әһәмијјәт верирди. Мәгалә марксизм-ленинизм тәлиминдән чыхыш едәрәк чохмилләтли Ирагда Фәхдин бу мәсәләни нечә хәлл етмәјә чалышдығындан данышыр.

Dj. Khidirov

FAHD ABOUT NATIONAL PROBLEM

The organizer of the Irak Communist Party Fahd in his theoretical activity besides other problems attached great importance to the solution of the national problem. The article deals with Fahd's attempts to solve this problem proceeding from the Marxist-Leninism teaching in the multinational Irak.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

- М. Р. Бунјатов, Р. П. Чәбрајылова. Кошул һомолокијалары нәзәријјәси вә фредһолм операторлары аңләси 3
В. Б. Шаһмуров. Дәјишәиләрдән асылы оператор әмсаллы хусуси төрәмәли квазиеллиптик тәнликләр үчүн гојулмуш үмуми сәрһәд мәсәләсинин фредһолмлуғу 7

Механика

- В. А. Гәдимов. Мүстәви үзәриндә пластик ахыма анд ики мәсәлә 12

Ријазиијат

- З. Н. Аббасов. Силиндрик областда һелмһолтс тәнлији үчүн лимит амплитуду принципи 17

Јарымкечиричиләр физикасы

- М. И. Әлијев, С. Ә. Зејналов, Д. Н. Араслы, С. А. Әлијев, Р. Н. Рәһимов. $In_{1-x}Ga_xSb$ бәрк мөһлулуңда фононларын сәпилмәси 21

Теоретик физика

- Н. А. Гулијев, И. Н. Чәфәров, Б. И. Мөһдијев, Р. Ш. Јәһјәјев. Јүксәк енержили протон-антипротон дәстәләринин тоғушмасы заманы јүклү лептон чүтләринин јаранмасы просесиндә нейтрал зәиф чәрәјән эффектләри. II 25

Бәрк чисимләрин физикасы

- И. Н. Котсев вә К. Ә. Рүстәмөв. Кәсилмәз фаза кечидләриндә алт группларын индексләри һағгында 29

Кристаллографија

- Н. Р. Нуријев, Е. Ј. Салајев, Р. Н. Нәбијев. Ag_2Te назик тәбәғәләриндә гурулуш чеврилмәләринин тәдғиги 32

Физики кимја

- М. Х. Әһһағыјев, З. Н. Зүлфугаров, И. И. Мәммәдов, М. Н. Чавадов, М. М. Нәсибов. Дивинил истерһсалығын тулланты суларынын мис дузларындан тәмизләnmәси 37

Үзви кимја

- М. М. Мөвсүмзәдә, Ш. Ә. Нүсәјнов, К. Кидо Јанес, С. Ф. Гарәјев. Силиснум атому јанында изопропил, изобутил вә пентиләвәзди метилди-(изо)алкилпропаркилоксисиланларын синтези 41
М. Н. Мәһәррәмөв, Е. Н. Усубова, Е. З. Зәһраббәјова, С. М. Фәрһадова. $(Al+CCl_4)$ каталитик системдә бензолун α -олефинләрлә алкилләшмәси 46

Кеокимја

- Ф. Н. Дадашов, Ә. Ә. Фејзуллајев, А. Н. Әмраһов. Калмас јер-алты газ анбарында газ хәритәалмасынын нәтичәләри 50

Палчыг вулканлары

- А. Э. Әлиев, Ј. Г. Сидорович, С. М. Мустафаев. Күнүн тутул-
масы вә палчыг вулканларынын фәалијјәтинин фәаллашмасы 53

Петрографија

- А. И. Мәмәдов, Н. С. Хаирова. Азәрбајҗанын вулкан шүшәләринин
физики хәссәләри 57

Агрокимја

- Ә. Н. Күләһмәдов, А. М. Әзимов, Н. А. Агаев. Мүрәккәб-җарыныг
чүбрәләрин җаргыдалы биткисинин бој, ишкишәф вә мәһсулдарлыгына тәсир 62

Ботаника

- С. Ы. Рзајева. Астара рајонунун исти су һөвзәләринин алгофлорасы һаҗ-
гында илк мәлүматлар 66

Археолокија

- А. И. Әләкбаров. Азәрбајҗанда енеолит дәврүнә анд кил һејкәлләр 69

Фәлсәфә тарихи

- Ч. В. Хыдыров. Праг марксисті Фәһд милли мәсәләнин һәллинә даир 74

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- М. Р. Буниятов, Р. П. Джабранлова. Теория гомологий Кошуля
и фредгольмовы семейства 3
В. Б. Шахмуров. Фредгольмовость общих краевых задач для квазиэллип-
тических уравнений с операторными коэффициентами, зависящими от переменных 7

Механика

- В. А. Кадымов. Две задачи пластических течений на плоскости 12

Математика

- З. Г. Аббасов. Принцип предельной амплитуды для уравнения Гельм-
гольца в цилиндрической области 17

Физика полупроводников

- Акад. АН Азерб. ССР М. И. Алиев, С. А. Зейналов, Д. Г. Араслы,
А. С. Алиев, Р. Н. Рагимов. Рассеяние фононов в твердом растворе
 $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Sb}$ 21

Теоретическая физика

- Чл.-корр. АН Азерб. ССР Н. А. Гулнев, И. Г. Джафаров, Б. И. Мех-
тиев, Р. Ш. Яхьяев. Эффекты нейтральных слабых токов в процессах рож-
дения пар заряженных лептонов при столкновении протон-антипротонных пуч-
ков высоких энергий II 25

Физика твердого тела

- И. Н. Коцев, К. А. Рустамов. Об индексах подгрупп в непрерывных фа-
зовых переходах 29

Кристаллография

- И. Р. Нуриев, член-корр. АН Азерб. ССР Э. Ю. Салаев, Р. Н. Набиев.
Исследование структурных превращений в пленках Ag_2Te 32

Физическая химия

- М. Х. Аннагиев, член-корр. АН Азерб. ССР З. Г. Зульфугаров,
И. И. Мамедов, М. Н. Джавадов, М. М. Насибов. Очистка сточных вод
производства дивинила от солей меди 37

Органическая химия

- Член-корр. АН Азерб. ССР М. М. Мовсумзаде, Ш. О. Гусейнов,
К. Гиндо Янес, С. Ф. Караев. Синтез метилди (изо) алкилпропаргилокси-
ланов с изопропильными изобутильными и пентильными заместителями у атома
кремния 41
М. Н. Магеррамов, Э. Н. Усубова, Э. З. Зохраббекова, С. М.
Фархадова. Алкилирование бензола α -олефинами на каталитической системе
 $\text{Al}+\text{CCl}_4$ 46

Геохимия

- Ф. Г. Дадашев, А. А. Фейзуллаев, А. Г. Амрахов. Результаты газовой съемки на подземном хранилище газа Калмас 50

Грязевой вулканизм

- А. А. Алиев, Ю. Г. Сидорович, С. М. Мустафаев. Солнечное затмение и активизация грязевулканической деятельности 53

Петрография

- А. И. Мамедов, Н. С. Ханрова. Физические свойства вулканических стекол Азербайджана 57

Агрохимия

- Член-корр. АН Азерб. ССР А. Н. Гюльяхмедов, А. М. Азимов, А. Н. Агаев. Влияние сложно-смешанного удобрения (КССУ) на рост, развитие и урожай кукурузы 62

Ботаника

- С. Г. Рзаева. Первые сведения о водорослевой флоре горячих источников района Азербайджана 66

Археология

- А. И. Алекперов. Терракоты Азербайджана эпохи энеолита 72

История и философия

- Дж. В. Хыдыров. Иракский Марксист Фахид о национальном вопросе 74

Сдано в набор 21. 09. 83. Подписано к печати 09. 12. 83. ФГ 15355. Формат бумаги 70×100/16. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Печ. лист. 6,5. Уч. изд. лист 5,30. Тираж 620. Заказ 1310. Цена 70 коп.

Издательство „Элм“.

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

Типография „Красный Восток“ Государственного комитета Азербайджанской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 80.

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

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

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

$$R^n, r_n$$

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

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходное начертание (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 I и римскую I, (вертикальная черта); I и штрих в индексах, I (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (с), а строчные — сверху (с).

Следует избегать знаков типа ~ (волна), $\odot$, $\oplus$, $\otimes$; $\square$, $\square$, $\square$, $\square$, $\square$, $\square$

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

$$n \times \text{€}, \text{ff}, \text{f}, \text{€}$$

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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