

ISSN0002—3078

АЗЕРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛƏРАКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТСР XXXV ЧИЛД

1979 - 3

УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

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

(Пример: 325/3Е1)

АЗƏРБАЙҘАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР
ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXV ЧИЛД

№ 3



„ЕЛМ“ НƏШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭЛМ“
БАКЫ—1979—БАКУ

УДК 513,836

МАТЕМАТИКА

С. А. БАЙРАМОВ

**ГОМОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТОМА—ГИЗИНА
ДЛЯ ОБРАТНЫХ СПЕКТРОВ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ**

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

В работе [4] построена теория гомологий булевых алгебр с замыканием. В связи с этим, естественно, возникает задача булевого обобщения гомологической последовательности Тома—Гизина.

В данной работе на категории обратных спектров топологических пространств строится точная гомологическая последовательность Тома—Гизина. Для этого предварительно вводится понятие ориентированного расслоения на сферы над обратным спектром топологических пространств.

Пусть $X \in \text{InvSpec}(\text{Top})$, $X = (\{X_i\}_{i \in I}, \{p_i': X_{i'} \rightarrow X_i, i < i' \in I\})$ обратный спектр топологических пространств. Зафиксируем $i_0 \in I$, и пусть

(E_{i_0}, \dot{E}_{i_0}) -пара расслоенных пространств над пространством X_{i_0} со слоем (F_{i_0}, \dot{F}_{i_0}) и $\theta_{i_0}: H^*(F_{i_0}, \dot{F}_{i_0}; R) \rightarrow H^*(E_{i_0}, \dot{E}_{i_0}; R)$ — когомологическое расширение слоя пары (E_{i_0}, \dot{E}_{i_0}) расслоенных пространств над X_{i_0} .

Для произвольного $i > i_0 \in I$, отображение $p_i': X_i \rightarrow X_{i_0}$ индуцирует пару расслоенных пространств $((p_i')^*(E_{i_0}), (p_i')^*(\dot{E}_{i_0}))$ над пространством X_i с тем же слоем (F_{i_0}, \dot{F}_{i_0}) и когомологическим расширением

$$\theta_i = ((p_i')_{p_{i_0}})^* \cdot \theta_{i_0}: H^*(F_{i_0}, \dot{F}_{i_0}; R) \rightarrow H^*((p_i')^*(F_{i_0}), (p_i')^*(\dot{E}_{i_0}); R).$$

Сопоставим каждому обратному спектру $X = (\{X_i\}_{i \in I}, \{p_i': X_{i'} \rightarrow X_i, i < i' \in I\})$ топологических пространств

$\text{Vup}^2(X) = (\{\text{Vup}^2(X_i)\}_{i \in I}, \{(p_i')^*: \text{Vup}^2(X_i) \rightarrow \text{Vup}^2(X_{i'})\}_{i < i' \in I})$ прямой спектр категорий пар расслоенных пространств с когомологическими расширениями.

Пусть $\Theta_{\text{Vup}^2(X)}$ — множество когомологических расширений категорий $\text{Vup}^2(X_i)$ пар расслоенных пространств над пространством X_i , тогда

$$\Theta_{\text{Vup}^2(X)} = (\{\Theta_{\text{Vup}^2(X_i)}\}_{i \in I}, \{(\bar{p}_i')_{(p_i')^*}(-): \Theta_{\text{Vup}^2(X_i)} \rightarrow \Theta_{\text{Vup}^2(X_{i'})}\}_{i < i' \in I}),$$

где

$(p_i')_{(p_i')^*}(-)(\theta_i) = ((p_i')_{(p_i')^*}(-))^* \cdot \theta_i$ для $\theta_i \in \Theta_{\text{Vup}^2(X_i)}$; есть прямой спектр множеств когомологических расширений.

Определение 1. Предел $\lim_{\rightarrow} \Theta_{\text{Vup}^2(X)}$ прямого спектра $\Theta_{\text{Vup}^2(X)}$ называется множеством когомологических расширений категории \lim_{\rightarrow}

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

© Издательство „Элм“, 1979 г.

Адрес: г. Баку, Коммунистическая, 10. Редакция „Известий Академии наук
Азербайджанской ССР“

$\text{Bun}^2(X)$ пар расслоенных пространств над обратным спектром топологических пространств.

Пусть $\text{Bun}_s^2(X)$ категория ориентированных расслоений на сферы над пространством X , а $U_{\text{Bun}_s^2(X)}$ — множество ориентаций расслоений из категории $\text{Bun}_s^2(X)$. Тогда для обратного спектра $(X = \{X_i\}_{i \in I}, \{p_i' : X_i' \rightarrow X_i\}_{i < i' \in I})$

$$U_{\text{Bun}_s^2(X)} = (\{U_{\text{Bun}_s^2(X_i)}\}_{i \in I}, \{(p_i')^*(p_{i_0}')^*(\cdot) : U_{\text{Bun}_s^2(X_i)} \rightarrow U_{\text{Bun}_s^2(X_{i_0}')}\}_{i < i' \in I})$$

есть прямой спектр множеств ориентаций прямого спектра $\{U_{\text{Bun}_s^2(X_i)}\}_{i \in I}$ категорий расслоений на сферы.

Определение 2. Предел $\lim U_{\text{Bun}_s^2(X)}$ называется множеством ориентаций категории $\lim U_{\text{Bun}_s^2(X)}$ расслоений на сферы над обратным спектром X .

Рассмотрим $X = (\{X_i\}_{i \in I}, \{p_i' : X_i' \rightarrow X_i\}_{i < i' \in I})$ обратный спектр топологических пространств. Для любого расслоения на сферы $p_{i_0} : (E_{i_0}, \dot{E}_{i_0}) \rightarrow X_{i_0}$ над компонентой X_{i_0} обратного спектра X , где E_{i_0} цилиндр проекции $\dot{p}_{i_0} : \dot{E}_{i_0} \rightarrow X_{i_0}$,

$X_{p_{i_0}} = (\{(p_{i_0}')^*(E_{i_0}), (p_{i_0}')^*(\dot{E}_{i_0})\}_{i_0 < i_1 \in I}, \{(p_{i_1}')^*(p_{i_0}')^*(\cdot)\}_{i_0 < i_1 \in I})$ — обратный спектр пар топологических пространств, причем $\forall i \in I$ $(p_{i_0}')^*(E_{i_0})$ цилиндр проекции $(p_{i_0}')^*(p_{i_0}) : (p_{i_0}')^*(\dot{E}_{i_0}) \rightarrow X_i$.

Введем обозначения: $(p_{i_0}')^*(E_{i_0}) = E_1, (p_{i_0}')^*(\dot{E}_{i_0}) = \dot{E}_1, (p_{i_0}')^*(p_{i_0}) = p_1, (p_{i_0}')^*(\dot{p}_{i_0}) = \dot{p}_1, (p_{i_1}')^*(p_{i_0}')^*(p_{i_0}) = \chi_1', (p_{i_1}')^*(p_{i_0}')^*(\dot{p}_{i_0}) = \dot{\chi}_1'$.

Для произвольной пары расслоенных пространств (E_1, \dot{E}_1) расслоения $p_1 : (E_1, \dot{E}_1) \rightarrow X_1$ над пространством X_1 имеет место точная гомологическая последовательность

$$\dots \rightarrow H_n(\dot{E}_1; G) \xrightarrow{(i_1)_*} H_n(E_1; G) \xrightarrow{\partial_1} H_{n-1}(\dot{E}_1; G) \rightarrow \dots$$

Функтор гомологической последовательности индуцирует ковариантный функтор из категории $\text{Lnv}^{\text{пр}}(\text{Top}^2)$ обратных спектров пар топологических пространств в категорию обратных спектров точных гомологических последовательностей.

Таким образом, для обратного спектра

$$(E, \dot{E}) = (\{(E_i, \dot{E}_i)\}_{i \in I}, \{\chi_i' : (E_{i_0}, \dot{E}_{i_0}) \rightarrow (E_i, \dot{E}_i)\}_{i < i_0 \in I})$$

пар расслоенных пространств

$$H(E, \dot{E}) = (\{\dots \rightarrow H_n(\dot{E}_i; G) \rightarrow H_n(E_i, G) \rightarrow H_n(E_i, \dot{E}_i; G) \rightarrow H_{n-1}(\dot{E}_i; G) \rightarrow \dots\}_{i \in I}, \{\chi_i'\}_{i < i_0 \in I})$$

есть обратный спектр точных гомологических последовательностей.

Теорема 1. Пусть расслоения $\dot{p}_{i_0} : \dot{E}_{i_0} \rightarrow X_{i_0}, p_{i_0} : E_{i_0} \rightarrow X_{i_0}$ над пространством X_{i_0} имеют непрерывные сечения $\dot{s}_{i_0} : X_{i_0} \rightarrow \dot{E}_{i_0}, s_{i_0} : X_{i_0} \rightarrow E_{i_0}$. Тогда для любого R -модуля G предел $\lim H(E, \dot{E})$ обратного

спектра $H(E, \dot{E})$ точных гомологических последовательностей является точной последовательностью.

Доказательство. Сперва заметим, что для каждого $i, i_0 < i \in I$, расслоения $\dot{p}_i : \dot{E}_i \rightarrow X_i$ и $p_i : E_i \rightarrow X_i$ как расслоения, индуцированные из расслоений $\dot{p}_{i_0} : \dot{E}_{i_0} \rightarrow X_{i_0}, p_{i_0} : E_{i_0} \rightarrow X_{i_0}$, также имеют непрерывные сечения $\dot{s}_i : X_i \rightarrow \dot{E}_i$ и $s_i : X_i \rightarrow E_i$, которые задаются следующим образом:

$$\dot{s}_i(x) = (x, \dot{s}_{i_0} p_{i_0}'(x)), s_i(x) = (x, s_{i_0} p_{i_0}'(x)),$$

причем следующие диаграммы коммутативны

$$\begin{array}{ccc} \dot{E}_{i_0} & \xleftarrow{\dot{\chi}_{i_0}'} & \dot{E}_i \\ \uparrow \dot{s}_{i_0} & & \uparrow \dot{s}_i \\ X_{i_0} & \xleftarrow{p_{i_0}'} & X_i \end{array} \quad \begin{array}{ccc} E_{i_0} & \xleftarrow{\chi_{i_0}'} & E_i \\ \uparrow s_{i_0} & & \uparrow s_i \\ X_{i_0} & \xleftarrow{p_{i_0}'} & X_i \end{array}$$

Итак, система отображений $\{(S_i, \dot{S}_i)\}_{i \in I}$ есть морфизм обратного спектра $\{(X_i, X_i)\}_{i \in I}$ в обратный спектр $\{(E_i, \dot{E}_i)\}_{i \in I}$ и $\{(p_i S_i, \dot{p}_i \dot{S}_i)\}_{i \in I}$ есть тождественный морфизм обратного спектра $\{(X_i, X_i)\}_{i \in I}$. Тогда для каждого $i \in I$ гомологическая последовательность пары (E_i, \dot{E}_i) разлагается в прямую сумму двух точных подпоследовательностей:

$$\dots \rightarrow (\ker \dot{p}_{i_0})_n \rightarrow (\ker p_{i_0})_n \rightarrow (\ker (p_{i_0}, \dot{p}_{i_0}))_n \rightarrow (\ker \dot{p}_{i_0})_{n-1} \rightarrow \dots \quad (1)$$

$$\dots \rightarrow (\text{Jm } \dot{s}_{i_0})_n \rightarrow (\text{Jm } s_{i_0})_n \rightarrow (\text{Jm } (s_{i_0}, \dot{s}_{i_0}))_n \rightarrow (\text{Jm } \dot{s}_{i_0})_{n-1} \rightarrow \dots \quad (2)$$

где первая является ядром гомоморфизма p_{i_0} , а вторая — изоморфным образом гомологической последовательности пары (X_i, X_i) при отображении s_{i_0} [2].

В последовательности (1) группы $(\ker p_{i_0})_n$ для каждого целого n тривиальны, так как пространство X_i является деформационным ретрактом пространства E_i [1] и поэтому $p_{i_0} : H_n(E_i; G) \rightarrow H_n(X_i; G)$ является изоморфизмом и следовательно $(\ker p_{i_0})_n = 0$. А в последовательности (2) группы $(\text{Jm } (s_{i_0}, \dot{s}_{i_0}))_n$ тривиальны, так как группы $H_n(X_i, X_i; G)$ тривиальны [2]. Таким образом последовательности (1) и (2) имеют вид

$$\dots \rightarrow 0 \rightarrow H_n(E_i, \dot{E}_i; G) \xrightarrow{\partial_1} (\ker \dot{p}_{i_0})_{n-1} \rightarrow 0 \rightarrow \dots$$

$$\dots \rightarrow 0 \rightarrow (\text{Jm } \dot{s}_{i_0})_n \xrightarrow{(i_1)_*} (\text{Jm } s_{i_0})_n \rightarrow 0 \rightarrow \dots,$$

где ∂_1 и $(i_1)_*$ являются изоморфизмами. Итак, обратный спектр $H(E, \dot{E})$ точных последовательностей разлагается в прямую сумму обратных спектров точных последовательностей:

$$\{\dots \rightarrow 0 \rightarrow H_n(E_i, \dot{E}_i; G) \rightarrow (\ker \dot{p}_{i_0})_{n-1} \rightarrow 0 \rightarrow \dots\}_{i \in I}$$

$$\{\dots \rightarrow 0 \rightarrow (\text{Jm } \dot{s}_{i_0})_n \rightarrow (\text{Jm } s_{i_0})_n \rightarrow 0 \rightarrow \dots\}_{i \in I}$$

Пределы этих обратных спектров точных последовательностей являются также точными. И наконец, так как \lim перестановочен с прямой суммой групп, то получаем, что $\lim H(E, \dot{E})$ есть прямая сумма двух точных последовательностей и поэтому является точной.

Точную последовательность

$$\dots \rightarrow \lim_{\leftarrow i \in I} H_n(E_i; G) \rightarrow \lim_{\leftarrow i \in I} H_{n-1}(E_i; G) \rightarrow \lim_{\leftarrow i \in I} H_n(E_i, \dot{E}_i; G) \rightarrow \lim_{\leftarrow i \in I} H_{n-1}(\dot{E}_i; G) \dots$$

назовем гомологической последовательностью расслоенных пространств ориентированного расслоения на сферы над обратным спектром X .

Группу $\lim_{\leftarrow i \in I} H_n(E_i; E_i; G)$ назовем группой гомологий расслоенных пространств ориентированного расслоения на сферы над обратным спектром X и обозначим $H_n[E; \dot{E}; G]$, а группу $\lim_{\leftarrow i \in I} H_n(X_i; G)$ — группой гомологий баз расслоения и обозначим $H_n[X; G]$.

Пусть $\Phi_i: H_n(E_i, \dot{E}_i; G) \rightarrow H_{n-q-1}(X_i; G)$ изоморфизм Тома ориентированного расслоения $p_i: (E_i, \dot{E}_i) \rightarrow X_i$ на q -мерные с ориентацией $U_i: \Phi(z) = p_{i*}(U_i \cap z)$.

Теорема 2. Система функций $\{\Phi_i\}_{i \in I}$ является изоморфизмом обратного спектра $(\{H_n(E_i, \dot{E}_i; G)\}_{i \in I}, \{(x_i')_*\}_{i \in I})$ в обратный спектр $(\{H_{n-q-1}(X_i; G)\}_{i \in I}, \{(p_i')_*\}_{i \in I})$. Следовательно, $\lim_{\leftarrow i \in I} \Phi_i$ является изоморфизмом групп $H_n[E; \dot{E}; G]$ и $H_n[X; G]$.

Доказательство. Для произвольных $i, i' \in I$ таких, что $i < i'$ рассмотрим диаграмму

$$\begin{array}{ccc} H_n(E_i, \dot{E}_{i'}; G) & \xrightarrow{(x_i')_*} & H_n(E_i, \dot{E}_i; G) \\ \downarrow \Phi_{i'} & & \downarrow \Phi_i \\ H_{n-q-1}(X_{i'}; G) & \xrightarrow{(p_{i'}')_*} & H_{n-q-1}(X_i; G) \end{array} \quad (3)$$

докажем ее коммутативность.

Пусть расслоение $p_i: (E_i, \dot{E}_i) \rightarrow X_i$ имеет ориентацию U_i , тогда расслоение $p_{i'}: (E_{i'}, \dot{E}_{i'}) \rightarrow X_{i'}$ имеет следующую ориентацию: $(x_{i'}')_*(U_{i'})$. Пусть $z \in H_n(E_{i'}, \dot{E}_{i'}; G)$, тогда

$$\Phi_{i'} \cdot (x_{i'}')_*(z) = p_{i'*}(U_{i'} \cap (x_{i'}')_*(z)), \quad (4)$$

с другой стороны,

$$(p_i')_* \cdot \Phi_i(z) = (p_i')_*(p_{i'*}(U_{i'} \cap z)) \quad (5)$$

Из коммутативности диаграммы $(E_{i'}, \dot{E}_{i'}) \xrightarrow{(x_{i'}')_*} (E_i, \dot{E}_i)$

$$\begin{array}{ccc} (E_{i'}, \dot{E}_{i'}) & \xrightarrow{(x_{i'}')_*} & (E_i, \dot{E}_i) \\ \downarrow p_{i'} & & \downarrow p_i \\ X_{i'} & \xrightarrow{(p_i')_*} & X_i \end{array}$$

следует, что $(p_i')_* \cdot p_{i'*} = p_{i'*} \cdot (x_{i'}')_*$. Тогда из (5)

$$(p_i')_*(p_{i'*}(U_{i'} \cap z)) = p_{i'*}((x_{i'}')_*(U_{i'} \cap z)) = p_{i'*}(U_{i'} \cap (x_{i'}')_*(z)) \quad (6)$$

Из (4) и (6) следует коммутативность диаграммы (3).

Изоморфизм $\Phi = \lim_{\leftarrow i \in I} \Phi_i$ назовем изоморфизмом Тома. Для любого

$$z \in H_n[E; \dot{E}; G] \quad \Phi(z) = p_*(U \cap z), \text{ где } p_* = \lim_{\leftarrow i \in I} p_i.$$

Для произвольного $i \in I$ проекция $p_i: E_i \rightarrow X_i$ индуцирует изоморфизм $p_{i*}: H_n(E_i; G) \rightarrow H_n(X_i; G)$, так как X_i является ретрактом пространства E_i [1]. Тогда и $p_* = \lim_{\leftarrow i \in I} p_{i*}$ является изоморфизмом групп $H_n[E; G]$ и $H_n[X; G]$.

Теорема 3. При условии теоремы 1 для ориентированного расслоения $p: \dot{E} \rightarrow X$ на q -мерные сферы над обратным спектром топологических пространств X имеет место точная гомологическая последовательность с коэффициентами в произвольном R -модуле G .

$$\dots \rightarrow H_n[\dot{E}; G] \xrightarrow{p_*} H_n[X; G] \xrightarrow{\psi} \dots$$

$$\text{где } \psi = \Phi_* \cdot p_*^{-1}, \quad \rho = \partial \Phi^{-1} \rightarrow H_{n-q-1}[X; G] \xrightarrow{\rho} H_{n-1}[\dot{E}; G] \rightarrow \dots$$

Доказательство. Для любого модуля коэффициентов G имеет место коммутативная диаграмма:

$$\begin{array}{ccccc} \dots \rightarrow H_n[\dot{E}; G] & \xrightarrow{p_*} & H_n[E; G] & \xrightarrow{\psi} & H_n[E; \dot{E}; G] \xrightarrow{\partial} H_{n-1}[\dot{E}; G] \rightarrow \dots \\ & & \downarrow p_* & \approx & \downarrow \Phi \\ & & H_n[X; G] & & H_{n-q-1}[X; G] \end{array}$$

По теореме 1 верхняя строка этой диаграммы точна. По теореме 2 отображение Φ есть изоморфизм, изоморфизмом является также и p_* . Точную последовательность теоремы можно получить, если положить $\psi = \Phi_* \cdot p_*^{-1}$ и $\rho = \partial \Phi^{-1}$.

Эта последовательность называется гомологической последовательностью Тома—Гизина расслоения на сферы над обратным спектром топологических пространств.

Литература

1. Спеньер Э. Алгебраическая топология. Мир. М., 1971.
2. Стинрод Н., Эйленберг С. Основания алгебраической топологии. Физматгиз 1858.
3. Буняттов М. Р. ДАН СССР, т. 224, № 1, 1975.
4. Буняттов М. Р. Уч. зап., АГУ им. С. М. Кирова, серия физ.-матем. наук, № 1, 1975.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 31. V 1978

С. Э. Бајрамов

ТОПОЛОЖИ ФЭЗАЛАРЫН ТЭРС СПЕКТРИ ҮЧҮН ТОМ-КИЗИН ГОМОЛОЖИ АРДЫЧЫЛЛЫГЫ

Мэгалэдэ топологи фэзаларын тэрс спектри үчүн Том-Кизин гомоложи ардычыллыгы гурулмушдур. Бунун үчүн эвэлчэ топологи фэзаларын тэрс спектрлэри категоријасында перилмиш тэбэгэлэмэлэр үчүн лајын когомоложи кенишлэмэ алајышы тэдгиг олунур вэ истигамэтлэндирилмиш тэбэгэлэмэлэр үчүн Том изоморфизми гурулур.

THOM-GYSIN'S HOMOLOGICAL SEQUENCE OVER INVERSE
SPECTRUM OF TOPOLOGICAL SPACES

In this article constructed Thom-Gysin's homological sequence for oriented fibres on spheres over inverse spectrum of topological spaces.

М. Б. РАГИМОВ

О СПЕКТРАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТОБРАЖЕНИЙ
ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В АЛГЕБРУ
ЭНДОМОРФИЗМОВ БАНАХОВА ПРОСТРАНСТВА

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

1. В настоящей работе дается определение спектра и изучаются спектральные свойства непрерывных отображений в сильной операторной топологии вида $A: \mathcal{Q} \rightarrow \text{End } X$, где

$$[A(t), A(s)] = 0, \forall t, s \in \mathcal{Q}.$$

Обозначим пространства таких отображений через $L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$, где \mathcal{Q} — топологическое пространство и заметим только, что спектральная теория таких отображений необходима для систематического развития теории дифференциальных уравнений с „многомерным временем“.

Наибольший интерес для нас представляет случай (мы это выделяем в дальнейшем) когда \mathcal{Q} — банахово пространство, либо некоторая топологическая полугруппа.

2. Общие спектральные свойства. Очень важным для построения общей спектральной теории является определение и свойства спектра Тейлора конечного набора коммутирующих между собой линейных операторов в банаховом пространстве. Далее мы выписываем основные используемые нами положения спектральной теории Тейлора [1,2]. Так как исторически одновременно с определением Тейлора развивалась спектральная теория линейных отображений [3, 4] (\mathcal{Q} — банахово пространство [1], в [2], [4] рассматривалось только конечномерное пространство), то мы уделяем большое место сравнению определения спектра отображений из $L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$, использующего спектр Тейлора и определения из [1,2].

Пусть $T = (T_1, \dots, T_n)$ — конечный набор линейных операторов из алгебры $\text{End } X$.

Пусть $\Lambda^p(\sigma, X)$ — пространство внешних форм с конечным базисом $\sigma = (s_1, \dots, s_n)$ и с коэффициентами в X .

По определению считается $\Lambda^0(\sigma, X) = \Lambda^n(\sigma, X) = X$.

Рассмотрим последовательность:

$$0 \rightarrow \Lambda^0(\sigma, X) \xrightarrow{\alpha_0 - z} \Lambda^1(\sigma, X) \xrightarrow{\alpha_1 - z} \dots \xrightarrow{\alpha_{n-1} - z} \Lambda^n(\sigma, X) \rightarrow 0, \quad (1)$$

где операторы $\alpha_i - z: \Lambda^i(\sigma, X) \rightarrow \Lambda^{i+1}(\sigma, X)$ определяется формулой

$$(\alpha_i - z)\varphi = \sum_{l=1}^n (T_l - z_l) S_l \wedge \varphi,$$

где $\varphi \in \Lambda^i(\sigma, X)$ и $z \in \mathbb{C}^n$.

Определение 1. Вектор $z \in C^n$ отнесем к резольвентному множеству $\rho(T)$ набора T , если последовательность точна, т. е. группы когомологий

$$H^p(\alpha - z, X) = \text{Ker}(\sigma_p - z) / \text{Im}(\alpha_{p-1} - z) = \{0\}.$$

Множество $\sigma(T) = C^n / \rho(T)$ называется спектром Тейлора коммутирующего набора $T = (T_1, \dots, T_n)$.

Перечислим без доказательства основные свойства спектра Тейлора.

- 1) $\sigma(T)$ — непустое компактное подмножество из C .
- 2) Если $T = (T_1, T_2, \dots, T_n, T_{n+1}) = T \cup (T_{n+1})$, то $\sigma(T) = \pi(\sigma(T'))$, где $\pi: C^{n+1} \rightarrow C^n$ проекция на первые n -координат.
- 3) Если $F(\sigma(T))$ — алгебра аналитических функций в окрестности $\sigma(T)$, то существует гомоморфизм

$$D(f) = f(T) : F(\sigma(T)) \rightarrow \text{End } X,$$

такой, что $1 \rightarrow f$ и $z_i \rightarrow T_i$ для любых $i = 1, 2, \dots, n$ и, более того, $\sigma(f(T)) = f(\sigma(T))$. Если же $\sigma(T)$ является объединением двух непересекающихся спектральных частей σ_1 и σ_2 , то существуют проекторы $P_i \in \text{End } X$, коммутирующие с T_i ($i = 1, 2, \dots, n$), такие, что $\sigma(TP_i) = \sigma_i$, где $TP_i = (T_1P_i, \dots, T_nP_i)$.

3. Обозначим через $D(\mathcal{Q})$ — пространство всех функционалов на \mathcal{Q} . Итак, пусть $A \in L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$.

Определение 2. Спектром $\sigma(A)$ отображения A назовем совокупность функционалов $\lambda \in D(\mathcal{Q})$ таких, что для любого конечного набора точек $(t_1, \dots, t_n) \in \mathcal{Q}$ точка $(\lambda(t_1), \dots, \lambda(t_n)) \in C^n$ принадлежит спектру Тейлора набору $A(t) = (A(t_1), \dots, A(t_n))$. Понятно, что множество $\sigma(A)$ совпадает с дополнением множества $\rho(A)$ (которое будем называть резольвентным множеством отображения A), состоящим из тех функционалов $\lambda \in D(\mathcal{Q})$, для которых существует набор $(t_1, \dots, t_n) \in \mathcal{Q}$, что вектор $z_0 = (\lambda(t_1), \dots, \lambda(t_n)) \in C^n$ принадлежит резольвентному множеству набора $A(t) = (A(t_1), \dots, A(t_n))$.

Вначале решим вопрос о непустоте спектра отображений из $L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$.

Теорема 1. Спектр $\sigma(A)$ ненулевого отображения $A \in L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$ непуст и для любого $t \in \mathcal{Q}$ спектр $\sigma(A(t))$ оператора $A(t)$ совпадает с множеством

$$\{\lambda(t)\}_{\lambda \in \sigma(A)}.$$

Прежде чем переходить к иным результатам этой статьи, полезно провести другое определение спектра отображений из $L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$. Для этого в каждом отображении $A \in L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$ обозначим через G наименьшую подалгебру из алгебры $\text{End } X$, содержащую все операторы $A(t) \forall t \in \mathcal{Q}$. Поскольку эти операторы коммутируют между собой, то G — коммутативная банахова алгебра.

Через $H\{A\}$ обозначим пространство максимальных идеалов этой алгебры.

Определение 3. Пусть $A \in L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$. Через $\sigma_1(A)$ обозначим множество функционалов $\lambda \in D(\lambda)$ вида: $\lambda(t) = A(t)(M)$, где M — некоторый максимальный идеал алгебры G .

Лемма 1. $\sigma(A) \subset \sigma_1(A)$, для любого отображения $A \in L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$.

Следствие. Если A непрерывное в операторной топологии отображение из $L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$, то его спектр $\sigma(A)$ состоит из непрерывных функционалов.

Практическим следствием этой же леммы является следующая теорема, результат которой мы будем часто использовать в дальнейшем.

Теорема 2. Если $A \in L(\mathcal{Q}, \text{End } X)$, то каждый функционал $\lambda \in \sigma(A)$ удовлетворяет одному из следующих условий: 1) λ — линейный функционал на \mathcal{Q} , который ограничен в случае, если A непрерывно в операторной топологии и A — линейный оператор;

$$2) \lambda(t_1 + t_2) = \lambda(t_1)\lambda(t_2) \forall t_1, t_2 \in \mathcal{Q},$$

в зависимости от того, какое условие 1) или 2) соответственно выполнено для отображения A .

Теорема 3. Множество $\sigma(A)$ — компактное множество, если \mathcal{Q} — банахово пространство.

Доказательство. Его мы проведем на языке последовательностей (аналогично оно проводится и на языке направленностей). Из непрерывности A следует (см. теорему 2), что $\sigma(A)$ состоит из ограниченных линейных функционалов, которые в совокупности ограничены нормой линейного оператора A . Действительно, это следует из включения $\sigma(A) \subset \sigma_1(A)$ и неравенства

$$|A(t)(M)| \leq \|A(t)\|$$

известного из теории коммутативных банаховых алгебр. Следовательно, $\sigma(A)$ — ограниченное подмножество из \mathcal{Q}^* . Поэтому в силу теоремы Банаха — Алаоглу достаточно доказать, что $\sigma(A)$ замкнуто в слабой топологии. Пусть $\{\lambda_n\} \subset \sigma(A)$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} \lambda_n(t) = \lambda(t) \forall t \in \mathcal{Q}$, где $\lambda \in \mathcal{Q}^*$. Нам следует доказать, что $\lambda \in \sigma(A)$ (тот факт, что, $\lambda \in \mathcal{Q}^*$ следует из той же теоремы Банаха — Алаоглу).

Согласно определению множества $\sigma(A)$ для любого конечного набора точек (t_1, \dots, t_m) из \mathcal{Q} и последовательности векторов $\{z_n\} = \{\lambda_n(t_1), \dots, \lambda_n(t_m)\}$ принадлежит совместному спектру Тейлора набора операторов $(A(t_1), \dots, A(t_m))$. Однако совместный спектр Тейлора замкнут и поэтому вектор $z_0 = (\lambda(t_1), \dots, \lambda(t_m)) = \lim_{n \rightarrow \infty} z_n$ принадлежит спектру Тейлора набора $(A(t_1), \dots, A(t_m))$. Следовательно, по определению множество $\sigma(A)$ $\lambda \in \sigma(A)$. Теорема доказана.

Литература

1. Taylor J. L. A joint spectrum for several commuting operators. J. Funct. An. — 6, 1970, 172—191.
2. Taylor J. L. The analytic-functional calculus for several commuting operators. Acta. Math., 125, 1—2, 1970, 1—38.
3. Баскаков А. Г., Перов А. И., Рагимов М. Б. Спектральная теория пермутабельных ультрапрерывных операторов. Труды ВГУ, 1970, 1—7.
4. Рагимов И. Б. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, № 3, 1970, 72, 9—12.
5. Данфорд Н., Шварц Дж. Т. Линейные операторы, т. 1. М., 1962.
6. Хилле Е. и Филлипс Р. Функциональный анализ и полугруппы. ИЛ, 1962.
7. Бурбаки Н. Спектральная теория. Мир, 1972.

ТОПОЛОЖИ ФЭЗАДАН БАНАХ ФЭЗАСЫНЫН ЕНДОМОРФИЗМ
ЧЭБРИНЭ ТЭСИР ЕДЭН ОПЕРАТОРЛАРЫН СПЕКТРАЛ НЭЗЭРИЛЖЭСИ
БАГГЫНДА

Мәгаләдә јени спектрал нәзәријә гурулмуш вә һәмни нәзәријәјә әсәсләнип
әсәс спектрал теоремләр исбат едилмишдир.
Бу мәгалә мүәллифин әввәлки ишләринини давамдыр.

M. B. Ragimov

ON THE SPECTRAL THEORY FOR THE FUNCTIONS OF TOPOLOGICAL
SPACES IN THE ALGEBRA OF ENDOMORPHISMS OF BANACH SPACE

In this paper we define spectral theory for maps of topological spaces in the
algebra of endomorphisms of Banach Space and proved some spectral theories.

М. Д. МАХМУДОВ

АСИМПТОТИКА ПО МАЛОМУ ПАРАМЕТРУ РЕШЕНИЯ
КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ
2m-го ПОРЯДКА В ТОНКО БЕСКОНЕЧНОМ СЛОЕ

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

Пусть $\Omega = \{-\infty < x_1 < +\infty, i = \overline{1, n-1}, 0 \leq x_n \leq h\}$ — бесконеч-
ный слой толщины h в n -мерном пространстве.

В Ω ищется убывающее со всеми производными до $m-1$ -го по-
рядка включительно относительно переменных x_1, x_2, \dots, x_{n-1} на
бесконечности решение следующей задачи

$$Lu \equiv \frac{\partial^{2m} u}{\partial x_n^{2m}} + L_0 u = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^m u}{\partial x_n^m} \Big|_{x_n=0} = 0, \quad \frac{\partial^m u}{\partial x_n^m} \Big|_{x_n=h} = P(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}), \quad (2)$$

$$\frac{\partial^\kappa u}{\partial x_n^\kappa} \Big|_{x_n=0} = 0, \quad \frac{\partial^\kappa u}{\partial x_n^\kappa} \Big|_{x_n=h} = 0, \quad \kappa = \overline{1, 2m-1} \quad (3)$$

где

$$L_0 = \sum_{|\alpha| < 2m} a_\alpha D^\alpha,$$

причем

$$\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_{n-1}), \quad |\alpha| = \alpha_1 + \dots + \alpha_{n-1}, \quad D^\alpha = D_1^{\alpha_1} D_2^{\alpha_2} \dots D_{n-1}^{\alpha_{n-1}},$$

$$D_j = -i \frac{\partial}{\partial x_j}, \quad j = \overline{1, n-1}$$

a_α — суть постоянные такие, что оператор L_0 , определяемый эллиптиче-
ским дифференциальным выражением L_0 во всем пространстве R^{n-1}
является положительно определенным в $L_2(R^{n-1})$, $P(x_1, \dots, x_{n-1})$ —
заданная гладкая функция, принадлежащая пространству S (см. [3]).

Цель этой работы заключается в построении асимптотики по
малому параметру h решения задачи (1)–(2)–(3).

Введем новые переменные

$$x_n = th, \quad x_i = x_i, \quad i = \overline{1, n-1}$$

В новых координатах задача (1)–(2)–(3) запишется так

$$L_1 u \equiv \frac{1}{h^{2m}} \frac{\partial^{2m} u}{\partial t^{2m}} + L_0 u = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial^m u}{\partial t^m} \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{1}{h^m} \frac{\partial^m u}{\partial t^m} \Big|_{t=1} = p, \quad (5)$$

$$\frac{\partial^k u}{\partial t^k} \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial^k u}{\partial t^k} \Big|_{t=1} = 0, \quad \kappa = \overline{m+1, 2m-1} \quad (6)$$

Расщеплению (4) оператора L_1 соответствует итерационный процесс, если приближенное решение уравнения (4) искать в виде

$$u = \frac{u_{-m}}{h^m} + \dots + \frac{u_{-1}}{h} + u_0 + hu_1 + \dots \quad (7)$$

Подставив выражение для u из (7) в (4)–(5)–(6) и сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях по h , получим

$$\frac{\partial^{2m} u_{-m+j}}{\partial t^{2m}} = 0, \quad (8)$$

$$\frac{\partial^k u_{-m+j}}{\partial t^k} \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial^k u_{-m+j}}{\partial t^k} \Big|_{t=1} = 0, \quad j = \overline{0, 2m-1}, \quad \kappa = \overline{m, 2m-1} \quad (9)$$

$$\frac{\partial^{2m} u_m}{\partial t^{2m}} = -L_0 u_{-m}, \quad (10)$$

$$\frac{\partial^m u_m}{\partial t^m} \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial^m u_m}{\partial t^m} \Big|_{t=1} = p, \quad (11)$$

$$\frac{\partial^k u_m}{\partial t^k} \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial^k u_m}{\partial t^k} \Big|_{t=1} = 0, \quad \kappa = \overline{m+1, 2m-1} \quad (12)$$

и наконец,

$$\frac{\partial^{2m} u_{m+r}}{\partial t^{2m}} = -L_0 u_{-m+r}, \quad (13)$$

$$\frac{\partial^k u_{m+r}}{\partial t^k} \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial^k u_{m+r}}{\partial t^k} \Big|_{t=1} = 0, \quad r = \overline{1, 2, \dots}, \quad \kappa = \overline{m, 2m-1} \quad (14)$$

Таким образом, функции u_k , выходящие в разложение (7), являются решениями задачи (8)–(9) для $\kappa = \overline{-m, m-1}$, задачи (10)–(12) для $\kappa = m$ и задачи (13)–(14) для $\kappa \geq m+1$.

Можно показать, что решение задачи (8)–(9) имеет следующий вид

$$u_{-m+j} = \sum_{i=0}^{m-1} t^i u_{-m+j,i}, \quad j = \overline{0, 2m-1}, \quad (15)$$

где $u_{-m+j,i}$ пока произвольные неизвестные функции от переменных x_1, x_2, \dots, x_{n-1} .

Прежде чем переходить к решению следующих задач, запишем сопряженную однородную задачу, соответствующую задаче (10)–(11)–(12). Очевидно, она имеет следующий вид

$$\frac{\partial^{2m} z}{\partial t^{2m}} = 0,$$

$$\frac{\partial^k z}{\partial t^k} \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial^k z}{\partial t^k} \Big|_{t=1} = 0, \quad \kappa = \overline{m, 2m-1}, \quad (17)$$

т. е. совпадает с задачей (8)–(9). Поэтому любое ее решение имеет вид

$$z = \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i t^i,$$

где $\alpha_i, i = \overline{0, m-1}$ — произвольные константы. Это означает, что задача (10)–(11)–(12) не всегда разрешима. Для того, чтобы она имела решение необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие разрешимости:

$$\int_0^1 \frac{\partial^{2m} u_m}{\partial t^{2m}} z dt = (-1)^m \frac{\partial^m u_m}{\partial t^m} \frac{\partial^{m-1} z}{\partial t^{m-1}} \Big|_{t=0}^{t=1} \quad (18)$$

Из (10), (11), (12), (15) и (18) имеем

$$\int_0^1 \left\{ \sum_{i=0}^{m-1} t^i L_0 u_{-m,i} \sum_{\kappa=0}^{m-1} \alpha_\kappa t^\kappa \right\} dt = (-1)^{m+1} c_{m-1} p \quad (19)$$

Отсюда, раскрыв интегралы и сравнивая коэффициенты при одинаковых α_i , получим систему, определитель которой отличен от нуля, и поэтому равносильной системе,

$$\begin{aligned} L_0 u_{-m,0} &= C_0^{(0)} p, \\ L_0 u_{-m,1} &= C_1^{(0)} p, \\ &\dots \dots \dots \\ L_0 u_{-m,m-1} &= C_{m-1}^{(0)} p. \end{aligned} \quad (20)$$

Здесь все $C_i^{(0)}, i = \overline{0, m-1}$ — суть известные числа.

Таким образом, функции $u_{-m,j}$, участвующие в представлении функции u_{-m} в (15), должны удовлетворять уравнениям (20), с пропорциональными правыми частями, каждое из которых есть эллиптическое уравнение $2m$ -го порядка в $n-1$ -мерном пространстве

$$\frac{\partial^{2m} u_m}{\partial t^{2m}} = p \sum_{i=0}^{m-1} C_i^{(0)} t^i. \quad (21)$$

Решение этого уравнения при граничных условиях (11)–(12) будет

$$u_{-m} = W \sum_{i=0}^{m-1} C_i^{(0)} t^i. \quad (22)$$

Согласно [3], каждое из уравнений (20) имеет единственное решение из S , поскольку $p(x) \in S$. Пусть $W(x) \in S$ есть решение уравнения $L_0 W = p$. Тогда из (20) имеем, что

$$u_{-m,i} = C_i^{(0)} W, \quad i = \overline{0, m-1}$$

Учитывая (20), уравнение (10) перепишем в виде

$$u_m = \sum_{i=0}^{m-1} t^i W_{m,i} - p \sum_{i=2m}^{3m-1} \frac{(i-2m)!}{i!} t^i C_{i-2m}^{(0)}, \quad (23)$$

где $u_{m,i}, i = \overline{0, m-1}$ пока произвольные функции от x_1, x_2, \dots, x_{n-1} .

Рассмотрим теперь задачи (13)–(14) для $r = \overline{1, 2m-1}$. Подставляя ранее найденное выражение для u_{-m+1} из (15) в правую часть полученного уравнения, находим относительно u_{m+r} , что условие раз-

решимости этой задачи для u_{m+r} примет вид:

$$\int_0^1 \left\{ \sum_{l=0}^{m-1} t^l L_0 u_{-m+r+l} - \sum_{k=0}^{m-1} a_k t^k \right\} dt = 0.$$

Раскрыв интегралы и сравнивая при одинаковых коэффициентах a_k , получим системы уравнения, определитель которых отличен от нуля, и имеет единственное нулевое решение, т. е.

$$L_0 u_{-m+r+l} = 0, \quad i = \overline{0, m-1}, \quad r = \overline{1, 2m-1}$$

откуда следует, что

$$L_0 u_{-m+r} = 0, \quad r = \overline{1, 2m-1} \quad (24)$$

Уравнение (24) имеет лишь нулевое решение

$$u_{-m+r} = 0, \quad r = \overline{1, 2m-1}$$

Следовательно, решение задачи (13_r)—(14_r) при $r = \overline{1, 2m-1}$ имеет вид

$$u_{m+r} = \sum_{l=0}^{m-1} t^l u_{m+r+l}, \quad r = \overline{1, 2m-1} \quad (25)$$

Наконец, пусть в (13_r)—(14_r) $r = 2m$. Тогда получим, что

$$u_{3m} = \sum_{l=0}^{m-1} t^l u_{3m+l} + L_0 p \sum_{l=3m-1}^{4m-1} d_l^{(2)} t^l, \quad (26)$$

где d_l —известные константы.

Подытоживая изложенное, отметим, что неизвестные функции u_{-m+j} , которые возникают в первом итерационном процессе, удовлетворяют следующим эллиптическим уравнениям порядка $2m$ по переменным

$$\{L_0^j u_{-m+l, l} = f_{j, l}, \quad j = \overline{0, 1, \dots}, \quad i = \overline{0, m-1} \quad (27)$$

При этом функции $f_{j, l}(x_1, \dots, x_{n-1})$, $i = \overline{0, m-1}$ имеют вполне конкретные выражения:

$$f_{j, l} = \begin{cases} C_i^{(k)} L_0^k p & \text{при } j = 2mk, \quad k = \overline{0, 1, \dots} \\ 0 & \text{при } j \neq 2mk, \quad k = \overline{0, 1, \dots} \end{cases} \quad (28)$$

где константы $C_i^{(k)}$ определяются через известные уже константы $C_i^{(0)}$. Проводя этот процесс, мы получили формулы для выражения неизвестных функций, входящих в разложение:

$$u_{-m} = W(x) \sum_{l=0}^{m-1} C_l^{(0)} t^l, \quad L_0 W = p, \\ u_{-m+2km} = L^{k-1} p \left\{ \sum_{l=0}^{m-1} C_l^{(k)} t^l + \sum_{l=(k+1)m}^{(k+2)m-1} d_l t^l \right\} \quad (29) \\ u_j = 0 \text{ при } j \neq (2k-1)m, \quad k = \overline{0, 1, \dots}$$

Таким образом определили все члены разложения (7).

Асимптотическое представление решения задачи (1)—(3) имеет вид

$$u = \frac{u_{-m}}{h^m} + u_m h^m + u_{3m} h^{3m} + \dots + h^{(2k-1)(m+1)} z,$$

где $h^{(2k-1)(m+1)} z$ —остаточный член.

Функция z в области Ω является стремящейся к нулю со всеми производными до $m-1$ -го порядка включительно относительно переменных x_1, x_2, \dots, x_{n-1} на бесконечности решением следующей задачи

$$Lz = \frac{1}{h^{2m}} \frac{\partial^{2m} z}{\partial t^{2m}} + \sum_{|a| < 2m} a_a D^a z = g, \quad (30)$$

$$\left. \frac{\partial^k z}{\partial t^k} \right|_{t=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial^k z}{\partial t^k} \right|_{t=1} = 0, \quad k = \overline{m, 2m-1} \quad (31)$$

Доказали, что для z справедлива равномерная по h оценка

$$\|z\|_{L_1(\Omega)} \leq C \|g\|_{L_1(\Omega)}$$

Имеет место следующая

Теорема. Если функция $p(x_1, \dots, x_{n-1}) \in S$, то для решения задачи (1)—(2)—(3) справедливо асимптотическое представление

$$u = \frac{u_{-m}}{h^m} + u_m h^m + u_{3m} h^{3m} + \dots + h^{2m+N} u_{2m+N} + h^{N+1} z,$$

где функции u_i определяются итерационным процессом, а $h^{N+1} z$ —остаточный член, причем z ограничена в метрике пространства $L_2(\Omega)$.

Литература

1. Вишик М. И., Люстерник Л. А. УМН, 1957, т. 12, вып. 5, 77.
2. Джавадов М. Г. ДАН СССР, 1965, т. 163, № 3.
3. Гельфанд И. М., Шиллов Г. Е. Обобщенные функции, вып. 2. Пространство основных и обобщенных функций. Физматгиз, 1958.

Институт математики
и механики

Поступило 18. IV 1978

М. Ч. Махмудов

НАЗИК СОНСУЗ ЛАЈДА 2-м ТЭРТИБЛИ ЕЛЛИПТИК ТЭНЛИК ҮЧҮН ГОЈУЛМУШ СЭРҲЭД МЭСЭЛЭСИНИИ КИЧИК ПАРАМЕТРЭ КӨРЭ НЭЛЛИНИИ АСИМПТОТИК АЈРЫЛЫШЫ

Мэгалэдэ x_1, x_2, \dots, x_n дэјишэнлэринэ нэзэрэн $m = 1$ тэртибэ гэдэр бүтүн төрэмэлэри нлэ бирликдэ $\Omega = \{-\infty < x_1 < +\infty, i = \overline{1, n-1}, 0 < x_n < h\}$ сонсуз назик лајда 2-м тэртибли еллиптик тэнлик үчүн гојулмуш сэрһэд мэсэлэсини кичик параметрэ көрэ нэллинни асимптотикасы гурулмушдур.

AN ASYMPTOTICS ON SMALL PARAMETER OF THE SOLUTION OF BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR ELLIPTICAL EQUATIONS OF 2m-ORDER IN A THIN INFINITE LAYER

There is given an asymptotics on small h decreasing in infinitely together with all its derivatives including $m-1$ order, relatively to variables x_1, x_2, \dots, x_{n-1} of the solution of the problem

$$Lu = \frac{\partial^{2m} u}{\partial x_n^{2m}} + L_0 u = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^m u}{\partial x_n^m} \left\{ \begin{array}{l} 0, \quad x_n = 0, \\ p, \quad x_n = h, \end{array} \right. \frac{\partial^k u}{\partial x_n^k} \Big|_{x_n=0, x_n=h} = 0, \quad k = \overline{m+1, 2m-1} \quad (2)$$

In infinite layer $\Omega = \{-\infty < x_1 < +\infty, l = \overline{1, n-1}, 0 < x_n < h\}$ Here

$$a = (a_1, \dots, a_{n-1}), \quad L_0 = \sum_{|\alpha| < 2m} a_\alpha D^\alpha$$

But a_α —are constant coefficients, such that L_0 —is a correct elliptic differential expression, $p(x_1, x_2, \dots, x_{n-1})$ —is a given smooth function belonging to the space S_x .

An asymptotic expansion of the solution is in the form of

$$u = \frac{u_{-m}}{h^m} + \frac{u_{-m+1}}{h^{m-1}} + \dots + \frac{u_{-1}}{h} + u_0 + \dots + h^N u_N + h^{N+1} R_{N,h}$$

where $R_{N,h}$ —is bounded in the metrics of $L_2(\Omega)$.

УДК 539.3

МЕХАНИКА

Чл.-корр. АН Азерб. ССР Ю. А. АМЕНЗАДЕ

УПРУГОЕ РАВНОВЕСИЕ СЛОЯ, СПЯЯННОГО С ПОЛУПЛОСКОСТЬЮ

1. Пусть слой постоянной толщины h с упругими постоянными μ_0, μ_1 спаян с полуплоскостью с упругими постоянными μ_1, μ_1 . Обозначим область, занятую слоем, через S_0 , а область, занятую полуплоскостью— S_1 . Направим ось x_1 вдоль границы раздела L , а ось x_2 вглубь слоя. На границе $L(x_2 = -h)$ задана суммируемая нагрузка $T_{22} + iT_{12}$.

Две пары аналитических функций соответственно в слое S_0 и в полуплоскости S_1 , определяющих напряженно-деформированное состояние в области $S = S_0 + S_1$, находятся из условий [2]

$$\Phi_0(t) + \overline{\Phi_0(t)} + t \overline{\Phi_0'(t)} + \overline{\Psi_0(t)} = \Phi_1(t) + \overline{\Phi_1(t)} + t \overline{\Phi_1'(t)} + \overline{\Psi_1(t)} \text{ на } L_0 \quad (1,1)$$

$$\frac{1}{2\mu_0} [x_0 \varphi_0(t) - t \overline{\varphi_0(t)} - \overline{\psi_0(t)}] + \frac{1}{2\mu_1} [-x_1 \varphi_1(t) + t \overline{\varphi_1(t)} + \overline{\psi_1(t)}] \text{ на } L \quad (1,2)$$

$$\Phi_0(t+ih) + \overline{\Phi_0(t+ih)} + (t+ih) \overline{\Phi_0'(t+ih)} + \overline{\Psi_0(t+ih)} = T_{22}(t+ih) + iT_{21}(t+ih) \text{ на } L_0 \quad (1,3)$$

Здесь $\varphi_j(z) = \Phi_j(z), \quad \psi_j(z) = \Psi_j(z)$ и

$$\Phi_j(z) = O\left(\frac{1}{z}\right), \quad \Psi_j(z) = O\left(\frac{1}{z}\right), \quad j = 0,1$$

$x_0 = \begin{cases} 3-4\nu_j & \text{для плоскопараллельной деформации} \\ (3-4\nu_j)/(1+\nu_j) & \text{для обобщенного [плоскопараллельного напряженного состояния} (\nu_j \text{—коэффициент Пуассона).} \end{cases}$
Учитывая введенную на L неизвестную функцию

$$2\omega(t) = \Phi_0(t) - \overline{\Phi_0(t)} - t \overline{\Phi_0'(t)} - \overline{\Psi_0(t)} - \Phi_1(t) + \overline{\Phi_1(t)} + t \overline{\Phi_1'(t)} + \overline{\Psi_1(t)}$$

и условие (1,1), будем иметь [1,3]

$$\Phi^*(z) = \begin{cases} \Phi_0(z) - I_1'(z) & (z \in S_0) \\ \Phi_1(z) - I_1'(z) & (z \in S_1) \end{cases} \quad (1,4) \quad (1,5)$$

$$\Psi^*(z) = \begin{cases} \Psi_0(z) + I_2'(z) & (z \in S_0) \\ \Psi_1(z) + I_2'(z) & (z \in S_1), \end{cases} \quad (1,6) \quad (1,7)$$

где $\Phi^*(z)$, $\Psi^*(z)$ — кусочно-регулярные функции в области $S=S_0+S_1$

$$I_1(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\omega(t)}{t-z} dt; \quad I_2(z) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\overline{\omega(t)} + t\omega'(t)}{t-z} dt \quad (1,8)$$

2. Разложим функцию $\omega(t)$ на окружности γ единичного радиуса, аффикс любой точки которой выражается при помощи аффикса соответствующей точки L_0 формулой $\sigma = (t-i)/(t+i)$, в ряд Фурье

$$\omega(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \alpha_k \sigma^k = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \alpha_k \left(\frac{t-i}{t+i} \right)^k \quad (2,1)$$

Учитывая ряд (2,1) в формулах (1,8), будем иметь

$$I_1(z) = \begin{cases} 2i \sum_{k=0}^{\infty} \kappa \alpha_k \frac{(z-i)^{k-1}}{(z+i)^{k+1}} & (z \in S_0) \\ 2i \sum_{k=0}^{\infty} \kappa \alpha_{-k} \frac{(z+i)^{k-1}}{(z-i)^{k+1}} & (z \in S_1) \end{cases} \quad (2,2)$$

$$I_2(z) = \begin{cases} 2i \sum_{k=1}^{\infty} \kappa (\alpha_k + \bar{\alpha}_{-k}) \frac{(z-i)^{k-1}}{(z+i)^{k+1}} + 4i \sum_{k=1}^{\infty} \kappa \alpha_k \times \\ \times \left[i(\kappa-1) \frac{z-(z-i)^{k-2}}{(z+i)^{k+2}} - \frac{z(z-i)^{k-1}}{(z+i)^{k+2}} \right] & (z \in S_0) \\ 2i \sum_{k=1}^{\infty} \kappa (\bar{\alpha}_k + \alpha_{-k}) \frac{(z+i)^{k-1}}{(z-i)^{k+2}} - 4i \sum_{k=1}^{\infty} \kappa \alpha_{-k} \times \\ \times \left[i(\kappa-1) \frac{z(z+i)^{k-2}}{(z-i)^{k+2}} + \frac{z(z+i)^{k-1}}{(z-i)^{k+2}} \right] & (z \in S_1) \end{cases} \quad (2,3)$$

Подставив (1,4) и (1,6) в условие (1,3), получим

$$\Phi^*(t_1) + \overline{\Phi^*(t_1)} + t_1 \overline{\Phi^*(t_1)} + \overline{\Psi^*(t_1)} = F(t_1), \quad (2,4)$$

где $t_1 = t + ih$ и

$$F(t_1) = T_{22} + iT_{12}(t_1) - \overline{I_1(t_1)} - \overline{I_1(t_1)} - t_1 \overline{I_1(t_1)} + \overline{I_2(t_1)} \quad (2,5)$$

Из (2,4) при помощи операции $\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty+ih}^{+\infty+ih} \frac{dt_1}{t_1-z}$ найдем

$$\Phi^*(z) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty+ih}^{+\infty+ih} \frac{F(t_1)}{t_1-z} dt_1; \quad \Psi^*(z) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty+ih}^{+\infty+ih} \frac{\overline{F(t_1)}}{t_1-z} dt_1 - \Phi^*(z) - (z-2ih)\overline{\Phi^*(z)} \quad (2,6)$$

Учитывая в (2,5) формулы (2,2) и (2,3), после ряда вычислений получим

$$\Phi^*(z) = -J_0(z) - 2i \sum_{k=0}^{\infty} \kappa \left\{ \alpha_{-k} \frac{(z-2ih+i)^{k-1}}{(z-2ih-i)^{k+1}} + 4h\bar{\alpha}_k \left[i \frac{(z-2ih+i)^{k-1}}{(z-2ih-i)^{k+2}} - (\kappa-1) \frac{(z-2ih+i)^{k-2}}{(z-2ih-i)^{k+2}} \right] \right\} \quad (2,7)$$

$$\Psi^*(z) = -J(z) + 2i \sum_{k=0}^{\infty} \kappa \sigma_k \frac{(z-2ih+i)^{k-1}}{(z-2ih-i)^{k+1}} - \Phi^*(z) - (z-2ih)\overline{\Phi^*(z)}, \quad (2,8)$$

где

$$J_0(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty+ih}^{+\infty+ih} \frac{T_{22}(t_1) + iT_{12}(t_1)}{t_1-z} dt_1$$

$$J(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty+ih}^{+\infty+ih} \frac{T_{22}(t_1) - iT_{12}(t_1)}{t_1-z} dt_1$$

3. Подставив в условие (1,2), предварительно продифференцировав его, формулы (1,4)–(1,7) и (2,2), (2,3), получим

$$\begin{aligned} & (\lambda x_0 - x_1) \Phi^*(t) + 2ih(\lambda-1)\overline{\Phi^*(t)} + (\lambda \pm 1)2i \times \\ & \times \sum_{k=0}^{\infty} \kappa \alpha_k \frac{(t+2ih-i)^{k-1}}{(t+2ih+i)^{k+1}} + \lambda \left[x_0 \overline{I_1^+(t)} - \overline{I_1^+(t)} - t \overline{I_1^+(t)} + \right. \\ & \left. + \overline{J(t)} + \overline{I_2^+(t)} \right] - \left[x_1 \overline{I_1^-(t)} - \overline{I_1^-(t)} - t \overline{I_1^-(t)} + \right. \\ & \left. + \overline{J(t)} + \overline{I_2^-(t)} \right] = 0, \quad (\lambda = \mu_1 \mu_0^{-1}) \end{aligned} \quad (3,1)$$

В (3,1) примем некоторые однотипные разложения, одно из которых приводим

$$\frac{i}{2} \sum_{k=0}^{\infty} \kappa \alpha_{-k} \frac{(t-2ih+i)^{k-1}}{(t-2ih-i)^{k+1}} = \frac{i}{2} \sum_{k=0}^{\infty} \kappa \sigma_{-k} h^{-2} \left(\frac{h}{1+h} \right)^{k+1} (\sigma^{-1}-1)^2 \times \sum_{n=0}^{\infty} A_n(\kappa) \sigma^{-n},$$

где

$$A_n(\kappa) = \sum_{\nu=0}^{E(n,\kappa-1)} a^\nu b^{n-\nu} C_{\kappa-1}^\nu C_{\kappa-1}^{n-\nu}, \quad \left(a = \frac{1-h}{h}, \quad b = \frac{-h}{1+h} \right)$$

$$E(n, \kappa-1) = \begin{cases} n, & n \leq \kappa-1 \\ \kappa-1, & n \geq \kappa-1 \end{cases}$$

В неприведенных разложениях имеем

$$A_n^*(\kappa) = \sum_{\nu=0}^{E(n,\kappa-1)} a^\nu b^{n-\nu} C_{\kappa-1}^\nu C_{\kappa-2}^{n-\nu},$$

$$A_n^{**}(\kappa) = \sum_{\nu=0}^{E(n,\kappa-2)} a^\nu b^{n-\nu} C_{\kappa-2}^\nu C_{\kappa-2}^{n-\nu},$$

$$\bar{A}_n(\kappa) = \sum_{\nu=0}^{E(n,\kappa-2)} a^\nu b^{n-\nu} C_{\kappa-2}^\nu C_{\kappa-3}^{n-\nu},$$

$$\bar{\bar{A}}_n(\kappa) = \sum_{\nu=0}^{E(n,\kappa-1)} a^\nu b^{n-\nu} C_{\kappa-1}^\nu C_{\kappa-3}^{n-\nu},$$

$$\hat{A}_n(\kappa) = \sum_{\nu=0}^{E(n,\kappa-3)} a^\nu b^{n-\nu} C_{\kappa-3}^\nu C_{\kappa-3}^{n-\nu}.$$

Умножив обе части полученного из (3,1) указанным способом соотношения на ядро $(2\pi i)^{-1} \sigma^m d\sigma$, ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) и проинтегрировав по окружности γ , после ряда преобразований приходим к бесконечной системе линейных уравнений вида:

$$\sum_{k=0}^{\infty} [a_{2,k}(m) \bar{a}_k + a_{3,k}(m) a_{-k}] = f_m, \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} [a_{1,k}(m) a_k + a_{2,k}(m) \bar{a}_k + a_{3,k}(m) a_{-k} + a_{4,k}(m) \bar{a}_{-k}] = f_m, \quad (m = -1)$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} [a_{1,k}(m) a_k + a_{4,k}(m) \bar{a}_{-k}] = f_m, \quad (m = -2, -3, \dots)$$

$$f_m = \frac{-1}{2\pi i} \int_{\gamma} \left\{ (z_1 - \lambda z_0) J_0(t) + 2ih(1-\lambda) \overline{J_0(t)} + (\lambda-1) \overline{J(t)} \right\} \sigma^m d\sigma$$

$$a_{1,k}(m) = H_{5,k}(m) + H_{6,k}(m) + H_{7,k}(m) - i \frac{\kappa}{2} (\lambda x_0 + 1) (\epsilon_{k,1} - 2\epsilon_{k,2} + \epsilon_{k,3})$$

$$a_{2,k}(m) = H_{2,k}(m) + H_{3,k}(m),$$

$$a_{3,k}(m) = H_{1,k}(m) + \frac{i\kappa}{2} (\epsilon_{1,k} - 2\epsilon_{2,k} + \epsilon_{3,k}) (\lambda + x_1)$$

$$a_{4,k}(m) = H_{4,k}(m)$$

В свою очередь,

$$H_{1,k}(m) = i \frac{\kappa}{2} (\lambda x_0 - x_1) h^{-2} \left(\frac{h}{1+h} \right)^{k+1} [A_{m-1}(\kappa) - 2A_m(\kappa) + A_{m+1}(\kappa)]$$

$$H_{2,k}(m) = i\kappa (\lambda x_0 - x_1) h^{-2} \left(\frac{h}{1+h} \right)^{k+2} [A_{m-2}^*(\kappa) - 3A_{m-1}^*(\kappa) + 3A_m^*(\kappa) - A_{m+1}^*(\kappa)],$$

$$H_{3,k}(m) = i \frac{\kappa(\kappa-1)}{2} (\lambda x_0 - x_1) h^{-3} \left(\frac{h}{1+h} \right)^{k+2} [A_{m-3}^{**}(\kappa) - 4A_{m-2}^{**}(\kappa) + 6A_{m-1}^{**}(\kappa) - 4A_m^{**}(\kappa) + A_{m+1}^{**}(\kappa)],$$

$$H_{4,k}(m) = i \frac{\kappa}{2} (1-\lambda) h^{-3} \left(\frac{h}{1+h} \right)^{k+2} \{ (\kappa-1) [A_{m-1}^{**}(\kappa) - 4A_{m-2}^{**}(\kappa) + 6A_{m-3}^{**}(\kappa) - 4A_{m-4}^{**}(\kappa) + A_{m-5}^{**}(\kappa)] - 2h [A_{m-1}^*(\kappa) - 3A_{m-2}^*(\kappa) + 3A_{m-3}^*(\kappa) - A_{m-4}^*(\kappa)] \}$$

$$H_{5,k}(m) = i\kappa (\lambda-1) h^{-3} \left(\frac{h}{1+h} \right)^{k+3} \{ (\kappa-1) [\bar{A}_{m-1}(\kappa) - 5\bar{A}_{m-2}(\kappa) + 10\bar{A}_{m-3}(\kappa) - 10\bar{A}_{m-4}(\kappa) + 5\bar{A}_{m-5}(\kappa) - \bar{A}_{m-6}(\kappa)] - 6h [\bar{\bar{A}}_{m-1}(\kappa) - 4\bar{\bar{A}}_{m-2}(\kappa) + 6\bar{\bar{A}}_{m-3}(\kappa) - 4\bar{\bar{A}}_{m-4}(\kappa) + \bar{\bar{A}}_{m-5}(\kappa)] \}$$

$$H_{6,k}(m) = i \frac{\kappa(\kappa-1)}{2} (1-\lambda) h^{-4} \left(\frac{h}{1+h} \right)^{k+3} \{ (\kappa-2) [\hat{A}_{m-1}(\kappa) - 6\hat{A}_{m-2}(\kappa) + 15\hat{A}_{m-3}(\kappa) - 20\hat{A}_{m-4}(\kappa) + 15\hat{A}_{m-5}(\kappa) - 6\hat{A}_{m-6}(\kappa) + \hat{A}_{m-7}(\kappa)] - 4h [\bar{A}_{m-1}(\kappa) - 5\bar{A}_{m-2}(\kappa) + 10\bar{A}_{m-3}(\kappa) - 10\bar{A}_{m-4}(\kappa) + 5\bar{A}_{m-5}(\kappa) - \bar{A}_{m-6}(\kappa)] \}$$

$$H_{7,k}(m) = -i \frac{\kappa}{2} (1+\lambda) \left(\frac{h}{1+h} \right)^{k+1} h^{-2} [A_{m-1}(\kappa) - 2A_{m-2}(\kappa) + A_{m-3}(\kappa)]$$

$$\epsilon_{k,1} = \begin{cases} 1, & \text{при } \kappa = m \\ 0, & \text{при } \kappa \neq m \end{cases} \quad \epsilon_{k,2} = \begin{cases} 1, & \text{при } \kappa = m+1 \\ 0, & \text{при } \kappa \neq m+1 \end{cases}$$

$$\epsilon_{k,3} = \begin{cases} 1, & \text{при } \kappa = m+2 \\ 0, & \text{при } \kappa \neq m+2 \end{cases}$$

В приведенных формулах m принимает такие значения, чтобы нижние индексы коэффициентов $A_n(\kappa)$, $A_n^*(\kappa)$, $A_n^{**}(\kappa)$, $\bar{A}_n(\kappa)$, $\bar{\bar{A}}_n(\kappa)$ были не отрицательные.

Литература

1. Амензаде Ю. А. Плоская задача теории упругости. Изд-во АГУ. Баку, 1975.
2. Мухелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Наука. М., 1966.
3. Шерман Д. И. ДАН СССР, т. 28, вып. 1, 1940.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 13. XII 1978

Ю. Э. Эмензаде

ЯРЫММУСТЭВИЖЭ ГАЈНАГ ЕДИЛМИШ ТЭБЭГЭНИН ЕЛАСТИКИ МУВАЗИНЭТИ

Мэгалэдэ гајнаг хэтти үзэриндэ мүэјјэн гајда илэ кетүрүлмүш көмөкчи мөч-һул функција вэ (1,1) шэрти эсасында тэбэгэ вэ жарымүстэвидэн тэшкил олунмуш һиссэ-һиссэ бирчинс областда ики чүт (1,4)-(1,7) аналитик функцијалары гурулмуш-дур. Бу функцијалар (1,3) шэрти эсасында алынмыш (2,4) мөсөлэсиндэн тапылып.

Нэһажэт (1,2) контакт шэртинэ эсасэн гурулмуш (3,1) тэһлијиндэн көмөкчи функцијанын Фурје эмсалларыны тапмаг үчүн сонсуз хэтти чэбри тэһликлэр системн алыныр.

J. A. Amenzade

THE ELASTIC EQUILIBRIUM OF LAYER WITH THE HEMIPLATE

The paper deals with the construction of two pairs of purely-analytic functions within the purely-analytic homogeneous region consisting of layer and hemiplate. Interminable system of the linear algebraic equations has been obtained to determine the decomposing coefficients of an auxiliary function.

Н. А. ИБРАГИМОВ, М. Ш. МАМЕДОВ, К. ХАКИМОВ

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЯ Cu_2S и Cu_2Se ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

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

В работе исследованы механические свойства полупроводникового соединения Cu_2S и Cu_2Se при различных температурах, при одноосной деформации. Построена диаграмма напряжение—деформация. Определены: модуль Юнга и предел прочности. Показано, что в области температур 100—105°C на кривой зависимости прочности от температуры имеется некоторый минимум, который, по-видимому, связан с фазовым переходом.

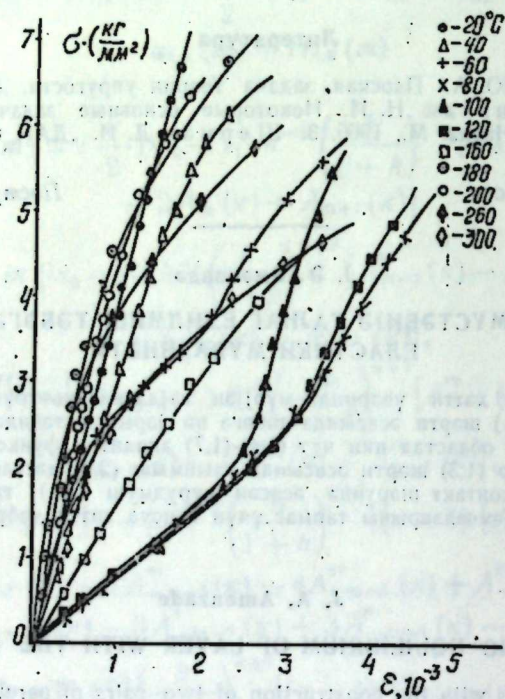


Рис. 1. Истинная диаграмма напряжения для соединения Cu_2S

Как было показано [1], в полупроводниках в отличие от металлов легко и в довольно широких пределах можно изменять электрофизические свойства (зонную структуру, концентрацию носителей

и т. д.) с помощью таких внешних воздействий, как деформация, легирование, облучение, освещение и т. д. В литературе имеется достаточно много работ [2—3], посвященных исследованию механических и электрофизических свойств различных полупроводников при всестороннем и одноосном сжатии. Однако почти отсутствуют данные, посвященные механическим свойствам соединения Cu_2S и Cu_2Se . Поэтому настоящая работа посвящена механическим свойствам Cu_2S и Cu_2Se при различных температурах.

Технология получения образцов и их изготовление, а также принципиальная схема установки описаны в [1]. Для исследования температурной зависимости была собрана специальная печь, которая позволяла поддерживать постоянную температуру в ходе экспериментов. Температура образцов измерялась при помощи алмел-хромеловой термопары. Одна из термопар находилась на верхней, а другая на нижней части образца. В камере создавался вакуум около 10^{-5} мм рт. ст. Относительная деформация образцов измерялась тензодатчиком и микрометром. После достижения определенной температуры деформация продолжалась до разрушения образцов.

Истинная диаграмма напряжение—деформация представлена на рис. 1. Как видно из рисунка, характер кривых при различных температурах различен. Нами представлены полученные данные для предела прочности и модуля Юнга.

$t, ^\circ C$	$E \cdot 10^5 \left(\frac{кг}{см^2} \right)$	$\sigma \left(\frac{кг}{мм^2} \right)$
20	4,15	4,2
40	2,75	2,0
60	2,7	3,8
80	1,0	2,6
100	0,7	1,8
120	0,9	2,0
160	1,3	2,25
180	1,4	2,60
200	3,64	3,4
220	3,75	3,02
260	3,8	3,68
300	4,0	3,85

Как показали опыты, предел прочности образцов сильно зависит от температуры, что видно из рис. 2. С увеличением температуры до 100—105°C предел прочности уменьшается, а при дальнейшем увеличении температуры прочность увеличивается (рис. 2).

Из литературных данных [4—5] (тот же результат получен и в нашей работе) известно, что в области температур 100—110°C для соединения Cu_2S наблюдается фазовый переход (от орторомбической формы к гексогональной).

По-видимому, минимум на кривой зависимости прочности от температуры связан либо с фазовым переходом, либо с деформационными дефектами, которые возникают в ходе одноосной деформации.

Истинная диаграмма напряжение—деформация для Cu_2Se представлена на рис. 3. На основании диаграммы вычислены предел прочности и модуль. Нами представлены значения для модуля Юнга и предела прочности.

$T, ^\circ\text{C}$	$E \cdot 10^5 \left(\frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \right)$	$\sigma \left(\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2} \right)$
20	4,25	3,6
50	3,75	3,8
80	5,0	4,4
100	3,25	4,6
150	3,1	4,2
180	2,35	3,9
200	3,25	2,6

Как видно, для исследованных образцов модуль Юнга при различных температурах колеблется от $0,235 \cdot 10^6$ до $0,5 \cdot 10^6$ $\text{кг}/\text{см}^2$. Из рис. 2. видно, что до температуры фазового перехода, (130°C) проч-

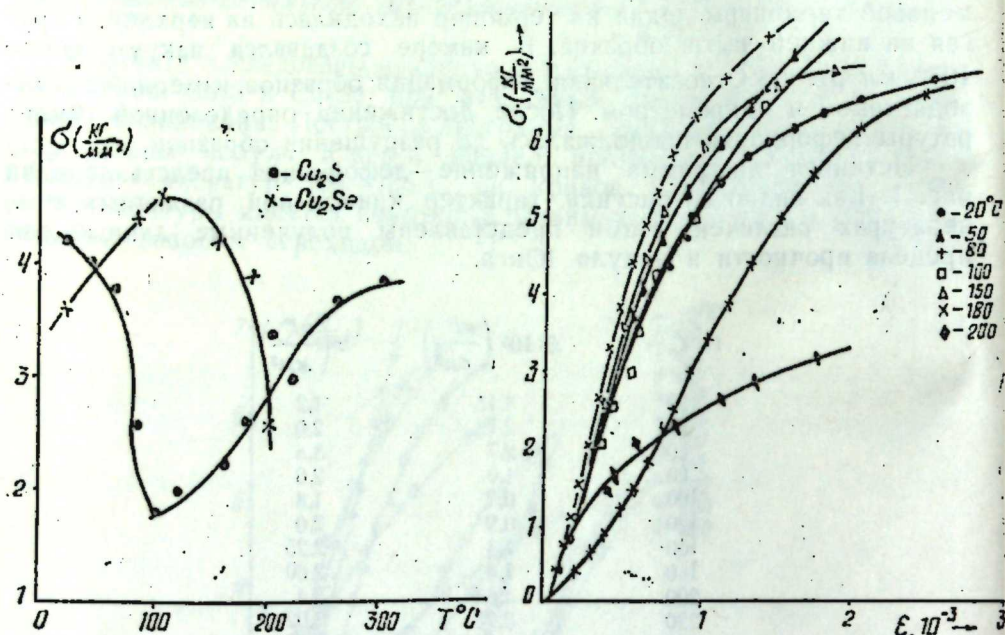


Рис. 2. Зависимость механической прочности от температуры.

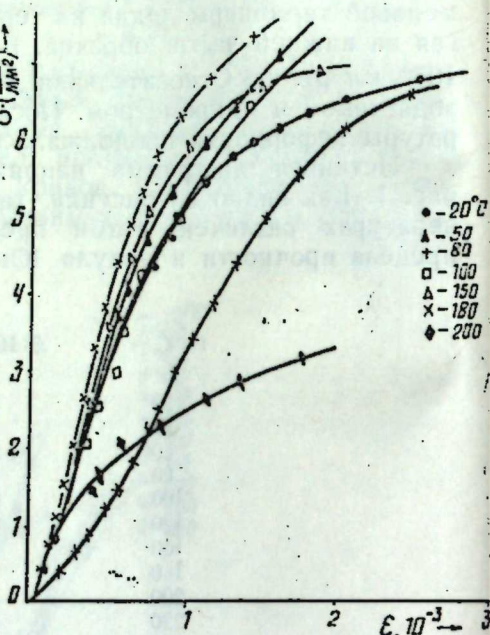


Рис. 3. Истинная диаграмма напряжения для соединения Cu_2S .

ность увеличивается, а затем уменьшается. Если для Cu_2S до температуры фазового перехода прочность уменьшается, то как видно из кр. 2, для Cu_2Se она увеличивается. Такой ход кривых зависимости прочности от температуры по-видимому связан с перестройкой решетки. Если при температуре $100-105^\circ\text{C}$ кристаллическая решетка соединения Cu_2S переходит от орторомбической формы к гексогональной, то для Cu_2Se она переходит от ГЦК к тетрагональной. Для детального изучения механизма этого явления требуются дополнительные эксперименты.

Литература

1. Ибрагимов Н. А., Мамедов М. Ш., Хакимов К. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-матем. наук, № 1, 66, 1978.
2. Галаванов В. В., Обухов С. А. и др. ФТП, вып. 2, 1973.
3. Гиндин И. А., Мамедов М. Ш. и др. Уч. зап. АГУ, серия физ.-матем. наук, № 4, 1975.
4. Сорокин Г. П., Параденко А. П. Изв.

вузов, Физика, № 5, 91, 1966. Б. Гасанова Н. А. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-матем. наук, № 3, 91, 1963.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 3. I 1979

Н. Э. Ибрагимов, М. Ш. Мамедов, Г. Хакимов

Cu_2S ВЭ Cu_2Se БИРЛЭШМЭЛЭРИНИН МҮХТЭЛИФ ТЕМПЕРАТУРЛАРДА МЕХАНИКИ ХАССЭЛЭРИ

Мәгәләдә Cu_2S вә Cu_2Se бирләшмәләринин мүхтәлиф температурларда бирохлу сыхма деформасиясы васитәсилә механики хәссәләри өйрәнилмишдир. Һәр ики бирләшмә үчүн кәркилик деформасия диаграммы гуруларак, Юнг модулу вә мөһкәмлик һүдуду тәјин едилмишдир. Кәстәрилмишдир ки, Юнг модулу вә мөһкәмлик һүдуду температурдан асылы оларак дәјишир.

N. A. Ibragimov, M. Sh. Mamedov, K. Khakimov

MECHANICAL PROPERTIES OF Cu_2S and Cu_2Se FO DIFFERENT TEMPERATURES

In the work has been learned the mechanical property of Cu_2S and Cu_2Se for different temperatures. For these two compounds has been constructed the diagram pressure-deformation and defined Ung's module and the ultimate strength of both compounds. It is indicated that Ung's module and the ultimate strength are changed depending on temperature.

С. А. АЛЕКПЕРОВ, Ч. О. КАДЖАР, Ф. Н. КАЗИЕВ, В. А. КУЛИЕВ,
Э. Ю. САЛАЕВ

**ФЛУКТУАЦИИ ПОДВИЖНОСТИ КАК ИСТОЧНИК
1/f ШУМА В Cd_x Hg_{1-x} Te**

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

Предполагая, что шум создается объемными источниками, Худж [1] вывел выражение для низкочастотных флуктуаций проводимости в полупроводниках и металлах:

$$\left\langle \left(\frac{\Delta G}{G} \right)^2 \right\rangle = \frac{\alpha}{N} \cdot \frac{\Delta f}{f}, \quad (1)$$

где: G — проводимость образца, α — независимая от температуры безразмерная величина, равная 2×10^{-3} , N — полное число свободных носителей заряда в образце, f — частота, Δf — полоса частот, в которой измеряется шум. При этом вероятными источниками 1/f шума могут быть флуктуации концентрации и подвижности свободных носителей заряда. Модель, связывающая 1/f шум с объемными источниками, в частности, с флуктуациями подвижности, позволяет объяснить ряд экспериментальных данных, не укладывающихся в рамки других моделей [2,3].

Подвижность свободных носителей заряда в свою очередь зависит от температуры и определяется преобладающим в данной температурной области механизмом рассеяния. Поэтому исследование температурной зависимости интенсивности 1/f шума может дать информацию о его связи с механизмом рассеяния свободных носителей заряда в полупроводниках.

Для исследований были использованы монокристаллические образцы полупроводникового соединения Cd_x Hg_{1-x} Te ($x=0,2$) n -типа проводимости. Так как предполагалось исследование объемных источников шума, то были приняты необходимые меры для уменьшения контактного шума и шума, связанного с состоянием поверхности.

С целью проверки применимости выражения (1) для описания интенсивности 1/f шума в Cd_x Hg_{1-x} Te были проведены измерения напряжения шума в диапазоне частот 0,1 ÷ 1000 Гц при различных значениях напряжения смещения при температуре 77 К. Измерения показали, что при малых значениях напряженности электрического поля ($E \leq 0,5$ В/см) интенсивность 1/f шума исследуемых образцов подчиняется выражению (1). Однако вычисленные значения α для всех измеряемых образцов оказались порядка $(2-5) \times 10^{-2}$, что значительно отличается от величины α , предложенной в [1]. (Образцы брались из двух слитков, различных по технологии обработки).

Одной из возможных причин такого отличия может быть зависимость интенсивности 1/f шума от механизма рассеяния. Поэтому для определения преобладающего при данной температуре механизма

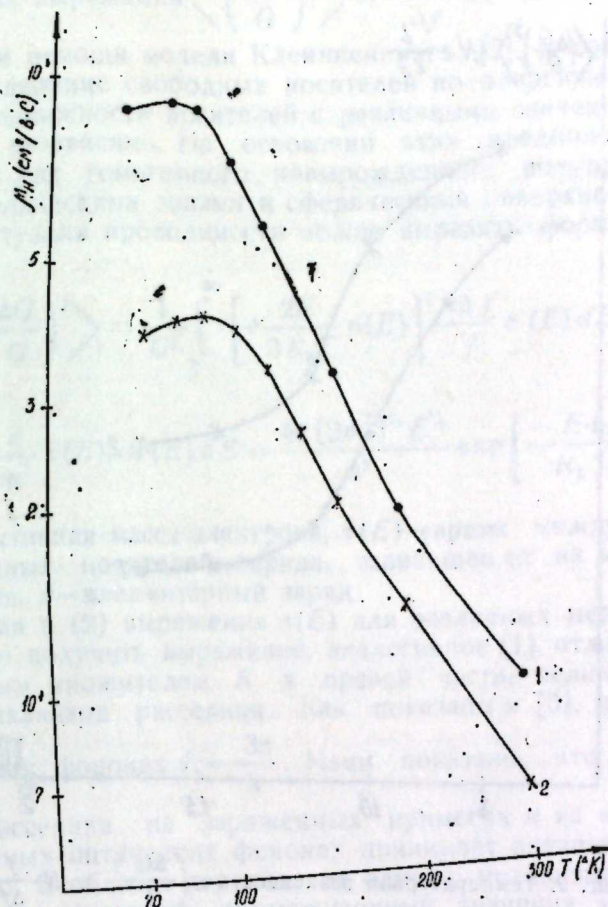


Рис. 1. Зависимость холловской подвижности μ_H от температуры: 1—образец 1; 2—образец 2.

рассеяния на этих образцах были проведены измерения температурных зависимостей коэффициента Холла R_H и удельного сопротивления ρ , из которых вычислялись температурные зависимости холловской подвижности μ_H . На рис. 1 представлены температурные зависимости холловской подвижности, измеренные в области температур 77 ÷ 300 К для двух образцов из разных слитков. Видно, что μ_H сначала возрастает с повышением температуры от значения $7,9 \times 10^4$ см²/В·сек при $T \approx 77$ К до $8,3 \times 10^4$ см²/В·сек при $T \approx 90$ К для образца 1 (кр. 1) и от $3,5 \times 10^4$ см²/В·сек при $T \approx 77$ К до $3,7 \times 10^4$ см²/В·сек при $T \approx 100$ К для образца 2 (кр. 2). В области температур выше 110 К μ_H уменьшается по закону $\mu_H \sim T^{-22}$ и $\mu_H \sim T^{-2}$ соответственно для образцов 1 и 2. Такое поведение температурной зависимости μ_H свидетельствует о значительном вкладе рассеяния на заряженных примесях в области температур 77 ÷ 110 К и рассеянии на полярных опти-

ческих фононах при температуре выше 110 К, причем в добавлении к этим механизмам возможен вклад электрон-электронного рассеяния [4,5].

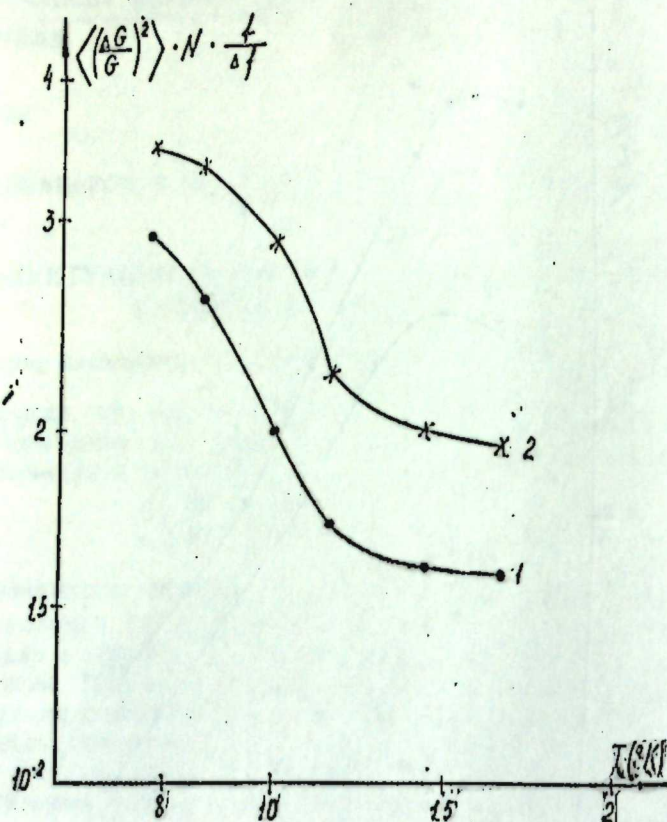


Рис. 2. Температурная зависимость $\langle (\frac{\Delta G}{G})^2 \rangle \cdot N \cdot \frac{f}{\Delta f}$
1—образец 1, 2—образец 2.

Из температурной зависимости коэффициента Холла R_H были определены температурные зависимости концентрации свободных носителей, необходимые для вычисления величины α при различных значениях температуры. Вычисленные из выражения (1) значения α в нашем случае оказались зависящими от температуры. Температурные зависимости $\alpha = \langle (\frac{\Delta G}{G})^2 \rangle \cdot N \cdot \frac{f}{\Delta f}$, измеренные на частоте $f = 10$ Гц в области температур 77–160 К представлены на рис. 2. Возможность измерений в более высокотемпературной области ограничивалась чувствительностью экспериментальной установки. Видно, что для обоих образцов α резко уменьшается в области температур 77–110 К, а при дальнейшем повышении температуры остается практически постоянной. Это уменьшение, как видно из рис. 1, происходит в области температур, соответствующих переходу от рассеяния на заряженных примесях к рассеянию на полярных оптических фононах. Анализ возможных погрешностей дает максимальную ошибку измерений $\pm 15\%$.

поэтому можно считать, что для обоих образцов во всей измеряемой области температур α изменяется приблизительно в два раза.

Зависимость выражения $\langle (\frac{\Delta G}{G})^2 \rangle \cdot N \cdot \frac{f}{\Delta f}$ от температуры можно объяснить при помощи модели Кленниннига [2], в которой учитывается распределение свободных носителей по энергиям и предполагается, что подвижности носителей с различными значениями энергии флуктуируют независимо. На основании этих предположений в [3] показано, что для гомогенного невырожденного полупроводника n -типа с параболическими зонами и сферическими поверхностями равной энергии флуктуации проводимости можно выразить формулой:

$$\langle (\frac{\Delta G}{G})^2 \rangle = \frac{1}{G^2} \int_0^{\infty} \left[e \frac{2E}{3K_0T} \mu(E) \right]^2 \frac{\alpha \Delta f}{f} n(E) dE, \quad (2)$$

$$\text{где: } \mu(E) = \frac{e}{m} \tau(E), \quad n(E) dE = \frac{4\pi (2m^*)^{3/2} E^{1/2}}{h^3} \exp \left[\frac{-E + E_F}{K_0T} \right] dE,$$

m^* —эффективная масса электрона, $\tau(E)$ —время между столкновениями свободных носителей заряда, зависящее от их энергии, E_F —энергия Ферми, e —элементарный заряд

Подставляя в (2) выражения $\tau(E)$ для различных механизмов рассеяния, можно получить выражение, аналогичное (1), отличающееся от него численным множителем K в правой части, величина которого зависит от механизма рассеяния. Как показано в [3], для рассеяния

на акустических фононах $K = \frac{3\pi}{8}$. Нами показано, что этот множи-

тель для рассеяния на заряженных примесях и на низкотемпературных полярных оптических фононах принимает значения 7,09 и 1,67 соответственно. В области перехода от одного механизма рассеяния к другому K будет принимать промежуточные значения, между значениями, соответствующими преобладающему при данной температуре механизму рассеяния. Этим и объясняется наблюдаемая нами темпе-

ратурная зависимость величины $\langle (\frac{\Delta G}{G})^2 \rangle \cdot N \cdot \frac{f}{\Delta f}$. Следует отметить,

что во всей измеряемой области температур возможны комбинации различных механизмов рассеяния, поэтому коэффициенты K не будут точно равны рассчитанным для каждого механизма в отдельности.

Таким образом, с учетом роли механизма рассеяния свободных носителей заряда интенсивность $1/f$ шума в $Cd_x Hg_{1-x} Te$ можно описывать выражением (1). Однако мы не учитывали непараболичность зонной структуры и влияние электрон-электронного рассеяния, которое может влиять на интенсивность $1/f$ шума. Кроме того возможен вклад контактного, "поверхностного" шумов и шума, связанного с наличием различных дефектов в объеме образца. Предварительные расчеты с учетом непараболичности зон в $Cd_x Hg_{1-x} Te$, согласно модели Кейна [6], позволяют несколько улучшить согласие с экспериментальными данными.

Литература

1. Hooge F. N. Phys. Lett., 1969, 29A, № 3, 139. 2. Kleinpenning G. M. Physica, 1974, 77, 78. 3. Kleinpenning G. M. Physica, 1976, 81B, 301. 4. Klink M. A., Brau M. J. J. Appl. Phys., 1973, 44, № 4, 1649. 5. Bate R. T., Baxter R. D., Feid F. J., Beer A. C. J. Phys. Chem. Solids, 1965, 26, 1205. 6. Kane E. O., J. Phys. Chem. Solids, 1957, 1, 249.

Институт физики

Поступило 17. XI 1978

С. Э. Элакбаров, Ч. О. Гачар, Ф. Н. Газиев, В. А. Гулиев, Е. J. Салаев

$Cd_xHg_{1-x}Te$ -да МҮТЭҺЭРРИКЛИК ФЛҮКТУАСИЯСЫ 1/f КҮҮҮНҮН МЭНБЭЈИ КИМИ

Мәгаләдә, 10 Гц тезликдә, 77÷300 К температур диапазонунда $Cd_xHg_{1-x}Te$ нүмунәләриндә өлчүлмүш Холл мутәһәрриклијинини вә 1/f типли күј кәркиллијинини температур асылылығы өлчүләринини нәтичәләри кәстәрилди. Күј кәркиллијинини температур асылылығы, тәсвир олуна мәлум эмпирик дүстурла мугәјисә олуноур. Тәчрүбәдә мүшаһидә олуна кәһарә чыхмалары 1/f күјүнүн гијмәтинини сәрбәст јүкдәшүјүчүләрүнүн сәпилә механизминдән һесаблинмүш асылылығы нәзәрә алмагла ајдынашдырмаг олар.

S. A. Alekperov, Ch. O. Qajar, F. N. Kaziev, V. A. Kuliev, E. Yu. Salaev

MOBILITY FLUCTUATIONS AS A SOURCE OF 1/f NOISE IN $Cd_xHg_{1-x}Te$

The results of temperature dependence measurements of 1/f noise voltage and Hall mobility of monocrystal samples $Cd_xHg_{1-x}Te$, which have been measured at frequency 10 Hz in the temperature range 77÷300 K, are taken. The course of temperature dependence of noise voltage is compared with the course wellknown empirical formula. The observed during the experiment differences can be explained by taking into consideration the calculated dependence of 1/f noise intensity the mechanism of free charge carrier scattering.

Ю. А. ВИДАДИ, С. Х. ХАЛИЛОВ, А. В. РАГИМОВ

КОМПЕНСАЦИОННЫЙ ЗАКОН В ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПОЛИГИДРОХИНОНА НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

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

Как известно, электропроводность полимеров с развитой системой сопряжения (полимерные полупроводники) имеет электронную природу, а ее температурная зависимость описывается законом Ајјинуса. Оказалось, что для высокоомных родственных по структуре полимерных полупроводников предэкспоненциальный множитель σ_0 и энергия активации темновой проводимости E связаны между собой соотношением.

$$\lg \sigma_0 = \alpha E + \beta, \quad (1)$$

которое носит название "компенсационный закон" (КЗ) или правило Майера—Нельделя [1,2]. На линейную связь между σ_0 и E в электропроводности аминокислот и белков впервые обратил внимание Элей [3,4]. Исследование полупроводниковых свойств полимеров, относящихся к различным классам, показало, что для большинства из них КЗ выполняется достаточно хорошо [5,6].

К настоящему времени имеется достаточно много работ по КЗ [7–12], однако нет еще единого мнения о его физической природе. Это обстоятельство стимулирует постановку новых экспериментов с целью выяснения условий, необходимых для проявления КЗ. Нами проводились исследования электропроводности на постоянном и переменном токе, а также емкости МДМ-структуры на основе полигидрохинона (ПГХ), которые позволили установить некоторые характеристики переноса заряда в ПГХ и обнаружить новую особенность КЗ в полимерных полупроводниках.

ПГХ получен и дополнительно очищен методом, аналогичным с приведенным в [13]. Полимер представляет собой порошок темно-коричневого цвета, среднечисловая и средневесовая молекулярные массы которого были соответственно равны $\bar{M}_n = 460$ и $\bar{M}_w = 510$. Измерения электропроводности и емкости проводили на пленках ($d = 2 \div 10$ мкм), нанесенных из ацетонового раствора ПГХ методом выпаривания растворителя и на таблетках, полученных из порошка в специальной пресс-форме под давлением $2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ ($d = 0,1 \div 0,3$ см).

Алюминиевые торцовые электроды наносились вакуумным термическим напылением. Все измерения проводились в вакууме $\approx 10^{-5}$ тор.

На рис. 1 приведены температурные зависимости σ на различных частотах. Во всех случаях обнаруживаются области экспоненциальной зависимости σ от T . На постоянном токе зависимость σ от T описыва-

ется двумя энергиями активации: $E' = 0,65$ эВ и $E = 1,31$ эВ. Рост частоты приводит к существенному уменьшению E . Одновременно уменьшается и предэкспонента σ_0 . Прямые зависимостей $\lg \sigma$ от $10^3/T$ пере-

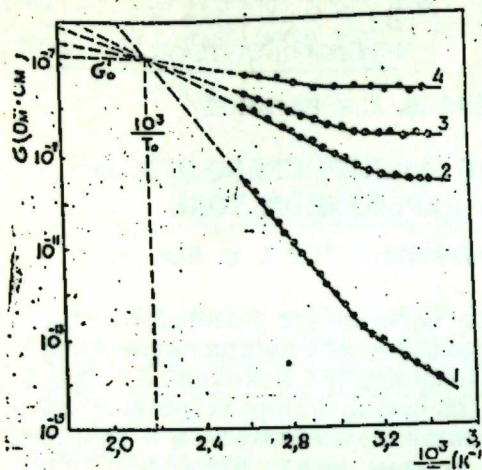


Рис. 1. Температурная зависимость электропроводности ПГХ на постоянном токе (1) и на частотах 10^1 (2), 10^5 (3) и $5 \cdot 10^5$ Гц (4). Толщина пленки ПГХ $d=2$ мкм.

секаются в одной точке с координатами $\lg \sigma_0$ и $10^3/T_0$. Для пленочного образца и таблетки величины новых параметров σ_0 и T_0 практически одинаковы ($\sigma_0 = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ и $T_0 = 451 \text{ К}$), хотя способы их приготовления резко отличаются. По-видимому, σ_0 и T_0 являются характеристиками структурных элементов полимера.

График зависимости σ_0 от E приведен на рис. 2. Видно, что в измерениях $\sigma(T)$ на разных частотах КЗ выполняется достаточно хорошо. Величины коэффициентов α и β выражения (1), найденные по графику, оказались равными $11,1 \text{ эВ}^{-1}$ и $-7,0$, соответственно.

Из приведенных результатов, а также из анализа литературных данных [8, 10, 11] можно заключить, что наличие единой точки пересечения графиков $\lg \sigma$ от T^{-1} свидетельствует о линейной связи между $\lg \sigma_0$ и E , и о связи параметров α и β с координатами точки пересечения σ_0 и $10^3/T_0$.

В [8] считается, что при наблюдении КЗ материал следует характеризовать не двумя параметрами E и σ_0 , а тремя: E , σ_0 и T_0 . В таком случае зависимость электропроводности от температуры следует описать выражением

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(\frac{E}{kT_0}\right) \exp\left(-\frac{E}{kT}\right), \quad (2)$$

где T_0 — характеристическая температура, которая определяет величину предэкспоненциального множителя σ_0 . Из (2) получаем:

$$\lg \sigma_0 = \lg \sigma_0 + \frac{0,43}{kT_0} E. \quad (3)$$

Это совпадает с эмпирической формулой КЗ, если принять, что коэффициенты α и β определяются как $\alpha = \frac{0,43}{kT_0}$ и $\beta = \lg \sigma_0$. Расчетные значения α и β оказались равными, соответственно, $11,08 \text{ эВ}^{-1}$ и $-6,9$,

что согласуется с данными, полученными по графику зависимости $\lg \sigma_0$ от E .

Измерения показали, что емкость структуры, как и электропроводность, проявляет частотную зависимость (рис. 3). Ход кривых не зависит от толщины образца, что свидетельствует об отсутствии приэлектродных эффектов. С ростом частоты электропроводность увеличивается по степенному закону,

$$\sigma = a\omega^n,$$

где a — коэффициент пропорциональности. Величина степени n не зависит от температуры, если $T < 300 \text{ К}$ и $f < 10^6 \text{ Гц}$. При этих условиях $n \approx 1$. В области $T > 300 \text{ К}$ и при $f < 10^6 \text{ Гц}$ с ростом температуры n уменьшается, а в частотной зависимости емкости наблюдается значительная дисперсия: при 60°С емкость с ростом частоты уменьшается более чем в 3 раза. Такую дисперсию емкости, а также зависимость E от частоты (рис. 1) можно объяснить лишь в том случае, если предположить, что полимер имеет гетерогенную структуру и электронные процессы в нем контролируются потенциальными барьерами. В полимерных полупроводниках хорошо проводящие области сопряженных связей — блоки эффективного сопряжения (кластеры), разделены менее структурированными диэлектрическими прослойками [14]. Следовательно, кластеры разделены потенциальными барьерами, которые по-разному проявляются при измерении на разных частотах.

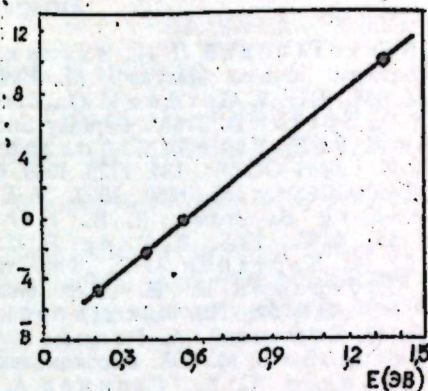


Рис. 2. Зависимость σ_0 от E на разных частотах.

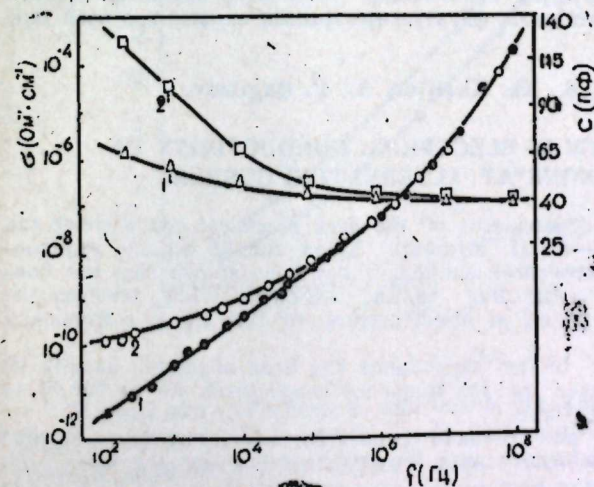


Рис. 3. Частотная зависимость электропроводности (1, 2) и емкости (1', 2') слонстой структуры А1 (ПГХ) А1 при 18°С (1, 1') и 60°С (2, 2').

Таким образом, наблюдение КЗ в температурной зависимости σ на различных частотах можно принять как прямое доказательство его связи с электронной гетерогенностью материала и тем самым с мелко-

масштабными флуктуациями потенциала. Кроме того, можно заключить, что энергия активации электропроводности на постоянном токе $E=1,31\text{ эВ}$ является характеристикой потенциальных барьеров, так как лишь в этом случае E проявляет зависимость от частоты.

Литература

1. Богуславский Л. И., Ванников А. В. Органические полупроводники и биополимеры. Изд-во «Наука», М., 1968.
2. Meyer W., Needel H. Z. Tech. Phys., 18, 588, 1937.
3. Gardwell G., Eley D. Disc. Faraday Soc., 27, 115, 1959.
4. Eley D., Spivey D. Trans. Faraday Soc., 156, 1432, 1950.
5. Балабанов Е. И., Берлин А. А., Парини В. П., Тальрозе В. П., Франкевич Е. Л., Черкашин М. И. ДАН СССР*, 134, 1123, 1960.
6. Тальрозе В. П., Блюменфельд Л. А. ДАН СССР*, 135, 1450, 1960.
7. Eley D. J. Polym. Sci. C., 17, 73, 1967.
8. Rosenberg V., Browik V. B., Harden H. C., Postow E. J. Chem. Phys., 49, 4108, 1958.
9. Fang P. H. Phys. Lett., 30A, 217, 1969.
10. Мешкова Г. Н., Вартанян А. Т., Физ. твер. тела*, 14, 2227, 1972.
11. Курник М. В., Побережец Н. Н. Укр. физ. ж., 21, № 1, 58, 1976.
12. Masayoshi M., Hideo N., Kichinosuke, Jap. J. Appl. Phys., 16, № 1, 177, 1977.
13. Берлин А. А., Рагимов А. В., Садыхзаде С. И., Гаджиева Т. А., Тахмазов Б. М., Ж. высокомолек. соед., 17A, 111, 1975.
14. Бархалов Б. Ш., Халилов С. Х., Рагимов А. В., Видади Ю. А. Ж. физ. химии*, 52, 2623, 1978.

АзИСИ

Поступило 14. XI 1978

Ю. Э. Видади, С. Х. Халилов, Э. В. Рагимов

ДЭЈИШЭН ЧЭРЭЈАНДА ПОЛИГІДРОХІНОНУН ЕЛЕКТРИК КЕЧИРИЧИЛИЈИНИН КОМПЕНСАЦИЈА ГАНУНУ

Узви жарымкечиричи полигидрохинонун электрик кечиричилији вэ тутумунун температур вэ тезлик асылдыгы өрөнилмишдир. Тезлијин артмасы илэ кечиричилик σ үстлү ганун үзрэ артыр, активләшмэ енеркиси исэ $1,31\text{ эВ}$ гүмәтиндэн (сабит чэрэјан) $0,15\text{ эВ}$ кими ($5 \cdot 10^3\text{ Гц}$) азалыр. $10^2 - 10^3\text{ Гц}$ диапазонунда нүмүнәнин электрик тутуму тезлијин артмасы илэ бир нечэ дэфэ азалыр.

Экспонент гаршысындакы вуруг σ_0 вэ мүхтәлиф тезликләрдэ активләшмэ енеркиси E компенсација гануна ујгун кәлән гәјдада рабитәдәдир: $\lg \sigma_0 = \alpha E + \beta$. α вэ β әмсаллары ики үсуа илэ мүәјјән едилмишдир. Нәтичәләр полигидрохинонун һетероген гурулушу вэ һәчми потенциал флуктуасияларынын олмасы илэ изаһ олуур.

Yu. A. Vidadi, S. Kh. Khalilov, A. V. Ragimov

COMPENSATION LAW IN ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF POLYHYDROQUINONE AT ALTERNATING CURRENT

Temperature and frequency dependences of the dark electrical conductivity and capacitance of a metal—dielectric—metal structure based on the organic semiconductor polyhydroquinone (PHQ) have been studied. It has been shown that the conductivity σ grows with frequency according to the exponential law, whereas the activation energy E drops from $1,31\text{ eV}$ at direct current to $0,15\text{ eV}$ at a frequency $5 \cdot 10^3\text{ Hz}$.

Besides a marked dispersion of the capacitance has been observed, namely at 60°C the capacitance of the specimen in the frequency range from 10^2 to 10^3 Hz is reduced by a factor of more than three.

The preexponential factor σ_0 and E found from $\sigma(T)$ measurements at various frequencies are interrelated in conformity with the compensation law: $\lg \sigma_0 = \alpha E + \beta$. The α and β values were determined by two independent methods ($\alpha = 11,1\text{ eV}^{-1}$ and $\beta = -7,0$). The peculiarities observed are accounted for on the assumption of a heterogeneous structure of PHQ and by the existence of small-scale volumetric fluctuations of the potential.

УДК 532.135:538.4

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Ф. Г. ВЕЛИЕВ, Б. Г. ИБИШЕВ

ИЗМЕНЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕНЬЮТОНОВСКИХ НЕФТЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ*

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

Проведена работа с целью качественной оценки влияния переменного магнитного поля на реологические свойства неньютоновских нефтей. Были рассмотрены асфальтено-смолистые нефти, для которых сняты кривые течения при наличии поля и при его отсутствии.

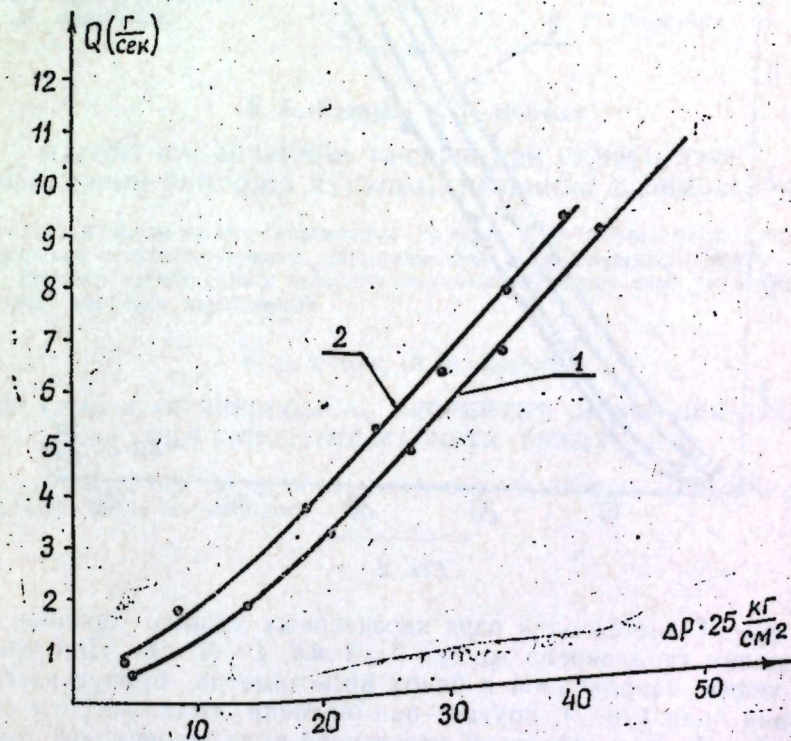


Рис. 1.

Установка состояла в основном из капиллярного вискозиметра и электромагнита. В опытах были использованы медные капиллярные трубки длиной $L=20-30\text{ см}$ и диаметром d —соответственно, 2—3 мм. Высота полюсов электромагнита равнялась 35 мм, а зазор между ними устанавливался соответственно наружному диаметру капилляр-

* Задача поставлена акад. А. Х. Мирзаджанзаде.

ных трубок. Электромагнит подключался к сети с частотой 50 гц и полюса ставились в начальном участке капиллярной трубки. Таким образом на жидкость, проходящую через капиллярную трубку, действовало поперечное переменное магнитное поле. Максимальная ошибка измерений не превышала 4,2%.

В первой серии опытов была использована нефть с месторождения Кюровдаг (около 30% асфальтеносмол).

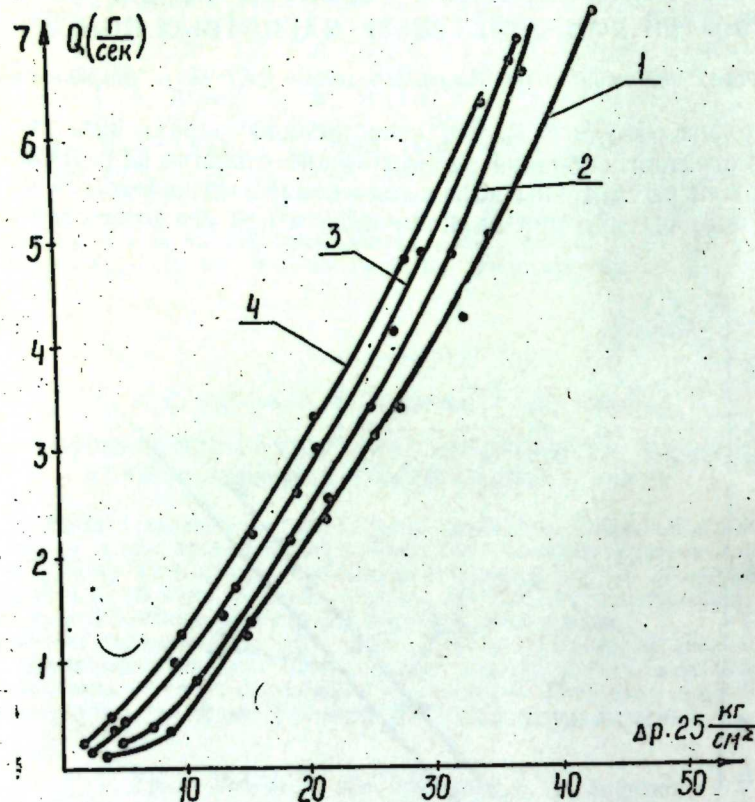


Рис. 2

На рис. 1 дается одна пара характерных кривых течения. Была использована капиллярная трубка $d=3$ мм, $L=30$ см. При этом половина нефти, заполненной в бачок вискозиметра, пропусклась при отсутствии поля (кр. 1), другая—при наличии поля $\sim 0,1$ тл (кр. 2).

Видно, что под действием магнитного поля происходит очевидный сдвиг кривой течения и предельное напряжение сдвига существенно уменьшается. При этом замечено, что если при отсутствии поля сплошное течение начинается при $\Delta p=0,06$ кг/см², то при наличии поля отмеченное наблюдается при $\Delta p=0,03$ кг/см².

Вторая серия опытов была проведена с использованием мангышлакской нефти, содержащей около 40% асфальтеносмол. При этом использовалась капиллярная трубка $d=2$ мм, $L=20$ см.

На рис. 2 приведено одно семейство характерных кривых течения для указанной нефти.

При этом часть нефти, которой заполнялся бачок вискозиметра, была пропущена при отсутствии поля (кр. 1), другая—при наличии поля $\sim 0,1$ тл (кр. 2).

В дальнейших заправках использованная нефть повторно пропусклась через магнитное поле той же напряженности.

Из общего расположения кривых можно заключить, что под действием переменного магнитного поля происходит значительный сдвиг кривых течения. При этом уменьшение предельного напряжения сдвига, особенно заметно после двукратной (кр. 3) и трехкратной (кр. 4) обработки нефти магнитным полем.

Заметим, нефть и после снятия поля течет, сохраняя „магнитную память“, для оценки которой после шести дней при той же температуре (23° С) были сняты кривые течения. Нефть пропусклась как при отсутствии, так и при наличии поля. При этом все точки укладываются на одной кривой, практически совпадающей с кр. 4, что позволяет считать изменения в нефти после магнитной обработки достаточно устойчивыми по времени.

Институт нефти и химии
им. М. Азизбекова

Поступило 24. XI 1977

Ф. Г. Вэлиев, Б. Г. Ибисов

МАГНИТ САҲЭЛЭРИНИН ТЭ'СИРИНДЭН ГЕЈРИ-НЈУТОН НЕФТЛЭРИН РЕОЛОЖИ ХҮСУСИЈЭТЛЭРИНИН ДЭЈИШИЛМЭСИ

Мэгалэдэ дэјишэн магнит саһэлэрини тэ'сири нэтичэсиндэ гејри-нјутон нефт-лэрин реоложи хусусијэтлэрини дэјишилмэсинэ бахылмышдыр. Ашкар едилмиш дир ки, дэјишэн магнит саһэси асфалтен-гэтранлы нефтлэрин ахма эјрилэрини нээрэ чарпачаг дэрэчэдэ дэјишдирир.

F. G. Veliev, B. G. Ibishev

THE CHANGE OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF NON-NEWTONIAN OILS UNDER THE MAGNETIC FIELDS

The changes of flow curves of non-Newtonian oils under the influence of variable magnetic fields is considered.

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

РАВНОВЕСИЕ ИОННОГО ОБМЕНА В СИСТЕМЕ $\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{B}_4\text{O}_7^{2-}$

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

Важными характеристиками ионообменников являются величины их обменной емкости и константы ионообменного равновесия. В практике указанные величины сравнительно определяются независимыми статическими и динамическими методами.

В данной работе мы преследовали цель определения величины обменной емкости полифункционального среднеосновного анионита ЭДЭ-10п по тетраборат ($\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$)-иону и константы ионообменного равновесия для систем ионного обмена $\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{B}_4\text{O}_7^{2-}$.

Равновесную обменную емкость анионита ЭДЭ-10п по тетраборат-иону в статических опытах определяли методом переменных концентраций.

Для этого, образцы анионита в ОН-форме весом в 1 г (из расчета на абсолютно сухое вещество) помещали в колбы с притертыми пробками вместимостью 250—300 мл и заливали их 100 мл раствором $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ различной концентрации (0,001—0,3 мг-экв/мл). Колбы переносили на встряхивательный аппарат и перемешивали в течение 24 ч (данное время гарантировало установление равновесия [1]). Далее в аликвотных частях равновесных растворов определяли содержание B_2O_3 [2].

Равновесную обменную емкость анионита вычисляли в мг-экв/г по разности содержания $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ионов в исходном и равновесном растворах.

В динамических опытах через серии одинаковых колонок, загруженных образцами анионита в ОН-форме весом в 10 г (фракция отсева 0,50—0,75 мм), с постоянной скоростью (3—4 мл/мин) пропускали растворы тетраборат-ионов с различной исходной концентрацией (0,001—0,3 мг-экв/мл) до полного насыщения ими колонок. Затем колонки промывали бензолом до полного удаления из пор удерживаемого раствора тетраборат-иона.

Динамическую обменную емкость анионита (S_0) вычисляли в мг-экв/г по формуле:

$$S_0 = \frac{VC_0}{g} \left(1 - \frac{C_\phi}{C_0} \right), \quad (1)$$

где C_0 —исходная концентрация раствора тетраборат-иона, мг-экв/мл; C_ϕ —концентрация тетраборат-ионов в фильтрате (первичный фильтрат и фильтрат промывания бензолом), мг-экв/мл; V —объем профильтрованного через колонку исходного раствора, мл;

g —навеска сорбента в колонке (в расчете на абсолютно сухой вес), г. Существенным условием точного определения S_0 динамическим методом является гарантия того, что действительно при пропускании через колонку раствора тетраборат-иона произойдет полное насыщение сорбента этим ионом, а при промывании колонки—полное удаление удерживаемого в порах раствора.

Таблица 1

$C_0, \frac{\text{мгэкв}}{\text{мл}}$	$S_0, \text{мгэкв/г}$	
	Статич. метод	Динамич. метод
1	2	3
0,001	0,19	0,18
0,010	1,47	1,39
0,025	2,10	2,10
0,050	3,36	3,28
0,100	5,01	5,00
0,200	5,01	4,98
0,300	5,01	4,98

В табл. 1 внесены результаты опытов по сравнительному определению обменной емкости анионита ЭДЭ-10п по тетраборат-иону статическим и динамическим методами.

Как видно из таблицы, значения обменной емкости анионита ЭДЭ-10п зависят от концентрации растворов тетраборат-ионов.

На зависимость обменной емкости полифункциональных средне и слабоосновных анионитов от рН и концентрации растворов, свойств обменивающихся ионов и пр. указывается в работах [3—5]. На рис. 1 хорошо иллюстрируется зависимость поглотительной способности анионита ЭДЭ-10п по тетраборат-ионам от рН-среды.

Константу ионообменного равновесия для систем ионного обмена $\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ также сравнительно определяли статическим и динамическим методами.

В статических опытах навески анионита в ОН-форме в количестве 1 г помещали в колбы и заливали раствором $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ($V=100 \text{ мл}$) в интервале концентраций 0,025—0,3 мг-экв/мл. Гидроксил-ион из анионита десорбировали тетраборат-ионом. Колбы с содержимым перемешивали до установления равновесия (24 ч). Далее в аликвот-

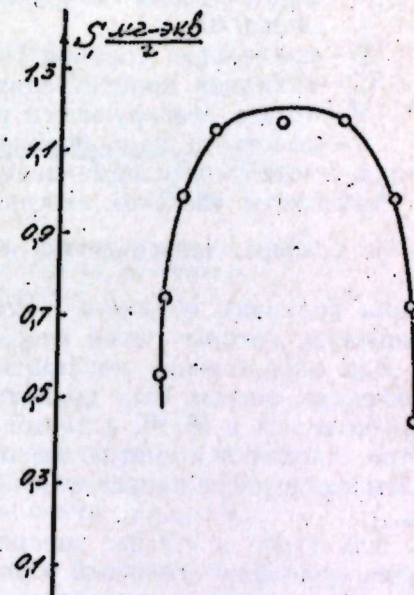


Рис. 1. Зависимость поглотительной способности анионита ЭДЭ = 10п от рН-раствора.

Таблица 2

C_0 , $\frac{\text{мгэкв}}{\text{мл}}$	pH исходного раствора	pH равновесного раствора	S , $\frac{\text{мгэкв}}{\text{мл}}$	$S \left(\frac{S}{VC_0 - S} \right)^{1/2}$	S_0 , $\frac{\text{мгэкв}}{z}$	K^*
0,025	9,26	11,60	2,1	4,81	5,10	1,56
0,050	9,28	11,68	2,9	3,42		
0,075	9,30	11,72	3,3	2,93		
0,100	9,33	11,73	3,5	2,57		
0,200	9,38	11,76	3,8	1,84		
0,300	9,42	11,78	4,1	1,63		

* В таблицу внесено обратное значение $\left(\frac{1}{K} \right)$ константы ионообменного равновесия, которым удобно пользоваться в расчетах.

ных частях равновесных растворов определяли концентрации гидроксил-ионов по разнице pH исходных и равновесных растворов.

Результаты опытов обрабатывали по уравнению Б. П. Никольского [6], преобразованному А. Т. Давыдовым с сотрудниками в следующий вид [7]:

$$S = S_0 - K^2 S \left(\frac{S}{VC_0 - S} \right)^{z_1/z_2} \quad (2)$$

где S — концентрация гидроксил-ионов в равновесном растворе, $\frac{\text{мгэкв}}{\text{мл}}$;

S_0 — предельная сорбция (обменная емкость), $\frac{\text{мгэкв}}{\text{г}}$;

C_0 — исходная концентрация тетраборат-ионов, $\frac{\text{мгэкв}}{\text{мл}}$;

V — объем реагирующего раствора, в наших опытах 100 мл;

K — константа ионообменного равновесия;

z_1, z_2 — валентности обменивающихся ионов.

Результаты расчетов внесены в табл. 2.

Из графика зависимости S от $S \left(\frac{S}{VC_0 - S} \right)^{1/2}$ (рис. 2) были определены величины обменной емкости (S_0) и константы ионообменного равновесия, которые тоже внесены в табл. 2.

Для определения константы ионообменного равновесия в динамических опытах был применен метод элютивной хроматографии, разработанный в [8, 9], а также [10, 11]. Этот метод отличается простотой, сводится к снятию выходной кривой и определению объема промывающего раствора, отвечающего максимуму выходной кривой (V_{\max}).

Для этого в стакане взвешивали 10 г анионита ЭДЭ-10п в ОН-форме, заливали его водой и переносили в хроматографическую колонку. Воду сливали до верхнего уровня смолы. В колонку осторожно вносили 3 мл 0,1 N раствора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Раствор пропускали через слой анионита со скоростью 1 мл/мин. Затем колонку промывали 20 мл дистиллированной воды со скоростью 1 мл/мин. Далее через колонку с той же скоростью пропускали 5%-ный (1,25 N) раствор NaOH. Фильтрат собирали по 25 мл в мерные колбы и определяли в каждой из них содержание $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ионов. Опыт проводили с четырьмя фракциями отсева анионита. По результатам опытов

Таблица 3

Фракции отсева, мм	L , см	LQ , мл	V_a , мл	V_{\max} , мл	K по формуле (3)	K по формуле (4)
0,4 — 0,43	38,5	14,74	30,2	50	1,41	1,76
0,5 — 0,75	37,2	13,20	29,2	50	1,36	1,81
0,75 — 1,0	36,7	12,90	28,8	50	1,34	1,82
1,0 — 1,2	36,1	12,60	28,3	45	1,47	1,98
Среднее					1,40	1,84

строили выходные кривые, отражающие изменения концентрации ионов $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ в отдельных порциях фильтратов (рис. 3). По этим кривым определяли значения V_{\max} . Далее произвели расчет константы ионообменного равновесия.

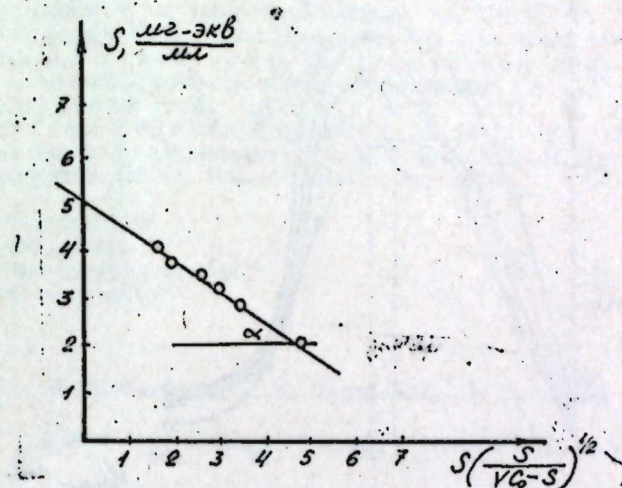


Рис. 2. Графическое определение значения обменной емкости и константы ионообменного равновесия

В работе [8, 9] получена формула

$$K = \frac{V_{\max} \cdot C_0^z}{V_a \cdot E^z} \quad (3)$$

где C_0 — концентрация промывающего раствора, $\frac{\text{мгэкв}}{\text{мл}}$;

V_a — объем, занимаемый навеской анионита в опыте, мл;

E — полная обменная емкость анионита, $\frac{\text{мгэкв}}{\text{мл}}$;

z — заряд вытесняемого иона.

Так как удельный объем набухшего анионита в ОН-форме составлял 2,65 мл/г, полная обменная емкость приравнивалась к $1,9086 \frac{\text{мгэкв}}{\text{мл}}$.

Формула для расчета константы ионообменного равновесия В. В. Рачинским и одним из нас [10, 11] получена в таком виде

$$K = \left(\frac{LO}{V_{\max} - LQ} \right)^{1/z_1} \left(\frac{gS_0}{LQC_0} \right)^{1/z_2} \quad (4)$$

где L — высота слоя в колонке, см;
 O — пронцаемое сечение колонки, см²;
 g — навеска анионита в колонке, г;
 z_1 — заряд вытесняющего иона;
 z_2 — заряд вытесняемого иона.

Величина Q определялась путем удаления удерживаемого раствора из пор колонок. Нетрудно заметить, что константа ионообменного равновесия в формуле (3) приравнивается к обратному значению ее, полученному по формуле (4).

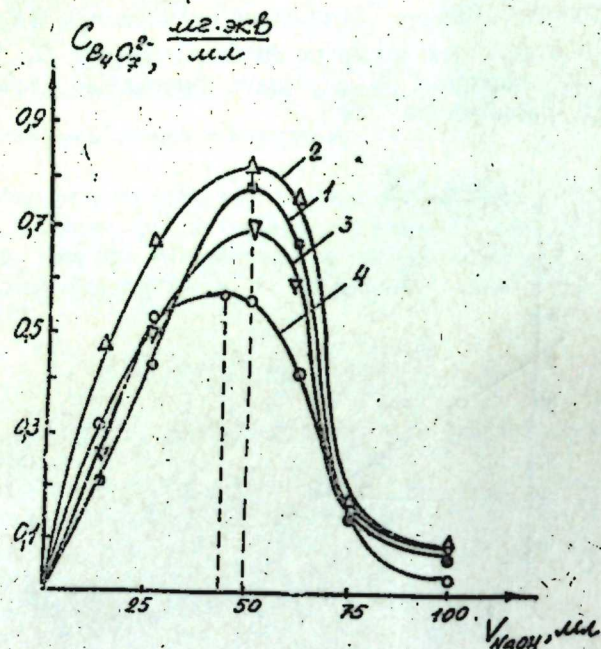


Рис. 3. Выходные кривые вымывания $B_4O_7^{2-}$ ионов 1,25N раствором NaOH, фракция рассева: 1—0,40—0,43; 2—0,50—0,75; 3—0,75—1,600; 4—1,0—1,2 мм.

Результаты расчета константы ионообменного равновесия по формулам (3) и (4) сведены в табл. 3.

Как видно из табл. 2, 3, величины константы ионообменного равновесия для систем ионного обмена $OH^- \rightleftharpoons B_4O_7^{2-}$, полученные в статических и динамических опытах, удовлетворительно согласуются.

Так как обменные реакции, в нашем случае, проходят в щелочной среде, установлена степень влияния гидролиза солей на величину условной константы ионообменного равновесия. Расчет показал, что влияние гидролиза солей на величину K остается в пределах ошибки опыта.

Выводы

1. Сравнительно определено значение обменной емкости анионита ЭДЭ-10п по тетраборат-иону статическим и динамическим методами. Установлено, что величина обменной емкости зависит от

концентрации растворов тетраборат-ионов. В интервале концентрации 0,1—0,3 N обменная емкость не зависит от концентрации растворов и ее численное значение приравнивается к $5,0 \pm 0,1 \frac{мг-экв}{г}$.

2. Установлено, что величины константы ионообменного равновесия для систем ионного обмена $OH^- \rightleftharpoons B_4O_7^{2-}$, полученные в статических и динамических опытах, удовлетворительно согласуются между собою.

Литература

- Багирова А. И., Нуриев А. Н., Рустамов С. М., Джаббарова З. А. ДАН Азерб. ССР, 34, № 4, 51, 1978.
- Методическое руководство по определению микрокомпонентов в природных водах при поисках рудных месторождений. Госгеолтехиздат. М., 1961.
- Салдадзе К. М. Ионообменные смолы. Изд-во АН СССР, М., 1969.
- Салдадзе К. М., Пашков А. Б., Титов В. С. Ионообменные смолы и их применение. Изд-во АН СССР, М., 1962.
- Рябчиков Д. И., Цитович И. К. Ионообменные смолы и их применение. Изд-во АН СССР, М., 1962.
- Никольский Б. П., Парамонова В. И., Усп. химии, 8, 1535, 1939.
- Хроматография, ее теория и применение. Сб. ст. изд-во АН СССР, М., 1960.
- Колосова Г. М., Сенявин М. М., ЖАХ, 18, № 10, 1179, 1963.
- Колосова Г. М., Сенявин М. М., ЖФХ, 38, № 12, 1964.
- Рачинский В. В., Рустамов С. М., Радиохимия, 4, № 4, 434, 1962.
- Теория ионного обмена и хроматографии. Сб. ст. Изд-во «Наука», М., 1968.

Институт неорганической
и физической химии.
Институт теоретических проблем
химической технологии

Поступило 11. X 1978

Ә. И. Бағыров, Ә. Н. Нуријев, С. М. Рүстәмөв

$OH^- \rightleftharpoons B_4O_7^{2-}$ ИОНДӘЈИШМӘ СИСТЕМИНДӘ ТАРАЗЛЫГ

Мәгаләдә $OH^- \rightleftharpoons B_4O_7^{2-}$ иондәјишмә системиндә таразлыгың ерәнилмәси вә һәмчинин статики вә динамики үсулла ЕДЕ-10п иондәјишмә гәтранынын мүбадилә тутумунун вә иондәјишмә таразлыгы сабитинин тә'јининдән бәһс олуур.

Мүәјјән олууб ки, мүбадилә тутуму ашағы гатылыгларда (0,1 N-ә гәдәр) гатылыгдан асылы олараг дәјишир. Гатылыг артыдыга исә (0,1—0,3 N) мүбадилә тутуму сабит кәмијјәт олүб $5,0 \pm 0,1 \frac{мг-экв}{г}$ -а бәрәбәрدير.

Мәгаләдә ејни заманда $OH^- \rightleftharpoons B_4O_7^{2-}$ иондәјишмә системи үчүн статики вә динамики үсулла иондәјишмә таразлыгы сабитинин тә'јинин вә бир-бирин илә үғуңлашмасы кәстәрлиб.

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

ION EXCHANGE EQUILIBRIUM IN $OH^- \rightleftharpoons B_4O_7^{2-}$ SYSTEM

It has been studied the equilibrium in $OH^- \rightleftharpoons B_4O_7^{2-}$ system. With the help of statistic and dynamic methods it has been established the exchange capacity and constant of ion exchange.

ЭДЭ-10п exchange capacity is equal to $5,0 \pm 0,1 \frac{mg-eqv}{g}$ in borat ion.

It has established that values of ion exchange equilibrium which have been obtained in statistic and dynamic experiments are coordinated with each other.

Ф. М. САДЫГОВ, П. Г. РУСТАМОВ, З. Д. МЕЛИКОВА,
Г. Д. ГУСЕЙНОВ, А. И. НАДЖАФОВ

О СПИРАЛЬНОМ РОСТЕ МОНОКРИСТАЛЛА
 $[Bi_2Te_3]_{1-x} [Sm_2Te_3]_x$ $x = 0,005$

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

Теллурид висмута обладает рядом свойств, которые представляют большой интерес как в теоретическом, так и в практическом отношении. Кристаллическая структура теллурида висмута — пятнадцатислойная решетка типа (тетрадинита $(Bi_2Te_3)_5$) с ромбоэдрической ячейкой и пространственной группой $A3m$. Таким образом, структура данного соединения носит слоистый характер, где указанные 15 слоев чередуются в следующей последовательности $\dots Te_1 - Bi - Te_2 - Bi - Te_1 - \dots$. В структуре можно выделить пятислойные пакеты $Te_1 - Bi - Te_2 - Bi - Te_1$, которые расположены одна над другой. В гексагональной ячейке содержатся три таких пакета по высоте. Соседние слои между пачками составлены из атомов Te_1 . Длины связей $Bi - Te$ в структуре различны: $Bi - Te_1 = 3,12 \text{ \AA}$, $Bi - Te_2 = 3,22 \text{ \AA}$, а длины связи $Te_1 - Te_1$ соседних пачек равны $3,72 \text{ \AA}$ [1, 2]. Такое строение способствует слоистой кристаллизации Bi_2Te_3 , вследствие чего, можно ожидать спиральный рост кристаллов.

Дислокационная теория роста кристаллов является наиболее современной и претендует на более полное описание равновесного роста кристаллов из газовой фазы [4-6].

Результаты эксперимента и их обсуждение

Монокристаллы твердого раствора состава $[Bi_2Te_3]_{1-x} [Sm_2Te_3]_x$ были получены методом химической транспортной реакции, где в качестве носителя применялся йод. Из многочисленных кристаллов отбирались наиболее характерные. Наблюдение, а также фотографирование проводились на микроскопе МБИ-6. Спирали роста кристаллов $[Bi_2Te_3]_{1-x} [Sm_2Te_3]_x$ имеют форму треугольника (рисунок).

Основными параметрами, характеризующими условия роста из газовой фазы, являются радиус критического зародыша и степень пересыщения. Радиус кривизны критического зародыша практически определяется из равенства $\rho_0 = \frac{\delta\varphi}{4\pi}$ [7], где $\delta\varphi$ — промежуточное рас-

стояние между соседними витками спиралей. Для спирали, представленной на рисунке, расстояние между соседними витками составляет примерно 6 мк , что соответствует значению $\rho_0 = 0,477 \text{ мк}$. Следовательно, размер критического зародыша $L_0 = 2\rho_0 = 0,954 \text{ мк}$.

Степень пересыщения (σ) с радиусом критического зародыша связана соотношением:

$$\sigma = 1 - \frac{a}{L_0} \cdot \frac{\theta}{\kappa T} = \frac{a}{L_0} \cdot \frac{\theta}{\kappa T} + \frac{1}{2!} \left(\frac{a}{L_0} \right) \left(\frac{\theta}{\kappa T} \right)^2 + \dots, \quad (1)$$

где a — междумолекулярное расстояние, которое для соединения может принимать величину порядка нескольких ангстрем ($a = 3,72 \text{ \AA}$),

θ — энергия связи с ближайшим соседом. Для оценки энергии связи нами использовалось правило Трутона:

$$\frac{\theta}{\kappa T} = 3,5 \frac{T_k}{T} [7], \text{ где } T_k \text{ — температура кипения вещества } (^\circ\text{K}).$$

С точки зрения факта сублимации парообразная фаза образуется приблизительно с температуры $T = 0,6 T_k$, откуда мы имеем $\frac{\theta}{\kappa T} = 5,8$.

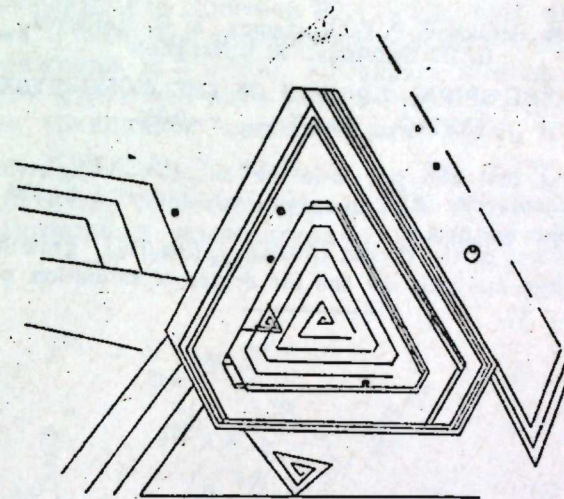


Рис. 3. Треугольные спирали монокристалла $[Bi_2Te_3]_{1-x} [Sm_2Te_3]_x$ $x = 0,005$ ($\times 500$)

Как следует из приведенных значений, $\frac{a}{L_0} \cdot \frac{\theta}{\kappa T} \ll 1$, на основании чего из формулы (1)

$$\sigma = \frac{a}{L_0} \cdot \frac{\theta}{\kappa T} \cdot 100\% = \frac{3,72 \cdot 10^{-4}}{0,954} \cdot 5,8 \cdot 100\% = 0,225\%$$

Таким образом, на основании изложенного материала можно заключить, что основными параметрами равновесного роста кристаллов $[Bi_2Te_3]_{1-x} [Sm_2Te_3]_x$ являются размер критического зародыша $L_0 = 0,954 \text{ мк}$ и степень пересыщения $\sigma = 0,225\%$.

Литература

1. Drabble I. R., Goodman H. Z. Phys. chem. solids v. 5, 1958, p. 142.
2. Иоффе А. Ф. Полупроводниковые термоэлементы, Изд-во АН СССР, 1960.
3. Klemm W., Vogel H. Z. Anorg. chem. v. 219, 1934, p. 45.
4. Haut H.,

Frank G. Z. Anorg. chem. v. 278, 1955, p. 340.5. Guseinov G. D., Ramazan-zade A. M. Phys. state soltdi v. 28, 1967, p. 461. 6. Меликова З. Д., Гусейнов Г. Д., Рустамов П. Г., Агаев К. А. "Азерб. хим. ж.", № 4, 1974, стр. 154, 7. Варма А. Рост кристаллов и дислокации. М., 1958.

Институт неорганической
и физической химии

Поступило 22. VI 1978

Ф. М. Садыгов, П. Г. Рустамов, З. Ч. Меликова,
Н. Ч. Гусейнов, А. И. Нечэфов

$[\text{Bi}_2\text{Te}_3]_{1-x} [\text{Sm}_2\text{Te}_3]_x$ $x=0,005$ МОНОКРИСТАЛЫНЫН СПИРАЛ
ЈЕТИШМӘСИ НАГГЫНДА

Мүәјјән едилмишдир ки, кимјәви газдашычы реаксия үсүлу илә алынмыш $[\text{Bi}_2\text{Te}_3]_{1-x} [\text{Sm}_2\text{Te}_3]_x$ монокристалынын сәтһиндә үчбучаглы шәкилдә спираллар јетишир. Спиралларын јетишмә шәрантини тәјјин едән әсас амилләр јетишмәнин критик радиусу $L_0=0,954$ мк вә ифрат дојмушлуг дәрәчәсидир. ($\sigma=0,225\%$).

F. M. Sadikhov, P. G. Rustamov, Z. D. Melikova,
G. D. Guseinov, A. I. Nadjafov

ABOUT THE SPIRAL GROWTH OF THE MONOCRYSTAL
 $(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-x} (\text{Sm}_2\text{Te}_3)_x$, $x=0,005$

It was determined, that the spirals in the shape of triangles are observed on the surface of the monocrystal $(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-x} (\text{Sm}_2\text{Te}_3)_x$ received by the method of the chemical transportation reaction.

The main parameters of the crystal $(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_{1-x} (\text{Sm}_2\text{Te}_3)_x$ growth are the size of the crystal's embryo $L_0=0,954$ mk and the degree of saturation $\sigma=0,225\%$.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXV ЧИЛД

№ 3

1979

УДК 546.817+547.583+548.737

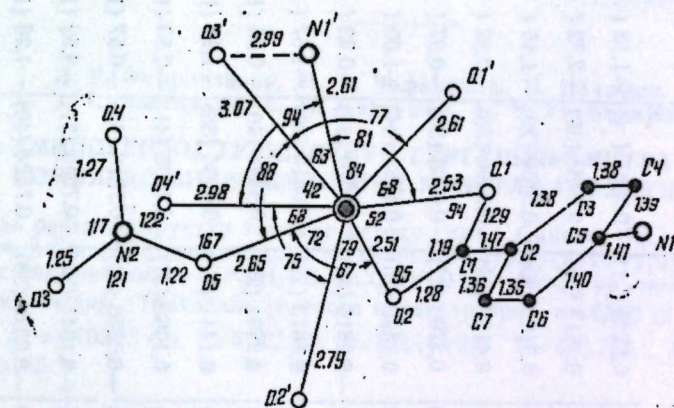
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. Р. АМИРАСЛАНОВ, Н. Х. ДЖАФАРОВ, Г. Н. НАДЖАФОВ,
чл.-корр. АН Азерб. ССР Х. С. МАМЕДОВ, Э. М. МОВСУМОВ,
Б. Т. УСУБАЛИЕВ

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА
n-АМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ С НИТРАТОМ
ДВУХВАЛЕНТНОГО СВИНЦА

Расшифрована кристаллическая и молекулярная структура (автоматический дифрактометр "Синтекс Р21", λ Cu, 1520 отражений, метод тяжелого атома, уточнение методом наименьших квадратов в анизотропном приближении, $R=0,085$) комплекса n-аминобензойной кислоты с нитратом двухвалентного свинца— $[\text{Pb}(\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{COO})\text{NO}_3]_2$.

Параметры триклинной ячейки: $a=6,933$ (2), $b=8,597$ (2), $c=7,940$ (2) Å, $\alpha=102,32$ (2), $\beta=82,62$ (2), $\gamma=102,14$ (2)°, $V=450,28$ Å³, $Z=2$, $d_{\text{выч}}=2,99$ г/см³, простр. группа P $\bar{1}$. Координаты базисных атомов и их изотропные температурные факторы приведены в таблице.



Длины связей и некоторые валентные углы.

Структура кристалла может быть представлена как трехмерный координационный полимер. Однако на фоне всей структуры по узору и компактности резко выделяются цепочки, состоящие из атомов Рb (II) и закрепляющих между собой COO^- -группы n-аминобензойной кислоты. Эта цепочка хорошо заметна на проекции структуры на плоскость (010). Атомы кислорода COO^- -групп единственной независимой молекулы n-аминобензойной кислоты одновременно входят в координационную сферу атома Рb (II) и выполняют роль мостика

Координаты атомов и их аннотированные температурные факторы

Атомы	x	y	z	B ₁₁	B ₂₂	B ₃₃	B ₁₂	B ₁₃	B ₂₃
Pb	0,2842 (1)	0,5233 (1)	0,3587 (1)	-1,13 (4)	-1,41 (5)	1,31 (5)	-0,51 (4)	0 (4)	0,11 (4)
O (1)	0,0560 (26)	0,3813 (31)	0,5783 (32)	-2,72 (66)	2,48 (121)	2,72 (119)	1,00 (75)	-0,64 (71)	0,07 (101)
O (2)	0,3535 (29)	0,3189 (25)	0,5156 (29)	-1,46 (76)	-0,90 (84)	1,36 (99)	-1,16 (68)	0,54 (72)	-0,06 (76)
O (3)	0,7896 (36)	0,4127 (29)	-0,0090 (36)	-0,32 (97)	0,09 (103)	2,76 (128)	-0,79 (83)	-0,09 (92)	0,97 (97)
O (4)	0,4592 (33)	0,3200 (32)	-0,0738 (34)	-0,97 (87)	1,18 (113)	2,16 (117)	-0,89 (84)	-0,51 (84)	0,32 (98)
O (5)	0,5604 (28)	0,3628 (25)	0,1924 (24)	-1,00 (77)	-0,33 (87)	-0,73 (69)	0,92 (70)	0,63 (61)	-0,55 (65)
N (1)	-0,0927 (36)	-0,2816 (30)	0,8510 (34)	-0,93 (99)	-0,99 (95)	0,99 (113)	-1,19 (82)	-1,14 (89)	-0,64 (88)
N (2)	0,6117 (33)	0,3673 (28)	0,0410 (39)	-1,67 (88)	-1,43 (19)	2,58 (139)	-0,52 (73)	-0,16 (90)	0,10 (93)
C (1)	0,1783 (45)	0,2901 (29)	0,5894 (40)	0,06 (126)	-2,73 (82)	0,94 (125)	-0,40 (87)	-0,23 (104)	0 (88)
C (2)	0,1124 (39)	0,1441 (32)	0,6656 (36)	-1,18 (108)	-1,58 (103)	0 (114)	-0,80 (87)	0,05 (92)	-0,72 (93)
C (3)	-0,0824 (46)	0,1060 (37)	0,7305 (41)	-0,53 (120)	-1,12 (123)	0,57 (126)	0,25 (103)	-0,56 (104)	-1,34 (108)
C (4)	-0,1535 (44)	-0,0356 (32)	0,7918 (40)	-0,57 (121)	-1,80 (103)	0,70 (123)	-0,50 (94)	0,09 (102)	-0,17 (96)
C (5)	-0,0194 (43)	-0,1341 (32)	0,7943 (37)	-0,62 (117)	-1,69 (98)	0,05 (120)	-0,20 (90)	-0,48 (96)	-1,40 (93)
C (6)	0,1791 (41)	-0,0927 (33)	0,7324 (40)	-1,26 (105)	-1,63 (103)	1,02 (131)	-1,05 (86)	-0,46 (98)	0,20 (99)
C (7)	0,2103 (41)	0,0465 (38)	0,6726 (41)	-1,35 (110)	-0,16 (130)	0,84 (131)	0,24 (99)	-0,52 (101)	-0,89 (108)

между двумя атомами Pb (II), связанных с первым центром симметрии. Среднее значение длин связей Pb—O 2,61 Å. Длины связей и значения некоторых валентных углов приведены на рисунке. Атом азота NH₂-группы лиганда входит в координационную сферу атома металла (Pb—N (1) 2,61 (3) Å) цепочки трансляционно идентичной первому по оси *b*. Таким образом, аминный конец лиганда связывает между собой цепочки трансляционно идентичные по оси *b* в слое, параллельные плоскости (001). Эти слои закрепляются между собой NO₃-группами, которые более сильно связаны с атомом металла одним своим атомом кислорода (Pb—O 2,65 (2) Å). Это расстояние меньше, чем соответствующее расстояние в Pb(NO₃)₂. Что же касается расстояний между атомом металла с двумя другими атомами из NO₃-групп 2,98 (3) и 3,07 (3) Å, то они заметно больше, чем соответствующие расстояния в Pb(NO₃)₂ [1]. С учетом последних двух атомов кислорода, координационное число атома свинца 8. Координационный полиэдр не регулярен. Указанные слои дополнительно закрепляются между собой также водородными связями. Последние образуются между атомами кислорода из NO₃-групп и атомами азота NH₂-групп (O...N 2,99 (4) и 3,09 (4) Å).

Литература

Hamilton W. C. Acta crystallogr., 1957, 10, 103.

Институт неорганической и физической химии,
Институт физики

Поступило 3. VII 1978

И. Р. Эмирсланов, Н. Х. Чэфаров, Н. Н. Нээфов,
Х. С. Маммадов, Е. М. Мовсумов, Б. Т. Усубалиев

n-АМИНОБЕНЗОЈ ТУРШУСУНУН ГУРГУШУН-2-НИТРАТЛА КОМПЛЕКС БИРЛЭШМЭСИННИН КРИСТАЛ ГУРУЛУШУ

Мәгаләдә рентгеноструктур тәдқиғат методу илә (.Синтекс [P2,^{*} автоматик дифрактометри, λ Cu, ағыр атом методу] n-аминбензој туршусунун гургушун 2-нитратла комплекс бирләшмәсинин—[Pb(H₂NC₆H₄COO)NO₃]_n кристал вә -молекуллар гурулушу өјрәнилмишидир. Триклинтик {гәфәсин параметрләри: a=6,933 (2), b=8,597 (2), c=7,940 (2) Å. α=102,32 (2), β=82,62 (2), γ=102,14 (2)°, V=450,28 Å³. Z=2, фәза групу P1, R=0,085.

I. R. Amiraslanov, N. Kh. Jafarov, N. N. Najafov,
Kh. S. Mamedov, E. M. Movsumov, B. T. Usubaliyev

THE CRYSTAL STRUCTURE OF [Pb(H₂NC₆H₄COO)NO₃]_n

The crystal structure of [Pb(H₂NC₆H₄COO)NO₃]_n have been studied by X-ray method. The parameters of triclinic cell are a=6,933 (2), b=8,597 (2), c=7,940 (2) Å, α=102,32 (2), β=82,62 (2), γ=102,14 (2)°, V=450,23 Å³, Z=2, space group being P1, R=0,085.

Э. Т. СУЛЕЙМАНОВА, акад. С. Д. МЕХТИЕВ, М. Ф. АББАСОВ,
М. И. МИРГАСАНОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ РАДИКАЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ АЦЕТАЛЬДЕГИДА К ЦИКЛОГЕКСЕНУ

Алкилциклоалкилкетоны, подобно их структурным аналогам алифатического и ароматического рядов, могут найти широкое применение в качестве промежуточных соединений в производстве ценных продуктов нефтехимического синтеза со свойствами мономеров, поверхностно- и физиологически активных, душистых веществ, растворителей и др.

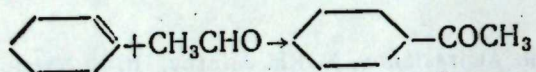
Одним из удобных способов получения их может служить реакция свободнорадикального присоединения алифатических альдегидов к циклоолефинам, в частности, к циклогексену в присутствии различных инициаторов.

В отличие от альфа-олефинов [1—3], реакция свободнорадикального присоединения цикленов и алифатических альдегидов изучена крайне недостаточно.

Описана реакция циклогексена с *n*-масляным альдегидом [4] и гептаналем [5] с образованием соответственно *n*-пропилциклогексилкетона и *n*-гексилциклогексилкетона с низкими выходами.

Более того, согласно литературным данным, считалось, что циклоолефины, благодаря их структурным особенностям, не способны вступать в указанную реакцию с образованием соответствующих кетон с высокими выходами [1, 4].

Нами исследовано свободнорадикальное присоединение ацетальдегида к циклогексену в присутствии перекиси трет.-бутила и разработаны условия, позволяющие осуществлять реакцию с высокой селективностью и получением метилциклогексилкетона с высокими выходами по схеме:



С целью нахождения оптимальных условий реакции был проведен ряд опытов по изучению влияния различных параметров: мольного соотношения реагентов, количества взятой в реакцию перекиси, температуры и продолжительности опытов на выход и состав продуктов реакции (таблица).

Опыты проводили нагреванием рассчитанных количеств циклена, альдегида и инициатора в металлической ампуле или в автоклаве.

Как видно из данных таблицы, избыток альдегида благоприятно влияет на выход целевого продукта. Так, с увеличением относительного содержания альдегида в реакционной смеси от эквимолярного до восьмикратного избытка по циклогексену выход метилциклогексилке-

Условия и результаты опытов по инициированному присоединению ацетальдегида (I) к циклогексену (II) в присутствии перекиси трет.-бутила (III)

Условия проведения опытов				Выход метилциклогексилкетона, мольн. % на исходный II	Высококипящие продукты, вес. % от исходной смеси
Мольное соотношение I:II	Мольное соотношение II:III	Т-ра, °C	Продолжительность, ч		
1:1	1:0,25	140	4	24,6	10,9
2:1	1:0,25	140	4	55,5	10,5
4:1	1:0,25	140	4	63,4	9,8
6:1	1:0,25	140	4	75,4	9,1
8:1	1:0,25	140	4	85,8	7,6
10:1	1:0,25	140	4	82,5	8,6
8:1	1:0,05	140	4	37,3	5,6
8:1	1:0,15	140	4	56,8	6,0
8:1	1:0,15	140	4	69,5	7,3
8:1	1:0,25	140	4	85,8	7,6
8:1	1:0,4	140	4	76,9	6,0
8:1	1:0,25	120	4	55,4	4,2
8:1	1:0,25	140	4	85,8	7,6
8:1	1:0,25	160	4	78,3	12,6
8:1	1:0,25	180	4	75,1	12,9
8:1	1:0,25	140	1	26,2	4,2
8:1	1:0,25	140	2	56,2	5,3
8:1	1:0,25	140	3	73,8	6,1
8:1	1:0,25	140	4	85,8	7,6
8:1	1:0,25	140	6	85,2	9,5
8:1	1:0,25	140	8	79,8	9,8

тона увеличивается от 24,6 до 85,8 мольн.%. Это можно объяснить тем, что скорость реакции определяет наличие ацетильных радикалов в реакционной среде, источником которых является реакция ацетальдегида с инициатором. С другой стороны, избыточное количество альдегида, играя роль растворителя, способствует увеличению селективности реакции и выходу целевого продукта.

Однако при дальнейшем увеличении количества взятого в реакцию альдегида не удалось повысить выход метилциклогексилкетона, поэтому мольное соотношение циклогексена и ацетальдегида 1:8 принято за оптимальное.

Увеличение количества взятой в реакцию перекиси трет.-бутила в пределах 0,05—0,25 *M* на 1 моль циклена благоприятствует свободнорадикальному присоединению ацетальдегида к циклогексену с образованием метилциклогексилкетона до 85,5 мольн.% на исходный циклен.

С дальнейшим увеличением количества перекиси до 0,4 *M* на 1 моль циклена выход кетона не только не увеличивается, но даже несколько снижается (до 76,9 мольн.%). Поэтому за оптимальное количество перекиси в исследуемой реакции принято 0,25 *M* на 1 моль циклена.

Одним из основных параметров реакции свободнорадикального присоединения является температура, определяющая скорость распада перекиси, а следовательно, и скорость реакции в целом. В результате опытов по изучению влияния температуры на выход метилциклогексилкетона за оптимальную температуру проведения реакции принято 140°C. Выход аддукта 1:1 уменьшается как с понижением температуры до 120°C (85,8—55,4% на исходный циклогексен) в связи с

большим периодом полураспада перекиси при этой температуре, так и с повышением температуры до 160 и 180°C (85,8—78,3% и 75,1%, соответственно) за счет понижения селективности реакции, что выражается в увеличении количества образующихся в реакции высококипящих продуктов.

Что касается влияния продолжительности опытов на выход метилциклогексилкетона, то как видно из данных таблицы, за первый час успевает прореагировать лишь незначительная часть исходных реагентов и выход метилциклогексилкетона составляет лишь 26,2 мольн.%. С увеличением продолжительности опытов до 3—4 ч выход его возрастает, соответственно, до 73,8 и 85,8 мольн.%, оставаясь на том же уровне в течение следующих 2 ч. Поэтому за оптимальную продолжительность реакции принято 4 ч.

Таким образом, в результате исследования реакции свободнорадикального присоединения ацетальдегида к циклогексену в присутствии перекиси трет.-бутила изучено влияние различных параметров на выход и состав продуктов реакции и найдены оптимальные условия синтеза метилциклогексилкетона: мольное соотношение альдегида, углеводорода и перекиси 8:1:0,25, температура 140°C, продолжительность опыта—4 ч.

Выход метилциклогексилкетона при описанных условиях составил 85,8 мольн. % на исходный циклен при полной конверсии последнего, а количество высококипящих продуктов—остатка от разгонки продукта реакции—7,6 вес. % от исходной реакционной смеси.

Синтезированный метилциклогексилкетон имеет следующие физико-химические константы: $t_{\text{кип.}}$ 72—74°C/20 мм; d_4^{20} 0,9287; n_D^{20} 1,4504; M_{R_D} 36,4 (выч. 36,9).

Структура метилциклогексилкетона подтверждена физико-химическими, в частности, ГЖХ, ИКС и масс-спектрометрическим анализами.

Хроматограмма его снята на хроматографе „Цвет-4“ с колонкой длиной 6 м, диаметром—3 мм, неподвижная фаза—силиконовое масло на сферохроме, газ-носитель—азот, при температуре колонки 160°C. Как показало исследование продуктов реакции, реакция свободнорадикального присоединения ацетальдегида к циклоолефинам протекает исключительно селективно с образованием аддукта 1:1 практически в виде одного соединения, без каких-либо примесей или изомеров.

ИК-спектр синтезированного метилциклогексилкетона также хорошо подтверждает его структуру. На спектрограмме видны интенсивные полосы с частотой 1705 см^{-1} , ответственные за карбонильную группу, 1360—1350 см^{-1} , характерные для ацетильной группы COCH_3 , а также полосы в области 1025 см^{-1} , характерные для метиленовых групп циклогексанового кольца [6, 7].

Структура метилциклогексилкетона подтверждена и масс-спектрометрически [8]. Масс-спектр его снят на приборе МХ-1303 при ионизирующем напряжении 50 в и силе тока эмиссии 100 ма.

На спектре видны интенсивные пики, соответствующие массам 126, молекулярному иону метилциклогексилкетона, совпадающие с его молекулярным весом, интенсивные пики с массой 83 и 43, соответствующие осколкам, образующимся при отрыве ацетильной группы от циклогексанового кольца, а также с массой 71 и 55, соответствующие осколкам, образующимся при распаде молекулы метилциклогексилкетона на $(\text{C}_4\text{H}_7)^+$ и $(\text{CH}_2\text{CHCOCH}_3)^+$ группы.

Таким образом, набор масс молекулярных и осколочных ионов в масс-спектре метилциклогексилкетона подтверждает его структуру и еще раз доказывает протекание реакции свободнорадикального присоединения циклогексена к ацетальдегиду с образованием метилциклогексилкетона.

Выводы

Исследована реакция свободнорадикального присоединения ацетальдегида к циклогексену в присутствии перекиси трет.-бутила.

Установлена зависимость выхода и состава продуктов реакции от условий ее проведения и разработаны условия синтеза метилциклогексилкетона с выходом 85,8 мольн. % на исходный циклен при полной конверсии последнего.

Разработаны условия хроматографического анализа продуктов реакции.

Литература

1. Органические реакции. Изд-во „Мир“, М., 1966, сб. 13.2. Степанова Т. А., Маркевич В. С., Калинин С. Д., Степанова Л. А., Виноградов М. Г., Никишин Г. И. „Нефтехимия“, т. XIII, № 6, 1973. 3. Мехтнев С. Д., Сулейманова Э. Т., Аббасов М. Ф. „ДАН Азерб. ССР“, т. XXXII, № 5, 1976. 4. Zadd. Пат. США 2517684, СА, 44, 10730, 1950. 5. Kharasch. Urry, Kuderna. J. Org. Chem., 14, 248, 1949. 6. Установление структуры органических соединений физическими и химическими методами. Под ред. А. Вайсбергера, кн. 1, Изд-во „Химия“, М., 1967. 7. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. Изд-во „Мир“, М., 1975. 8. Гудзикевич Г., Джераси К., Уильямс Д. Интерпретация масс-спектров органических соединений. Изд-во „Мир“, М., 1966;

ИНХЛ

Поступило 9. I 1979

Е. Т. Сулейманова, С. Ч. Мехтиев, М. Ф. Аббасов, М. И. Миргасанова

АСЕТАЛЬДЕИДИН ТЦИКЛОГЕКСЕНЭ РАДИКАЛ БИРЛЭШМЭ РЕАКСИЯСЫНЫН ТЭДГИГИ

Асетаальдеидин үчлү бутилпероксид иштиракилэ тсиклогексенэ бирлэшмэ реаксиясы тэдгиг едилмишдир.

Реаксия мөһсулларынын чыхым вэ тэркибинин реаксия шэраитиндэн асылдыгы өйрэнилмиш, көтүрүлмүш карбогидрокенин там чеврилмэси. Метилтсиклогексилкетонун 85,8% чыхымла алынмасы вэ реаксия мөһсулларынын хроматографик анализи үчүн шэраит тапылмышдыр.

E. T. Suleimanova, S. D. Mekhtiev, M. F. Abbasov, M. Y. Mirgasanova

STUDY OF THE FREE RADICAL ADDITION OF ACETALDEHYDE TO CYCLOHEXENE

Methylcyclohexylketone is obtained by the reaction of cyclohexene with the acetaldehyde in the presence of the tertbutyl peroxide and its properties are studied.

Н. Т. СУЛТАНОВ, Ф. Р. БАБАЕВ, У. Н. СУЛЕЙМАНОВА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АЗОТА В НЕФТЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
БАКИНСКОГО АРХИПЕЛАГА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. С. Алиевым)

В последние годы уделяется все больше внимания изучению распределения азота, присутствующего в составе нефти.

Природа и содержание азота в нефти представляет значительный интерес для освещения вопроса генезиса нефти, характера ее материнского вещества, миграции нефти. Знание о присутствии азота в нефти необходимо также при выборе технологических процессов ее переработки.

Азот в сырой нефти может находиться в виде различных азот-органических соединений—хинолина, пиррола, пиридина, порфирина и др.

Содержание азотистых соединений в большинстве нефтей невелико.

В России азотистые соединения впервые были выделены из кавказской нефти. Исследователи отнесли их к основаниям типа пиридинов [1].

Содержание общего азота в нефтях Азербайджана колеблется в пределах 0,5—0,34%, причем нефти верхних отделов Апшерона содержат меньше азота, нежели нефти нижних отделов [1].

Изучено содержание общего и основного азота для нефтей северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины [5].

Исследуя азотистые соединения в нефти новых промышленных месторождений Белоруссии Ю. Г. Егизаров, Л. И. Агабекова и др. [3] установили, что содержание общего азота в исследованных нефтях не превышает 0,22 вес. %. На долю основного азота приходится 9,3—27,0% от общего содержания азота в нефтях, причем большую часть азотистых оснований составляют третичные амины.

В нефтях Ферганской впадины [7] количество общего азота колеблется в пределах 0,038—0,25%. Авторами [7] было впервые установлено, что в данной депрессии основной азот нефтей составляет 21—58% от общего азота и представлен соединениями, включающими только третичные аминогруппы.

Е. В. Гусинской, А. В. Разумовым [2] из нефтей некоторых месторождений Сахалина получено от 0,37 до 0,53% концентратов азотистых оснований с содержанием общего азота по Дюма от 3,84 до 4,618%.

Приводим результаты изучения содержания и распределения азота в нефтях и ее фракциях месторождений Сангачалы-море, Дуванны-море, о. Булла нефтегазаносной области Бакинского архипелага.

Характеристика исследованных нефтей

№ скв.	Горизонт	Фильтр, ж	Удельный вес	Кислотное число, мг КОН	Вязкость, по Энгле-ру	Коксуемость	Зольность, %	Содержание серы, %	Содержание общего азота, масс. %	Асфальтены, %	Силан-кальлевые смолы, %	Масла, %	Парафины, %	Отношение азота к коксу	Распределение общего азота, %		
															Асфальтены	Масла	
153	Сельмой	4135—4118	Водн.	0,32	1,48	1,835	0,1020	0,171	0,323	0,870	8,560	41,236	0,044	0,17	0,353	1,038	1,853
164	горизонт	4380—4326	0,8839	0,18	1,44	2,183	0,0388	0,413	0,256	1,035	9,750	40,075	0,083	0,11	0,402	1,222	0,758
520		5010—4913	0,8723	0,28	1,24	1,931	0,0340	0,356	0,228	0,966	9,076	44,614	0,311	0,11	0,421	1,028	0,584
310	Сангачалы-море	3061—3043	0,8993	0,36	1,22	1,636	0,0808	0,385	0,281	0,953	6,034	40,984	0,373	0,11	0,531	1,078	0,750
272		3637—3613	0,8385	0,24	1,48	1,495	0,0348	0,293	0,279	1,027	4,920	49,854	1,129	0,11	0,565	1,155	0,605
305		3680—3634	0,8843	0,31	1,28	1,764	0,0307	0,302	0,231	0,751	5,270	46,960	0,059	0,13	0,458	1,238	0,582
224		3719—3074	1,0070	0,19	1,40	1,499	0,1400	0,122	0,354	1,065	5,560	40,700	0,097	0,23	0,723	0,980	0,783
115		3759—3739	0,8832	0,30	1,28	1,874	0,1748	0,159	0,400	1,016	6,246	46,162	0,073	0,21	0,631	0,919	0,801
353		3860—3826	0,8914	0,30	1,40	1,505	0,0247	0,424	0,130	1,247	6,006	42,048	0,033	0,06	0,458	1,023	0,530
402		4032—3999	0,8793	0,24	1,34	2,059	0,0820	0,431	0,308	0,997	6,144	41,920	0,065	0,14	0,484	1,274	0,834
347		4305—4256	0,8909	0,30	1,24	1,605	0,0988	0,381	0,288	1,081	9,204	37,016	0,026	0,17	0,533	1,126	0,635
332		4460—4393	0,9110	0,18	1,28	1,205	0,1072	0,172	0,086	1,168	40,060	40,060	0,245	0,07	0,507	—	—
240		4465—4397	0,8783	—	1,26	1,824	0,1400	0,404	0,198	0,797	48,750	48,750	—	0,10	0,701	1,302	0,596
245		4594—4548	0,9201	0,48	1,32	1,697	0,0879	0,243	0,310	1,417	40,616	40,616	0,042	0,18	0,575	1,227	0,613
333		4631—4577	0,8991	0,30	1,28	1,810	0,0187	0,326	—	1,097	6,670	32,764	—	—	—	—	—
239		4827—4774	0,9008	0,24	1,28	1,516	0,0652	0,418	0,201	1,220	6,620	37,046	—	—	—	—	—
532		5190—5110	0,8582	0,24	1,26	1,454	0,1456	0,392	0,235	1,162	6,940	40,600	—	—	—	—	—
65		Булла	3842—3815	Водн.	0,06	0,81	1,454	0,1488	0,361	0,228	0,984	6,136	43,958	—	0,15	0,624	1,082

Свойства исследованных проб нефтей определяли по стандартным методам [4].

Нефти рассматриваемых месторождений высококачественные. Плотность их колеблется от 0,8582 до 0,9110 г/см³. Количество силикагелевых смол изменяется от 4,88 до 9,75%, содержание серы—0,122—0,431%. Кислотные числа колеблются в пределах—0,18—0,48. Количество асфальтенов изменяется от 0,7508 до 1,4164%, коксуемость нефти от 1,205 до 2,183%. В целом исследованные нефти относятся к нефтям средней легкости, с малым содержанием асфальтенов и силикагелевых смол.

Содержание общего азота в нефтях и ее химических фракциях определяли модифицированным полумикрометодом Дюма [6].

Изучение содержания общего азота показало, что оно не превышает в исследованных нефтях 0,4%. Наибольшее количество азота содержится в нефти скв. № 115 месторождения Дуванны-море.

Для проб нефтей месторождений Сангачалы-море наблюдается уменьшение количества общего азота (0,323—0,228%) с увеличением глубины залегания отобранной пробы.

Установлено, что с увеличением содержания асфальтенов, силикагелевых смол, в изменении содержания общего азота закономерность не выявляется.

Среди фракций преобладающее количество общего азота содержится в силикагелевых смолах (0,919—1,302%), хотя и масла по своему содержанию в изученных нефтях занимают первое место.

Учитывая, что J. S. Ball [8] считает возможным использовать отношение содержания азота к выходу кокса для выяснения геологического возраста, мы вычислили эти отношения.

Для исследованных нефтей отношение содержания азота к коксу меняется в пределах—0,07—0,23. Причем, среднее значение указанного отношения для нефтей месторождения Сангачалы-море—0,13, а для Дуванны-море—0,14.

Полагаем, для нефтей исследованных месторождений эти отношения примерно равны, что в свою очередь может указывать на одинаковые условия и время преобразования нефтематеринского вещества в нефть.

Литература

1. Ашумов Г. Г. Азербайджанские нефти. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1961.
2. Гусинская Е. В. Разумов А. В. Сб. научных трудов аспирантов Хабаровского политехнич. ин-та. Хабаровск, 1972.
3. Егизаров Ю. Г., Агабекова Л. А., Савонькина М. Г., Козлова Т. И., Смольский А. М., Радкевич С. Е. ДАН БССР, 1976, т. 20, № 7, стр. 621—623.
4. Нефтепродукты. Методы испытания. ГОСТ 11858—66 ч. 1 М., 1967.
5. Снарский А. Н., Севастьянова Г. А., Головчин Г. А., Борковский А. А., Романко П. Д. Изв. вузов. «Нефть и газ», № 10, 1976.
6. Стандартная методика. ГОСТ 13301-67.
7. Юсупова Н. А., Полякова А. А., Нуманов И. У., Толмачева Г. Л. В сб. «Химия в Таджикистане», Изд-во «Дониш», Душанбе, 1974.
8. Ball J. S. и др. Ind. Eng. Chem., т. XI, № 11, 1951.

ИНХП
АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 7. VIII 1978

Н. Т. Султанов, Ф. Р. Бабаев, У. Н. Сулейманова

БАКЫ АРХИПЕЛАҒЫ ЈАТАҒЛАРЫНЫН НЕФТЛӘРИНДӘ АЗОТУН ПАЈЛАНМАСЫ

Мәғаләдә Сәнкәчал-дәниз, Дуванны-дәниз, Бүллә адасы Јатағлары нефтләриндә вә онларын фраксијаларында азотун мигдары вә пајланмасы һагғында мә'лумат вәрилер.

Тәдгиг олунмуш нефтләр, тәркибиндә аз мигдарда силикакел гәтранлары вә асфалтенләр олан орта јүңкүл нефтләрә аидирләр. Әјрәнилмиш нефтләрдә азотун мигдары 0,4%-дән артыг дејилдир.

Силикакел гәтранларында үмуми азотун мигдары 0,919—1,302% һәддиндә дәјишир.

Мүәјјән едилмишдир ки, асфалтенләрин вә силикакел гәтранларын мигдары артыгча үмуми азотун мигдарынын дәјишмәсиндә һеч бир һанунаујғулуғ ашкар едилмир.

Тәдгиг олунмуш нефтләрдә азот вә коксун мигдарлары нисбәти 0,07—0,23 һәддиндә дәјишир.

Гејд етмәк ләзимдир ки, әјрәнилмиш Јатағларын нефтләри үчүн Јухарыда көс-тәрилән нисбәтин гијмәтләри јахындыр ки, бу да һәмни нефтләрин ејни вахта вә шәрантә, ејни нефт ана мәддәсиндән әмәлә кәлмәсини мүләһизә етмәјә имкан вәрир.

N. T. Sultanov, F. R. Babayev, U. N. Suleimanova

NITROGEN DISTRIBUTION IN OILS OF BAKU ARCHIPELAGO DEPOSITS

The results of study of nitrogen content and distribution in oils and its fractions of Sangachaly-sea, Duvany-sea and Bula Island deposits are presented in the article.

The oils studied rank among the oils of medium lightness with low content of asphaltene and silica gel gums.

Nitrogen content in the investigated oils does not exceed 0,4%.

Total nitrogen content in silica gel gums ranges from 0,919 to 1,302%.

It has been established that with increasing of asphaltene and silica gel gum content there is no regularity in total nitrogen content changing.

For the oils studied the ratio of nitrogen content to coke varies within 0,07—0,23; the average value of above ratios for the oils of separate studied deposits being approximately the same and this indicates the similar conditions and time of mother substance conversion into oil.

Акад. **М. А. КАШКАЙ**, О. М. ИМАНОВА

О МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ОКСОНИОЯРОЗИТОВОЙ ПОРОДЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

Исследования оксониярозитовой охры, особенно оксониярозита, кроме теоретического, имеют и практическое значение. Он является сырьем для получения пигмента, железа, серы, полировальных порошков и др. В этом отношении представляет интерес исследование оксониярозитовой охры Нахичеванской АССР, Ханларского, Сальянского

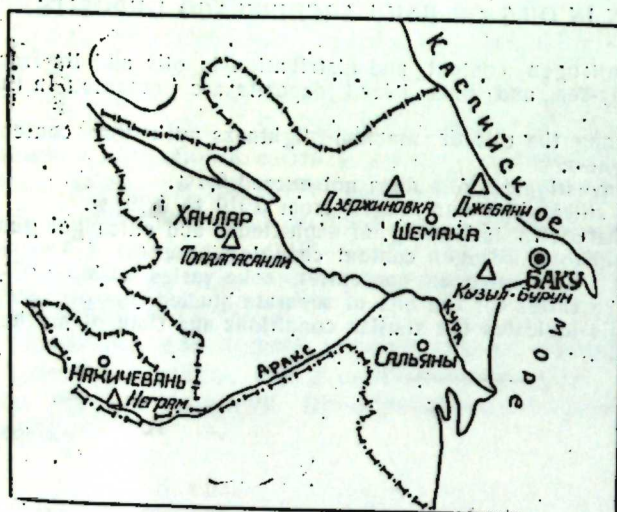


Рис. 1. Расположение месторождений (Δ) оксониярозитовой породы Азербайджанской ССР.

и Шемахинского районов Азербайджанской ССР (рис. 1). Но они, по-видимому, широко распространены не только в республике, но и в аналогичных геолого-геохимических условиях Закавказья, в том числе в зоне гипергенеза в месторождениях колчеданных и других сульфидных руд.

Оксониевый ярозит $(\text{H}_3\text{O})\text{Fe}_3^{3+}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$, оксониевый алуниит $(\text{H}_3\text{O})\text{Al}_3^{3+}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ и другие их изоструктурные аналоги были синтезированы Ч. М. Кашкаем [4] при температуре 200–300°C. Первый минерал был также синтезирован Е. В. Маргулисом и др. [5]. Этот минерал и оксониевый алуниит были описаны М. А. Кашкаем [2], который затем совместно с сотрудниками [3] изучал обнаруженный им новый минеральный вид — стронциевый ярозит из нового алунитового

месторождения в Нахичеванской АССР. Некоторые данные об оксониевом ярозите дает Я. Кубиш [7].

В Нахичеванской АССР оксониярозитовая охра обнаружена нами в 8–9 км к югу от с. Неграм, где она приурочена к трещинам, проходящим по контактам доломитов триаса и базальтовых порфиритов лейаса. Трещина с охрой протягивается параллельно руслу р. Аракс, примерно на 100 м при ширине 1,5–2 м. Оксониярозит здесь образуется за счет преобразования компонентов базальтового порфирита.

Аналогичные желтые породы в своем распространении не ограничиваются районом с. Неграм, выходят в ряде пунктов между Джульфинским и Неграмским ущельями бассейна р. Аракс.

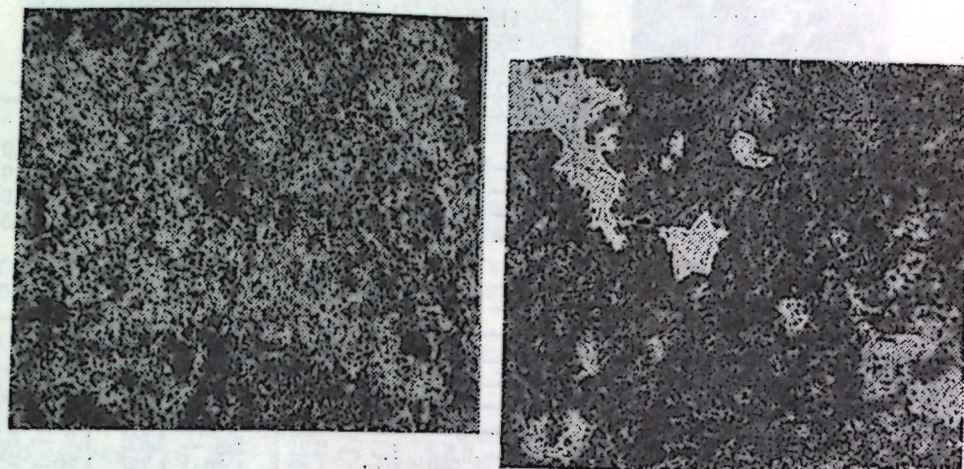


Рис. 2. Микроструктура оксониярозитовых пород. Увел. 160. Николи II: а—микророзернистая и афанитовая (с. Джебани); б—реликтовая микропорфирная (с. Неграм)

В Шемахинском районе охры обнаружены и изучены М. А. Кашкаем и М. Г. Агабековым [1], которые высокое содержание окиси железа (44, 47–51, 63%) и сорного ангидрида (21, 16–21, 68%) в охре из ложины у с. Джебани и из долины выше „Красного моста“ связывают с разложением мелкорассеянного сульфида в песчано-глинистых породах. Нашими же дополнительными физико-химическими исследованиями охр районов сс. Джебани и Дзербжиновка установлено, что породообразующим минералом их является оксониярозит. Здесь оксониярозитовая охра в виде линз и прослоев, мощностью от 0,1 до 1,5 м, залегает среди песчано-глинистых пород майкопской свиты. На продолжении этих же отложений в виде гнезд или карманов оксониярозит обнаружен нами также около с. Кызыл-Бурун Сальянского района.

В Ханларском районе оксониярозитовая охра выявлена нами в 400–500 м к востоку—юго-востоку от с. Топалгасанли, среди вулканогенных образований сантона, представленных андезитами, андезитобазальтами, их туфами и туфобрекчиями. Залежи охры, в виде изолированных заохренных зон, приурочены к туфогенным породам, мощностью от 2 до 5 м. Охра характеризуется лимонно-желтым цветом, рыхлым, землистым строением. Отмечаются заохренные обломки с более плотным, камнеподобным строением, имеют в изломе светло-желтую окраску. Фиксируются прожилки и включения гипса.

Результаты гранулометрического, минералогического и химического анализов оксониярозитовых пород

Содержание, %	Место отбора проб			
	Шемахинский р-н		Нахичеванский р-н Нах. АССР	Ханларский р-н
	Джебаны	Дзержиновка	Неграм	Топалгасанли
1. Гранулометрический (мм):				
1,0 — 0,5	2,60	0,28	10,2	10,54
0,5 — 0,25	4,12	0,32	7,61	6,40
0,25 — 0,10	5,08	1,70	6,58	4,00
0,1 — 0,05	11,60	20,80	26,50	26,88
0,05 — 0,01	25,20	20,0	14,17	14,28
0,01 — 0,005	31,20	19,80	18,41	4,80
0,005	20,20	37,0	17,43	33,10
2. Минералогический:				
оксониярозит	90,0—94,0	35,0—66,0	65,0—76,0	25,0—38,0
кварц, опал	1,0—2,0	2,0—5,0	8,0—12,0	30,0—35,0
гипс (селенит)	0,5—1,0	1,5—2,0	2,0—3,0	2,5—3,0
полевые шпаты	0,0—0,1	1,0—1,5	2,0—3,0	3,6—4,5
рудные минералы (гематит, гетит, лимонит)	1,2—2,7	1,6—3,0	1,5—3,0	4,0—5,0
глинистые минералы	2,0—5,0	25,0—30,0	0,5—12,0	18,0—25,0
3. Химический:				
SiO ₂	0,5 — 1,0	5,12—12,52	20,25—35,66	31,9 —57,07
Al ₂ O ₃	0,3 — 0,7	3,27—6,95	2,53—6,85	14,2 —24,45
Fe ₂ O ₃	46,44—48,5	30,1 —38,22	23,55—30,41	10,5 —25,0
MgO	0,2 — 0,3	0,3 — 0,5	0,81—1,00	0,09—2,13
CaO	0,4 — 0,6	1,5 — 3,21	2,8 — 3,52	1,2 — 6,8
FeO	1,4 — 1,55	1,15—1,55	1,60—1,75	1,20—1,35
Na ₂ O	0,04—0,06	0,08—0,10	0,09—0,11	0,9—0,11
K ₂ O	0,02—0,04	0,09—0,07	0,12—0,66	0,34—0,38
SO ₃	26,3 —32,1	17,14—20,4	19,03—22,5	7,44—15,8
	12,56—16,06	11,7 —12,5	7,78—12,32	8,5 —15,98

Под микроскопом [породы характеризуются алеврито-пелитовой, микрозернистой, афанитовой (рис. 2а) и реликтовой мелкопорфиновой (рис. 2, б) структурами. Текстура их беспорядочная, пятнистая. Состоит главным образом из мелких частиц оксониярозита ромбического облика, размером меньше 0,1 мм. Содержание его колеблется, достигая 94%, особенно в охре с. Джебаны. В охре из с. Неграм он распылен по всей массе породы и заполняет пустоты, образуя причудливые формы, среди которых отмечается и звездообразная (рис. 2, б). В виде примесей фиксируются глинистые минералы и гипс (селенит). Среди глинистых минералов оксониярозит обнаруживается в виде агрегатно-землистых масс, местами он развивается по цветным минералам (в образцах из с. Неграм), сопровождается хлоритом. Глинистые минералы содержатся в заметном количестве в охре из с. Дзержиновка, меньше — в образцах из Джебаны.

Селенит присутствует в пустотах, образует параллельно-волокнистые агрегаты и обладает шелковистым блеском. Кроме того, в охре из Неграма отмечается опал (7—10%), кварц (3—5%) и полевые шпаты (до 3%). Опал встречается в виде бесформенных гелевидных скоплений в пустотах, где обнаруживаются его многочисленные ди-

сковидные и эллипсовидные глобулы. Нередко отмечаются диатомы и радиолярии. Размеры опаловых глобул колеблются в пределах 0,01—0,03 мм. В образцах из сс. Джебаны и Дзержиновка присутствует до 2% гематита, размером от 0,05 до 0,45 мм.

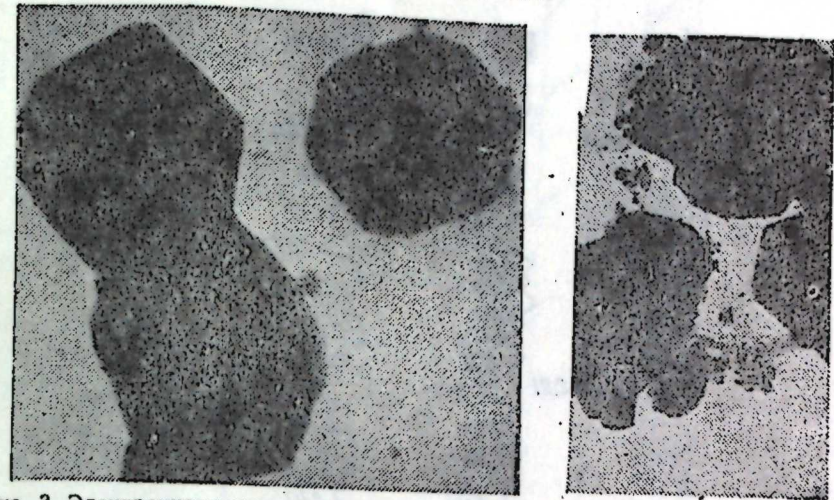


Рис. 3. Электронномикроскопические снимки глинистой фракции (0,01 мм) оксониярозитов из селений: а—Джебаны, увел. 22000; б—Неграм, увел. 15000.

По гранулометрическому составу исследованные породы относятся (таблица) к алевритовым пелитам (Джебаны, Дзержиновка), субалевритам (Неграм, Топалгасанли). Значительно меньшее количество песчаных частиц в охре из Дзержиновки связано с повышенным содержанием (до 35%) в ней глинистых минералов. Запесоченность же охр из Неграмовского и Топалгасанлинского месторождений обусловлена наличием полевошпатово-кремнистых образований.

В минералогическом составе охры преобладает оксониярозит (таблица), содержание которого колеблется от 25 (в охре из Топалгасанли) до 94% (в охре из Джебаны). Показатель светопреломления оксониярозита находится в пределах 1,725—1,728. Глинисто-алевритовая фракция (размером меньше 0,01 мм) под электронным микроскопом (рис. 3, а, б) представлена псевдогексагональными и бесформенными частицами оксониярозита; на рисунке в образце из Неграма отмечаются также тонкие игольчатые и волокнистые частицы глинистых минералов.

Основными компонентами химического состава (таблица) оксониярозитовой породы из Джебаны являются Fe₂O₃, SO₃ и летучие. Содержание их в охрах из сс. Дзержиновка, Неграм и Топалгасанли заметно меньше, что связано наличием в них минеральных примесей. В зависимости от содержания последних, в охрах повышается количество кремнезема, глинозема и других оксидов.

Рентгенографический анализ пород (рис. 4) также подтверждает наличие и резкое преобладание в их минералогическом составе оксониярозита: d = 5,89—5,9; 5,50—5,75; 5,01—5,09; 3,09—3,12; 3,04—3,07; 2,94—2,97; 2,78—2,86; 2,51—2,55; 2,21—2,28; 1,96—1,97; 1,817—1,819 Å и др. Эти линии идентичны и соответствуют рентгенографическим данным оксониярозита из Польши (Сташиц), приведенным в работе [7].

На термограммах (рис. 5) оксониярозитовых пород фиксируются три эндотермических эффекта—один пологий при $t=130-250^{\circ}\text{C}$ и два глубоких при $t=435-450^{\circ}\text{C}$, один экзотермический эффект при

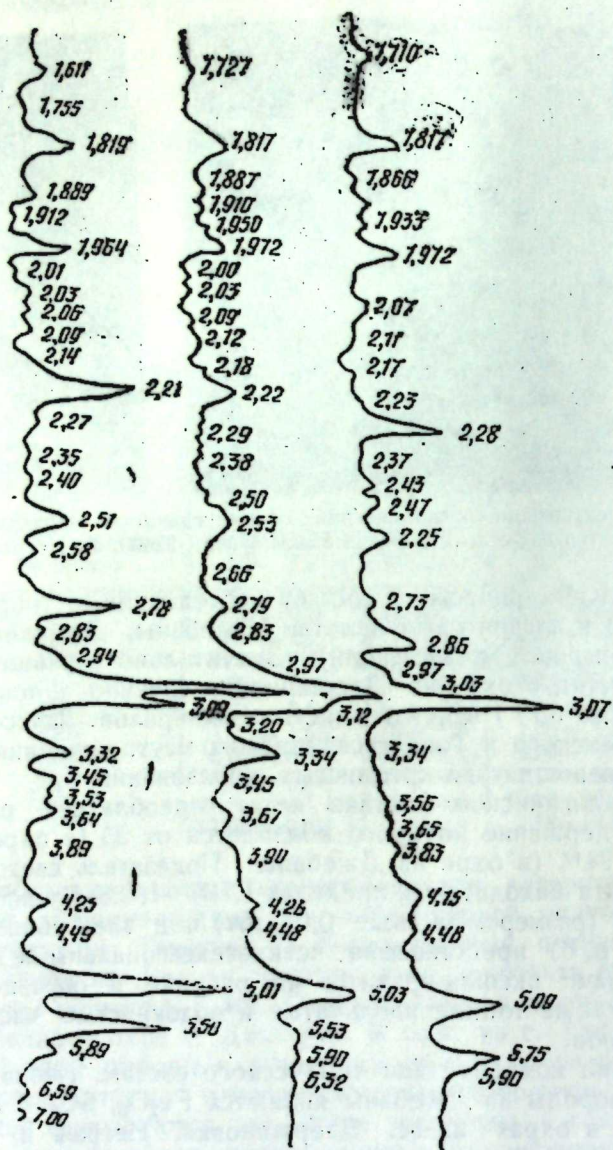


Рис. 4. Рентгенодифрактограммы оксониярозитовых пород из селенгий: а—Джебаны; б—Дзержиновка; в—Неграм.

$t=330-355^{\circ}\text{C}$. Первая эндотермическая реакция, выраженная в широком интервале ($130-250^{\circ}\text{C}$), отчетливо видна на термограмме охры из с. Неграм, обусловлена удалением различного характера воды из цеолитовых и глинистых минералов, опала, гипса и др. Вторая эндотермическая остановка при $435-450^{\circ}\text{C}$, самая мощная, интенсивная и

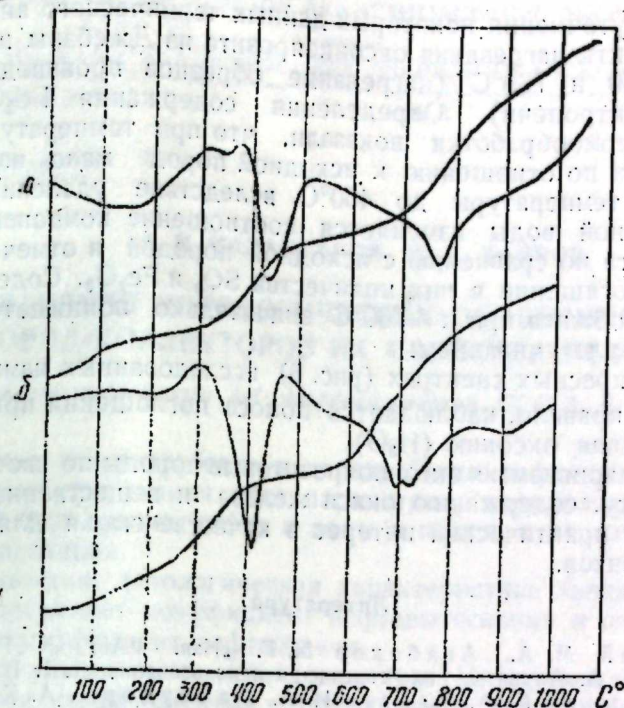


Рис. 5. Термограммы оксониярозитов из селенгий: а—Неграм; б—Джебаны.

характерна для оксониярозита, вызвана освобождением конституционной воды и оксония. Третья эндотермическая реакция при $730-785^{\circ}\text{C}$, отличающаяся сравнительно малой интенсивностью, обязана улетучиванию как в алуните, так и ярозите основной части SO_3 . Эта остановка на термограмме оксониярозита из Джебаны имеет раздвоенный характер, идентичный с таковым гидроязозита из Польши (Рудовка) [7]. Экзотермическая реакция при $t=330-335^{\circ}\text{C}$, возможно, вызвана окислением примесей окислов железа и др. Кривые обезвоживания оксониярозитовых пород имеют ступенчатый характер, что свидетельствует о стадийном выделении летучих компонентов. Общая потеря веса составляет 28%, что указывает на полную дегидратацию оксониярозита и частичное улетучивание SO_3 .

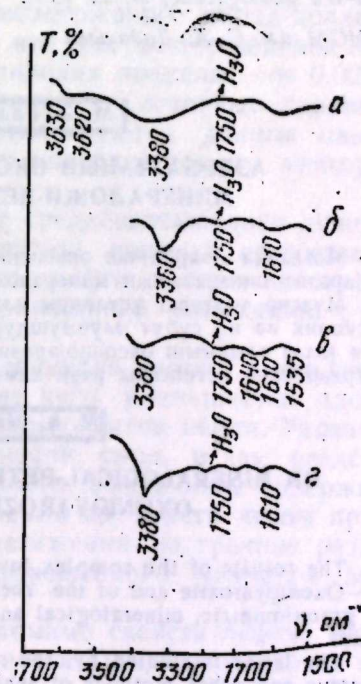


Рис. 6. Инфракрасные спектры оксониевого ярозита из сс.: а—Топалгасанли; б—Неграм; в—Дзержиновка; г—Джебаны.

С целью уточнения некоторых данных термического анализа исследованы продукты нагревания оксониярозита из Джебаны при температурах 140, 450 и 760°C (нагревание образцов производилось в муфельной электропечи). Определения содержания Fe_2O_3 и SO_3 в продуктах термообработки показали, что при температуре до 140°C количество их по отношению к исходной породе мало изменяется. С повышением температуры до 450°C, вследствие удаления оксония и конституционной воды изменяется соотношение компонентов в продуктах обжига по сравнению с исходной породой и отмечается относительное обогащение в них количества SO_3 и Fe_2O_3 . Содержание SO_3 в продуктах обжига при $t=760^\circ C$ значительно понижается, что объясняется его улетучиванием.

На инфракрасных спектрах (рис. 6) исследованных нами оксониярозитов, как правило, наблюдается полоса поглощения при 1750 см^{-1} , соответствующая оксонию (H_2O).

Рассматриваемые оксониярозитовые породы по своему окряножелтому цвету, содержанию окиси железа и вещественному составу представляют практический интерес в качестве сырья для получения из них пигментов.

Литература

1. Кашкай М. А., Агабеков М. Г. Изв. ФАН СССР, № 7, 1941.
2. Кашкай М. А. Алуниты, их генезис и использование, т. 1. Изд-во "Недра". М., 1970.
3. Кашкай М. А., Бабаев И. А., Махмудов С. А., Кашкай Ч. М. Зап. Всес. минер. Об-ва, 103, вып. 4, Л., 1974.
4. Кашкай Ч. М., Боровская Ю. Б., Бабазаде М. А. "Геохимия", АН СССР, М., № 5, 1975.
5. Маргулис Е. В., Савченко Л. А., Шокарев М. М., Бейсекеева Л. И., Вершинина Ф. И. "Неорганическая химия", т. 18, вып. 5, 1973.
6. Маргулис Е. В., Савченко Л. А., Шокарев М. М., Бейсекеева Л. И., Вершинина Ф. И. "Неорганическая химия", т. 20, вып. 4, 1975.
7. Kubisz Jan. Prace Geol. Warszawa Wyd-Wa geologiczne, т. 22, 1934.

НИИСМ им. С. А. Дадашева

Поступило 1. XI 1978

М. Э. Гашгай, О. М. Иманова

АЗЭРБАЙДЖАНЫН ОКСОНИОЯРОЗИТ СУХУРЛАРЫНЫН МИНЕРАЛОЖИ-ПЕТРОГРАФИК ТЭРКИБИНЭ ДАИР

Мәгаләдә Азәрбајҗан ғразисинин бир сыра районларында ашкар олунмуш оксониярозит минералынын минераложии-петрографик тәркиби верилмишдир.

Мүасир тәдҗигат үсуллари илә (кимјәви, рентҗенографик, инфраҗырмызы-спектроскопик вә и.) сүбүт олунмушдур ки, тәбии оксониярозит кимјәви тәркибчә сүн'и јолла алынмыш оксониярозитә јахындыр. Тәркибиндә оксониярозит олан сүхурлар охра истеһсалы үчүн хаммал кими гилмәтлидирләр.

М. А. Kashkay, О. М. Imanova

ON MINERALOGICAL-PETROGRAPHICAL COMPOSITION OF THE OXONIOYAROSITE ROCK OF AZERBAIJAN

The results of the complex investigation of the mineral new for the Azerbaijan-Oxonioyarozite and of the rocks containing it, are given. The peculiarities of the granulometric, mineralogical and chemical composition of the oxonioyarozite are found.

The latter is studied by the roentgenographic, derivatographic, infra-red-spectroscopic and other methods of analysis.

А. И. КАЛАНТАРОВ, Н. Д. ТАИРОВ

ВЛИЯНИЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ НА СВОЙСТВА НЕФТЕЙ

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

Рациональная разработка и доработка нефтяных месторождений возможна при знании всех параметров, определяющих механизм совместной фильтрации нефти и воды в пласте и их изменение в процессе эксплуатации.

Как известно, литологическая характеристика залежи во многих случаях определяет коэффициент нефтевытеснения и охвата, в конечном счете коэффициент нефтеотдачи.

Проведенными ранее исследованиями [1] установлено, что между конечным коэффициентом нефтеотдачи и песчаностью коллектора наблюдается прямая зависимость, т. е. чем больше песчаность залежи, тем выше конечный коэффициент нефтеотдачи. Как известно, песчаность коллектора можно охарактеризовать различными параметрами.

В качестве литофациальной особенности нами выбран средне-взвешанный диаметр зерен ($d_{ср.}$) нефтесодержащих пород-коллекторов. Промысловые данные показывают, что для месторождений Азербайджана величина $d_{ср.}$ колеблется в широких пределах — от 0,025 до 0,275 и его изменение оказывает влияние на основные параметры нефти. При изучении этого вопроса используются данные опытов, проведенных М. М. Мустафаевым [2] по многопластовому месторождению Бибиэбат.

Из рис. 1 видно, что с увеличением средне-взвешанного диаметра зерен пород содержание нефтено-смолистых веществ возрастает. В соответствии с этим возрастает плотность нефти и ее вязкость. Обратная картина наблюдается для поверхностного натяжения: с увеличением $d_{ср.}$ оно уменьшается.

С увеличением средне-взвешанного диаметра частиц уменьшается удельная поверхность породы, вследствие чего уменьшается адсорбция нефтено-смолистых асфальтеновых компонентов нефти. Указанное приводит к увеличению содержания в нефти смол, и как следствие этого к увеличению ее вязкости и плотности. Увеличение содержания активных компонентов в составе добываемой из пласта нефти приводит к уменьшению ее поверхностного натяжения на границе раздела с водой по мере увеличения средне-взвешанного диаметра зерен (рис. 1).

Средне-взвешанный диаметр зерен, помимо свойств нефти, влияет и на величину начальной нефтенасыщенности ($S_{н.}$). Как видно из при-

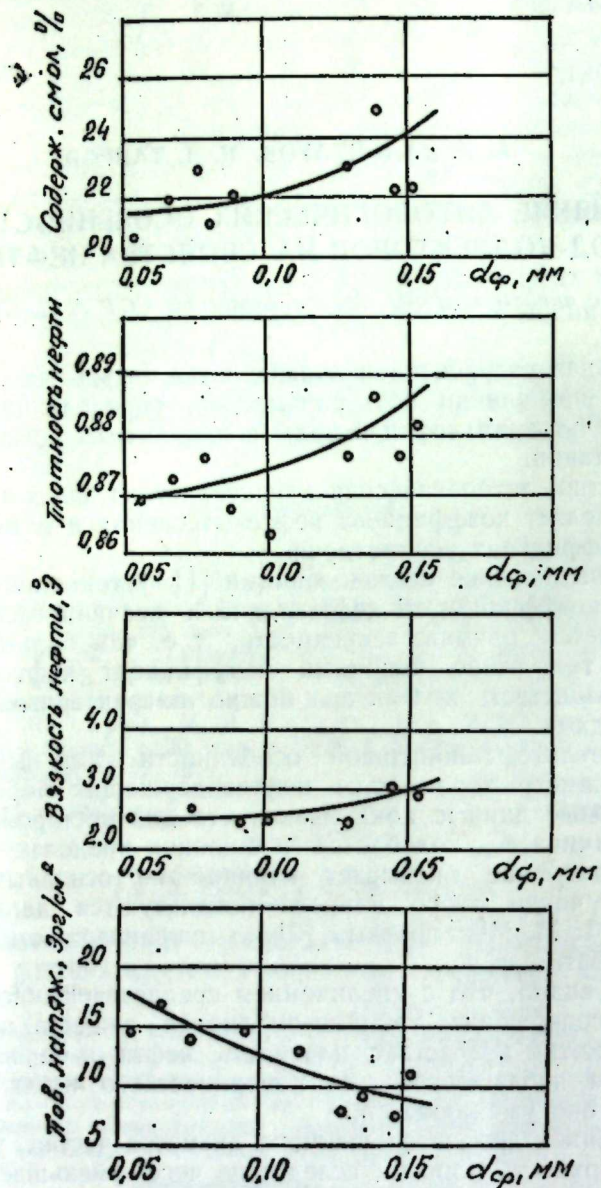


Рис. 1. Зависимость содержания смол, плотности, вязкости нефти и поверхностного натяжения от средневзвешенного диаметра зерен пород-коллекторов.

веденного рис. 2, с достаточной точностью (корреляционное отношение—0,78) эта зависимость моделируется следующим выражением:

$$S_n = 55 + 271 d_{cp} - 728 d_{cp}^2$$



Рис. 2. Зависимость нефтенасыщенности пород-коллекторов от средневзвешенного диаметра зерен.

Таким образом, литологическая характеристика породы оказывает влияние на физико-химические свойства нефти, коэффициент нефтенасыщенности, поэтому указанное явление необходимо учитывать при проектировании метода воздействия на залежь, с целью увеличения нефтеотдачи.

Литература

1. Калантаров А. И., Везиров Д. Ш., Касимов Р. Ш., Таиров Н. Д. АНХ, № 11, 1968, стр. 22—24
2. Мустафаев М. М. Рациональная доразработка многопластового месторождения в поздней стадии его эксплуатации. Баку, 1975, стр. 219.

ИПГНГМ

Поступило 12. VI 1978

А. И. Калантаров, Н. Ч. Таиров

КОЛЛЕКТОР СУХУРЛАРЫНДАКЫ ЛИТОЛОЖИ ХУСУСИЈЭТИН НЕФТИН ХАССЭСИНЭ ТЭ'СИРИ

Мәгаләдә коллектор сухурларыны эмәлэ кәтирән дәнәләрин орта өлчүсүнүн нефтин физики-химјәви хассәсинә вә сухурун нефтлә дојмасына тә'сири тәдгиг едилмишир. Дәнәләрин орта өлчүсүнүн (0,05—0,160 мм) артмасы нефтин тәркибиндә олан гәтраплы-нафтен маддәләринин артмасына сәбәб олур. Бунуна әләгәдар олараг ләјдакы нефтин сыхлығы вә өзлүлүјү дә артыр, сәтһи фәаллыг исә азалыр.

Мәгаләдә дәнәләрин орта өлчүсүнүн сухурун нефтлә дојмасына тә'сири дә тәдгиг едилмишир.

A. I. Kalantarov, N. D. Tairov

INFLUENCE OF LITHOLOGICAL PECULIARITIES OF ROCKS-COLLECTORS UPON OIL PROPERTIES

The present article investigates the influence of grains size of rocks-collectors upon physico-chemical properties of hydrocarbon fluids and initial oil saturation.

It is stated that the content of naphthene gum materials increases with the growth of the average weighted diameter of rocks grains. The density of oil and its viscosity increase accordingly. As for the surface tension we observe quite a reverse picture.

The average weighted grain diameters besides oil properties influence the value of initial saturation too.

УДК 581.8

АНАТОМИЯ

З. А. НОВРУЗОВА, С. С. МИШУРОВА

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ХИМИИ ВИДОВ КОТОВНИКА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. К. Абдуллаевым)

В литературе известны многочисленные виды растений, обладающие хеморасами. Внутривидовая химическая изменчивость наиболее детально изучена у трех родов из Азербайджана: *Thymus*, *Nepeta*, *Mentha* [3]. Представители рода *Nepeta* привлекают внимание в связи с полихимизмом их эфирных масел. Этот род в Азербайджане представлен 25 видами. По данным Р. К. Аскеровой [1], наиболее широко распространенными видами являются *Nepeta transcaucasica* и *Nepeta grandiflora*.

Впервые нами изучены содержание и состав эфирных масел у представителей котовника из Куба-Кусарской зоны Азербайджана, и интродуцентов из Мардакянского дендрария, а также их анатомическое строение. Анатомическому анализу были подвергнуты лист и стебель, биохимическому — вся надземная часть в период цветения.

Nepeta transcaucasica A. Grossh. — эндем Азербайджана, встречается во всех районах республики, кроме Апшерона. В Куба-Кусарской зоне произрастает в основном на сухих каменистых и щебенистых склонах вдоль горных дорог, на осыпях, галечниках, а также вблизи садов. Большие заросли этого вида отмечены нами у с. Красная Слобода Кубинского и с. Дигях Кусарского районов.

Лист гипостоматического типа (устыица расположены только на нижней эпидерме). Мезофилл — дорзовентрального типа. Полисадная ткань — двухслойная, губчатая — более или менее плотная. Как на нижней, так и на верхней эпидерме отмечаются толстая кутикула, многочисленные железистые и простые трихомы. Устьица располагаются выше уровня эпидермы. Главная жилка составляет большой паренхимный вырост со стороны нижней эпидермы, где ближе к верхней эпидерме располагается проводящий пучок (рис. 1). Стебель на поперечном сечении четырехугольного очертания с округленными углами. Эпидермальные клетки мелкие с наружной утолщенной оболочкой со слоем кутикулы. На эпидерме стебля также отмечаются многочисленные железистые и простые, преимущественно одно-, реже многоклеточные трихомы. Под углами — многочисленные, в промежутках — два слоя колленхиматических клеток, к последним прилегают широкополостные клетки коровой паренхимы в 2—3 слоя. Механическая ткань и флоэма составляют сплошное кольцо. Главные проводящие пучки расположены в углах, где наблюдаются первичная и вторичная ксилемы. В промежутках вне пучкового камбия дифференцированы вторичные сосуды, что образовало почти сплошное кольцо ксилемы. Сердцевидная ткань состоит из многоугольных тонкостен-

ных клеток, в центральной части отмечается сердцевидная полость (рис. 2).

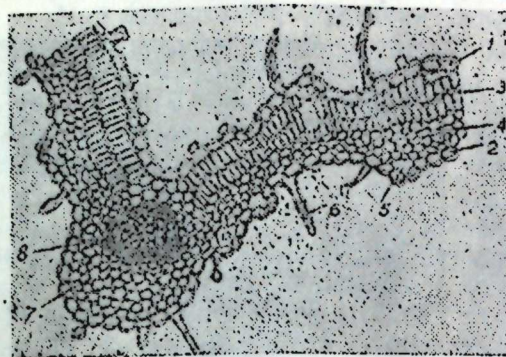


Рис. 1. *Nepeta transcaucasica*. Лист. ув. 7×20. 1—2—верхняя и нижняя эпидерма; 3—полисадная ткань; 4—губчатая ткань; 5—устыице; 6—трихома; 7—паренхимный вырост; 8—главный проводящий пучок.

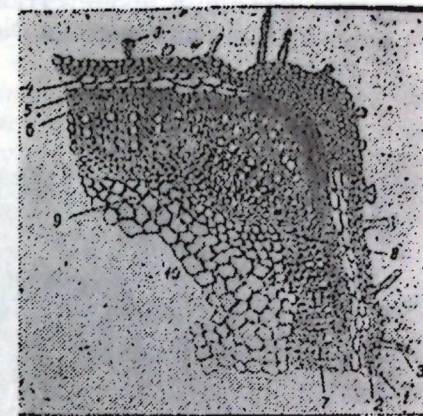


Рис. 2. *Nepeta transcaucasica*. Стебель. ув. 4×10. 1—эпидерма; 2—колленхима; 3—трихома; 4—коровая паренхима; 5—механическая ткань; 6—флоэма; 7—ксилема; 8—лучевая паренхима; 9—паренхима; 10—сердцевидная полость.

На парадермальном срезе эпидермальные клетки с волнистыми сторонами. Устьица окружены преимущественно двумя, реже большим количеством клеток, отличающихся от эпидермальных (побочные клетки). Тип устьиц — разновидность анизоцитного и аномоцитный. Отчетливо выделяются терпеноидосодержащие вместилища, окруженные тремя слоями эпителиальных клеток. Тип секреторного образования, согласно классификации Г. А. Денисовой [2], экзогенный, железистый (рис. 3).

Результаты анализов надземной части *N. transcaucasica* показали, что содержание эфирного масла в период цветения растений составляет 0,95—1,1% на воздушно-сухой вес. Масло — легкая, почти бесцветная жидкость, со своеобразным запахом, состоит из 11 компонентов. Исследуемое эфирное масло характеризуется исключительно высоким содержанием одного компонента — терпинеола (более 70%), что впервые отмечено С. С. Мишуровой.

Известно, что *Nepeta transcaucasica* отличается значительным полихимизмом масел. Имеются формы спиртовые, эфирные, альдегидные [3, 4, 5, 6]. Содержание масла у интродуцента в надземной части в период цветения 1,2% на воздушно-сухой вес. Масло — легкая, бесцветная жидкость с приятным ароматом. Состоит из 21 компонента. Основную часть масла (58,6%) составляет цитронеллол.

Nepeta grandiflora М. В. широко распространена в высокогорной части Куба-Кусарской зоны. Строение листа данного вида характеризуется почти изополисадным типом мезофилла. Клетки верхней эпидермы отличаются от нижней — формой и размерами. Устьица расположены на уровне эпидермальных клеток (рис. 4).

У стебля все четыре угла составляют колленхиматический вырост из угловой колленхимы. Эпидермальные клетки выростов отличаются

перпендикулярным расположением. Вся эпидерма стебля с утолщенными оболочками. Трихомы—железистые и простые, одно- и многоклеточные, отмечаются устьица. Главные проводящие пучки расположены под углами; в промежутках отмечается по одному пучку. Таким образом, проводящая система *Nepeta grandiflora* пучковая (рис. 5).

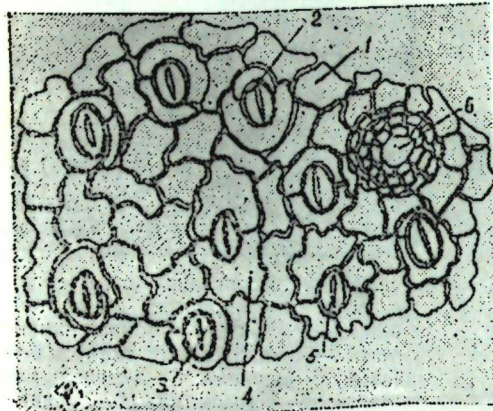


Рис. 3. *Nepeta transcaucasica*. Параллельный срез, ув. 7×40. 1—эпидермальная клетка; 2, 3, 4—разновидность аннзоцитного типа устьиц или днацитный тип; 5—аномоцитный тип; 6—терпеноидосодержащее вместилище.

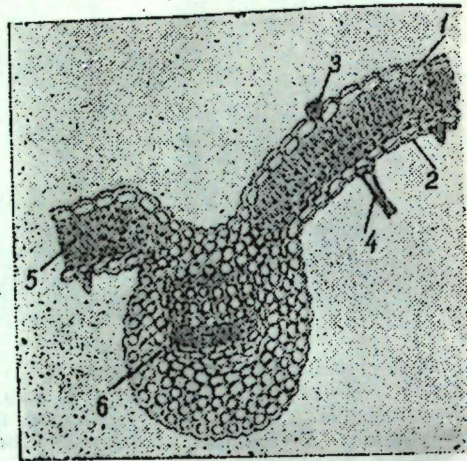


Рис. 4. *Nepeta grandiflora*, ув. 7×20. 1, 2—верхняя нижняя эпидермы; 3—железистая трихома; 4—простая трихома; 5—полисадная ткань; 6—главный проводящий пучок.

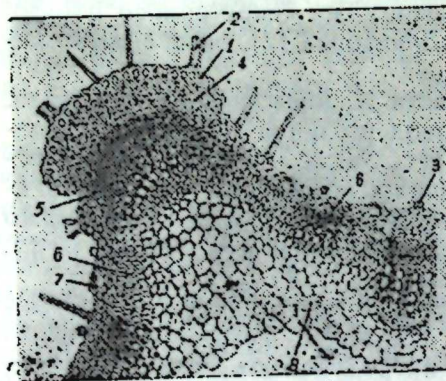


Рис. 5. *Nepeta grandiflora*, ув. 7×10. 1—эпидерма; 2—трихома простая; 3—трихома железистая; 4—колленхима; 5—главный узловой проводящий пучок; 6—промежуточный пучок; 7—устьице 8—сердцевидная ткань.

Из надземной части *N. grandiflora*, собранной в период цветения, получено масло с выходом 0,03%, а из сухих листьев и цветков—0,1%.

Масло прозрачное, ярко-желтого цвета, состоит из 15 компонентов. В масле в значительном количестве содержатся высококипящие вещества.

Сравнительноанатомические исследования показали существенные количественные и качественные различия в структурных признаках *N. transcaucasica* и *N. grandiflora*: в листьях—тип мезофилла, расположение устьиц и др. и в строении стебля—структура углов, тип

колленхимы, тип проводящей системы и др. Отмеченные качественные различия несколько превосходят обычные анатомические различия между родственными видами в пределах рода.

Анализ результатов исследования позволил выявить систематические и экологические признаки исследуемых видов.

N. transcaucasica характеризуется относительными мезофильными признаками: равномерно развитая полисадная и губчатая ткани; расположение устьиц несколько выше уровня эпидермы; развитая ксилема стебля и др. *N. grandiflora* отличается ксероморфными признаками: почти изополисадный тип мезофилла или высокий коэффициент полисадности; в стебле—наличие устьиц, пучковый тип проводящей системы и др.

Выход масла у котовника закавказского из естественных условий местообитаний с относительно мезофильными признаками значительно выше, чем у крупноцветкового с более ксероморфными признаками. Из изложенного можно сделать вывод, что выход масла, вероятно, связан с экологическими факторами: компоненты эфирных масел—генетически связанные между собой вещества, характеризуют систематические группы.

Литература

1. Аскерова Р. К. Материалы по флоре и систематике высших растений Азербайджана. Изд-во „Элм“, Баку, 1972.
2. Денисова Г. А. „Ботанич. ж.“, 60 12.
3. Гурвич Н. Л. „Изв. АзФАН СССР“, вып. 2, Баку, 1938.
4. Гурвич Н. Л. *Herba Hungarica*, т. 16, № 1, 1977.
5. Маковкина А. И. ВНИИЭМК Краткий отчет о научно-исследовательской работе за 1959—1960 гг. Краснодар, 1962.
6. Мамадалиева Ф. М. Автореф. канд. дисс. Баку, 1967.

Институт ботаники

Поступило 25. IV 1978

З. Э. Новрузова, С. С. Мишурова

ПИШИК НАНЭСИ НӨВЛЭРИНИН КИМЈАСЫ ВӘ ГУРУЛУШ ХҮСУСИЈЈЭТЛЭРИ

Мәгаләдә Азәрбајҹанда кениш јајылмыш пишик нанәси нөвләринин анатомик гурулушу вә кимјәви тәркибинин (эфир јағларынын мигдары вә тәркибинин) әрәнилмәси нәтичәләри һаггында мәлумат верилди.

Мүәјјәнләшдирилмишдир ки, јағларын мигдары күман ки, еколожни амилләрин тәсири илә әлағәдардыр. Ефир јағларынын компонентләри кенетик чәһәтчә бир-бири илә әлағәдар олуб, систематик групплары характеризә едир.

S. A. Nowrusowa, S. S. Mishurowa

THE PECULIARITIES OF STRUCTURE AND CHEMISTRIES OF CATNIP SPECIES

The results of the study of anatomical structure of widely spread catnip species, the content composition of their essential oils are given in this article.

The yield of the essential oil was established to be related to the ecological factors. The components of essential oils, i. e. substances genetically linked together, characterize the systematic groups.

Акад. Д. Ю. ГУСЕЙНОВ, М. Б. АЛИЕВ

К ВОПРОСУ О МИКРОСТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ НЕРВНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПОЧКИ ПРИ ЕЕ ГИДРОНЕФРОЗЕ

При гидронефрозе хорошо изучены микро- и ультраструктурные изменения паренхимы и стромы почки, касающиеся клубочков, мочевых канальцев и межклубочковой ткани. Клубочки состоят из эндотелия, капилляров [4, 7], эпителия (подоцитов) [7].

В исследованных гидронефротической почки [1, 2, 3, 9, 10, 11] не были затронуты ее нервные образования.

Заслуживают особого внимания исследования иннервации почки [5, 6], в которых освещаются многие ее детали.

Наше исследование касается изучения изменений в нервных структурах гидронефроцирротической почки на экспериментальном и секционном материалах.

Микроскопическое исследование серебряных препаратов, изготовленных методом Вильшовского-Гросс проводилось в одной серии опытов с перевязкой мочеточников на 5-ти кроликах через три месяца после начала опыта (рис. 1, а), в другой серии опытов—с перевязкой мочеточников на 5-ти кроликах через 6 месяцев после начала опыта (рис. 1, б). Общая картина изменений в нервной аппарате гидронефротической почки в первой серии опытов характеризуется чрезмерным разрастанием нервных пучков и волокон в интимной связи с передислокацией разнокалиберных сосудов (рис. 1, г).

Причем, вокруг некоторых компенсаторно-гипертрофированных клубочков нервные структуры разрослись чрезмерно сильно (рис. 1, в) и даже претерминальные микотимые нервные волокна, теряя миелин, проникают в компенсаторно-гипертрофированные клубочки (рис. 2, а). Некоторые аналогичные претерминали тонкокалиберные. Мякотные нервные волокна, теряя миелин, заканчиваются между клетками мочевого канальца (рис. 2, б).

Изменения в нервном аппарате гидронефротической почки во второй серии опытов были резко выражены в цирротических участках и вблизи компенсаторно разросшихся клубочков в виде чрезмерного разрастания разнокалиберных нервных пучков и волокон по ходу склерозированных сосудов и в цирротической ткани между коллагеновыми соединительнотканными волокнами (рис. 2, в) и в виде тонких нервных нитей по стенкам сосудов, тесно связанных вместе с нервными волокнами-нитеями с компенсаторно-гипертрофированными клубочками.

На рис. 2, г иллюстрируется компенсаторно-гипертрофированный клубочек с его обилием сосудов и в тесной связи с нервным аппаратом, рядом расположен атрофированный клубочек, окруженный нервным аппаратом в виде кольца.

Таким образом, при экспериментальном гидронефрозе при давности опыта 3—6 месяцев от начала перевязки мочеточника, данные световой микроскопии серебряных препаратов свидетельствуют о том, что дистрофические, атрофические, гипертрофические и гиперпластические, цирротические, компенсаторно-гидронефротической почки сопровождаются чрезмерным разрастанием нервных структур: нервных пучков, волокон, нитей по ходу разнокалиберных сосудов и даже капилляров, а также по ходу соединительно-

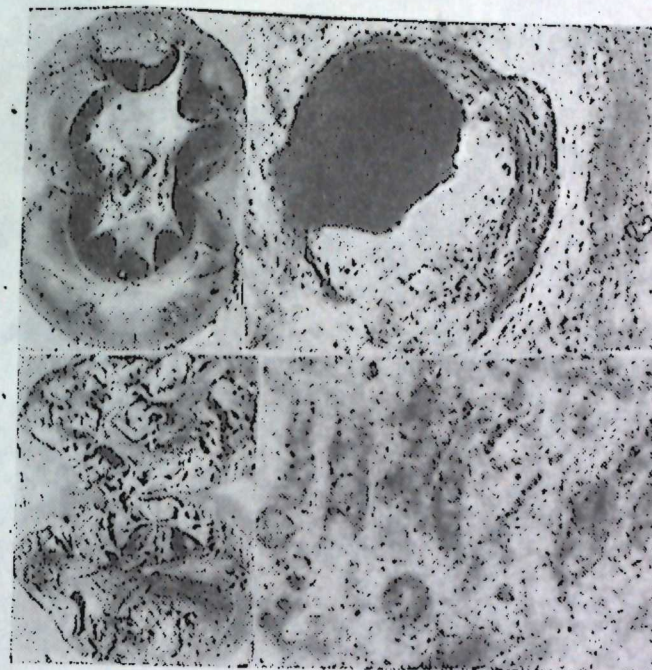


Рис. 1 а—правая гидронефротическая почка кролика через 3 месяца после перевязки мочеточника; б—правая гидронефротическая почка кролика через 6 месяцев после перевязки мочеточника; в—в экспериментальной гидронефротической почке кролика 6-месячной давности опыта у компенсаторно-гипертрофированного клубочка чрезмерное разрастание нервных структур. Вильшовский—Гросс, x280; г—в экспериментальной гидронефротической почке кролика 6-месячной давности опыта чрезмерное развитие нервного аппарата в стенках разросшихся разнокалиберных капилляров. Вильшовский—Гросс, x200.

тканых образований—коллагеновых волокон. Причем, развитие нервной ткани имеет тенденцию роста по направлению к клубочкам, а местами проникает в виде тонкокалиберных мякотных волокон между клетками мочевых канальцев, постепенно теряя там миелин, заканчивается между эпителиальными клетками.

Иннервация в гидронефроцирротической почке как у экспериментальных кроликов, так и у человека под световыми микроскопами бывает подвержена резким изменениям. Она сильно пролиферирует с появлением большого количества разнокалиберных амиелиновых

нервных волокон даже у самих базальных мембран, а процесс развития патоморфологических изменений в них происходит в тесной связи с поражением в эффекторах клубочков мочевых канальцев и сосудов стромы гидронефроцирротической почки.

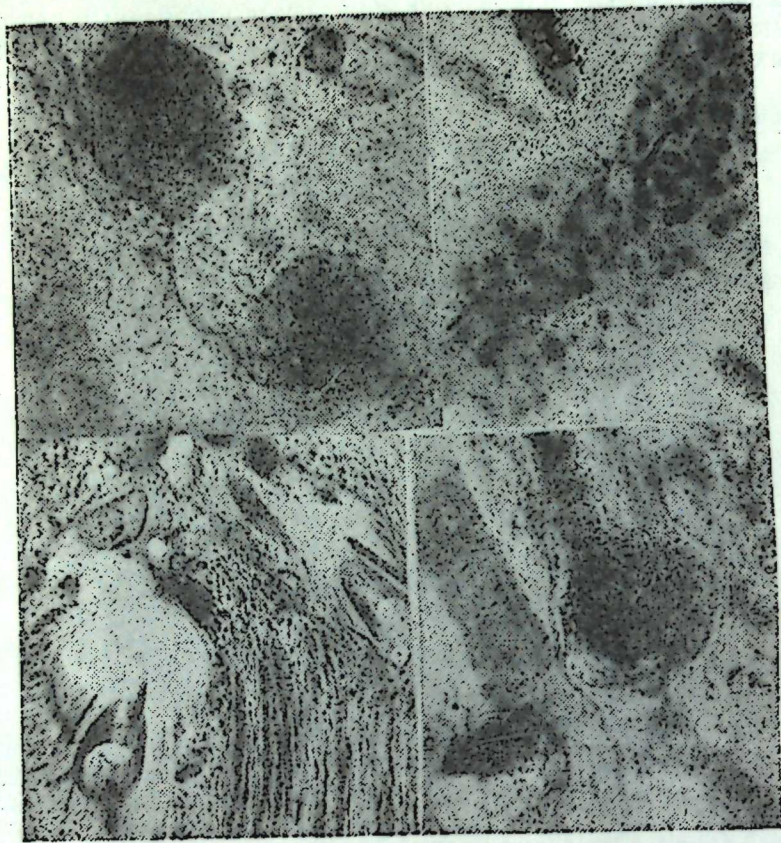


Рис. 2. а—в экспериментальной гидронефротической почке кролика 3-месячной давности опыта претерминальные мякотные волокна, теряя миелин проникают в компенсаторно-гипертрофированные клубочки. Бильшовский-Гросс, х400; б—в экспериментальной гидронефротической почке кролика 3-месячной давности опыта претерминальные мякотные нервные волокна, теряя миелин находятся в тесной связи со стенками мочевого канальца. Бильшовский-Гросс, х400; в—в экспериментальной гидронефротической почке кролика 3-месячной давности опыта разрастание разнокалиберных нервных пучков и волокон по ходу склерозированных сосудов и в фиброзном участке между коллагеновыми волокнами. Бильшовский-Гросс, х80; г—в экспериментальной гидронефротической почке кролика 6-месячной давности опыта компенсаторно-гипертрофированный клубочек с обеими сосудами находится в тесной связи с нервным аппаратом. Рядом расположен атрофированный клубочек, окруженный мощным нервным аппаратом. Бильшовский-Гросс, х280.

В заключение следует отметить, что при ликвидации патологического процесса в почках с параллельно и последовательно разви-

вающимися в них процессами компенсации и приспособления, т. е. разрастания эффекторных тканевых образований (клубочков, мочевых канальцев, разнокалиберных сосудов), нервный аппарат почки с его тонкими структурами принимает самое активное участие.

Практически это означает, что если у больного ликвидируется или уже ликвидирован патологический процесс в почках, он все же должен помнить, что активно участвующие в выздоровлении регенерирующие тонкие нервные структуры чрезвычайно лабильны и вульнерабельны (ранимы), и поэтому не следует перегружать функциональную деятельность почек после их недавнего выздоровления. Иначе новообразованные нервные проводники могут легко деструктурироваться.

Литература

1. Куприянов В. В. Материалы к экспериментальной морфологии сосудистых рецепторов. Изд-во ВММА. Л., 1965.
2. Клемнич В. Н. Компенсаторно-приспособительные изменения ангиоархитектоники почек при некоторых заболеваниях. Автореф. докт. дисс., 1971.
3. Киселева А. Ф., Журнаджи Ю. Н. Ультраструктурные изменения в почках при гидронефрозе. Изд-во "Здоровье". Киев, 1974.
4. Серов В. В. Морфологические основы иммунологии почек. "Медицина". М., 1963.
5. Швалев В. Н. Материалы конференции по проблеме "Морфологическое выражение реактивности нервной системы в нормальных и патологических условиях". Баку, 1963.
6. Швалев В. Н. Иннервация почек в норме и патологии. Вопросы нефрологии и географической патологии мочекаменной болезни. М., 1966.
7. David H. Submikroskopische Strukturveränderungen der Niere bei akuten und subakuten Harnstrauung (Hydronephroses). Acta. biol. med. germ. 10, 164—173, 1963.
8. David H. Befunder bei Hydronephrose. Elektronen mikroskopische Organpathologie S. 257, 1967.
9. Novikoff A. B. The proximal Tubule cell in experimental hydronephrosis. J. Biophys. Biochem. cytol. 6, 136—138, 1959.
10. Shimamura T. a., Kissane J. M. a., Gyvzkey F. Experimental hydronephrosis. Nephros dessection and electron microscopy of the kidney following obstruction of the water and in recovery from obstruction. Labor. Invest. 15, 629—640, 1966.
11. Truss F., u Hort W. Veränderungen ferment-chemische Licht und elektronen mikroskopische Untersuchungen bei experimentellen Nierenschäden Med. Welt 17, 123—130, 1966.
12. Schwalen W. N. Zur Morphologie des gongillösen Nerwenapparatas der Niere und Selnner Afferenten Innervation. Z. mikr. anat. Forsch. 72, 81—95, 1964.
13. Schwalen W. N. Innervation, der Nephron Z. mikr. anat. Forsch. 70, 517—531, 1963.

АМИ им. Н. Нариманова

Поступило 13. II 1978

Ч. J. Гусейнов вэ М. Б. Әлијев

БӨЈРЭКДЭ ГИДРОНЕФРОЗ ЗАМАНЫ СИНИР ЕЛЕМЕНТЛЭРИНИН МИКРОСТРУКТУР ДЭЈИШИКЛИКЛЭРИНЭ ДАИР

Мэгалэдэ гидронефрозду бөјрәјин синир аппаратынын патоморфолокијасына анд мәсәләдә тәчрүбә үчүн 10 довшан кәтүрүлмүшдүр. Кәтүрүлән довшанлар һәр бир јарымгрунда 5 довшан олмагла 2 група ажрылмышдыр. Биринчи вэ икинчи група дахия олан довшанларын сол бөјрәјинин сидик ахары бағландыгдан сонра биринчи групп довшанларынын бөјрәкләри 3 ајдан сонра, икинчи групп довшанларынын бөјрәкләри исе 6 ајдан сонра мүәјинә олунмушдүр. Материал ади (һемотоксилин еозин) вэ классик күмүшләмә (Билшовски-Грос) үсүлу илә рәнкләинишдир.

Мүәјинәдә гидронефросирротик бөјрәјин синир элементләриндә дистрофик, деструктив просесләрлә јанашы компенсатор бәрпа просесләри дә нәзәрә чарпыр.

D. Ju. Guseinov, M. B. Aliev

MICROSTRUCTURAL ALTERATIONS OF THE KIDNEY NERVOUS APPARATUS IN HYDRONEPHROSIS

Pathomorphological investigation of the kidney nervous apparatus in hydronephrosis were performed on cellular and subcellular levels. Hydronephrosis was studied in experiments (10 rabbits) and in dead patients. Usual histologic methods, silver by Bielschowsky and Gross, electron microscopic investigation were applied. Light and electron microscopy carried out on rabbits and men showed sharp alteration of the kidney nerves in hydronephrosis. We observed proliferative alterations of the kidney nervous apparatus spread into the glomerulus and deep slides of the kidney cytoplasmatic epithelium on the one hand and separates destruction foci in the kidney nerves on the other hand.

АЗЭРБАЙЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXV ЧИЛД

№ 3

1979

ИСТОРИЯ

Д. З. БУНИЯТОВ, Д. А. ИСКЕНДЕРОВ

БИОГРАФИИ ДВУХ ИЗВЕСТНЫХ АЗЕРБАЙДЖАНСКИХ СУФИЕВ В СОЧИНЕНИИ ИБН-АЛ-ИМАДА АЛ-ХАНБАЛИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР З. М. Буниятовым.)

Абу-л-Фаллах Абд ал-Хайй ибн Ахмад ибн Мухаммад, известен как Ибн ал-Имад ал-Ханбали (умер 8 мая 1623 г.), был знаменитым ханбалитским историком и путешественником. Он оставил после себя несколько сочинений, среди которых наиболее интересным является „Шазарат аз-захаб фи ахбар ман захаб“ („Золотые крупинки в биографиях тех, кто умер“). В этом труде Ибн ал-Имад приводит довольно подробные и интересные биографические данные о выдающихся личностях мусульманского Востока, начиная с первого года хиджры и до последнего года свей жизни.

В числе зафиксированных им биографий есть интересные для нас сведения о двух виднейших и известных на всем Востоке суфиях — выходцах из Шемахи — Сеййиде Йахйе аш-Ширвани аш-Шамахи ал-Бакуви¹ и его ученике (халифе) Камал ад-Дине Мухаммаде аш-Шамахи.

1. „В этом (868) году (15. IX 1463—2. IX 1464) скончался ас-Саййид Йахйа ибн ас-Саййид Баха ад-Дин аш-Ширвани, ханифит, суфий, *ал-халвати*“. Родился он в городе Шемахе — главном городе вилайета Ширван. Его отец был человеком богатым. Он (ас-Саййид) обладал красотой и совершенством и [хорошо] играл в конное поло (*сауланджан*). Однажды, когда он играл в поло, мимо проходил аш-шейх Пир-заде ал-Халвати. Увидев его благопристойность и красоту, шейх по-суфийски призвал Аллаха содействовать его победе. После этого аш-Ширвани, чья биография излагается здесь, присоединяется к учению аш-шейха Садр ад-Дина ал-Халвати и стал служить ему. Но его отец воспротивился тому, что [его сын], при такой красоте предался уединению с суфиями и стал осуждать шейха Садр ад-Дина за то, что тот позволил [совершить] подобное. Отец наставлял своего сына, но тщетно, и даже поговаривали, что он пытался известить шейха Садр ад-Дина.

Случилось так, что [однажды] ас-Саййид Йахйа не пришел к суфиям на вечернюю молитву, ибо время было холодное и он был занят растопкой *таннура*. Тогда шейх проник к нему в дом через слуховое окно, и взяв его за руку, сказал: „Вставай, сынок!“ Отец потом спросил у сына: „Почему твой шейх вошел через слуховое окно, а не через дверь? Ты считаешь, что он спешит?“ Сын ответил: „Он боялся уколоться по пути!“ Отец спросил: „Обо что уколоться?“ И сын ответил: „О твое осуждение!“ После этого отец перестал осуждать сына и сам тоже стал служить упомянутому шейху.

После смерти своего шейха ас-Саййид Йахья переселился из Шемахи в город Баку, что в вилайете Ширван и стал там жить. К нему стало стекаться множество людей и число его последователей превысило десять тысяч человек. Он стал отправлять своих последователей в разные страны и он был первым, кто установил такой порядок. Он всегда говорил, что надо посылать больше [своих] последователей, чтобы они учили людей правилам их морали. Что же касается духовного наставника (*ал-муршид*), то он должен быть единственным.

Рассказывают, что к концу своей жизни он не принимал пищи в течение шести месяцев и умер в городе Баку³.

2. В этом (927/1521) году умер Камал ад-Дин Мухаммад ибн аш-шайх Гийас ад-Дин Ахмад ибн аш-шайх Камал ад-Дин, шемахинец по происхождению и по рождению. Шемаха—главный город в вилайете Ширван.

Он учился у ас-Саййида Йахьи ибн ас-Саййида Баха' ад-Дина аш-Ширвани аш-Шамахи ал-Бакуви. Баку—город также находящийся в вилайете Ширван, где в 868 или 869 году скончался ас-Саййид Йахья.

Ас-Саййид Йахья был человеком выдающимся и имел последователей во многих государствах.

После мятежа деспота шаха Исмаила Камал ад-Дин Мухаммад уехал в Каир, где ничем не обнаруживал своего шейхства и не искал близости с сильными мира сего. Он уединился в одной из мастерских близ [квартала] Хаң ал-Халил и занялся изготовлением воронок и головных платков на ширванский манер, которые имели прекрасный вид и были изделиями совершенными.

Он помнил наизусть высказывания многих шейхов, их наставления, нравоучения и помнил об их благопристойной жизни, чего не хватало многим главам религиозных общин. И все это—без суесловия и хвастовства.

Скончался Камал ад-Дин Мухаммад в ночь на 11 февраля 1521 года в возрасте 113 лет⁴.

Примечания

¹ Сведения о Сеййиде Йахье см.: А. Бакиханов. Гюлистан-Ирам. Баку, 1926, стр. 172; Сара Ашурбейли. Очерк истории средневекового Баку. Баку, 1964, стр. 162—164, здесь же и литература о мавзолее Сеййида Йахьи. О нем см. также: Ф. Сеидов. Видные деятели Азербайджана. „Изв. АН Азерб. ССР“, № 9, 1946, стр. 95—97 (на азерб. яз.).

² Нисба Сеййида Йахьи „ал-халвати“ свидетельствует о его принадлежности к тарикуту ал-халватийя (О тарикуте см.: М. Садик Видждани. Томар-и турук-и алиейден халватийя, Стамбул, 1338—1341, стр. 29—37). Тарикут Халватийя является ответвлением от тарикута Сухравардийя. Его основателем был шейх Абу Абдаллах Сирадж ад-Дин или Захид ад-Дин Умар ибн Акмал ад-Дин Гилани ал-Халвати (умер в 750 или 800 г. х./1349 или 1397 г.). Первоначально тарикут обрел сторонников в Хорасане, а затем через Азербайджан и Ширван распространился в Анатолии. В дальнейшем тарикут Халватийя распался на четыре основных ответвления: Рушенийя, Джамалийя, Ахмадийя и Шамсийя, которые, в свою очередь, распались на 30 других тарикутов (см. Л. Массиньон. Тарикут, Ислам Ансиклопедиси, т. 12, ч. 1, стр. 1—17). Шейх (Пир-заде) Садр ад-Дин ал-Халвати

был главой ширванской ветви тарикута, однако более авторитетным главой тарикута Халватийя стал его ученик Сеййид Йахья.

³ См. Ибн ал-Имад ал-Ханбали. Шазарат аз-захаб. Бейрут, т. 4, ч. VII, стр. 308.

⁴ Там же, т. 4, ч. VIII, стр. 155.

ИНБ и СВ

Поступило 24. III 1978

Ч. З. Бунятов, Ч. А. Искандеров

ИБН ЭЛ ИМАД ЭЛ-ХАНБАЛИНИН ЭСЭРИНДЭ ИКИ ТАНЫМЫШ АЗЭРБАЙЧАНЛЫ СУФИНИН ТЭРЧУМЕЖИ-НАЛЫ

Мәгаләдә мәшһур һәнбәли тарихчиси Әбу-әл-Фәллаһ әбу-әл-Һәйҗә ибн Әһмәд Ибн әл-Имад әл-Һәнбәлинин (1623-чү илдә өлмүшдүр) „Шәзәрәт әз-зәһәб фи әхбар мән зәһәб“ („Өлүб кетмишләрин тәрчүмеҗи-һалында ғызыл дәнәләри“) әсәриндә Шәргдә танымыш ики мәшһур суфини-шамаһылы Сәјид Јәһјә әш-Ширвани әш-Шәмахи әл Бакуви вә онун шакирдн (хәлиф) Кәмал әд-Дин Мәһәммәд әш-Шәмаһини тәрчүмеҗи-һалы һагғында мәлүмәт вәрдыр.

Мәгаләдә һәмни тәрчүмеҗи-һалларың әрәб дилиндән тәрчүмәси вә зәрури шәрһләр вәрилмишдир.

D. Z. Bunyatov, D. A. Iskenderov

BIOGRAPHIES OF TWO FAMOUS AZERBAIJAN SUPHIES IN THE WORKS OF IBN al-IMAD al-HANBALI

The biographies of two distinguished and famous in the East suphies—born in Shemakha—Sayyid Yakhya ash-Shirvani ash-Shamakhli al-Bakuvi and his disciple (khaliph) Kamal ad-Din Muhammad ash-Shamahi have been mentioned in the works of famous Hanbali historian Abu-I-Fallah Abd al-Hayy ibn Ahmad ibn al-Imad al-Hanbali (died in 1623) „Shazarat az-zahab fi akhbar man zahab“ („Golden grains in the biographies of the gone to their rest“).

The paper carries the translation of these biographies from Arabic and gives the necessary annotations to them.

УДК 3.90.

ЭТНОГРАФИЯ

С. М. АГАМАЛИЕВА, А. Н. МУСТАФАЕВ

О РУЧНОМ ГОНЧАРНОМ КРУГЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

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

Археологические раскопки в Азербайджане говорят о том, что гончарное производство здесь уходит своими корнями в глубокую древность. На поселении Аликемектепе впервые в Закавказье обнаружены гончарные обжигательные печи энеолитической эпохи.¹

Одним из основных процессов гончарного производства является формовка изделий. Археологические раскопки Азербайджана дали богатый материал по различным способам формовки изделий без гончарного круга и на круге. Способы формовки на ручном гончарном круге и сами гончарные круги на территории Азербайджана до сих пор этнографически не исследованы. Настоящая статья является попыткой заполнить данный пробел в связи с ранним женским гончарством. Различные его вопросы, в том числе способы формовки изделий, использование гончарного круга, его конструктивные особенности, способы и средства обжига и др. остались вне внимания науки.

Переход от примитивной ручной лепки к формовке на круге означал переворот в гончарном деле. Это был переход к более развитой технике. Мы пока не располагаем точными сведениями о появлении ручных гончарных кругов в Азербайджане. Во время раскопок Кабалы были обнаружены каменные диски, которые Р. Б. Геюшев считает ручным гончарным кругом и, на этом основании полагает, что сосуды со следами ручного гончарного круга относятся к IV—VII вв.² Других археологических находок ручного гончарного круга в Азербайджане неизвестно. Остатки археологически добытых ручных гончарных кругов на территории СССР в основном глиняные.

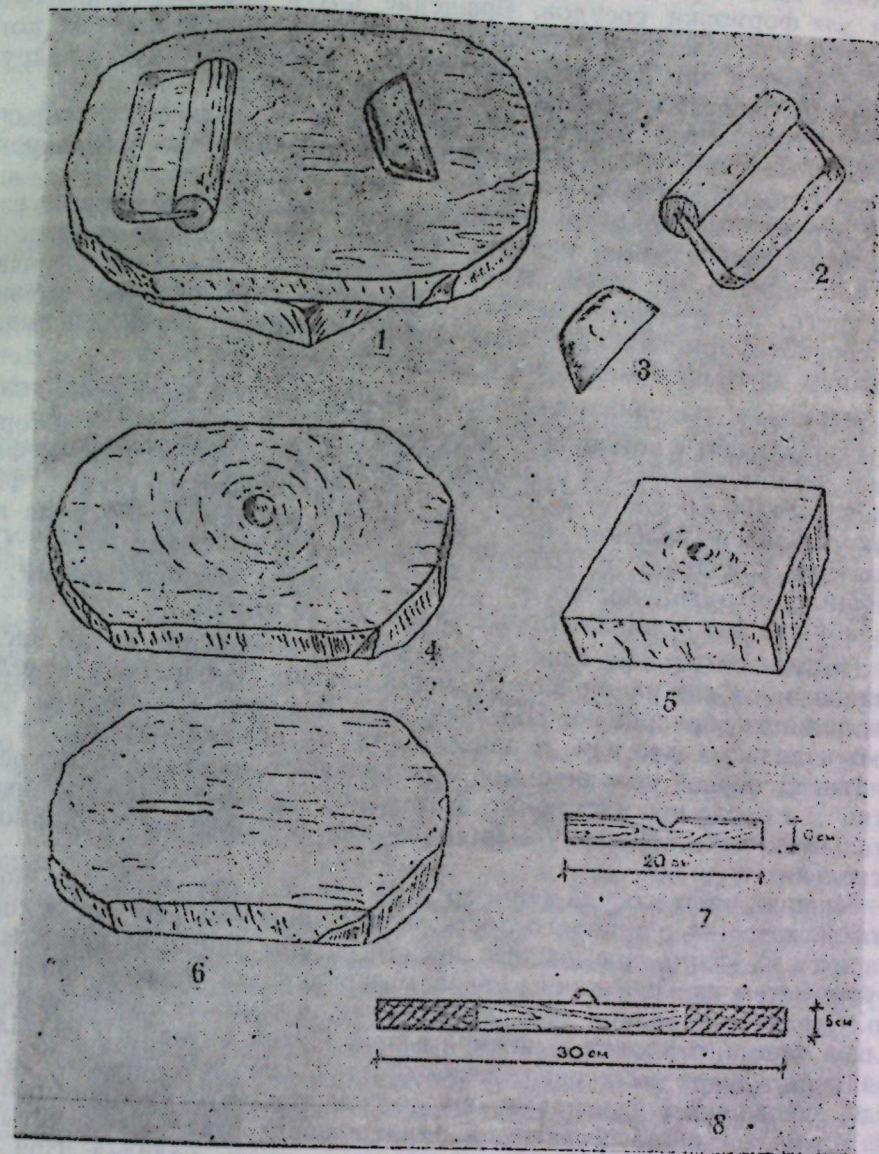
Во время сбора полевого этнографического материала по гончарному производству Азербайджана в сс. Пенсар Астаринского района и Шаглакуджа Ленкоранского района нами обнаружены и изучены ручные гончарные круги (таблица, 1). В настоящее время любая керамическая посуда в этих селах изготавливается только на ручном гончарном круге.

Мастерицы с. Пенсар называют ручной круг „гэлиб“; в с. Шаглакуджа—„чарх“, как во всех селах этой зоны называют ручной и ножной круги.

¹ Ф. Р. Махмудов, И. Г. Нариманов. Раскопки холма Аликемектепес и Археологические и этнографические изыскания в Азербайджане (1973). Баку, 1974 стр. 13.

² Р. Б. Геюшев. Керамика города Кабалы (I—X вв.). Автореферат канд. дисс. Баку, 1962, стр. 11.

Изученный нами ручной гончарный круг состоит из двух, расположенных друг на друге деревянных частей, верхней плоскости (таблица 1, 4, 6) и подставки (таблица, 1, 5), на которой она вращается. Ручные круги изготавливают из таких пород дерева, которые не дают трещин при длительной эксплуатации. В этой зоне для изготовления кругов как ручного, так и ножного, топором продольно выделывают дерево нужных размеров. Дерево, срезанное поперечно, быстро дает трещину.



Затем теслом обрабатывают круги, причем нижняя часть верхнего круга обрабатывается монолитно с конусообразным шипом—осью с притупленной округлой вершиной. Местом для нее служит лунка („ојуг“) глубиной в 1,5 см, выделяемая сверлом („маһа“) в центре

верхней части подставки. Как правило, изготовлением гончарных кругов занимаются мужчины из семьи гончарниц, иногда круги заказывают плотнику.

Верхний диск, изученного нами круга, представляет собой восьмигранную в плане плоскость $30 \times 25 \times 5$ см. Ось способствует его свободному и устойчивому вращению в лунке, в которую она всаживается. Размеры и форма лунки соответствуют оси верхнего диска. Верхний диск вращается руками, реже—пальцами ног, освобождая руки для формовки сосудов. Вращение круга вместе с формируемым изделием освобождает гончарицу от движений вокруг изделия, которые требуются при формовке без круга. На ручном гончарном круге мастерицы работают сидя на полу.

В исторической литературе арханчское начальное гончарство считают женским. В сс. Пенсар и Шаглакуджа мы столкнулись именно с подобным производством.

Современные гончары Азербайджана применяют различные способы формовки изделий как без круга, так и на ножном круге. До сих пор, однако, не изучены способы формовки на ручном гончарном круге. Этнографические полевые данные позволили нам выявить два способа формовки на ручном круге: налепом („јапма“) и выдавливанием из кома глины („ич ачма“, „ојма“).

Формовку изделий налепом, характерную для с. Пенсар, гончарицы производят с помощью глиняных валиков („пичанэ“)³⁻⁴, которые, в зависимости от объема изделия, бывают различной величины. Формовку изделий способом налепа можно назвать „пичанэ усулу“. Формовку изделий налепом на ручном круге продемонстрировала нам столетняя гончарица с. Пенсар Надирова Сария Салах кызы. Она сообщила, что гончарство в их семье является наследственным, ее прабабушка изготовляла сосуды таким же способом.

После подготовки глины гончарица руками формирует до десяти валиков и, собрав их у рабочего места, начинает формовку изделий. В отличие от гончарниц с. Шаглакуджа, Пенсарские мастерицы формируют изделия в два или, в зависимости от объема изделия, в три приема. В первой половине дня изготавливают нижнюю часть сосуда („диб“), а после его частичного высыхания, через день, наращивают остальную часть. Поэтому мастерица начинает поэтапную формовку нескольких изделий.

Нижняя часть сосуда формируется на днище („отураджаг“). Оно изготавливается из глиняного теста расплющиванием его на ладони и кладется на гелиб, посыпанный песком, чтобы днище не прилипло к кругу. Затем на края днища накладывают первый валик и приминают его. Следующие валики наращиваются так, что нижняя часть верхнего валика частично входит в нижний валик. Путем активного надавливания снизу вверх мастерица, периодически смачивая правую руку в воде, соединяет и сглаживает его валики, так, что большим пальцем она приминает верхний валик, и одновременно остальными четырьмя загнутыми пальцами формирует внутреннюю часть изделия. При формовке, по мере надобности, мастерица двигает круг. В отличие от ножного круга, ручной круг вращают слева направо, под наиболее действующую правую руку.

³⁻⁴ В других зонах Азербайджана их называют „бад“, „логана“.

После наклепа валиков следы швов между ними с внешней стороны заглаживают деревянным инструментом—„пнатрын“ (таблица, 1, 3); а внутреннюю—тряпкой, смоченной в воде.

Перед окончательной сушкой наружные шероховатости сосудов гончарица снимает специальным инструментом—„затрын“ (таблица, 1, 2) смачиваемой в воде, неоднократно сглаживает поверхность сосуда, как бы полируя его. Археологи должны учитывать такой вид обработки гончарных изделий.

Формовку на ручном круге выдавливанием из одного кома глины („кундэ“) мы наблюдали в с. Шаглакуджа Ленкоранского района⁵.

Посыпав на верхний диск песок, чтобы глиняное тесто не прилипло, гончарица устанавливает в его центре глиняный брусок сильными ударами обеих ладоней как на ножном круге и, затем начинает процесс формовки. Выдавливание из одного куска глины идет сверху вниз постепенно, этапами. В зависимости от объема изделия этот тип формовки проходит семь и более этапов. Выдавлив верхнюю часть сосуда, мастерица, поддерживая левой рукой изделие и двигая круг правой рукой, полирует его же внешнюю и внутреннюю стенки тряпкой, смоченной в воде. Обработка внутренних стенок сосуда производится с помощью деревянного инструмента „пэтр“⁶. Так повторяется на каждом этапе выдавливания.

После предварительной сушки производят обработку внешней поверхности, при этом шероховатости снимаются инструментом „габатрын“, который не отличается от Пенсарского затрына.

Этапом формовки, требующим большого внимания и опыта является вытягивание горла („богаз чыхарма“). При формовке способом ойма мастерица с самого начала оставляет вверху утолщение („богаз палчыгы“) для горловины. С целью вытягивания горлышка, она забирает края утолщения в смоченную тряпочку, держит ее пальцами правой руки и вращает диск. Горловины сосудов для воды высокие и узкие, отличаются от горловин других сосудов. Различны и приемы их изготовления. Делая горло сосудов для воды, мастерица постепенно суживает тесто утолщения и вытягивает, превращая его в высокое и узкое горло. Указательным пальцем левой руки или пэтром подправляет его снизу вверх, утончая стенки.

При изготовлении гончарных изделий с широкой горловиной („кешуш“, „дибчэк“, „чөлмэк“, „плов сүзэн“) меньше требовалось богаз палчыгы, оно нужно было главным образом для выведения венчика.

Изложенный материал по ручному гончарному кругу и технике формовки на нем, собранный нами в Астаринском и Ленкоранском районах и, насколько нам известно, впервые введенный в научный оборот, позволяет сделать некоторые выводы.

Бытование в данной зоне ручного круга говорит о том, что гончарное производство здесь является традиционным, сохранив основные приемы древних мастеров. Производством гончарных изделий на ручном круге сравнительно простой конструкции, как и в старину, занимаются женщины. Арханчская техника женского гончарного производства и социально-экономические (натуральные) признаки, характерные

⁵ Информировала мастерица Керимова Бановша Джебраил кызы, 1899 года рождения.

⁶ „Пэтр“ по-тальшски—сглаживающий, полирующий.

для ранних ступеней развития показывают, что производство такими способами представляло собой, параллельно развитому ремеслу, пережиток домашнего промысла, еще не отделившегося от земледелия. Развитие производительных сил, и растущее разделение труда постепенно вели к тому, что гончарные изделия даже этой техникой, начавшие изготавливаться не только для удовлетворения собственных потребностей, но и по заказу потребителей, что и характеризует наш полевой материал.

С историко-этнографической точки зрения важен тот факт, что из древних способов формовки гончарных изделий на ручном круге до нас дошли два: налепом и выдавливанием из одного кома глины. Выявление и изучение орудий гончарного производства, изучение гончарных кругов и, связанных с ними способов формовки важно для этнографической документации технического и экономического развития той или иной зоны Азербайджана.

Сектор археологии и этнографии

Поступило 12. XII 1977

С. М. Агамалиева, А. Н. Мустафаев

АЗЭРБАЙЧАН ДУЛУСЧУЛУГУНДА ИШЛЭНЭН ЭЛ ЧАРХЫ НАГГЫНДА

Мәгаләдә дулусчулуг сәнәтиндә әсас мәсәләрдән бири олан кил мәмулатынын формалашдырылмасындан бәһс едиләр. Мүасир дулус усталары бу мәсәләдә ајаг чархындан истифадә едиләр. Археоложи тапынтылар арасында тәсадүф едилән кил мәмулатынын хејли һиссәсини исә чархсыз вә јахуд әл чархында һазырланмыш габлар тәшкил едиләр. Бунунла белә бу вахтадәк әл чархына тәсадүф едилән мәдијиндән елми әдәбијатда әл чархы васитәси илә кил мәмулатынын формалашдырылмасы үсуллары арашдырылмамышдыр.

Мәгалә мүүллифләри 1977-чи ил этнографик сәфәри заманы Ләнкәран вә Астара рәјонларында әл чархына тәсадүф етмиш вә онун иш принципини өјрәнмишләр. Бу мәгалә әл чархы васитәсилә дулус мәмулатынын һазырланмасына һәср олунамышдыр.

S. M. Agamaliyeva, A. N. Mustafayev

ABOUT THE MANUAL POTTER'S WHEEL OF AZERBAIJAN

One of the main problems of ceramics is moulding the earthenware. Modern potters use wheels for this purpose. The majority of archeological finds, which were found during the expedition, is the earthenware made with the help of manual potter's wheels or without them. We must mention the fact, that up to now there is no information about it in the scientific literature, because nobody knows about the existence of such kind of wheels.

The authors of the article found the potter's wheels during the ethnographical expedition in the village of Lenkoran and Astara. The article deals with the ways of moulding earthenware by the help of the manual potter's wheel.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазинјат

- С. Ә. Бајрамов. Тоположи фәзаларын тәрс спектри үчүн том-кизин һомоложи ардычыллыгы 3
 М. Б. Рәһимов. Тоположи фәзадан банах фәзасынын ендоморфизм чәб-ринә тәсир операторларын спектрал нәзәријәси һаггында 9
 М. Ч. Маһмудов. Назик сонсуз ләјдә 2-тәртибли еллиптик тәнлик үчүн гојумлуш сәрһәд мәсәләсинин кичик параметрә көрә һәллинин асимптотик ај-рылышы 13

Механика

- Ј. Ә. Әмәнзадә. Јарыммүстәвијә гајнаг едилмиш тәбәгәнин еластики мұ-вазиәти 19

Јарымкечиричиләр физикасы

- Н. Ә. Ибраһимов, М. Ш. Мәмәдов, Г. Һакимов. Cu_2S вә Cu_2Se бирләшмәләринин мухтәлиф температурларда механики хәссәләри 24
 С. Ә. Әләкбаров, Ч. О. Гаһар, Ф. Н. Газијев, В. А. Гулијев, Е. Ј. Салајев. Cd_xHg_{1-x} Те-да мутәәврриклик флујктуасијасы $1/f$ күјүнүн мәнбәји кими 28
 Ј. Ә. Видади, С. Х. Хәлилов, Ә. В. Рәһимов. Дәјишән чәрәјанда полиһидрохионун електрик кечиричилијинин компенсација гауну 33

Тәтбиғи ријазинјат

- Ф. Һ. Вәлијев, Б. Г. Ибишов. Магнит сәһәләринин тәсириндән гејри-ијутон нефтләрин реоложи хүсусийәтләринин дәјишилмәси 37

Физики кимја

- Ә. И. Бағыров, Ә. Н. Нуријев, С. М. Рүстәмөв. $OH^- \leftrightarrow B_1O_7^{2-}$ һондәјишмә системиндә таразлыг 40

Гејри-үзви кимја

- Ф. М. Садыгов, П. Һ. Рүстәмөв, З. Ч. Мәликова, Һ. Ч. Һүсејнов, А. И. Нәчәфов. $[Bi_2Te_3]_{1-x} [Sb_2Te_3]_x$ $x=0,005$ монокристалынын спирал јетишмәси һаггында 46
 И. Р. Әмирасланов, Һ. Х. Чәфәров, Һ. Һ. Нәчәфов, Х. С. Мәмәдов, Е. М. Мөвсүмов, Б. Т. Усубәлијев. п-аминобензој туршусу-нун гурғушун-2-нитратла комплекс бирләшмәсинин кристал гурулушу 49

Үзви кимја

- Е. Т. Сүләјманова, С. Ч. Мейдијев, М. Ф. Аббасов, М. И. Мирһәсәнова. Асеталдеһидни тсиклоһексенә радикал бирләшмә реакција-сынын тәдғиги 52

Нефт кеокимјасы

- Н. Т. Султанов, Ф. Р. Бабајев, У. Н. Сүләјманова. Бақы архи-лелагы јатагларынын нефтләриндә азотун пәјланмасы 56

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- С. А. Байрамов. Гомологическая последовательность Тома — Гизина для обратных спектров топологических пространств 3
 М. Б. Рагимов. О спектральной теории отображений топологического пространства в алгебру эндоморфизмов банахова пространства. 9
 М. Д. Махмудов. Асимптотика по малому параметру решения краевой задачи для эллиптического уравнения 2-го порядка в тонко бесконечном слое 13

Механика

- Чл. корр. АН Азерб. ССР Ю. А. Амензаде. Упругое равновесие слоя, спаянного с полуплоскостью 19

Физика полупроводников

- Н. А. Ибрагимов, М. Ш. Мамедов, К. Хакимов. Механические свойства соединения Cu_2S и Cu_2Se при различных температурах. 24
 С. А. Алекперов, Ч. О. Каджар, Ф. Н. Казиев, В. А. Кулиев, Э. Ю. Салаев. Флуктуации подвижности как источник $1/f$ шума в $Cd_xHg_{1-x}Te$ 28
 Ю. А. Видади, С. Х. Халилов, А. В. Рагимов. Компенсационный закон в электропроводности полигидрохинона на переменном токе 33

Прикладная механика

- Ф. Г. Велиев, Б. Г. Ибишев. Изменение реологических свойств неньютоновских нефтей под действием магнитных полей. 37

Физическая химия

- А. И. Багиров, А. Н. Нуриев, С. М. Рустамов. Равновесие ионного обмена в системе $OH^- \rightleftharpoons V_4O_7^{2-}$ 40

Неорганическая химия

- Ф. М. Садыгов, П. Г. Рустамов, З. Д. Меликова, Г. Д. Гусейнов, А. И. Наджафов. О спиральном росте монокристалла. $[Vl_2Te_3]_{1-x}[Sm_2Te_3]_x$ $x = 0,005$ 46
 И. Р. Амирасланов, Н. Х. Джафаров, Г. Н. Наджафов, чл.- корр. АН Азерб. ССР Х. С. Мамедов, Э. М. Мовсумов, Б. Т. Усубалиев. Кристаллическая структура комплекса аминобензойной кислоты с нитратом двухвалентного свинца. 49

Органическая химия

- Э. Т. Сулейманова, акад. С. Д. Мехтиев, М. Ф. Аббасов, М. И. Миргасанова. Исследование реакции радикального присоединения ацетальдегида к циклогексену. 52

Геохимия нефти

- Н. Т. Султанов, Ф. Р. Бабаев, У. Н. Сулейманова. Распределение азота в нефтях месторождений Бакинского архипелага. 56

Минералогия

- Акад. М. А. Кашкай, О. М. Иманова. О минералого-петрографическом составе оксидно-розовитовой породы Азербайджана. 60
 А. И. Калантаров, Н. Д. Таиров. Влияние литологических особенностей пород-коллекторов на свойства нефтей. 67

Минералогия

- М. Э. Гашгай, О. М. Иманова. Азербайчанн оксидно-розит сүхурларынын минералогии-петрографик таркибинэ даир 60

Литология

- А. И. Кэлентеров, Н. Ч. Таиров. Коллектор сүхурларындакы литологичи хусусийетини нефтин хассесинэ тәсирини 67

Анатомия

- З. Э. Новрузова, С. С. Мишурова. Пишик нанәси нөвләринини кимјасы вә гурулуш хусусийәтләри 70

Тибб

- Ч. J. Гусейнов вә М. Б. Әлијев. Бөјрәкдә гидронефроз заманы синир элементләринини микроструктур дөјишикликләринэ даир 74

Тарих

- Ч. З. Бунядов, Ч. А. Искәндеров. Иби әл имад әл һәнбәлинин әсәриндә ики тәпшһмиш азербайчанлы суфинин тарчүмеји-һалы 79

Этнография

- С. М. Ағамалыјева, А. Н. Мустафајев. Азербайчан дулусчулуғунда ишләһән әл чархы һаггында 82

Анатомия

З. А. Новрузова, С. С. Мишурова. Особенности строения и химии видов котловика 70

Медицина

Акад. Д. Ю. Гусейнов, М. Б. Алнев. К вопросу о микроструктурных изменениях нервных образований почки при ее гидронефрозе. 74

История

Д. З. Бунятов, Д. А. Искендеров. Биографии двух известных азербайджанских суфиев в сочинении Ииб-ал — Имада ал-Ханбали. 79

Этнография

С. М. Агамалиева, А. Н. Мустафаев. О ручном гончарном круге Азербайджана. 82

Сдано в набор 14/III-1979 г. Подписано к печати 22/VI-1979 г. Формат бумаги 70×100^{1/16}. Бум. лист. 2,88. Печ. лист. 8,05. Уч.-изд. лист. 6,2. ФГ 21161. Заказ 124. Тираж 680. Цена 40 коп.

Издательство „Элм“, 370143, Баку—143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание.
Типография „Красный Восток“ Государственного комитета Азербайджанской ССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
Баку, ул. Ази Асланова, 80.

40 гэл.
коп.

Индекс
76355