

АЗƏРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМІЈАСЫ
АКАДЕМІЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIII ЧИЛД

1977•3

МҮƏЛЛИФЛƏР ҮЧҮН ГАЈДАЛАР

1. «АзәрбајҶан ССР Елмләр Академијасының Мә'рузәләри»ндә нәзәри вә тәчрүби әһәмийәтә малик елми-тәдғигатларын тамамланмыш вә һәлә дәрч едилмәмниш нәтичәләри һагғында ғыса мә'луматлар чап олунар.
- «Мә'рузәләр»дә механики сурәтдә бир нечә ајры-ајры мә'луматлар шәклинә салынмыш ири һәмчли мәғаләләр, јени фактики мә'луматлардан мәһрум мүбаһисә характерли мәғаләләр, мүәјјән нәтичә вә үмумиләшдирмәләрсиз көмәкчи тәчрүбәләрини тәсвириндән ибарәт мәғаләләр, гејри-принципиал, тәсвири вә ичмал характерли ишләр, төвсијә едилән методу принципчә јени олмајан сырф методик мәғаләләр, һабелә битки вә һејванларын систематикасына даир (елм үчүн хусуси әһәмийәтә малик тапынтыларын тәсвири истисна олмагла) мәғаләләр дәрч едилмир.
- «Мә'рузәләр»дә дәрч олунаи мәғаләләр һәмни мә'луматларын даһа кенниш шәкилдә башга нәшрләрдә чап едилмәс мөәллифин һуғуғуну әлиндән алмыш.
2. «Мә'рузәләр»ни редакција академикни тәғдиматын мәғаләләр јалныз ихтисас үзрә бир нәшрләрдә кенәфиндән нәзәрдән кечирилмир. Гәр бир академик илдә 5 мәғаләләр тәғдим едә биләр.
- АзәрбајҶан ССР Елмләр Академијасын мәғаләләри тәғдимәтсиз гәбул олунар.
- Редакција академикләр кен онларын мөәллифләрдән алынмасы тәғдиматны кестәрсиләр.
3. «Мә'рузәләр»дә бир мәғаләләр дәрч едиләр.
4. «Мә'рузәләр»дә шәһәр артыг олмајараг јазылған ишарәси мәғаләләр дәрч едиләр.
5. Бүтүн мәғаләләри АзәрбајҶан дилиндә јазылған ишарәси мәғаләләр дәрч едиләр.
6. Мәғаләләри мөәллифин телеграммасын артыг олмајараг јазылған ишарәси мәғаләләр дәрч едиләр.
7. Елми идрәк үчүн елми идрәк мөәллифин телеграммасын артыг олмајараг јазылған ишарәси мәғаләләр дәрч едиләр.
8. Мәғаләләри рахылараг јазылған ишарәси мәғаләләр дәрч едиләр.
9. Мәғаләләри јил, әлифба гајдаһа иснад нөмрәси ашагыдакы шәһәр а) китаблар дин нөмрәси, шәһәр б) мәчмуәси, шәһәр в) журналынын ады дәрч едиләр.
10. Шәһәр нөмрәси кестәдим едиләр.
11. Мәғаләләрини индирләр.
12. Мүәллим вә ја дикәр мөәллиф Мәғаләләри индириләр.
13. Икни вә ја даһа чол мәғаләләри индириләр да кестәрмәк лазымдыр.
14. Мәғаләләрини корректурасы, бир гајда олараг, мөәллифләрә кендәрилмир. Корректурә кендәрилдији тәғдирдә исе јалныз мөтбәә сәһвләрини дүзәлтмәк олар.
15. Редакција мөәллифа пулсуз олараг мәғаләләри 15 нүсхә ајрыча оттискини верир.

Писать разборчиво

Шифр

М-168

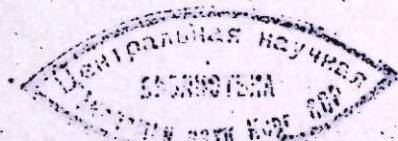
Автор

Название

Д.М.

Азерб. ССР

МӘ'РУЗӘЛƏР
ДОКЛАДЫ
ТОМ XXXIII ЧИЛД



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), Г. А. Алиев,
В. Р. Волобуев, Г. Г. Гасанов, А. И. Гусейнов,
Ю. М. Сендов (зам. главного редактора), М. А. Кашкай,
А. С. Сумбатзаде, М. А. Топчибашев,
Т. Н. Шахтагинский, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь)

УДК 517—944

МАТЕМАТИКА

Р. И. АЛИХАНОВА

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА КВАЗИЛИНЕЙНЫХ
ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

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

В многочисленных работах исследована разрешимость краевых задач для эллиптических и параболических квазилинейных уравнений высшего порядка, коэффициенты которых имеют полиномиальный рост (М. И. Вишик, Ф. Браудер, Ю. А. Дубинский, Ж. Лере, Л. Лионс и др.).

В 1963 г. М. И. Вишиком [1] исследована первая краевая задача для квазилинейного эллиптического уравнения с быстро растущими коэффициентами в классах типа Орлича.

Во всех перечисленных работах доказывалось существование решений, имеющих либо производные до половины порядка уравнения, либо на единицу выше.

В 1966 г. С. Г. Крейн и А. С. Симонов [2] доказали существование решения первой краевой задачи для квазилинейного эллиптического уравнения $2m$ -го порядка с непрерывными и имеющими полиномиальный рост коэффициентами в пространстве С. Л. Соболева $W_p^{(m+k)}(G)$, $0 \leq k \leq m$.

В данной статье рассматриваются смешанные задачи для некоторого класса квазилинейных параболических уравнений $2m$ -го порядка с быстро растущими коэффициентами в классах типа Орлича

$$L_p(0, T; O_p^{(m+k)}(G)), 0 \leq k \leq m.$$

Пусть G ограниченная область n -мерного евклидова пространства E_n с границей Γ ; Γ — достаточно гладкая; $\underline{0} = G \times [0, T]$, $S = \Gamma \times [0, T]$. В области $\underline{0}$ рассмотрим квазилинейное параболическое уравнение

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + L(u) \equiv & \frac{\partial u}{\partial t} + \sum_{\substack{|\alpha| = m-k \\ |\beta| = m+k}} (-1)^{m-k} D^\alpha (A_{\alpha\beta}(t, x, D^\alpha u, D^\beta u) \times \\ & \times D^\beta u) + \sum_{\substack{|\alpha| < m-k \\ |\beta| < m+k}} (-1)^{|\alpha|} D^\alpha (V_{\alpha\beta}(t, x, D^\alpha u, D^\beta u) D^\beta u) + \\ & + \sum_{\substack{|\alpha| = m-k \\ |\beta| < m+k}} (-1)^{m-k} D^\alpha (V_{\alpha\beta}(t, x, D^\alpha u) D^\beta u) = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = g(x),$$

© Издательство, „Элм“, 1977 г.

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), Г. А. Алиев,
В. Р. Волобуев, Г. Г. Гасанов, А. И. Гусейнов,
Ю. М. Сеидов (зам. главного редактора), М. А. Кашкай,
А. С. Сумбатзаде, М. А. Топчибашев,
Т. Н. Шахтагинский, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь)

© Издательство „Элм“, 1977 г.

УДК 517—944

МАТЕМАТИКА

Р. И. АЛИХАНОВА

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА КВАЗИЛИНЕЙНЫХ
ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

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

В многочисленных работах исследована разрешимость краевых задач для эллиптических и параболических квазилинейных уравнений высшего порядка, коэффициенты которых имеют полиномиальный рост (М. И. Вишик, Ф. Браудер, Ю. А. Дубинский, Ж. Лере, Л. Лионс и др.).

В 1963 г. М. И. Вишиком [1] исследована первая краевая задача для квазилинейного эллиптического уравнения с быстро растущими коэффициентами в классах типа Орлича.

Во всех перечисленных работах доказывалось существование решений, имеющих либо производные до половины порядка уравнения, либо на единицу выше.

В 1966 г. С. Г. Крейн и А. С. Симонов [2] доказали существование решения первой краевой задачи для квазилинейного эллиптического уравнения $2m$ -го порядка с непрерывными и имеющими полиномиальный рост коэффициентами в пространстве С. Л. Соболева $W_p^{(m+k)}(G)$, $0 \leq k \leq m$.

В данной статье рассматриваются смешанные задачи для некоторого класса квазилинейных параболических уравнений $2m$ -го порядка с быстро растущими коэффициентами в классах типа Орлича

$$L_p(0, T; O_p^{(m+k)}(G)), 0 \leq k \leq m.$$

Пусть G ограниченная область n -мерного евклидова пространства E_n с границей Γ ; Γ — достаточно гладкая; $\underline{0} = G \times [0, T]$, $S = \Gamma \times [0, T]$.

В области $\underline{0}$ рассмотрим квазилинейное параболическое уравнение

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + L(u) \equiv & \frac{\partial u}{\partial t} + \sum_{\substack{|\alpha| = m-k \\ |\beta| = m+k}} (-1)^{m-k} D^\alpha (A_{\alpha\beta}(t, x, D^\alpha u, D^\beta u) \times \\ & \times D^\beta u) + \sum_{\substack{|\alpha| < m-k \\ |\beta| < m+k}} (-1)^{|\alpha|} D^\alpha (V_{\alpha\beta}(t, x, D^\alpha u, D^\beta u) D^\beta u) + \\ & + \sum_{\substack{|\alpha| = m-k \\ |\beta| < m+k}} (-1)^{m-k} D^\alpha (V_{\alpha\beta}(t, x, D^\alpha u) D^\beta u) = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = g(x),$$

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

$$u|_S = 0, \dots, \frac{\partial^{k-1} u}{\partial n^{k-1}}|_S = 0, \quad (2)$$

$$\Delta^k u|_S = 0, \dots, \frac{\partial^{m-k-1} \Delta^k u}{\partial n^{m-k-1}}|_S = 0. \quad (3)$$

Здесь $|\omega| < m + \kappa$, $|\nu| = m + \kappa$; $x = (x_1, \dots, x_n)$; $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$, $|\beta| = \beta_1 + \dots + \beta_n$; $D^\beta = \partial^{|\beta|} / \partial x_1^{\beta_1} \dots \partial x_n^{\beta_n}$; $0 < \kappa \leq m$. Граничные условия понимаются в слабом смысле.

Под классом типа Орлича $L_p(0, T; O_p^{(s)}(G))$ понимаем совокупность функций $u(t, x)$, удовлетворяющих условиям (2), (3), для которых сходится интеграл

$$\int_0^T dt \int_G \rho(D^s u) dx < +\infty; \quad D^s u = \left(\sum_{|\alpha|=s} |D^\alpha u|^2 \right)^{1/2},$$

где $\rho(\zeta)$ — N -функция [3].

В статье используются следующие обозначения

$$[u, v] = \int_0^T dt \int_G u v dx, \quad [u] = \int_0^T dt \int_G u dx.$$

Сформулируем условия, при которых исследуется задача (1)–(3):

Условие 1. Для любых K и $|\xi_\omega| \leq K$, $|\omega| \leq m + \kappa - 1$, найдутся такие постоянные C , c и N -функция $\rho(\zeta)$, $\zeta = \left(\sum_{|\nu|=m+\kappa} |\zeta_\nu|^2 \right)^{1/2}$, зависящие от K , что для больших ζ

$$c \rho(\zeta) \leq \sum_{\substack{|\alpha|=m-\kappa \\ |\beta|=m+\kappa, |\mu|=\kappa}} A_{\alpha\beta}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu) \zeta_\alpha + 2\mu \zeta_\beta \leq C \rho(\zeta).$$

Кроме того предполагается, что

а) для любого $p \geq 2$ $\rho(\zeta) > C_p |\zeta|^p - C_p$,

$$\rho'(0) = 0, \quad \frac{d}{d\zeta} \left(\frac{\rho(\zeta)}{\zeta} \right) > 0 \text{ для } \zeta > 0,$$

$$\text{б) } A_{\alpha\beta}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu) \leq C \left(\frac{\rho(\zeta)}{\zeta^2 + 1} + 1 \right), \quad |\xi_\omega| \leq K,$$

в) функции $A_{\alpha\beta}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu)$ непрерывны по всем аргументам и непрерывно дифференцируемы по ζ ; относительно аргументов ξ_ω они непрерывны в следующем смысле

$$|A_{\alpha\beta}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu) - A_{\alpha\beta}(t, x, \xi'_\omega, \xi'_\nu)| \leq \varepsilon (|t - t'| + |x - x'| + |\xi_\omega - \xi'_\omega|) \frac{\rho(\zeta)}{\zeta},$$

где $\varepsilon(\tau) \rightarrow 0$ при $\tau \rightarrow 0$.

Условие 2. Для $|\xi_\omega| \leq K$, $|\omega| \leq m + \kappa - 1$, найдутся такие постоянные $C = C(K)$ и $c = c(K)$, что

$$\sum_{\substack{|\alpha|=m-\kappa \\ |\beta|=m+\kappa \\ |\gamma|=m+\kappa \\ |\mu|=\kappa}} A_{\alpha\beta\gamma}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu) \zeta_\beta \eta_\alpha + \gamma_\mu \geq C \left(\frac{\rho(\zeta)}{\zeta^2 + 1} + 1 \right) \sum_{|\beta|=m+\kappa} \eta_\beta^2,$$

$$A_{\alpha\beta\gamma}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu) \zeta_\beta \leq C \left(\frac{\rho(\zeta)}{\zeta^2 + 1} + 1 \right),$$

$$\left| \frac{\partial A_{\alpha\beta\gamma}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu)}{\partial x_j} \right| \leq C \left(\frac{\rho(\zeta)}{\zeta^2 + 1} + 1 \right),$$

$$\left| \frac{\partial A_{\alpha\beta\gamma}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu)}{\partial t} \right| \leq C \left(\frac{\rho(\zeta)}{\zeta^2 + 1} + 1 \right),$$

где $A_{\alpha\beta\gamma} = \partial A_{\alpha\beta} / \partial \zeta_\gamma$.

Условие 3. Для $|\xi_\omega| \leq K$, $|\omega| \leq m + \kappa - 1$, существуют такие $f_{\tau\beta}(t, x)$ и $q_{\tau\beta}(t, x)$ зависящие от K , что для $|\tau| = m + \kappa$

$$|V_{\tau\beta}(t, x, \xi_\omega) \zeta_\beta| \leq f_{\tau\beta}(t, x),$$

где $[N(f_{\tau\beta}(t, x))] < +\infty$; $N(\eta)$ — дополнительные N -функции к $\rho(\zeta)$ [3]. Для $|\tau| < m + \kappa$

$$|V_{\tau\beta}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu) \zeta_\beta| \leq q_{\tau\beta}(t, x) \rho_1(\zeta) + q_{\tau\beta}(t, x) f_{\tau\beta}(t, x),$$

где $\rho_1(\zeta) > 0$ для $\zeta > 0$ и $\lim \rho_1(\zeta) / \rho(\zeta) = 0$ при $\zeta \rightarrow \infty$; $q_{\tau\beta} \geq 0$ и может иметь особенности на S .

Условие 4. Для любых ξ_ω и ξ_ν имеет место

$$\sum_{\substack{|\tau| \leq m-\kappa \\ |\beta| \leq m+\kappa}} V_{\tau\beta}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu) \zeta_\beta \xi_\tau + \sum_{\substack{|\tau| \leq m-\kappa \\ |\beta| \leq m+\kappa}} V_{\tau\beta}(t, x, \xi_\omega) \zeta_\beta \zeta_\tau \leq \\ \leq -(1+\delta) \sum_{\substack{|\alpha|=m-\kappa \\ |\beta|=m+\kappa}} A_{\alpha\beta}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu) \zeta_\beta \zeta_\alpha + g(t, x),$$

где $g(t, x) \in L_1(0, T)$, $\delta > 0$. Кроме того предполагается, что

$$\sum_{\substack{|\alpha|=m-\kappa \\ |\beta|=m+\kappa}} A_{\alpha\beta}(t, x, \xi_\omega, \xi_\nu) \zeta_\beta \zeta_\alpha \geq C_2 \sum_{|\nu|=m+\kappa} |\zeta_\nu|^{n+\varepsilon} - C_1,$$

Пусть $\rho(\zeta)$ отвечает постоянной κ из условий 1, 2.

Функция $u(t, x)$ называется слабым решением задачи (1)–(3) в классе $L_p(0, T; O_p^{(m+\kappa)}(G))$, если $u \in L_p(0, T; O_p^{(m+\kappa)}(G))$, $|D^\omega u| \leq \kappa$ для $|\omega| \leq m + \kappa - 1$ и для всякой функции $v \in L_p(0, T; O_p^{(m-\kappa)}(G))$ (и их линейной оболочки, образующей пространство типа Орлича $H_p(0, T; H_p^{(m-\kappa)}(G))$) выполняется соотношение

$$\left[\frac{\partial u}{\partial t}, v \right] + \sum_{\substack{|\alpha|=m-\kappa \\ |\beta|=m+\kappa}} [A_{\alpha\beta}(t, x, D^\alpha u, D^\beta u) D^\beta u, D^\alpha v] + \\ + \sum_{\substack{|\beta| \leq m+\kappa \\ |\tau| \leq m-\kappa}} [V_{\tau\beta}(t, x, D^\alpha u, D^\beta u) D^\beta u, D^\tau v] + \\ + \sum_{|\tau| \leq m-\kappa, |\beta| \leq m+\kappa} [V_{\tau\beta}(t, x, D^\alpha u) D^\beta u, D^\tau v] = 0.$$

С помощью некоторого аналога метода Галеркина, метода усреднения и метода неподвижной точки доказана следующая

Теорема. Если функция $A_{\alpha\beta}(t, x, D^\alpha u, D^\beta u)$, $V_{\tau\beta}(t, x, D^\alpha u, D^\beta u)$ и $V_{\tau\beta}(t, x, D^\alpha u)$ в уравнении (1) удовлетворяют условиям 1–4, то задача (1)–(3) имеет слабое решение в классе $L_p(0, T; O_p^{(m+\kappa)}(G))$, $0 \leq \kappa \leq m$.

При дополнительных предположениях решение единственно.

Литература

1. Вишик М. И. О разрешимости первой краевой задачи для квазилинейных уравнений с быстро растущими коэффициентами в классах Орлича. ДАН СССР, т. 151, № 4, 1963.
2. Симонов А. С. Обобщенные решения с повышенной гладкостью квазилинейных эллиптических уравнений. Дисс. Воронеж, 1966.
3. Красносельский М. А., Рутницкий Я. Д. Выпуклые функции и пространства Орлича. М., 1958.

Р. И. Әлиханова

БИР СИНИФ КВАЗИ-ХЭТТИ ТЭНЛИКЛЭР ҮЧҮН ГАРЫШЫГ МЭСЭЛЭ

Мәгадәдә Орлич типли фәзаларда бир синиф кәсилән әмсаллы јүксәк тәртибли квази-хәтти тәнликләр үчүн гојулмуш гарышыг мәсәлә биргијмәтли һәлл олунур.

R. I. Alikhanova

BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR ONE CLASS OF QUASI-LINEAR PARABOLIC EQUATIONS

In the paper one-valued solvability of the boundary value problems for one class of the higher order quasi-linear parabolic equations with disconnected coefficients in Orlich type space is proved.

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIII ЧИЛД

№ 3

1977

УДК 539.374+539.377

МЕХАНИКА ЖИДКОСТЕЙ

К. С. АХВЕРДИЕВ

О ДВИЖЕНИИ ВЯЗКО-ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ В ПОДШИПНИКЕ

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

Рассматривается плоская нелинейная задача о неустановившемся движении вязко-пластичной смазки между круговыми шипом и подшипником. Движение смазки определяется произвольно заданным движением шипа.

Задача сводится к интегрированию полной системы нелинейных нестационарных уравнений Генки—Ильюшина. Трудность интегрирования этой системы состоит не только в ее нелинейности, но главным образом в том, что она меняет свой тип, если радиальная производная по радиусу трансверсальной скорости обращается в нуль. Найдены движения шипа, при которых эта производная сохраняет знак. Для таких движений построено асимптотическое решение задачи при малых значениях квадратного корня из среднего относительного зазора. Получено условие, ограничивающее начальное значение относительного эксцентриситета, при котором отсутствует ядро течения.

1. Рассмотрим плоскую задачу о неустановившемся движении вязко-пластичной несжимаемой жидкости, заполняющей все пространство между неподвижным подшипником радиуса r_0 и шипом радиуса r_1 . Считаем движение шипа известным: $\Omega'(t')$ —угловая скорость собственного вращения шипа, $e(t')$ —эксцентриситет, $\varphi(t')$ —угол поворота линии центров от ее начального положения. При $t'=0$ поле скоростей жидкости определяется движением шипа под действием постоянной $(d\varphi(0)/dt'=0)$ или равномерно вращающейся $(d\varphi(0)/dt' \neq 0)$ нагрузки. В полярной системе координат с полюсом в центре подшипника и осью, совпадающей с начальным положением линии центров, такая задача сводится к интегрированию системы уравнений Генки—Ильюшина [1]

$$\frac{\partial \bar{v}}{\partial t'} + (\bar{v} \nabla) \bar{v} + \frac{1}{\rho} \nabla p' = \left(v + \frac{\tau_0}{\rho H'} \right) \nabla^2 \bar{v} - \frac{2\tau_0}{\rho H'^2} T \nabla H',$$
$$\nabla \cdot \bar{v} = 0, H' = \sqrt{\left(\frac{\partial d_0}{\partial r} - \frac{v_0}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_r}{\partial \theta} \right)^2 + 4 \left(\frac{\partial v_r}{\partial r} \right)^2}, \quad (1)$$

из которой надо определять поле скоростей $\bar{v} = \{v_r, v_\theta\}$ и гидродинамическое давление p' как функции (r, θ', t') при следующих предель-

ных условиях:

$$\begin{aligned} \bar{v} &= \bar{v}^0(r, \theta') \text{ при } t' = 0; \bar{v} = 0 \text{ при } r = r_0; \\ v_r &= \frac{de}{dt'} \cos(\theta' - \varphi) + \left(\frac{d\varphi}{dt'} - \Omega' \right) e \sin(\theta' - \varphi), \\ v_\theta &= \Omega' r - \frac{de}{dt'} \sin(\theta' - \varphi) + \left(\frac{d\varphi}{dt'} - \Omega' \right) e \cos(\theta' - \varphi), \end{aligned}$$

при $r = e \cos(\theta' - \varphi) + \sqrt{r_1^2 - e^2 \sin^2(\theta' - \varphi)}$

2. Пусть

$$\delta = r_0 - r_1, \lambda = \sqrt{\frac{\delta}{r_1}}, h_1(\theta, t) = \eta \cos \theta + \sqrt{\frac{1}{\lambda^4} - \eta^2 \sin^2 \theta} - \frac{1}{\lambda^2}, \quad (3)$$

$$\eta(t) = \frac{p(t')}{r_1 \lambda^2}, \omega(t) = \frac{\lambda^3 r_1^2}{v} \frac{d\varphi}{dt'}, \Omega(t) = \frac{\lambda^3 r_1^2}{v} \Omega'(t'),$$

$$\xi(t) = \frac{r_1 \lambda}{v} \frac{de}{dt'}, x = \frac{1 - (r - r_1)/r_1 \lambda^2}{1 - h_1(\theta, t)}, \theta = \theta' - \varphi(t),$$

$$t = \frac{vt'}{r_1^2 \lambda^4}; u(x, \theta, t) = \frac{r_1 \lambda}{v} v_r(r, \theta', t'), h(\theta) = 1 - \eta_0 \cos \theta,$$

$$p(x, \theta, t) = \frac{r_1^2 \lambda^7}{\rho v^2} p'(r, \theta', t'), v(x, \theta, t) = \frac{r_1 \lambda^3}{v} v_\theta(r, \theta', t') - \frac{r}{r_1} \omega(t).$$

Тогда

$$\frac{d\varphi}{dt} = \dot{\varphi} = \lambda \omega, \dot{\eta} = \lambda \xi, \eta(t) = \eta_0 + \lambda \eta_1(t), \quad (4)$$

где $\eta_1 = \xi$, а η_0 — начальное значение относительного эксцентриситета. Спроектируем (1) на полярные оси и перейдем к безразмерным переменным (3) с учетом (4). Полученные уравнения запишем в виде:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \sigma \lambda^2 \frac{\chi_1}{H^3} + \lambda^3 \frac{P_1(\lambda)}{H^3}; \sigma = \frac{2\tau_0 r_1^2 \lambda^7}{\rho v^2}; \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} - \frac{1}{h^2} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial p}{\partial \theta} + \omega + \sigma \frac{\left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^3}{H^3} &= \lambda f_1 + \lambda^2 \left(f_2 + \sigma \frac{\chi_2}{H^3} \right) + \lambda^3 \frac{F_2(\lambda)}{H^3}; \\ \frac{\partial v}{\partial \theta} - \frac{x h_0 \sin \theta}{h} \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{1}{h} \frac{\partial u}{\partial x} &= \lambda g_1 + \lambda^2 g_2 + \lambda^3 F_3(\lambda). \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь

$$H = \sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + 2\lambda^2 v h \frac{\partial v}{\partial x} + \lambda^3 F_4(\lambda)}, \quad (6)$$

а $\chi_i, f_i, g_i, F_i(\lambda)$ ($i = 1, 2; j = 1, 2, 3, 4$) — нелинейные дифференциальные операторы не выше второго порядка, действующие на u, v и p . Эти операторы рациональны в том смысле, что они не содержат иррациональностей типа (6).

Например,

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{2\eta_1 \cos \theta}{h^3} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} - v \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{1}{h} (x \tau \eta_0 \sin \theta + u - \xi x \cos \theta) \frac{\partial v}{\partial x}, \\ g_1 &= \frac{\eta_1}{h^2} \left(x \frac{\partial v}{\partial x} \sin \theta + \frac{\partial u}{\partial x} \cos \theta \right). \end{aligned} \quad (7)$$

(2) $F_j(\lambda)$ как функции параметра λ ограничены при $\lambda = 0$. С учетом (6) имеем

$$\frac{\left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^3}{H^3} = \operatorname{sgn} \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{3\lambda^2 v h}{\left| \frac{\partial v}{\partial x} \right|} + o(\lambda^2). \quad (8)$$

Аналогично

$$\frac{1}{H^3} = \frac{1}{\left| \frac{\partial v}{\partial x} \right|^3} + o(\lambda^2). \quad (9)$$

В случае необходимости разложения (8) и (9) можно уточнить до $o(\lambda^2)$ и выше.

Если подставить (8) и (9) в (5), то возможно пытаться строить асимптотические при $\lambda \rightarrow 0$ выражения для u, v и p :

$$u = \sum_{k=0}^{N_1} \lambda^k u_k + o(\lambda^{N_1}), v = \sum_{k=0}^{N_2} \lambda^k v_k + o(\lambda^{N_2}), p = \sum_{k=0}^{N_3} \lambda^k p_k + o(\lambda^{N_3}). \quad (10)$$

Нетрудно показать, что (10), действительно, дадут асимптотическое решение уравнений (5), если $\partial v / \partial x$ не обращается в нуль при $t \geq 0, 0 \leq x \leq 1, 0 \leq \theta \leq 2\pi$.

В аналогичной ситуации, при наличии малого параметра при некоторых старших производных в уравнениях Дж. Дж. Стокер [2] получил асимптотическое решение задачи о волнах. Поэтому будем искать такие движения шипа (т. е. такие значения функциональных параметров $\Omega, \omega, \xi, \eta_1, \eta_0$, характеризующих это движение), при которых $\operatorname{sgn} \frac{\partial v}{\partial x} = \operatorname{const}$ (т. е. $\partial v / \partial x \neq 0$). Тогда при достаточно малых

$\lambda \operatorname{sgn} \frac{\partial v}{\partial x} = \operatorname{sgn} \frac{\partial v_0}{\partial x}$, а если ограничиться определением первых трех членов разложений (10), то в правых частях (5) и (9) можно заменить v на v_0 . Подставляя после этого (8) и (9) в (5), получим для определения коэффициентов разложений (10) такие уравнения

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \sigma \lambda^2 \frac{\chi_1}{\left| \frac{\partial v_0}{\partial x} \right|} + o(\lambda^2); \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} - \frac{1}{h^2} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial p}{\partial \theta} + \omega + \sigma \operatorname{sgn} \frac{\partial v_0}{\partial x} &= \lambda f_1 + \\ + \lambda^2 \left(f_2 + \sigma \frac{\chi_2}{\left| \frac{\partial v_0}{\partial x} \right|^3} + \frac{3\sigma \tau_0 h}{\left| \frac{\partial v_0}{\partial x} \right|} \right) &+ o(\lambda^2); \end{aligned}$$

$$\frac{\partial v}{\partial \theta} - \frac{x \eta_0 \sin \theta}{h} \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{1}{h} \frac{\partial u}{\partial x} = \lambda g_1 + \lambda^2 g_2 + o(\lambda^3).$$

Предельные условия для этих уравнений найдем после перехода в (2) к безразмерным переменным (3) и (4):

$$\begin{aligned} v &= v^0(x, \theta) \text{ при } t = 0; u = 0, v = -(1 + \lambda^2) \omega \text{ при } x = 0; \\ u &= \xi \cos \theta - (\Omega - \omega) (\eta_0 + \lambda \eta_1) \sin \theta, \end{aligned} \quad (12)$$

$$v = \Omega - \omega - \lambda^2 [\xi \sin \theta + (\Omega - \omega) (\eta \cos \theta - h_1)], \text{ при } x = 1.$$

3. Введем (7) и аналогичные выражения для χ_i ($i = 1, 2$), f_2 и g_2 в (11). В полученные соотношения и в (12) подставим разложения (10) и сравним коэффициенты при одинаковых степенях λ . Тогда

$$\frac{\partial p_k}{\partial x} = q_k(x, \theta, t); \quad \frac{\partial v_k}{\partial t} - \frac{1}{h^2} \frac{\partial^2 v_k}{\partial x^2} + \frac{\partial p_k}{\partial \theta} = \varphi_n(x, \theta, t); \quad (13)$$

$$\frac{\partial v_k}{\partial \theta} - \frac{x \eta_0 \sin \theta}{h} = \frac{1}{h} \frac{\partial u_k}{\partial x} = \psi_k(x, \theta, t);$$

$$v_k = v_k^0(x, \theta) \text{ при } t = 0; \quad u_k = 0, \quad v_k = C_k(t) \text{ при } x = 0;$$

$$u_k = b_k(\theta, t), \quad v_k = a_k(\theta, t) \text{ при } x = 1,$$

где $v_k^0, a_k, b_k, C_k (\kappa \geq 0), q_0, \varphi_0, \psi_0$ — известные функции, а функции q_k, φ_k и $\psi_k (\kappa \geq 1)$ известны, если решены предыдущие $\kappa-1$ уравнения.

Например,

$$a_0 = \Omega - \omega, \quad b_0 = \xi \cos \theta - \eta_0 (\Omega - \omega) \sin \theta, \quad C_0 = -\omega; \quad (14)$$

$$q_0 = 0, \quad \varphi_0 = -\omega - \sigma \operatorname{sgn} \frac{\partial v_0}{\partial x}, \quad \psi_0 = 0.$$

$$a_1 = 0, \quad b_1 = -\eta_1 (\Omega - \omega) \sin \theta, \quad C_1 = 0;$$

$$q_1 = 0, \quad \varphi_1 = f_1|_{v=v_0}, \quad \psi_1 = g_1|_{v=v_0}. \quad (15)$$

и т. д. (f_1 и g_1 выписаны в (7)).

Задача, аналогичная (13), решена в [3].

Решение имеет вид:

$$v_k = \Phi_k(x, \theta, t) - 4 \int_0^t \frac{\partial X_k(\theta, \tau)}{\partial \theta} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(2n-1)\pi x}{\pi(2n-1)} \times \\ \times \exp \left[-\frac{(2n-1)^2 \pi^2 (t-\tau)}{h^2(\theta)} \right] d\tau; \quad (16)$$

$$\Phi_k = h^2 \int_0^1 \int_0^1 \left[\varphi_k(y, \theta, \tau) - \int_0^y \frac{\partial q_k(z, \theta, \tau)}{\partial \theta} dz \right] G(x, y, \theta, t-\tau) dy d\tau + \\ + \int_0^t a_k(\theta, \tau) \frac{\partial G(x, 1, \theta, t-\tau)}{\partial y} d\tau + \int_0^t C_k(\rho) \frac{\partial G(x, 0, \theta, t-\tau)}{\partial y} d\tau + \\ + h^2 \int_0^1 v_k^0(y, \theta) G(x, y, \theta, t) dy;$$

$$G(x, y, \theta, t) = \frac{2}{h^2(\theta)} \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\frac{\pi^2 n^2 t}{h^2(\theta)}} \sin \pi n x \sin \pi n y;$$

$$\frac{\partial X_k}{\partial \theta} = \frac{12 \psi_k(\theta, t)}{h^2(\theta)} - \frac{3 \partial}{h^2(\theta)} \int_0^t \int_0^{2\pi} \frac{\psi_k(\varphi, \tau) K(t-\tau)}{h^2(\varphi)} d\varphi d\tau + \\ + 4 \frac{\partial}{\partial t} \int_0^t \psi_k(\theta, \tau) S(\theta, t-\tau) d\tau - \\ - \frac{12}{h^2(\theta)} \frac{d}{dt} \int_0^t \int_0^{2\pi} \psi_k(\varphi, \tau) T(\varphi, t-\tau) d\varphi d\tau - \\ - \frac{12}{h(\theta)} \frac{d}{dt} \int_0^t \int_0^{2\pi} \frac{\psi_k(\varphi, \tau)}{h^2(\varphi)} T(\varphi, t-\tau) d\varphi d\tau - \\ - \frac{2 \sqrt{1-\eta_0^2}}{\pi h(\theta)} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^t \int_0^{2\pi} \psi_k(\varphi, \tau) S(\theta, t-\tau) d\varphi d\tau - \quad (17)$$

$$- \frac{4}{h(\theta)} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^t \int_0^{2\pi} \psi_k(\varphi, \tau) \int_0^t S(\theta, t-s) \frac{\partial T(\varphi, s-\tau)}{\partial (s-\tau)} ds d\varphi d\tau;$$

$$S(\theta, t) = \frac{2}{h^2(\theta)} \sum_{n=1}^{\infty} \exp \left[-\frac{4\mu_n^2 t}{h^2(\theta)} \right], \quad T(\theta, t) = \\ = \int_0^t S(\theta, \tau) K(t-\tau) d\tau;$$

μ_n — положительные корни уравнения $x = \operatorname{tg} x$ ($\mu_1 \approx 1,4839$);

$$K(t) \stackrel{\cdot}{\div} s \left[\int_0^{2\pi} \frac{d\theta}{h^3(\theta) g\left(\frac{h^2(\theta)}{4} s\right)} \right]^{-1}, \quad g(s) = \frac{\sqrt{s - th\sqrt{s}}}{s\sqrt{s}}, \quad (18)$$

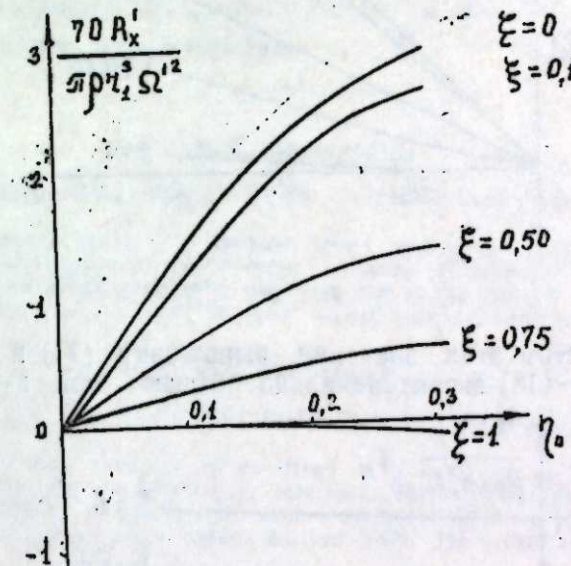


Рис. 1

(символ $\stackrel{\cdot}{\div}$ означает изображение по Лапласу—Карсону с параметром s);

$$\psi_k(\theta, t) = \int_0^1 \Phi_k(y, \theta, t) dy - \frac{1}{h(\theta)} \int [b_k(\theta, t) + \eta_0 a_k(\theta, t) \sin \theta + \\ + h(\theta) \int_0^1 \psi_k(y, \theta, t) dy] d\theta;$$

$$u_k = \frac{\partial}{\partial \theta} \int_0^x h(\theta) v_k(y, \theta, t) dy - x \eta_0 v_k(x, \theta, t) \sin \theta - \\ - h(\theta) \int_0^x \psi_k(y, \theta, t) dy;$$

$$p_k = X_k(\theta, t) + \int_0^x q_k(y, \theta, t) dy.$$

Вводя в эти формулы последовательно (14), (15) и аналогичные выражения при $\kappa \geq 2$, получим коэффициенты асимптотического реше-

ния (10) исходной задачи, справедливого для таких движений шипа, при которых $\partial v_0/\partial x \neq 0$.

4. При отыскании этих движений ограничимся случаями неподвижной постоянной или постоянной равномерно вращающейся нагрузки на шип, когда

$$\Omega = \text{const}, \omega = \text{const}, \xi = 0, \eta_1 = 0, \omega = 0.$$

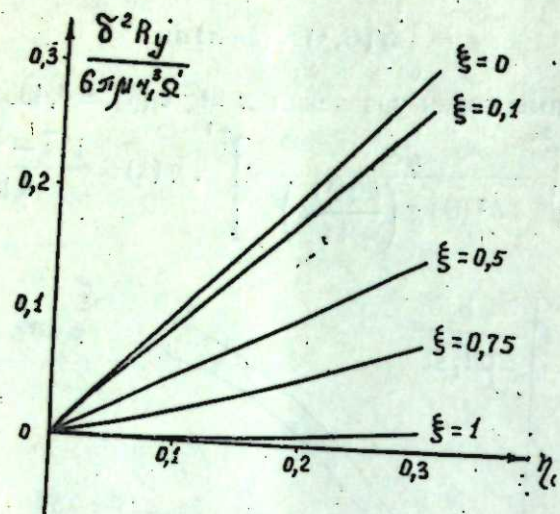


Рис. 2

Подставим с учетом этих значений выражения (14) в (16). Ядра в интегралах (16)–(18) экспоненциально убывают при $t \leftarrow \infty$. Поэтому

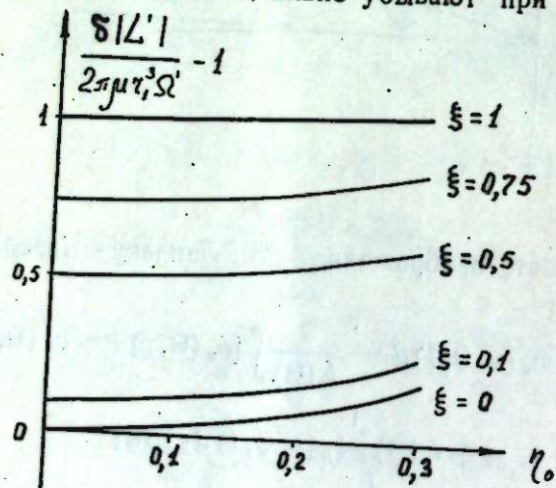


Рис. 3

выражение (16) при постоянных Ω и ω будет состоять из независимой от времени части и слагаемого, экспоненциально исчезающего во времени. В силу (3) безразмерное время $t = \eta t' / r_0^2 \lambda^4$ является большим параметром. Поэтому при исследовании $\partial v_0/\partial x$ можно ограничиться рассмотрением только независимой от времени части. После установления его явного вида, хотя это и связано с громоздкими выкладками при использовании соотношения (18), мы получим следующий результат, если $0 \leq \eta_0 < (\sqrt{13} - 3)/2$ и шип движется под действием по-

стоянной ($\omega=0$) или постоянной равномерно вращающейся нагрузки ($\omega \neq 0$), то при достаточно больших $\Omega \operatorname{sgn} \partial v_0/\partial x = \operatorname{sgn} \Omega$. В этом случае при достаточно малых $\lambda \operatorname{sgn} \partial v_0/\partial x = \operatorname{sgn} \partial v/\partial x$ и формулы (10) дают асимптотическое решение исходной задачи. При этом для сильно пластичных сред проекция подъемной силы на линии центров (B_x') пропорциональна квадрату напряжения сдвига. Проекция на нормаль к линии центров (R_y') и момент сопротивления (L') вращения шипа растут прямо пропорционально этому напряжению.

Слабопластичная смазка уменьшает подъемную силу и увеличивает момент сопротивления вращения шипа (рис. 1, 2, 3).

Литература

1. Огибалов П. М., Мирзаджанзаде А. Х. Нестационарные движения вязко-пластичных сред. МГУ, 1970.
2. Стокер Дж. Дж. Бифуркационные явления в теории поверхностных волн. Теория ветвления и нелинейные задачи на собственные значения. Изд-во "Мир", М., 1974.
3. Заволжский М. В. Об устойчивости движения шипа в подшипнике. "Изв. вузов". Математика, № 6, 109, Казань, 1971.

Ростовский ин-т инж. жел. транспорта

Поступило 9. IV 1976

К. С. Ахвердиев

ПОДШИПНИКДЭ ӨЗЛҮЛҮ-ПЛАСТИК МАЈЕНИН ҺЭРЭКЭТИ ҺАГГЫНДА

Мәгәләдә дәирәви шипини вә подшипникни арасында өзлүлү-пластик мајенин гәрәрләшмәмыш һәрәкәтинини гејри-хәтти мустәви мәсәләсинә бахылып. Мајенин һәрәкәти шипини ихтијари верилмиш һәрәкәти илә тәјин одунур.

Мәсәләнин асимптотик һәлли вә нүвә ахымы олмајан һалын шәрти тапылмышдыр.

K. S. Akhverdiev

THE MOTION OF VISCOUS-PLASTIC IN A BEARING

The plain non-linear problem of non-fixed motion of the viscous-plastic lubricant between the circular pin and bearing is described. The lubricant motion is determined by the arbitrary motion of a pin. For such motions the asymptotic solution of the problem with small square root values derived from the mean relative gap is developed.

УДК 537.52

ФИЗИКА

Р. Н. МЕХТИЗАДЕ

ПОДВИЖНОСТЬ ИОНОВ В СМЕСЯХ ЭЛЕГАЗА С АЗОТОМ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ч. М. Джусварлы)

Высокопрочные электроотрицательные газы, такие как элегаз (шестифтористая сера), фреоны и их смеси с дешевым азотом находят все более широкое применение в качестве основной изоляции различных высоковольтных устройств, а также закрытых линий электропередач.

Развитие электрических разрядов в электроотрицательных газах затруднено вследствие захвата молекулами газа свободных электронов с образованием малоподвижных отрицательных ионов. Это обуславливает высокую электрическую прочность и дугогасящую способность газовой изоляции.

Процессы возникновения, развития и гашения электрических разрядов в газах существенно зависят от величины подвижности ионов в них [1, 2], которая, в свою очередь, зависит от вида ионов, давления газа, соотношения компонент газовой смеси и от времени существования самих ионов.

В связи с этим представляют интерес сведения о значении подвижностей ионов обоих знаков в смесях элегаза с азотом при различном содержании элегаза в смеси и при различных давлениях последней.

Исследуемые газы подавались из баллонов без предварительной очистки от примесей в герметичную камеру. Давление смеси варьировалось в пределах $0,5 \cdot 10^5$ — $1,5 \cdot 10^5$ Па и контролировалось с помощью мановакуумметра. Содержание элегаза в смесях устанавливалось по парциальным давлениям компонент и изменялось в пределах 3—100%.

Подвижность ионов определялась путем измерения времени дрейфа ионов в неоднородном электрическом поле с последующим вычислением величины средней подвижности.

Измерение времени дрейфа ионов обоих знаков в смеси проводилось в один прием с помощью нового способа, разработанного авторами [3], в основу которого легло использование несамостоятельной короны, инициируемой распадом отрицательных ионов в сильных электрических полях [4].

В фиксированные моменты времени в смесях создавались короткие ($\sim 5 \cdot 10^{-6}$ сек) сгустки ионов, дрейфующих в измерительном проме-

жутке под действием электрического поля. Способ позволяет измерять подвижности ионов, находящихся как на фронте, так и в середине сгустка.

Контрольные измерения новым способом величин подвижностей ионов в воздухе при атмосферном давлении показали согласование с литературными данными с достаточной для практических целей точностью ($\pm 5\%$).

Используемая аппаратура допускала измерение средней подвижности ионов обоих знаков, дрейфующих в измерительном промежутке в течение 1,0—6,0 мсек.

В таблице представлены значения подвижностей отрицательных ионов K_- и положительных ионов K_+ , дрейфующих на фронте сгустка ионов, для четырех смесей с содержанием элегаза в смеси $C = \frac{P_1(SF_6)}{P_0} \cdot 100\%$, равным 10, 50, 90 и 100% ($P_0 = P_1(SF_6) + P_1(N_2)$;

$P_1(SF_6)$ —парциальное давление элегаза в смеси, $P_1(N_2)$ —парциальное давление азота в смеси, P_0 —давление смеси) при измерении давления смеси P_0 от $0,5 \cdot 10^5$ до $1,5 \cdot 10^5$ Па. Значения подвижностей ионов представлены в единицах $м^2/в \cdot сек$.

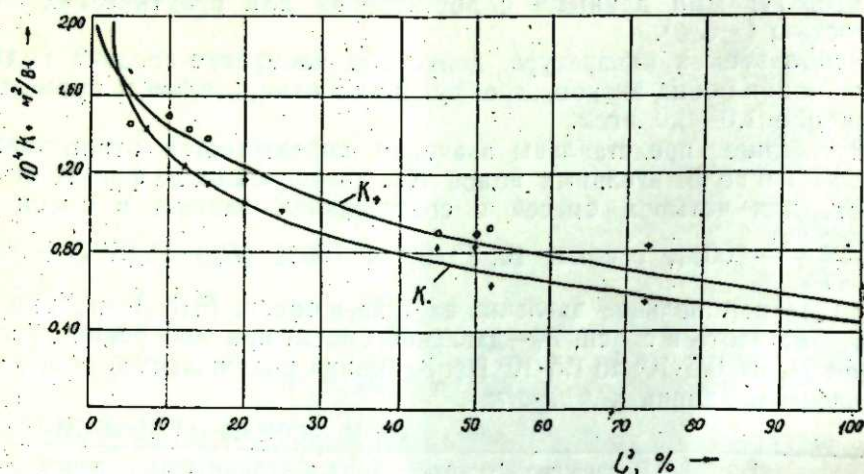
$P_0 \cdot 10^{-5}$ Па	Подвижность отрицательных и положительных ионов $10^4 K_{\mp}, м^2/в \cdot сек$							
	C=10%		C=50%		C=90%		C=100%	
	-	+	-	+	--	+	--	+
0,3	—	—	4,40	3,50	2,46	2,48	—	—
0,5	—	—	2,17	2,07	1,37	1,48	1,15	40
0,6	—	—	—	—	—	—	1,08	0,74
0,7	2,64	1,93	—	—	0,84	1,24	0,85	1,24
0,8	—	—	—	—	—	—	0,67	1,00
0,9	2,06	2,06	—	—	0,67	0,96	0,63	0,94
1,0	—	—	—	—	—	—	0,49	0,81
1,1	1,60	1,54	0,85	0,90	0,50	0,63	0,43	0,74
1,2	—	—	—	—	—	—	0,39	0,62
1,3	1,30	1,45	0,68	0,79	0,40	0,59	0,35	0,57
1,4	—	0,	—	—	—	—	0,32	0,52
1,5	—	—	0,54	0,74	0,38	0,44	0,28	0,48

На рисунке представлена зависимость подвижностей ионов обоих знаков на фронте сгустков от содержания элегаза в смеси при неизменном давлении смеси $P_0 = 1,1 \cdot 10^5$ Па.

Как видно из таблицы, независимо от состава смеси, с ростом давления последней подвижности ионов обоих знаков уменьшаются.

Необходимо отметить характерную деталь: независимо от давления и состава смеси, измеренные значения подвижности положительных ионов K_+ практически во всех случаях оказываются выше соответствующих ей значений подвижности отрицательных ионов K_- . На первый взгляд этот факт кажется странным, поскольку измеренные подавляющим большинством авторов величины K_- всегда больше величин K_+ для всех электроотрицательных газов [1, 5], несмотря на одинаковость физических параметров положительных и отрицательных ионов (масса, заряд, размеры), от которых зависит подвижность их в одном и том же газе. Обычно большее, по сравнению с K_+ значение K_- объясняется тем, что впереди основного фронта отрицательных ионов всегда имеются „молодые“ ионы, т. е. ионы, образованные путем прилипания к молекулам газа электронов, дрейфующих часть пути в свободном состоянии [6]. Измеренное время

дрейфа таких ионов оказывается меньше, а подвижность соответственно больше по сравнению с таковыми для положительных ионов. В случае смесей электроотрицательного газа с электроположительным, таким как азот, подвижность положительных ионов может



оказаться выше подвижности отрицательных ионов в том случае, если подвижность положительных ионов электроположительного газа (в котором отрицательные ионы не образуются) выше подвижности отрицательных ионов электроотрицательного газа. Именно такой случай, по всей вероятности, имеет место в смеси элегаза с азотом, так как подвижность положительных ионов азота, вследствие малой массы, значительно выше подвижности отрицательных ионов элегаза [5].

В связи с этим следовало бы ожидать, что в чистом элегазе ($P_1(N_2) = 0$) подвижность отрицательных ионов должна быть выше, чем подвижность положительных ионов. Однако из таблицы (для $C=100\%$) видно, что K_- все же меньше, чем K_+ . По нашему мнению, это обусловлено наличием в применяемом техническом элегазе примесей других газов.

В случае малых концентраций элегаза в смеси величина K_- может быть выше величины K_+ (особенно в области пониженных давлений), что является следствием вклада „молодых“ отрицательных ионов, увеличивающегося с уменьшением содержания электроотрицательной компоненты смеси и с уменьшением давления.

Подвижности ионов обоих знаков в смесях при всех фиксированных значениях давления уменьшаются с ростом содержания элегаза в смеси. Это подтверждается и зависимостью подвижностей ионов на фронте сгустка от состава смеси при неизменном давлении смеси $P_0 = 1,1 \cdot 10^5$ Па, представленной на рисунке.

Из рисунка видно, что при увеличении содержания элегаза в смеси от 3 до 100% величины подвижностей уменьшаются от

$$K_- = 1,84 \cdot 10^{-4} \text{ до } K_- = 0,44 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{всек} \text{ и от}$$

$$K_+ = 1,54 \cdot 10^{-4} \text{ до } K_+ = 0,40 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{всек}$$

Изменение состава смеси приводит к изменению подвижностей ионов вследствие изменения как вида самих ионов, так и среды, в которой имеет место дрейф ионов в процессе измерения. Поэтому

увеличение содержания элегаза в смеси от значений, близких к нулю, до значений $C=100\%$ приводит к уменьшению измеренных величин подвижностей от значений подвижности ионов азота в чистом азоте до значений подвижности ионов элегаза в чистом элегазе.

Из рисунка видно, что значительное изменение подвижностей ионов обоих знаков имеет место лишь при увеличении содержания элегаза в смеси до 10–15%. При дальнейшем увеличении содержания элегаза вплоть до $C=100\%$ кривые $K_-(C)$ и $K_+(C)$ спадают более плавно.

Известно, что на величину подвижности ионов может влиять время жизни самих ионов, если оно достаточно для образования ионно-молекулярных комплексов, которые образуются в результате слипания ионов с нейтральными молекулами газа, поляризованным полем иона. С увеличением времени жизни ионов число образованных ионно-молекулярных комплексов увеличивается, что приводит к уменьшению измеренной величины подвижности ионов.

Анализ экспериментальных данных о движении ионов в измерительном промежутке показал, что в течение времени их дрейфа имеет место расплывание начального сгустка, т. е. увеличение его ширины. Этот факт указывает на наличие процесса образования ионно-молекулярных комплексов, в результате чего на фронте прошедшего на измерительный электрод сгустка содержатся ионы с большей подвижностью, а в центре его — с меньшей. При увеличении времени дрейфа ионов от 1,0 до 6,0 мсек подвижность ионов в центре сгустка уменьшалась, изменение же подвижности ионов на фронте сгустка обнаружить не удалось. Это свидетельствует, по всей вероятности, о том, что на фронте сгустка мы имеем ионы, не образовавшие ионно-молекулярные комплексы, т. е. не стареющие ионы.

Таким образом, измерение подвижности ионов обоих знаков на фронте и в середине сгустка может служить инструментом для изучения процессов образования и разрушения различных ионно-молекулярных образований, которые, несомненно, оказывают влияние на возникновение и развитие электрического разряда в газах.

Выводы

1. Получены экспериментальные данные о подвижностях ионов обоих знаков в смесях элегаза с азотом. Показано, что подвижности ионов обоих знаков в смесях уменьшаются при увеличении давления смеси и при увеличении относительного содержания элегаза в смеси.
2. В пределах времени жизни ионов $\tau = (1,0-6,0)$ мсек имеет место образование ионно-молекулярных комплексов, что приводит к уменьшению измеренной подвижности ионов.

Литература

1. Левитов В. И. Корона переменного тока, „Энергия“. М., 1969. 2. Dutton J., Harris F. M., Jones G. J. Ionization, attachment and breakdown in SF₆. Nature, 1970, 227, № 5259, 702–703. 3. Джуварлы Ч. М., Вечхайзер Г. В., Горин Ю. В., Мехтизаде Р. Н. Подвижность ионов обоих знаков в электроотрицательных газах. ЖТФ, №3, 1977. 4. Джуварлы Ч. М., Вечхайзер Г. В., Горин Ю. В., Мехтизаде Р. Н. Распад отрицательных ионов в газах. Тез. докл. и сообщений секции IV Научного совета АН СССР на тему: „Электрофизические проблемы старения, долговечности и надежности электрической изоляции при воздействии высоких электрических полей“. г. Томск, 1975. 5. Мак-Даннел И. Процессы столкновений в ионизованных газах. „Мир“. М., 1976. 6. Попков В. И. Характеристики униполярной короны при переменной подвижности ионов. Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт, 1975, № 3, 45.

Институт физики

Поступило 6. VII 1976

ЕЛЕГАЗЫН АЗОТЛА ГАРЫШЫҒЫНДА ИОНЛАРЫН ЈҮРӘКЛИЈИ

Мәгаләдә елегазын азотла гарышығында ионларын јүрәклији өјрәнилмиш, газ гарышығынын тәркибиндән вә тәзјигиндән асылы олараг, ионларын јүрәкликләринин дәјишилмәси кәстәрилмишдир. Мүәјјән едилмишдир ки, гарышығын тәркибиндә елегазын мигдарынын артмасы ионларын јүрәкликләринин гијмәтинин азалмасына сәбәб олур. Кәстәрилмишдир ки, ионларын јүрәклијинин дәјишмәсинин тәдгиги, онларын јашама мүддәтиндән асылы олараг, ион-молекулар комплексини тәдгиг етмәк үчүн вәсаит ола биләр.

R. N. Mekhtizade

THE IONS MOBILITY IN SULPHUR HEXAFLUORIDE-NITROGENIUM MIXTURES

The ions moving of both signs in sulphur hexafluoride-nitrogenium binary mixtures has been investigated for high electrical fields. The changing of ions mobility has been studied on the dependence of mixture's composition and pressure. This study has established that increasing of sulphur hexafluoride content in a mixture leads to decreasing of ions mobility. One can see, that investigation of ions mobility changing on the dependence of it's life-time may serve as instrument for ion-molecular complexes studies.

УДК 535.34

ФИЗИКА

М. А. МЕХТИЕВ

К ТЕОРИИ ТАММОВСКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ УРОВНЕЙ

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

Со времени появления первой работы И. Е. Тамма по поверхностным состояниям кристаллов [1] опубликовано огромное количество теоретических работ, посвященных этой проблеме. Количество данных работ за последнее время резко возросло благодаря существенному прогрессу экспериментального исследования поверхности кристаллов.

В большинстве указанных теоретических работ, обзор которых дан в книге [2], авторы используют частные виды потенциалов. В настоящей работе мы развили новый метод для этой проблемы, основанный на математическом приеме продолжения уравнений и использования функции Грина безграничных кристаллов.

Любые электронные состояния, в том числе и поверхностные определяются из уравнения Шредингера.

$$\left(-\frac{\hbar^2 \nabla^2}{2m_0} + V(\vec{r}) - E\right) \psi_E(\vec{r}) = 0$$

Здесь $V(\vec{r})$ — потенциальная энергия электрона в точке \vec{r} .

Если наша система состоит из двух различных кристаллов, соприкасающихся вдоль плоскости $z=0$, тогда потенциал можно задать следующим образом.

$$V(\vec{r}) = \begin{cases} V_1(\vec{r}) & z > 0 \\ V_2(\vec{r}) & z < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Уравнение (1) в этом случае можно представить в виде

$$\begin{aligned} \left(-\frac{\hbar^2 \nabla^2}{2m_0} + V_1(\vec{r}) - E\right) \psi_E^I(\vec{r}) &= 0 \quad z > 0 \\ \left(-\frac{\hbar^2 \nabla^2}{2m_0} + V_2(\vec{r}) - E\right) \psi_E^{II}(\vec{r}) &= 0 \quad z < 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь $\psi_E^I(\vec{r})$ обозначает $\psi_E(\vec{r})$ при $z > 0$, а $\psi_E^{II}(\vec{r})$ при $z < 0$.

Таким образом, мы должны решить каждое из этих уравнений и сшить их решения на плоскости $z=0$. Большинство авторов [2] для этого выбирают простые потенциалы и пытаются получить аналитические решения уравнений. Вместо этого мы покажем, что решения

уравнений (3) можно выразить через функции Грина двух безграничных сред, одна из которых совпадает со средой $z > 0$, а другая — $z < 0$, если отвлечься от изменения потенциала около границы. Для этого применим математический прием четного продолжения уравнений (3).

Введем функцию $\Phi_E^I(\vec{r})$ и потенциал $\tilde{V}_1(\vec{r})$, определяемые следующим образом:

$$\Phi_E^I(\vec{r}, z) = \begin{cases} \psi_E^I(\vec{r}, z) & z > 0 \\ \psi_E^I(\vec{r}, -z) & z < 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\tilde{V}_1(\vec{r}, z) = \begin{cases} V_1(\vec{r}, z) & z > 0 \\ V_1(\vec{r}, -z) & z < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Здесь \vec{r} и z соответственно являются компонентами радиус вектора вдоль плоскости $z=0$ и координаты z .

Тогда можно показать, что функция $\Phi_E^I(\vec{r})$ будет удовлетворять уравнению:

$$\left(-\frac{\hbar^2 \nabla^2}{2m_0} + \tilde{V}_1(\vec{r}) - E \right) \Phi_E^I(\vec{r}, z) = -\frac{\hbar^2}{m_0} \psi_E^I(\vec{r}, 0) \delta(z), \quad (6)$$

где
$$\psi_E^I(\vec{r}, 0) = \left. \frac{\partial \psi_E^I(\vec{r})}{\partial z} \right|_{z=0}$$

Отсюда получим, что

$$\Phi_E^I(\vec{r}, z) = \Phi_0^I(\vec{r}, z) - \frac{\hbar^2}{m_0} \int G_E^I(\vec{r}, z; \vec{r}', 0) \psi_E^I(\vec{r}', 0) d\vec{r}' \quad (7)$$

Здесь $\Phi_0^I(\vec{r}, z)$ решение однородного уравнения

$$\left(-\frac{\hbar^2 \nabla^2}{2m_0} + \tilde{V}_1(\vec{r}) - E \right) \Phi_0^I(\vec{r}, z) = 0$$

Отмечено, что если пренебречь изменением потенциала около самой границы, то тогда потенциал $\tilde{V}_1(\vec{r})$ будет потенциалом безграничной среды, которая совпадает со средой $z > 0$.

В этом случае функция $\Phi_0^I(\vec{r}, z)$ является объемным решением, а $G_E^I(\vec{r}, \vec{r}')$ функцией Грина для безграничной среды $z > 0$. Учитывая определение (4) искомую функцию $\psi_E^I(\vec{r})$ получим из (7) при положительных значениях z .

$$\psi_E^I(\vec{r}, z) = \Phi_0^I(\vec{r}, z) - \frac{\hbar^2}{m_0} \int G_E^I(\vec{r}, z; \vec{r}', 0) \psi_E^I(\vec{r}', 0) d\vec{r}' \quad (8)$$

Аналогичным образом можем найти и функцию $\psi_E^{II}(\vec{r})$ в (3).

$$\psi_E^{II}(\vec{r}, z) = \Phi_0^{II}(\vec{r}, z) + \frac{\hbar^2}{m_0} \int G_E^{II}(\vec{r}, z; \vec{r}', 0) \psi_E^I(\vec{r}', 0) d\vec{r}' \quad (9)$$

Условие сшивки решений $\psi_E^I(\vec{r}, z)$ и $\psi_E^{II}(\vec{r}, z)$ на границе ($z=0$), которое следует из (8) и (9), будет иметь вид

$$\begin{aligned} \Phi_0^I(\vec{r}, 0) - \frac{\hbar^2}{m_0} \int G_E^I(\vec{r}, 0; \vec{r}', 0) \psi_E^I(\vec{r}', 0) d\vec{r}' = \\ = \Phi_0^{II}(\vec{r}, 0) + \frac{\hbar^2}{m_0} \int G_E^{II}(\vec{r}, 0; \vec{r}', 0) \psi_E^I(\vec{r}', 0) d\vec{r}' \end{aligned} \quad (10)$$

Если мы интересуемся только поверхностными состояниями, то в (10) можем опустить свободные члены $\Phi_0^I(\vec{r}, 0)$ и $\Phi_0^{II}(\vec{r}, 0)$. Тогда получим

$$\int (G_E^I(\vec{r}, 0; \vec{r}', 0) + G_E^{II}(\vec{r}, 0; \vec{r}', 0)) \psi_E^I(\vec{r}', 0) d\vec{r}' = 0$$

Это уравнение служит как для определения спектра поверхностных уровней, так и функции $\psi_E^I(\vec{r}, 0)$, которая позволяет определить их волновые функции по уравнениям (8), (9).

Уравнение (11) имеет наипростейший вид для системы с одним измерением или для системы, в которой кристаллической структурой вдоль границы можно пренебречь. Для одномерной системы имеем

$$G_E^I(0, 0) + G_E^{II}(0, 0) = 0 \quad (12)$$

Для систем, в которых кристаллической структурой вдоль границы можно пренебречь, из (11) получим

$$G_E^I(\vec{P}_\perp, 0; \vec{P}_\perp, 0) + G_E^{II}(\vec{P}_\perp, 0; \vec{P}_\perp, 0) = 0 \quad (13)$$

Здесь \vec{P}_\perp — импульс поверхностного состояния вдоль границы системы.

Применению развитого метода к конкретным системам будет посвящена отдельная работа.

В заключение выражаю благодарность Ю. М. Сеидову, Ф. М. Гашиим-заде, З. З. Махмудову, Э. Ю. Салаеву и другим сотрудникам теоретического отдела ИФ АН Азерб. ССР за обсуждение работы.

Литература

1. Тамм И. Е. *Zs. Sowjet.*, 1, 733, 1932. 2. Девисон С., Левин Дж., *Поверхностные (таммовские) состояния*. Изд-во "Мир", М., 1973.

Институт физики

Поступило 1. XI 1976

М. Э. Мехдиев

ТАММ СӘТҺ СӘВИЛҖЭЛЭРИНИН НЭЗЭРИЛҖЭСИНЭ ДАИР

Магаләдә тамм сәтһ сәвиҗләринин өҗрәнидмәси үчүн јени метод верилмиш, бу сәвиҗләрини енерјисини вә далға функцијасыны тәјин етмәк үчүн тәһлик алынмышдыр.

M. A. Mekhtiev

ON THE THEORY OF THE SURFACE STATES

The new method for the investigation of the surface states of the crystals is developed.

The equation for the define of the energy and wave function of these states is obtained on the basis of mathematical method of continuation and Green function.

УДК 543.87

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д. С. МЕХТНЕВ, Р. Г. САФАРОВ, О. А. НАРИМАНБЕКОВ

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ТОЛИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ (РЕАКЦИЯ ФИТТИГА)

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

Использование методов квантовой химии позволяет путем расчета электронных и энергетических характеристик органических молекул выявить взаимосвязь между особенностью строения и реакционной способностью реагентов на любой стадии химических реакций [1].

Таблица 1

Электронные особенности π - σ -систем *o*-толильного радикала

№ С-ато- ма	Общая электронная заселен- ность атома углерода		Связь С—С	Общий порядок связи	
	<i>o</i> -толильный радикал	толуол		<i>o</i> -толильный радикал	толуол
А. Основное состояние					
1	-0,3128	-0,3519	1—2	0,7461	0,7711
2	+0,3732	+0,0997	2—3	1,1456	1,0884
3	-0,2921	-0,1570	2—7	1,0157	1,0932
4	-0,2353	-0,1007	3—4	1,1462	1,0714
5	-0,1518	-0,1393	4—5	0,9846	1,0674
6	-0,3104	-0,1004	5—6	1,0802	1,0701
Б. Первое возбужденное состояние					
1	-0,3285	-0,3046	1—2	0,7952	0,8099
2	+0,2396	+0,4609	2—3	1,0303	0,9876
3	+0,3315	-0,2354	2—7	0,9802	1,0366
4	+0,13471	+0,0210	3—4	1,1327	0,9388
5	-0,01375	+0,2121	4—5	0,9787	1,0378
6	-0,0882	-0,02386	5—6	1,0172	0,9939
7	-0,0382	+0,0035	6—7	1,1099	0,9394

Рассчитанная полная энергия *o*-толильного радикала составляет $E = -604,46$ ев.

Метод Хоффманна позволяет с достаточной объективностью качественно оценить энергетические параметры органических молекул—такие как общие и парциальные заселенности в основном в возбуж-

денных состояниях, энергии электронных переходов и ряд других с учетом π - σ -взаимодействия.

Общий алгоритм программы ЛКАО—МО Хоффманна учитывает π - σ -взаимодействие электронов [3].

Таблица 2

Электронные особенности π - σ -систем *m*-толильного радикала

№ С-ато- ма	Общая электронная заселен- ность атома углерода		Связь С—С	Общий порядок связи	
	<i>m</i> -толильный радикал	толуол		<i>m</i> -толильный радикал	толуол
А. Основное состояние					
1	-0,3369	-0,3519	1—2	0,7667	0,7711
2	+0,2252	+0,0997	2—3	1,0044	1,0884
3	-0,01679	-0,1570	2—7	1,1099	1,0932
4	+0,3882	-0,1007	3—4	1,1436	1,0714
5	-0,00298	-0,1393	4—5	1,1336	1,0674
6	+0,0180	-0,1004	5—6	0,9908	1,0701
7	-0,1473	-0,1580	6—7	1,0799	1,0679
Б. Первое возбужденное состояние					
1	-0,3049	-0,3046	1—2	0,8077	0,8099
2	+0,4335	+0,4609	2—3	0,9619	0,9876
3	+0,06696	-0,2354	2—7	1,0240	0,9366
4	-0,2811	+0,0210	3—4	1,1311	0,9388
5	+0,2378	+0,2121	4—5	1,0475	1,0378
6	-0,01782	-0,02386	5—6	0,9703	0,9939
7	-0,2354	+0,0035	6—7	1,1098	0,9394

$E = -601,49$ ев.

В приведенных ранее расчетах нами была показана зависимость эффекта ориентации в реакциях нуклеофильного и электрофильного замещения в ароматическом ряду от энергетических и электронных особенностей при переходе от бензола к толуолу [4].

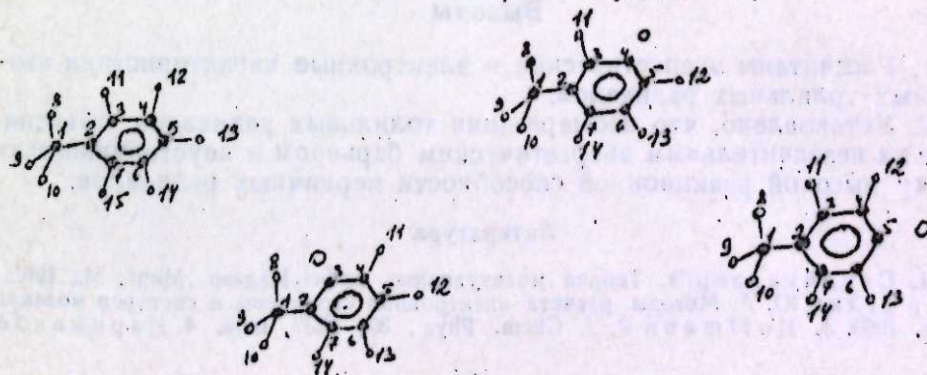
Наличие метильной группы в молекуле толуола приводит в основном к повышению электронной плотности *o*- и *m*-положений относительно заместителя— CH_3 по сравнению с бензолом.

Величины энергии и длины волны первого возбуждения для толуола имеют значения: $-4,132$ ев и $300,01$ нм против $-4,447$ ев и $278,78$ нм, соответственно, для бензола.

В настоящей работе нами были произведены расчеты расширенным методом Хюккеля изомерных *o*-, *m*- и *p*-толильных радикалов, образующихся, в частности, в реакции Фиттига [5].

В табл. 1—3 представлены результаты расчета энергетических и электронных характеристик изомерных толильных радикалов в сопоставлении с аналогичными характеристиками молекулы толуола.

Приводится схематическое изображение геометрических форм молекулы толуола и изомерных толильных радикалов;



Изменение общей энергии толильных радикалов происходит в ряду: $o < m < n$ как для основного, так и для возбужденных состояний, причем значения энергий m - и n -изомеров весьма близки.

Таблица 3

Электронные особенности π - σ -систем n -толильного радикала.

№ С-атома	Общая электронная заселенность атома углерода		Связь С—С	Общий порядок связи	
	n -толильный радикал	толуол		n -толильный радикал	толуол
А. Основное состояние					
1	-0,3209	-0,3519	1—2	+0,7551	0,7711
2	+0,1099	+0,0997	2—3	1,1099	1,0884
3	-0,04003	-0,1570	2—7	1,1037	1,0932
4	+0,03539	-0,1007	3—4	1,1037	1,0932
5	+0,3577	-0,1393	5—6	0,9916	1,0714
6	+0,03649	-0,1004	4—5	1,1357	1,0674
7	-0,03795	-0,2354	6—7	0,9869	1,0679
Б. Первое возбужденное состояние					
1	-0,2983	-0,3046	1—2	0,8011	0,8099
2	+0,3813	+0,4609	2—3	1,0120	0,9876
3	+0,0351	-0,2354	2—7	1,0265	1,0366
4	+0,02133	+0,0210	3—4	1,0609	0,9388
5	-0,2604	+0,2121	4—5	1,04867	1,0378
6	+0,0473	-0,02986	5—6	1,03921	0,9939
7	+0,0036	+0,0035	6—7	1,0609	0,9394

$$E = -601,47 \text{ eV}$$

По электронной плотности на углеродном атоме с неспаренным электроном радикалы располагаются в ряду:

$$o > n > m \text{ (основное состояние),}$$

$$m > n > o \text{ (первое возбуждение).}$$

На основании приведенных энергетических характеристик радикалов в основном и возбужденных состояниях, ввиду малого энергетического барьера при переходе от одного радикала к другому, их изомеризация не затруднена.

Незначительная степень изомеризации толильных радикалов может быть объяснена их неустойчивостью, связанной с высокой реакционной способностью первичных радикалов.

Указанными обстоятельствами и объясняются различия в выходах соответствующих и изомерных диариллов, образующихся в реакции взаимодействия индивидуальных галоидтолуолов с металлическим натрием.

Выводы

1. Рассчитаны энергетические и электронные характеристики изомерных толильных радикалов.
2. Установлено, что изомеризация толильных радикалов объясняется их незначительным энергетическим барьером и неустойчивостью, ввиду высокой реакционной способности первичных радикалов.

Литература

1. Стрейтвизер Э. Теория молекулярных орбит. Изд-во "Мир", М., 1965...
2. Кругляк Ю. А. Методы расчета электронной структуры и спектров молекул. Киев, 1969.
3. Hoffmann R. J. Chem. Phys., 39, 1337, 1963.
4. Нариманбе-

ков О. А., Мехтиев Д. С., Сафаров Р. Г. Материалы научной конференции аспирантов Академии наук Азерб. ССР. Изд-во "Элм", Баку., 1971. 5. Мехтиев Д. С. Канд. дисс. Баку, 1971.

Сумг. филиал ИНХП

Поступило 25. III 1976

Ч. С. Мехдијев, Р. Г. Сафаров, О. А. Нариманбејов

ТОЛИЛ РАДИКАЛЛАРЫНЫН РЕАКСИЈАЖАКИРМЭ ГАБИЛИЈЭТИНИН ИНТЕРПРЕТАСИЈАСЫ

Мәгаләдә кенишләндирилмиш Хүккел үсулу илә толил радикалларынын бәзи энергетик вә электрон хусусијәтләри һесаблинмишдыр.

Мүәјјән едилимишдир ки, илкин толил радикалларынын изомеризасијасы бир тәрәфдән онларын јүксәк реаксијајакирмә габилитјети илә әләгәдар олан гејри-стабилитјети, диқәр тәрәфдән исе гаршылыгылы кечидләринин чүзи енеркетик манеәси илә изаһ олуна биләр.

D. S. Mekhtiev, R. G. Safarov, O. A. Narimanbekov

INTERPRETATION OF REACTIVITY OF TOLYL RADICALS

Some energetic and electronic characteristics of tolyl radicals were estimated by expanded Hückel method.

It was established that the isomerization of primary tolyl radicals depends on their unstability due to high reactivity and on the other hand on negligible energy barrier of their mutual transitions.

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

Ю. А. ВИДАДИ, С. Х. ХАЛИЛОВ, Б. Ш. БАРХАЛОВ,
К. Ш. КОЧАРЛИ, А. В. РАГИМОВ

ТОКИ МОНОПОЛЯРНОЙ ИНЖЕКЦИИ В ОРГАНИЧЕСКОМ
ПОЛУПРОВОДНИКЕ ПОЛИ- α -НАФТОЛЕ

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

Развитие микроэлектроники вызывает необходимость изучения органических материалов для создания активных элементов, обладающих качественно новыми свойствами и возможностями.

В настоящей работе приведены результаты исследования токов, ограниченных пространственным зарядом (ТОПЗ) [1] и термостимулированных токов дэполяризации (ТСТД) [2] в полимерном полупроводнике поли- α -нафтоле, который, обладая высокой адгезией, легко образует прочные пленки на стекле, керамике и металлах.

Аморфные пленки толщиной $d = 1 \div 6$ мкм получались путем испарения ацетонового раствора поли- α -нафтола на керамической подложке с предварительно нанесенным Al-электродом. Верхний Al-электрод наносился термической возгонкой в вакууме $\approx 10^{-5}$ торр. Площадь образцов составляла $S = (4 \div 20) \cdot 10^{-2}$ см². Площадь пленки на подложке во много раз превышала площадь электродов, вследствие чего токи утечки были пренебрежимо малы. Все измерения проводились в вакууме $\approx 10^{-5}$ торр.

На рис. 1 показаны типичные вольтамперные характеристики (ВАХ) структуры Al (поли- α -нафтол) Al, снятые при различных температурах. Общий вид ВАХ характерен для ТОПЗ. На каждой кривой имеется омический участок ($I \sim U$), который переходит в квадратичный ($I \sim U^2$), причем с ростом температуры напряжение перехода сдвигается в сторону больших напряжений. Затем следует участок крутого нарастания тока, где последний подчиняется степенному закону ($I \sim U^m$, $m = 5 \div 7$). При дальнейшем повышении напряжения ток вертикально растет и при напряжении U_{TFL} имеет место переход ко второму квадратичному участку.

Для подтверждения того, что наблюдаемые токи действительно являются ТОПЗ, нами были исследованы зависимости тока в омической, квадратичной областях и U_{TFL} от толщины (вставка на рис. 1). Как видно, выполняются соотношения $I \sim d^{-1}$ на омическом участке, $I \sim d^{-3}$ на квадратичном и $U_{TFL} \sim d^2$, что находится в согласии с теорией ТОПЗ [1].

Таким образом, вид вольтамперных кривых, характер их температурной зависимости вместе с толщинными зависимостями токов свидетельствуют о том, что осуществляется режим ТОПЗ, и при

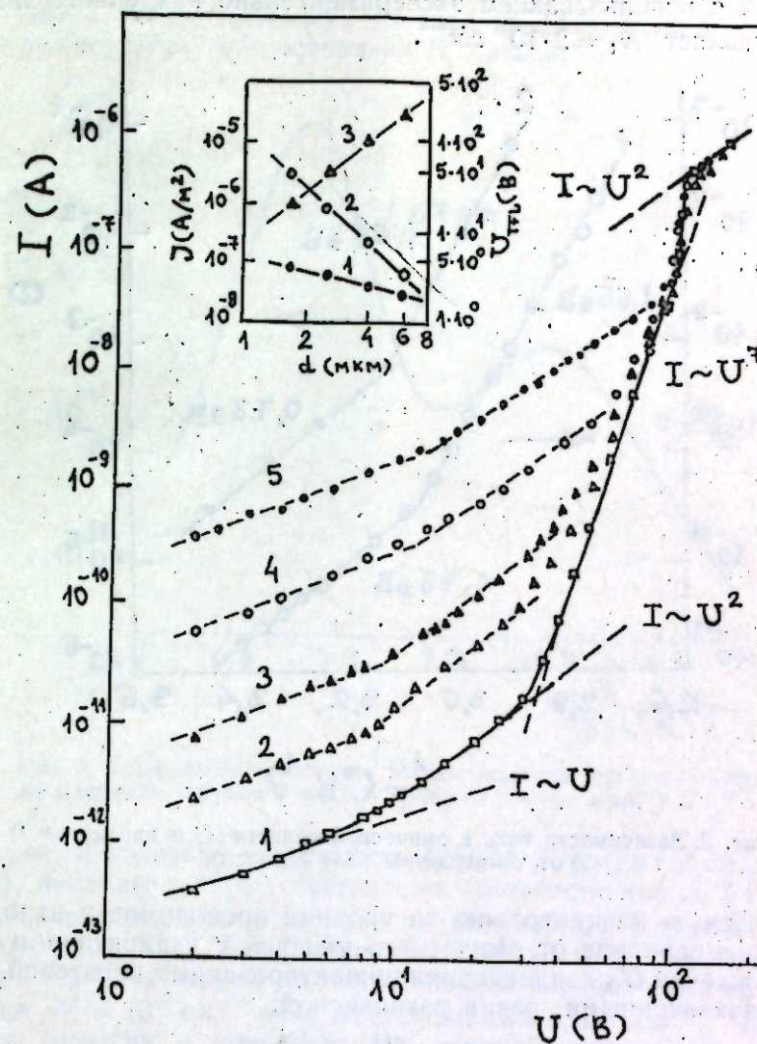


Рис. 1. Вольтамперные характеристики структуры Al (поли- α -нафтол) Al при различных температурах: 1—290; 2—306; 3—318; 4—333; 5—343°K. Толщина образца $d = 4,0$ мкм, площадь $S = 0,2$ см². На вставке показаны зависимости плотности тока в омической (1) и квадратичной (2) областях и U_{TFL} (3) от толщины. Температура 290°K.

инжекции носителей заряда в поли- α -нафтол ток ограничивается захватом на ловушке. Причем, энергетическая зависимость плотности состояний для ловушек имеет достаточно острый максимум при некоторой энергии E_t , которая является глубиной доминантного уровня захвата. Захват на состоянии вблизи E_t влияет подобно захвату на мюноэнергетические ловушки. Захват на состоянии, лежащие в хвосте распределения, дает температурную зависимость m на степенном участке ВАХ.

Полная концентрация ловушек N_t определяется из выражения

$$N_t = \frac{2\epsilon}{qd^2} U_{TFL} \quad (1)$$

где ϵ — диэлектрическая проницаемость ($\epsilon = 2,7 \cdot 10^{-13}$ Ф/см для поли- α -нафтола), q — заряд электрона, U_{TFL} — напряжение, при котором происходит полное заполнение ловушек. Полная концентрация ловушек, полученная с использованием экспериментально найденного значения U_{TFL} , составляет $N_t = 2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$.

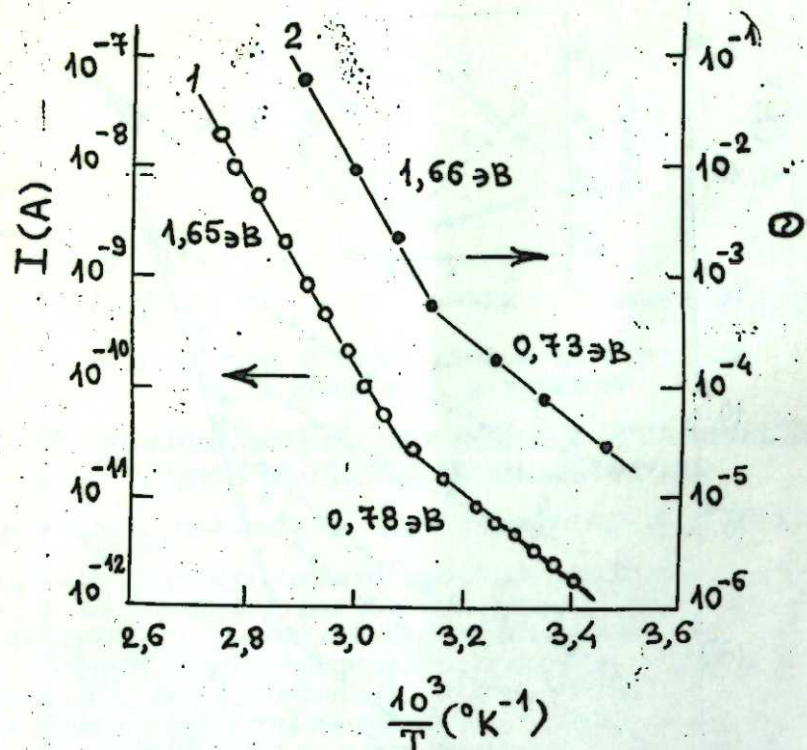


Рис. 2. Зависимости тока в омической области (1) и параметра θ (2) от температуры ($d = 4,0 \text{ мкм}$).

Равновесную концентрацию на уровнях проводимости находим по напряжению перехода от омического участка к квадратичному (U_{tr}). При напряжении U_{tr} концентрация инжектированных носителей, оставшихся незахваченными, равна равновесной:

$$n_0 = \frac{\epsilon \theta}{qd^2} U_{tr}, \quad (2)$$

где θ — отношение концентрации свободных носителей к концентрации захваченных. θ можно определить из участка резкого роста ВАХ как отношение тока в начале подъема I_1 , к току в конце подъема I_2 , т. е. $\theta = I_1/I_2$ [1]. Для $T = 290^\circ\text{K}$ величина n_0 , вычисленная с использованием $U_{tr} = 8 \text{ в}$ и $\theta = 3 \cdot 10^{-5}$ (рис. 1) оказывается равной $2 \cdot 10^9 \text{ см}^{-3}$.

Подвижность носителей заряда μ_0 определяем по значению тока на „ловушечном“ и „безловушечном“ ($\theta = 1$) квадратичном участках, где ток дается выражением

$$I = \frac{9}{8} \mu_0 \theta S \frac{U^2}{d^3} \quad (3)$$

Подвижность μ_0 , определенная по формуле (3) составляет $\approx 10^{-3} \frac{\text{см}^2}{\text{всек}}$. Такие же малые подвижности иными методами установлены для других полимерных полупроводников и характерны для материалов со слабым межмолекулярным взаимодействием [3, 4].

Параметр θ экспоненциально зависит от температуры

$$\theta = \frac{N_c}{N_t} \exp\left(-\frac{E_t}{kT}\right), \quad (4)$$

где θ — эффективная плотность уровней проводимости, T — температура, k — постоянная Больцмана.

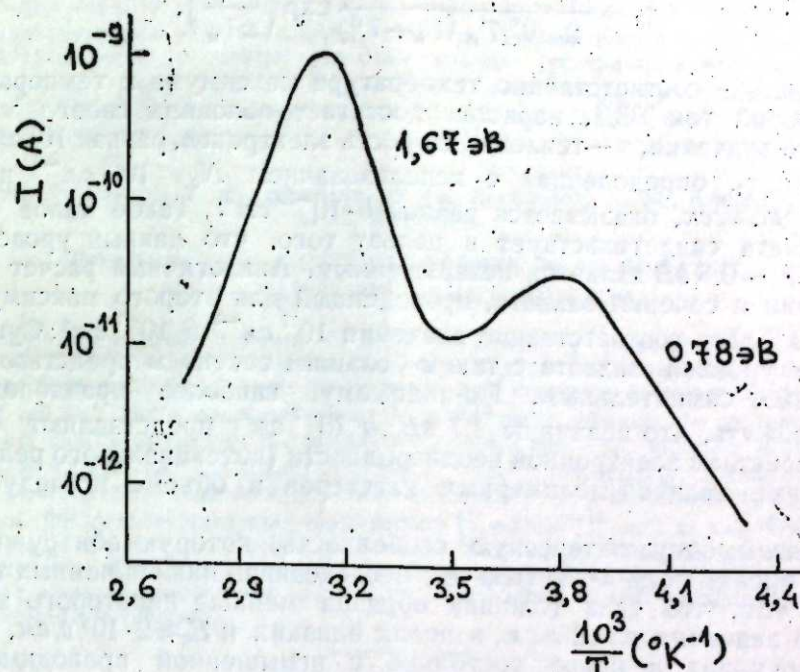


Рис. 3. Термостимулированный ток деполаризации в поли- α -нафтоле. Скорость нагрева $\beta = 0,028 \text{ град/сек}$ $d = 4,0 \text{ мкм}$, $S = 0,2 \text{ см}^2$

На рис. 2 показана зависимость $\lg \theta$ от T^{-1} , где наблюдаются два участка, наклоны которых составляют, соответственно 0,73 и 1,66 эВ. Экстраполяция первого и второго прямолинейных участков в $T^{-1} = 0$ для отношения N_c/N_t дает значения $1,2 \cdot 10^7$ и $2,0 \cdot 10^{22}$, соответственно. Значение N_t , вычисленное из экстраполяции первого участка с использованием $N_c = 10^{23} \text{ см}^{-3}$ оказывается равным $8 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$, что находится в согласии с концентрацией уровней захвата, определенной выше по напряжению U_{TFL} . Это позволяет нам заключить, что в поли- α -нафтоле имеются доминантные уровни захвата с глубиной $E_t \approx 0,8 \text{ эВ}$, концентрация которых достигает $N_t \approx 10^{15} \text{ см}^{-3}$. Аналогичный расчет для второго участка приводит к слишком малой величине концентрации. Это свидетельствует, по-видимому, о том, что энергия $\approx 1,7 \text{ эВ}$ не является характеристикой уровней захвата. На рис. 2 также приведена температурная зависимость тока на омическом участке. Видно, что на графике зависимости $\lg I$ от T^{-1} также имеются два участка со значительно отличающимися энергиями активации (0,78 и 1,65 эВ). Эти данные позволяют заключить, что темновая проводимость поли- α -нафтола носит несобственный характер.

Данные, полученные методом ТОПЗ, подтверждаются результатами исследования ТСТД. Типичная кривая ТСТД структуры А1 (поли- α -нафтол) А1 приведена на рис. 3. Поляризация образца производилась при температуре 340°K напряжением, равным U_{TFL} . Энергии активации, определенные по участкам начального подъема тока [2], составляют 0,78 для первого и 1,67 эВ для второго пика. Концент-

рация уровней захвата, вычисленная по количеству высвобожденного при нагреве заряда для уровня 0,78 эВ оказалась равной $1 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$, что хорошо согласуется со значением, полученным из анализа ТОПЗ. Сечение захвата может быть определено по известному выражению [5]:

$$\gamma_t = \frac{3}{2} \frac{\beta T^*}{N_{\text{сх}} T_m (T_m - T^*)} \exp\left(\frac{E_t}{k T_m}\right), \quad (5)$$

где T_m и T^* — соответственно температура максимума и температура, при которой ток ТСД, нарастая достигает половины своего максимального значения, v — тепловая скорость электронов, равная 10^7 см/сек . Величина γ_t , определенная с использованием $N_c = 10^{23} \text{ см}^{-3}$ и $\beta = 0,028 \text{ град/сек}$, оказывается равной $8 \cdot 10^{-19} \text{ см}^2$. Такое малое сечение захвата свидетельствует в пользу того, что данный уровень с глубиной $\sim 0,8 \text{ эВ}$ является незаряженным. Аналогичный расчет концентрации и сечения захвата, проведенный для второго максимума с $E \approx 1,7 \text{ эВ}$ дает соответственно значения 10^{17} см^{-3} и 10^{-7} см^2 . Существование уровней захвата с таким большим сечением представляется несколько сомнительным. По-видимому, наиболее правдоподобно предположить, что величины $1,7 \text{ эВ}$ и 10^{-7} см^2 представляют собой характеристики электронной неоднородности (потенциального рельефа) вследствие наличия полимерных кластеров в объеме исследуемого материала.

Отметим одну интересную особенность, которую обнаруживают тонкие пленки поли- α -нафтола при исследовании инжекционных токов. Дело в том, что если толщина образца меньше некоторого критического значения $d_c \approx 2 \text{ мкм}$, в полях близких к $E_c \approx 2 \cdot 10^5 \text{ в/см}$, образец переходит в новое состояние с повышенной проводимостью („включенное состояние“). Характерной особенностью этого нового состояния является то, что в достаточно широком интервале напряжений выполняется закон Ома и в области $T < 340^\circ \text{К}$ ток практически не зависит от температуры. Состояние с высокой проводимостью сохраняется достаточно долго также после снятия напряжения.

Высокопроводящее состояние полимера можно объяснить на основе модели ТОПЗ без ловушек, которая применима при высоком уровне инжекции носителей заряда из электродов [6]. При этом происходит необратимое изменение потенциального рельефа в объеме материала, после чего эффекты электронного туннелирования становятся доминирующими. Омическое поведение тока во „включенном состоянии“ согласуется с результатами теоретической работы [7], где было показано, что при наличии сильной инжекции и малой подвижности носителей заряда вполне может иметь место линейная зависимость между током и напряжением.

Литература

1. Ламперт М., Марк П. Инжекционные токи в твердых телах. Изд-во „Мир“, М., 1973.
2. Creswell R. A., Perlman M. M. J. Appl. Phys., 41, 2353, 1970.
3. Меркулов Е. И., Ванников А. В., Михайлов И. Д., Банцырев Г. И., Черкашин М. И. ВМС, 17, 381, 1975.
4. Гайлис А. К., Силиньш Э. А., Тауре Л. Ф. Изв. АН Латв. ССР, серия физ.-техн., № 1, 43, 1973.
5. Grossweiner L. I. J. Appl. Phys., 24, 1306, 1953.
6. Szymanski A., Larson D. C., Labes M. M. Appl. Phys. Lett., 14, 88, 1969.
7. Адирович Е. И. ФТТ, 2, 1410, 1960.

Ј. Э. Видади, С. Х. Халилов, Б. Ш. Бархалов, К. Ш. Кочарли,
Э. В. Рахимов

ҮЗВИ ЈАРЫМКЕЧИРИЧИ ПОЛИ- α -НАФТОЛДА МОНОПОЛЈАР ИНЖЕКЦИЈА ЧЭРЭЈАНЛАРЫ

Үзви жарымкечиричи поли- α -нафтолда монополјар инжекција чэрэјанлары тэдгиг едилмишдир. Мүөјјөн едилмишдир ки, полимерде дэринлији $\approx 0,8 \text{ эВ}$ олан доминант тутма мэркэзлэринин концентрасијасы $\approx 10^{15} \text{ см}^{-3}$, тутма кэсији $8 \cdot 10^{-19} \text{ см}^2$, 290°К температурда кечиричи сэвијэлэрдэ олан таразлыг јүклэринин концентрасијасы вэ јүрүклүјү ујгун олараг $2 \cdot 10^9 \text{ см}^{-3}$ вэ $10^{-3} \text{ см}^2 (\text{в} \cdot \text{сек})^{-1}$ гэдэрдир. Галыныгы 2 мкм -дэн аз олан тэбэгэлэрдэ електрик саһәси тэ'сири илә јүксәк кечиричиликли һала кечид ашкар едилмишдир.

Yu. A. Vidadi, S. Kh. Khalilov, B. Sh. Barkhalov, K. Sh. Kocharli,
A. V. Ragimov

MONOPOLAR INJECTION CURRENTS IN AN ORGANIC POLY- α -NAPHTHOL SEMICONDUCTOR

Space-charge-limited currents (SCLC) and thermally stimulated depolarization currents (TSDC) have been studied in films of an organic poly- α -naphthol semiconductor. It has been established that the material has dominant trapping levels with a depth of $\approx 0,8 \text{ eV}$ and a concentration of $N_t \approx 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, whereas the concentration of equilibrium charge carriers at the conductivity levels and their mobility at 290°K are equal to $n_0 = 2 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ and $\mu_0 \approx 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{v}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$, respectively. The data obtained by the SCLC method is confirmed by studies of TSDC. Besides, these measurements allowed to find the local-level trapping cross-section ($\gamma_t = 8 \times 10^{-19} \text{ cm}^2$) as well as establish the presence of potential barriers in the bulk of poly- α -naphthol. In specimens with thicknesses less than $2 \mu\text{m}$ a transition has been found under the effect of an electric field in an elevated-conductivity state („on state“) which is still maintained after the applied voltage is released.

УДК 547.384

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Чл.-корр. М. М' МОВСУМЗАДЕ, А. С. КЯЗИМОВ, З. А. САФАРОВА,
М. А. СЕИДОВ

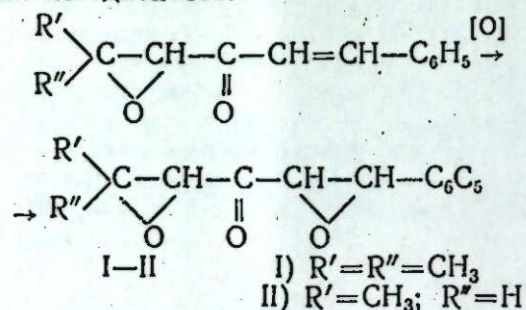
ЭПОКСИДИРОВАНИЕ α,β -НЕНАСЫЩЕННЫХ КЕТООКИСЕЙ

Окисление α,β -ненасыщенных кетонов в щелочной среде, за редким исключением [1], как правило, приводит к образованию соответствующих эпоксисоединений [2].

Интересным представлялось эпокси́дирование α,β -ненасыщенных кетоокисей в условиях, позволяющих сохранить незатронутыми функциональные группы исходного соединения.

С этой целью нами было проведено окисление 2-метил-2,3-оксидо-6-фенил-5-гексен-4-она и 2,3-оксидо-6-фенил-5-гексен-4-она 25%-ным пергидролем в щелочной среде.

Оказалось, что в условиях мягкого окисления эпоксидное кольцо исходной кетоокиси не затрагивается, что приводит к образованию соответствующих кетодиокисей:

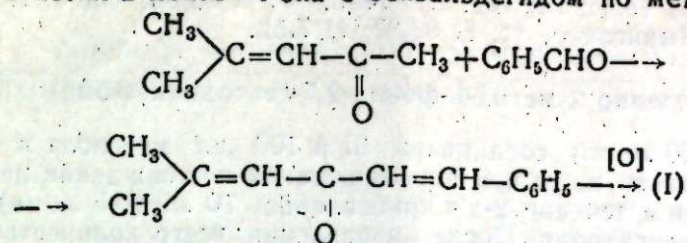


В ИК-спектре соединения I выделяются адсорбционные полосы в областях 1280, 1704, 1558 cm^{-1} указывающие на наличие эпоксидного кольца, карбонильной группы и бензольного ядра, в то время как в нем отсутствует полоса поглощения в области 1651 cm^{-1} , характеризующая двойную связь в исходном 2-метил-2,3-оксидо-6-фенил-5-гексен-4-оне.

Титрованием 0,05 N раствором соляной кислоты установлено наличие двух эпоксидных колец в соединении I.

Кроме того, соединение I было получено также встречным синтезом при окислении 48%-ным пергидролем в щелочной среде 2-метил-6-фенил-2,5-гексадиен-4-она III. Последний был получен при конден-

сации 2-метил-2-пентен-4-она с бензальдегидом по методике [3].



III

В ИК-спектре соединения III выделяются полосы поглощения в областях 1698, 1661, 1560 cm^{-1} , характеризующие колебания карбонильной группы, двойной углеродной связи и ароматического кольца.

Аналогичным образом было проведено эпокси́дирование 2,3-оксидо-6-фенил-5-гексен-4-она и при этом была выделена соответствующая диокись II.

Полосы поглощения в областях 1701, 1561 и 1274 cm^{-1} подтверждают присутствие в соединении II карбонильной группы, ароматического ядра и эпоксидных колец.

Наличие последних доказано также титрованием соединения 0,05 N раствором соляной кислоты.

Таким образом полученные данные показывают, что в определенных условиях α,β -ненасыщенные кетоны подвергаются окислению с образованием соответствующих кетодиокисей.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК-спектры чистых веществ и микрослое снимались на спектрометре "UR-20".

1. Эпокси́дирование 2-метил-2,3-оксидо-6-фенил-5-гексен-4-она

В колбу, содержащую 40,4 г (0,2 моля) 2-метил-2,3-оксидо-6-фенил-5-гексен-4-она в 100 мл метанола, прибавлялось 60 мл 4 N раствора едкого натра и затем медленно, при перемешивании, 42 мл (0,3 моля) 25%-ного раствора перекиси водорода. Температура в реакторе поддерживалась равной 0-5°. Реакционная смесь перемешивалась в течение 3-х ч, затем разбавлялась 250 мл воды и экстрагировалась эфиром (5 x 100 мл), эфирный экстракт сушился над сернокислым натрием, большую часть растворителя удаляли, к оставшейся части прибавляли по каплям гексан до слабого помутнения раствора и оставляли. При стоянии выпадали белые игольчатые кристаллы диокиси I, которые после промывки гексаном и сушки имели т. пл. 83°C, выход-31 г, найдено, %: C 71,31; 71,4; H 6,18; 6,25. C₁₃H₁₄O₃. Вычислено, %: C 71,55; H 6,42.

2. Синтез 2-метил-6-фенил-2,5-гексадиен-4-она III

19,6 г (0,2 моля) 2-метил-2-пентен-4-она и 15,9 г (0,15 моля) бензальдегида растворялось в 50 мл метанола. К полученной смеси при температуре +5°C добавлялось при перемешивании 20 мл 15%-ного раствора едкого натра в метаноле. Через 40 мин реакционная смесь разбавлялась 300 мл дистиллированной воды, насыщалась хлористым натрием и экстрагировалась эфиром (5 x 100 мл). Эфирный экстракт сушился над сернокислым натрием, эфир удалялся, из остатка вакуумной перегонкой было выделено 21 г (60%) 2-метил-6-фенил-2,5-гексадиен-4-она с т. кип. 158° (4 мм);

n_D^{20} 1,5580; M_n 170,5; M_v 172. Найдено, %: С 83,56; 83,70; Н 7,30, 7,28. $C_{13}H_{14}O$. Вычислено, %: С 83,87; Н 7,52.

3. Окисление 2-метил-6-фенил-2,5-гексадиен-4-она

К 34,4 г (0,20 моля) соединения III в 100 мл метанола и 45 мл 4N раствора едкого натра при перемешивании и охлаждении ледяной водой по каплям в течение 2-х ч прибавлялось 70 мл (0,5 моля) 48%-ного раствора пергидроля. После прибавления всего количества пергидроля реакционная смесь перемешивалась еще 2 ч, затем разбавлялась 300 мл воды и экстрагировалась эфиром (5×80 мл). Эфирный экстракт сушился над сернокислым натрием, 2/3 растворителя удаляли, к остатку прибавляли гексан до слабого помутнения раствора и оставляли. При стоянии из раствора выпали кристаллы диоксида I с т. пл. 83°C, идентичные полученным в пункте I. Пробы смешения кристаллов, полученных обоими путями, не дают депрессии температуры плавления. Выход—18,5 г. Найдено, %: С 71,20; 71,39; Н 6,34; 6,28. $C_{13}H_{14}O_2$. Вычислено, % С 71,55; Н 6,42.

Титрование 0,05 N раствором HCl указывает на наличие двух оксирановых колец.

4. Окисление 6-фенил-2,3-оксидо-5-гексен-4-она

Проводилось аналогично методике, описанной в пункте I, с сохранением тех же мольных соотношений реагирующих компонентов. При этом были получены кристаллы диоксида II с т. пл. 88°C. Найдено, %: С 70,35; 70,4; Н 5,68; 5,60. $C_{12}H_{12}O_2$. Вычислено, %: С 70,58; Н 5,80,

Выводы

1. Проведено мягкое окисление α,β -ненасыщенных эпоксикетонов. Показано, что при этом образуются соответствующие кетодиоксиды.
2. Показано, что окисление 6-фенил-2,5-гексадиен-4-она в щелочном метаноле 48%-ным пергидролем также приводит к образованию кетодиоксида.

Литература

1. Мовсумзаде М. М., Кязимов А. С., Караев С. Ф., ЖОРХ, т. XI, вып. 8, 1970, 1975. 2. Малиновский М. С. Оксиды олефинов и их производные. Госхимиздат. М., 1961, стр. 70. 3. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Гузиков А. Я. ЖОРХ, 7,73, 1974.

АзИНЕФТЕХИМ им. М. А. Азизбекова

Поступило 16. X 1976

М. М. Мовсумзаде, А. С. Казымов, З. А. Сафарова, М. А. Сеидов

α,β -ДОЖМАМЫШ КЕТООКСИДЛЭРИН ОКСИДЛЭШМƏСИ

Мəгалəдə α,β -дожмамыш кетооксидлəрдəн 2-метил-6-фенил-2,3-оксидо-5-гексен-4-он вə 2,3-оксидо-6-фенил-5-гексен-4-онун оксидлəшмəси əрзилмишдир. Кəстəрилмишдир ки, бу реаксия нəтичəсиндə мұвафиг кетодиоксидлəр алыныр

М. М. Movsumzade, A. S. Kyazimov, Z. A. Safarova, M. A. Seidov

EPOXIDATION OF α,β UNSATURATED KETOXIDES

It has been investigated reaction of epoxidation α,β -unsaturated ketoxides. It was shown, that in result of this reaction received ketodioxides.

УДК 551.311.8.(479.24)

ГРЯЗЕВОЙ ВУЛКАНИЗМ

Акад. А. А. ЯКУБОВ, Б. В. ГРИГОРЬЯНЦ, Ад. А. АЛИЕВ,
Н. С. КАСТРЮЛИН, Р. Р. РАХМАНОВ

К ИЗВЕРЖЕНИЮ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА АГНОУР ЮЖНОГО КОБЫСТАНА

1 мая 1976 г. в 7 ч 40 мин бакинского времени после длительного перерыва началось извержение грязевого вулкана Агноур Южного Кобыстана (рис. 1), расположенного в 15 км к западу от нефтяного

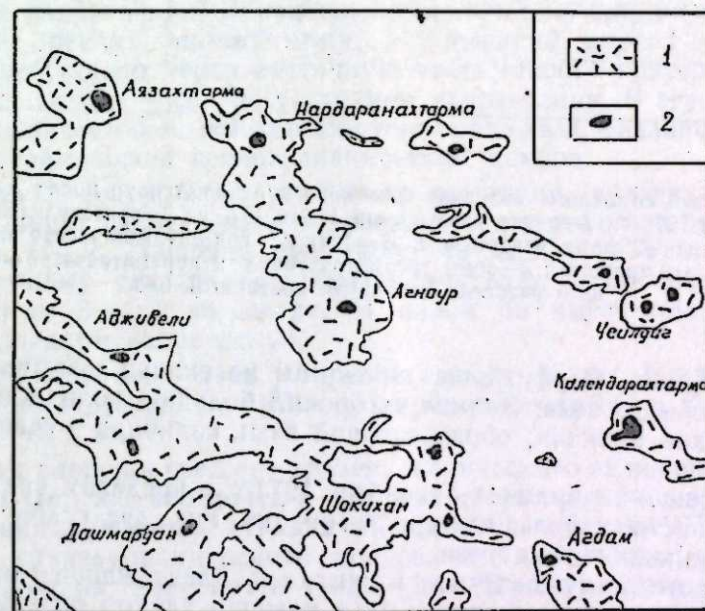


Рис. 1. Карта района расположения грязевого вулкана Агноур: 1—грязевулканические покровы; 2—эруптивные центры.

промысла Умбаки. Вулкан приурочен к ответвлению тектонической зоны Сунди-Челлдаг, характеризующейся активной грязевулканической деятельностью.

Ранее было зафиксировано всего два крупных извержения этого вулкана. Одно из них произошло между 1927 и 1931 годами, перед

проведением С. А. Зусмановичем геологических работ на этой территории [1]. Второе извержение произошло в ночь с 21 на 22 сентября 1940 г. [2, 3].

Во время извержения 1940 г. наблюдалось огромное пламя красного цвета высотой около 300 м. Горение газа продолжалось и на

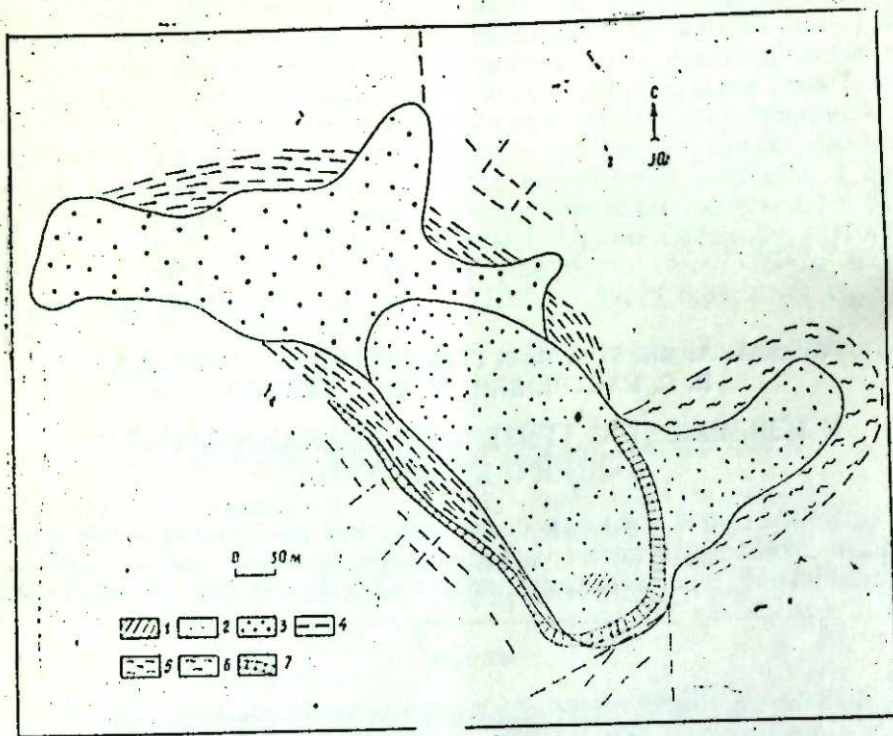


Рис. 2. План сопочного излияния грязевого вулкана Агноур после извержения 1 мая 1976 г.: 1—центр извержения 1 мая 1976 г.; 2—грязевулканический покров жидкой фазы извержения; 3—„сухая“ грязевулканическая брекчия; 4—отдельные трещины; 5—зоны трещиноватости и перемятости; 6—опаленные участки; 7—старый кратерный вал.

следующий день. Образовались трещины на склоне возвышенности и около кратерного вала. Вулкан выбросил большое количество грязевулканической брекчии, образовавшей язык излияния в северо-западном направлении.

При посещении вулкана 5 ноября 1971 г. в пределах кратера были отмечены шесть небольших грифонов, из них два слабо выделяли газ и малое количество грязи.

По свидетельству пастухов и жителей близлежащего пос. Кончи перед последним извержением был слышен глухой подземный гул за которым последовал оглушительный грохот и мощный взрыв. Затем произошел выброс грязи на высоту до 20—30 м, вслед за которым на высоту 200 м взметнулся столб пламени. Горение газа продолжалось свыше 30 мин.

На расстоянии 1 км ощущалась резко повышенная температура воздуха. Несколько успокоившись, вулкан начал изливаться грязевулканическую брекчию.

Сотрясения земной коры, вызванные извержением вулкана, были зарегистрированы сейсмическими станциями „Баку“ и „Шемаха“

Судя по характеру записи, очаг извержения находился близко от поверхности земли. В течение 1 мин после начала извержения и последние 2 мин сила извержения была значительно меньше, чем в промежутке. По данным сейсмических станций, извержение (основной процесс) продолжалось 15 мин.

Вулкан Агноур после извержения 1 мая 1976 г. представлял собой огромное поле свежей светло-серой грязевулканической брекчии на вершине холма с двумя крупными языками излияния, вытянутыми в северо-западном и северо-восточном направлениях (рис. 2). На продолжении северо-западного языка излияния образовался большой покров „сухой“ грязевулканической брекчии, сползшей в самом начале извержения с вершины холма вниз по склону на расстоянии свыше 500 м. Вокруг северо-западного языка излияния на расстояниях до 40—50 м от его краев почва на склоне холма участками опалена до темно-серого цвета. Вокруг грязевулканического покрова прослеживаются многочисленные трещины, образовавшие в отдельных местах участки интенсивной трещиноватости и перемятости пород. В южной части наблюдается старый кратерный вал дугообразной формы, восточная часть которого покрыта свежей грязевулканической брекчией. Ширина вала 5—10 м, высота—3—10 м, общая протяженность составляет свыше 400 м.

Судя по конфигурации кратерного вала и проседанию окаймленной им части грязевулканического поля, центр извержения находился почти на самом юге покрова, примерно в 30 м от его южного края. Отсюда при извержении основные массы грязевулканической брекчии, сначала „сухой“, а затем и свежей, стекали по склону холма в северо-западном направлении. Значительное количество свежей грязевулканической брекчии, по-видимому, в последний момент извержения, было переброшено через восточную часть старого кратерного вала и стекло по склону в северо-восточном направлении. В эту же сторону были направлены и языки пламени горевшего газа, опалившие участки почвы, окаймлявшие грязевулканический покров.

Основной северо-западный язык излияния грязевулканической брекчии имеет форму овала неправильных очертаний длиной 320 м и шириной 125 м, Площадь его около 40 тыс. м². По отношению к окаймляющему его старому кратерному валу он просел на 8—10 м на юге и до 3—4 м на севере. В целом он имеет общий уклон в северо-западном направлении.

Северо-восточный язык излияния имеет форму, близкую к прямоугольной с длиной до 165 м и шириной около 60 м. Площадь его около 10 тыс. м².

Общая площадь свежего грязевулканического излияния составляет около 50 тыс. м², что почти в три раза превышает площадь крупного извержения грязевого вулкана Локбатан 1 октября 1972 г. Высота свежего грязевулканического покрова по краям северо-восточного языка излияния колеблется 1—1,5—2 м. В центральной части языка она, несомненно, превышает 2 м. В краевых частях северо-западного языка излияния вследствие проседания высоту покрова визуально определить не представляется возможным. В центральной части она оценивается в 3—4 м. В среднем для вулкана она может быть принята равной 3 м. В таком случае общий объем выброшенной свежей грязевулканической брекчии составляет около 150 тыс. м².

Свежая грязевулканическая брекчия представляет собой голубовато-серую глинистую массу с обломками твердых пород-песчаников, алевролитов, мергелей, доломитов, известняков от диатомовой до коунской свиты включительно. Местами на поверхности брекчии наблю-

даются трещины и лунки от падения комков грязи и твердых обломков.

Покров „сухой“ грязевулканической брекчии на продолжении северо-западного языка излияния имеет сложную форму с двумя небольшими языками на северо-востоке и одним большим—на западе. Общая протяженность его с востока на запад составляет около 400 м. Ширина западного языка колеблется от 60 до 120 м. Общая площадь покрова составляет около 32 тыс. м². Высота „сухой“ брекчии по краям покрова колеблется от 1—1,5 до 2—4 м. В центральной части она оценивается в 4—5 м. Если принять ее в среднем равной 4 м, то общий объем „сухой“ грязевулканической брекчии составляет около 130 тыс. м³.

На поверхности „сухая“ грязевулканическая брекчия представляет собой глинистую массу светло-серого, желтовато-серого и темно-серого цвета с включениями обломков твердых пород. В отличие от свежей грязевулканической брекчии характеризуется крупной комковатостью, пестрой окраской и отсутствием влажности. В краевых частях она сильно перебита трещиноватостью.

Особое внимание обращают на себя зоны трещиноватости и перемещенности пород, широко развитые вдоль северо-западного языка излияния и покрова „сухой“ брекчии. Они представляют собой участки шириной от 15—20 до 40 м, перебитые густой сетью продольных и поперечных трещин, по которым отдельные сегменты переместились относительно друг друга по вертикали, а местами сильно перемяты.

Крупные трещины шириной до 0,5—1 м прослеживаются вдоль внутренней стороны западной части кратерного вала. По этим трещинам произошло проседание сопочного поля с амплитудой от 3—4 до 8—10 м. Крупная трещина юго-западного простирания прослеживается вдоль южного окончания сопочного покрова. Протяженность ее свыше 200 м. В районе свежего грязевулканического покрова по ней произошел вертикальный обрыв внутрь высотой около 2 м. Между этим обрывом и кратерным валом образовалась кальдерообразная впадина шириной до 6—8 м. Отдельные менее выраженные трещины развиты также к югу, юго-западу и северо-востоку от нового излияния на старом сопочном покрове. Большая часть их имеет продольные простирания относительно сопочного поля, а некоторые являются поперечными и диагональными.

Среди твердых выбросов грязевого вулкана Агноур преобладают горные породы палеогенового и миоценового возрастов: горючие сланцы диатомовых отложений, песчаники и доломиты чокракского горизонта, мергели коунской свиты и др. Но, пожалуй, самыми ценными материалами являются обнаруженные здесь песчаные породы, пропитанные нефтью, а также карбонатные породы с включением капелек жидкой нефти в трещинах. Ныне все образцы пород подвергаются детальному лабораторному исследованию. Это позволяет сделать предварительный и весьма важный вывод о перспективности поисково-разведочных работ на нефть и газ в пределах Южного Кобыстана.

Дело в том, что перспективы нефтегазоносности недр площади расположения вулкана Агноур, а также смежных с ней территорий Южного Кобыстана, геологи связывают с древними палеогеновыми, а также мезозойскими отложениями. В настоящее время, в районе нахождения грязевого вулкана, на расстоянии 6—7 км северо-западнее от него бурятся две поисково-разведочные скважины с проектной глубиной 5 000—5 500 м. В задаче бурения входит вскрытие на глубине меловых отложений и выявление связанных с этими геологическими образованиями скоплений нефти и газа.

В этом отношении извержение грязевого вулкана Агноур, давшее нам ценную геологическую информацию о состоянии недр, имеет важное практическое значение, внося определенную ясность в вопрос оценки перспектив нефтегазоносности этого района. Очевидно одно, что отложения, залегающие ниже продуктивной толщи, в частности палеоген-миоценовые, нефтегазоносны.

Лабораторная обработка собранного фактического материала извержения позволит дать конкретные рекомендации для проведения на этой площади поисково-разведочных работ.

Литература

1. Зусманович С. А. Геологические исследования в пределах центральной части планшета III-2 Кавристанских пастбищ. Труды НГРИ, сер. Б. вып. 20. 1934.
2. Меликов И. А. Отчет о полевой инструментальной съемке в районе Аджи-вели—Ташмардан, Шокихан (Южный Кобыстан) летом 1940 г. Баку, 1940. З. Путкарадзе А. Л. Отчет о работе Ченлдаг-Рагимской инструментальной геологической партии. Баку, 1940.

Институт геологии

Поступило 11. X 1976

БЭ. Э. Ягубов, Б. В. Григорянц, Ад. А. Алиев,
Н. С. Кастрюлин, Р. Р. Рахманов

ЧЭНУБИ ГОБУСТАНЫН АГНОУР ПАЛЧЫГ ВУЛКАНЫНЫН ПУСКУРМЭСИНЭ [ДАИР

1976-чы ил маҗын 1-дэ Бақы вахтилә саат 7.40-да Умбаки гәсәбәсиндән 15 км гәрбдә Јерләшән Агноур палчыг вулканы пүскүрмүшдүр. Әввәлчә гулагбатырычы угулту ешидилмиш, күчлү партлаҗыш баш вермишдир. Софра 20—30 м һүндүрлүҗә палчыг атылмыш вә 200 м һүндүрлүҗә алов сүтуну галхмышдыр. Газын јанмасы јарым саат давам етмишдир. Вулканын әтрафында бәјүк чатлар әмәлә кәлмишдир. Бу пүскүрмә кәһнә вә Јени пүскүрмә мәһсулларындан тәшкил олунмуш, бир-бирләриндән сечилән ики палчыг брекчијасы өртүјүнүн мејдана кәлмәси илә сәчијәләнмишдир. Пүскүрмә заманы нефтлә һопмуш гумдашылар вә чатларында маје нефт олан бәрк карбонатлы сүхурлар атылмышдыр.

A. A. Yakubov, B. V. Grigoryants, Ad. A. Aliev,
N. S. Kastrulin, R. R. Rakhmanov

TO THE ERUPTION OF SOUTH KOBYSTAN'S AGNOUR MUD VOLCANO

There is being described the eruption of South Kobystan's Agnour mud volcano having taken place on the 1 of May, 1976. The peculiarity of this eruption is the formation of 2 independent sheets, consisting of old the latest eruptions' breccia.

УДК 543. 27:566 (470. 46+574. 1)

ГЕОХИМИЯ

И. С. ГУЛИЕВ, А. А. ФЕЙЗУЛЛАЕВ

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ
МИНЕРАЛЬНЫМИ ВОДАМИ АЗЕРБАЙДЖАНА

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

В данной статье рассматриваются некоторые вопросы, связанные с интенсивностью газовой выделений, приуроченных к минеральным водам Азербайджана. Изучению газов минеральных вод посвящены работы [1, 2, 3, 4, 5].

За время, прошедшее после опубликования этих работ, накоплен значительный фактический материал по составу газов минеральных и термальных вод Азербайджана, который вносит некоторые изменения в схему зональности газов минеральных вод.

На основании обобщения большого фактического материала (с привлечением данных указанных авторов) по газовому составу минеральных вод Азербайджана (свыше 700 анализов) составлена схематическая карта (см. рис. 1).

Газы минеральных вод Азербайджана по химическому составу можно объединить в 3 основные группы:

- 1) метановые; 2) азотные; 3) углекислые.

Газы метанового состава, связанные с минеральными и термальными водами, приурочены к депрессионным зонам (юго-восточное погружение Б. Кавказа, Курильская межгорная впадина. Прикаспийская низменность), к южному склону Б. Кавказа и Ленкоранской области. Газонасыщенность минеральных и термальных вод метанового состава до 300 см³/л.

Газопроявления углекислого состава развиты преимущественно на М. Кавказе и Нахичевани. Пространственно приурочены к зонам разломов, узлам пересечения продольных и поперечных дислокаций, участкам выхода магматических пород. Насыщенность вод углекислотой высокая, до 10000 см³/л.

Азотные газы, связанные с минеральными водами, встречаются главным образом на северо-восточном склоне Б. Кавказа и Ленкоранской области. Пространственно образуют четко обособленные зоны. Газонасыщенность вод низкая, до 90 см³/л.

Газы метанового и азотного состава распространены повсеместно. Они встречаются на южном склоне Б. Кавказа, Куринской межгорной депрессии, в Ленкоранской области (Астаринский район). Есть основание полагать, что они также распространены на М. Кавказе и

в Нахичевани за пределами месторождений углекислых минеральных вод. Однако это допущение основывается на незначительном фактическом материале и требует дальнейшего уточнения.

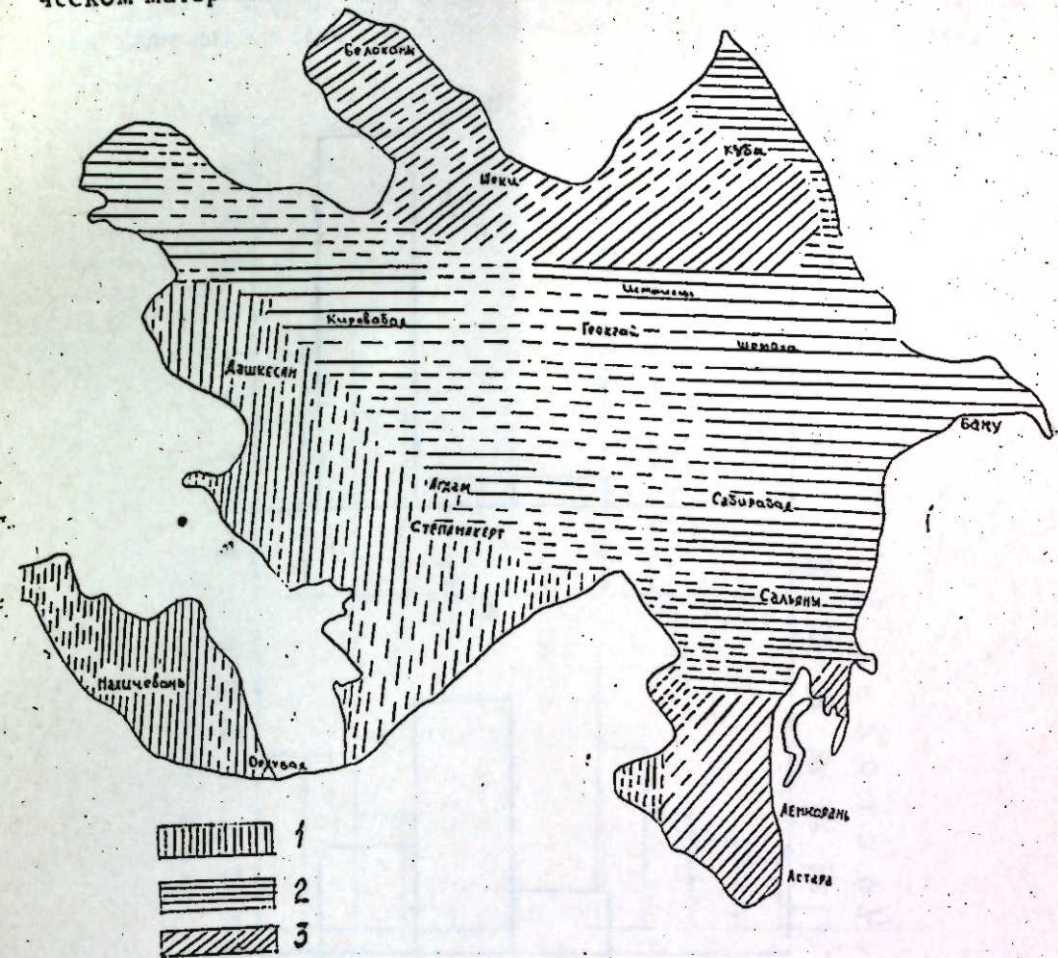


Рис. 1. Схематическая карта зональности газов минеральных и термальных вод Азербайджана: 1—углекислые воды; 2—метановые воды; 3—азотные (метаново-азотные) воды. Пунктиром отмечены территории с предполагаемым составом газов минеральных и термальных вод.

Наблюдается отчетливая связь химического состава газов с геотектоническими особенностями регионов. Помимо указанной приуроченности метановых газов к областям развития мощных осадочных толщ отметим также отсутствие углекислых газов вне очагов третичного и четвертичного магматизма.

Наблюдается также зависимость между химическим составом газов и газонасыщенностью.

Из приведенной гистограммы (рис. 2) видно, что источники с различным газовым составом значительно отличаются газонасыщенностью. Так, максимальной насыщенностью характеризуются углекислые и метановые воды, минимальной—азотные.

Интересная закономерность наблюдается в распределении гелия. Если рассматривать относительные его содержания (сб. %), то максимальными величинами характеризуются метановые и азотные воды, минимальными—углекислые.

В абсолютных величинах (см³/л) распределение гелия носит обратный характер. Наибольшие содержания He в углекислых водах, наименьшие—в азотных.

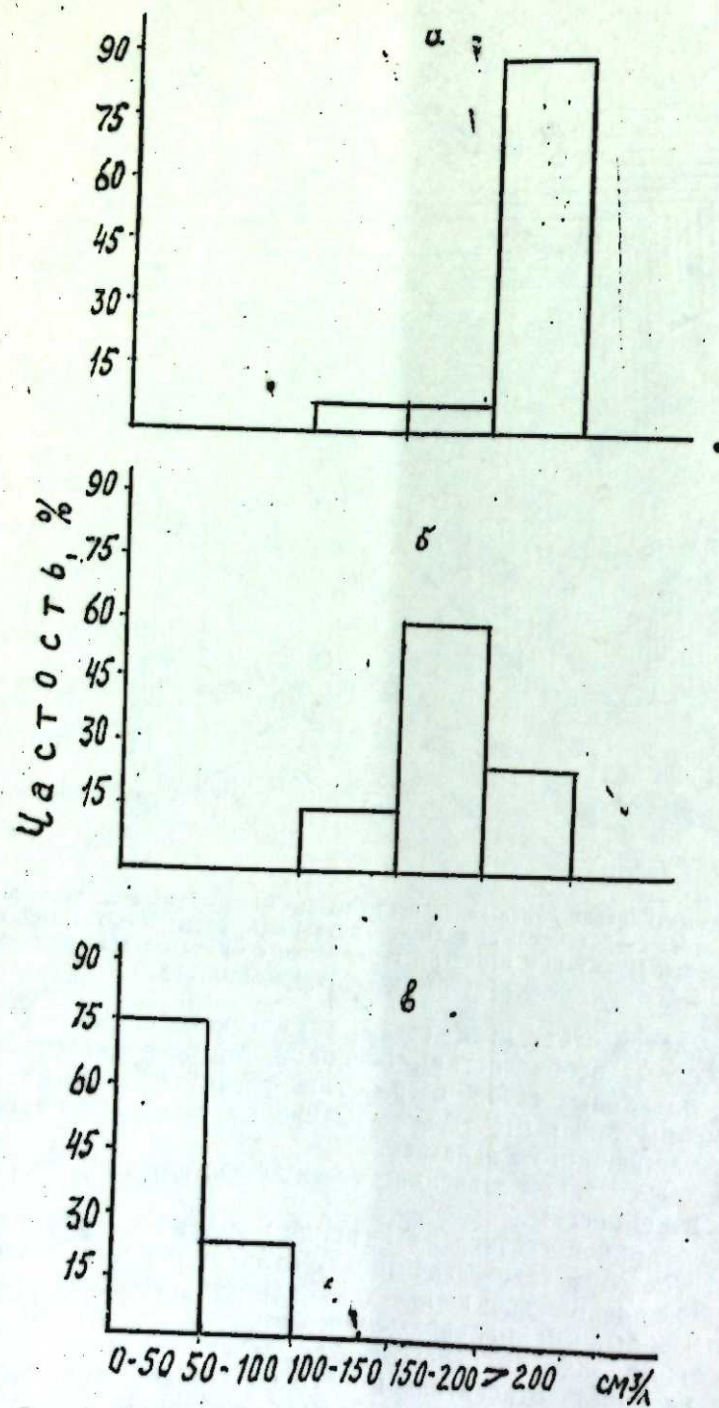


Рис. 2. Гистограммы газонасыщенности различных по газовому составу минеральных вод: а—углекислых; б—метановых; в—азотных

Такая картина объясняется тем, что дебиты газа в углекислых водах обычно велики, в то время как в азотных—незначительны. В результате в углекислых струях происходит большое разбавление гелия углекислым газом и вследствие этого содержания его низкие.

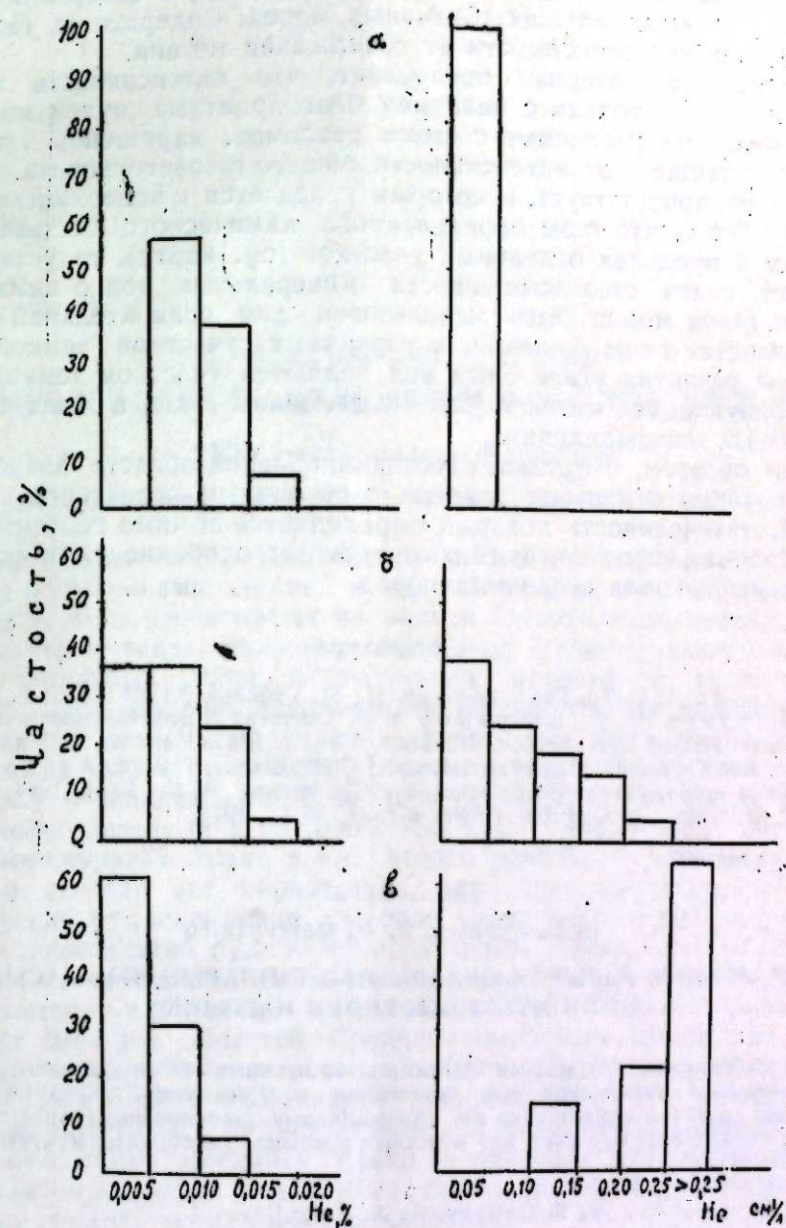


Рис. 3. Гистограммы содержания гелия в различных по газовому составу минеральных водах: а—азотных; б—метановых; в—углекислых.

Море	Число образцов	He, 10 ⁻⁵ см³/кг среднее	CH ₄ см³/кг среднее
Баренцево-норвежское	350	350	90
Каспийское (Терско-Каспийская впадина)	280	470	1700
Черное	310	560	70000

УДК 551.762.33:56 (479.24)

СТРАТИГРАФИЯ

А. Н. МУСАЕВ, Ш. А. БАБАЕВ

О НАЛИЧИИ АПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В УЩЕЛЬЕ РЕКИ АРАКС

(ЮВ часть Малого Кавказа)

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР К. А. Ализаде)

Юго-западная часть Кафанского сегмента, сложенная главным образом отложениями средней и верхней юры и нижнего мела, является одной из перспективных на медь и благородные металлы областей Малого Кавказа. Важность выяснения стратиграфического положения отдельных толщ в уточнении понятий о геологическом строении, установления закономерностей размещения полезных ископаемых и тем самым определения направления дальнейших геологоразведочных работ, очевидна. В этом отношении вопрос изучения стратиграфии нижнемеловых песчано-глинисто-карбонатных отложений, широко развитых в пределах ЮЗ крыла Кафанского антиклинория (в междуречье Аракс и его левого притока Бахарлычай) весьма актуален, так как эти образования, экранируя домеловые и вмещающая послеюрские рудоскопления, сыграли значительную роль в распределении и локализации рудной минерализации. Наряду с этим глинисто-карбонатные отложения этого района, аналогичные по литологическому составу и условиям осадконакопления таковым, развитым в пределах смежных областей Средиземноморского пояса и являющимися практически бокситоносными, представляют также значительный интерес в отношении возможности установления в них существенных скоплений бокситов. Следует отметить и пригодность глинисто-карбонатных отложений ущелья р. Аракс (в пределах Вежналинского рудного поля) в качестве цементного сырья, развитых в весьма благоприятных геолого-экономических условиях.

Песчано-глинисто-карбонатные отложения нижнего мела широко развиты в районе Вежналинского рудного поля и на смежных площадях. Здесь они, обнажаясь в отдельных участках междуречья Аракс и Охчучай, непрерывной полосой переходят на правый склон ущелья р. Аракс (Южно-Азербайджанский Карадаг). Площадь развития нижнемеловых глинисто-карбонатных отложений, слагающих здесь ЮВ периклиналь и ЮЗ крыло Кафанского антиклинория, ограничена с юго-запада Хуступ-Гиратахским региональным разломом.

Изучением толщи глинисто-карбонатных отложений, развитых в данном интервале ущелья р. Аракс, занимался ряд исследователей

Учитывая, что содержание гелия в минеральных водах закономерно уменьшается от углекислых через метановые к азотным и в этом же направлении происходит уменьшение общей газонасыщенности вод, то можно предположить, что содержание гелия определяется также и интенсивностью потока основного газового компонента. Эта же зависимость видна из таблицы, где приведены данные о содержании гелия и метана в донных осадках различных морей. Содержание гелия находится в прямой зависимости от содержания метана.

Приведенный материал показывает, что интенсивность потоков гелия связана не только с наличием благоприятных путей миграции, какими являются различные системы разломов, нарушений и трещин, но зависит также и от интенсивности общего газового потока, в смеси которого он присутствует, и которым увлекается к поверхности земли.

Если учесть, что газы определенного химического состава сгруппированы в пределах отдельных участков (см. карту), то установленный факт связи газонасыщенности минеральных вод с химическим составом газов может быть использован для сравнительной оценки интенсивности газовыделений с различных участков земной коры. Так, зоны развития углекислых вод являются участком земной коры, характеризующимся интенсивным выделением газа, а зона азотных вод — слабым газовыделением.

Таким образом, в пределах геосинклинальной области Азербайджана установлены отдельные участки с различным характером газовыделений, интенсивность которых определяется помимо геотектонических факторов, вероятно, и геохимическими особенностями формирования газового поля осадочных пород.

Литература

1. Жабреву Д. В. Тр. Геол. ин-та им. И. М. Губкина АзФАН СССР, вып. XX, 1941.
2. Мехтнев Ш. Ф., Байрамов А. С. Геология и нефтеносность Ленкоранской области. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1963.
3. Кашкай М. С. Минеральные источники Азербайджана. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1952.
4. Аскеров А. Г. Минеральные источники Азербайджанской ССР. Изд-во АГУ. Баку, 1974.
5. Мехтнев Ш. Ф. и др. Изв. вузов "Нефть и газ", № 12, 1974.

Институт геологии

Поступило 12. II 1976

И. С. Гулијев, Э. Э. Фејзуллајев

АЗЭРБАЙЖАНЫН МИНЕРАЛ СУЛАРЫ ИЛЭ ГАЗЛАРЫН ЧЫХМАСЫНЫН БЭЗИ ХУСУСИЈЛЭТЛЭРИ НАГГЫНДА

Минерал суларын газларынын јайылмасы вэ суларын газла дојмасынын һэмин газларын кимјэви тэркиблэри илэ элагэсинин мүјјэнолуна ганунаујунлулары ејрэнилмиш вэ тэјин едилмишдир ки, Азербайжанын кеосинклинал вилајетлеринин ајры-ајры сахалэриндэ Јер тэки илэ атмосфер арасында газдэјишмэ мүхтэлиф интенсивликдэ кедир.

Y. S. Guliyev, A. A. Feizullaev

ON SOME PECULIARITIES OF THE GAS EMANATION BY MINERAL WATERS OF AZERBAIJAN

On the basis of the established fact the bondings of gas saturation of the waters with chemical composition accompanying them gases the conclusion is drawn about the presence of the territory within geosynclinal region of Azerbaijan by the different intensity of gas interchange of the Earth's crust with the atmosphere.

Малого Кавказа, которые дали их следующее стратиграфическое расчленение (табл. 1).

Изучение нижнемеловых песчано-глинисто-карбонатных образований ущелья р. Аракс (в пределах Вежналинского рудного поля) и анализ предыдущих материалов, произведенные нами в 1975 г., позволили впервые установить в составе их наличие отложений аптского яруса. Песчано-глинисто-карбонатные отложения Вежналинского рудного поля, ранее датированные в целом как барремские, согласно налегают на фаунистически охарактеризованные обрезаюния готерива.

Таблица 1

Стратиграфическое расчленение нижнемеловых терригенно-карбонатных отложений ущелья р. Аракс (в пределах Вежналинского рудного поля)

Исследователи	И. Валентин (1891)	В. Д. Тучапский (1932)	А. Н. Соловкин (1940)	Лафетгольд, С. Мкртчян (1952)	Г. Алиев (1956)	А. З. Абдуллаев, В. К. Ханзаде (1960)	А. Н. Мусаев, и В. Н. Нагнев (1965)	А. Н. Мусаев (1968)	Мусаев А. Н., Бабаев Ш. А. (1975)	
	Литологический состав толщи	Неоком	Нижний мел	Верхний баррем	Верхний баррем	Верхний баррем	Верхний баррем	Верхний баррем		Баррем
Известняки (преобладают в разрезе), мергели, аргиллиты, реже песчаники, туфопесчаники, туфогравелиты и туфоконгломераты (мощность толщи до 670 м)										
Известняки (преобладают в разрезе), туфопесчаники, туфогравелиты, туфоконгломераты и реже песчаники (мощность толщи до 220 м)										
										Известняки, мергели, аргиллиты (до 160 м)
										Известняки, мергели, аргиллиты, песчаники
										Туфопесчаники (мощность 510 м)
										Готерив

Обнажаются они в районах сс. Вежнали, Амирханлы, ст. Агбенд, переезда Гейбенд, г. Гыз-Гала, на восточном склоне г. Бартаз и т. д., где ими сложены локальные антиклинали (Сыгыртская и Амирханлинская) и синклинали (Гызгалинская и Гейбендская), входящие в состав ЮЗ крыла Кафанского антиклинория. Здесь же, на правом склоне р. Аракс, они обнажаются в районе сс. Мешхади—Гусейнли, Дарана, Кялла и устья р. Марданагем. Эти отложения представлены глинистыми и зоогенными известняками, мергелями, аргиллитами, песчаниками и туфопесчаниками. Мощностью этой толщи (верхняя часть которой размыта) составляет более 600 м. А. Н. Мусаевым и В. Н. Нагневым [2] в ее составе были выделены 5 литологических горизонтов, из которых нами верхний горизонт „5“ в целом и верхний горизонт „4“ относятся к апту.

1. Известняковый (нижний) горизонт, мощность—26 м;
2. Песчаниковый горизонт, мощность—17—28 м;
3. Горизонт мергелей, мощность—150 м;
4. Горизонт чередования аргиллитов и известняков, мощностью 270—280 м; отложения эти (чередование пачек известняков и реже мергелей мощностью от 12—15 до 33—42 м) развиты в полосе с. Агбенд—с. Вежнали, в районе с. Амирханлы и т. д.;
5. Горизонт грубо- и толстослойных („монолитных“) органогенных известняков и мергелей с редкими пропластками аргиллитов; эти от-

ложения развиты в районе к СВ от ст. Агбенд в полосе г. Гызгаларод. Новлубулах, в основном, в составе локальных (синклиналей. Не-полная мощность отложений горизонта (верхняя часть размыта) составляет 29—130 м.

Нами приводятся восходящие разрезы верхней части нижнемеловых отложений, развитых в Вежналинском рудном поле, относимых к аптскому ярусу, на основе содержащей в них богатой орбитолиновой фауны. При этом мы учли и данные о наличии в них комплекса других групп фауны, а также стратиграфическое положение толщи. Следует отметить, что породы некоторых пачек данной толщи состоят, в основном, из раковин, сцементированных их обломками и пелитовым материалом, т. е. эти пачки представлены „орбитолиновыми известняками“ и „орбитолиновыми аргиллитами“.

В районе родника Новлубулах неполный разрез аптских отложений (где нижняя часть его срезана крупным Вежналинским продольным сбросом, а верхняя—размыта) представлен следующим образом:

1. Серые и темно-серые сильно рассланцованные и перемятые тонко- и среднеслойные известняки (слагающие СВ блок сброса и подстилающие пачку монолитных известняков), мощность—8 м. Известняки переполнены раковинами дисковидных орбитолин диаметром до 7—8 мм. Отсюда определены: *Orbitolina lenticularis* (Blumenbach), *O. discoidea* Gras, *O. trochus* Fritch, *Orbitolinopsis buccifer* Van. et Thieu., *Iragla hensoni* Billiard et Moulade. l. cf. *valentina* (Almela), *I. simplex* Henson (сбор. А. Н. Мусаева, опр. Ш. А. Бабаева).

Таблица 2

Вертикальное распространение встреченных видов фауны в нижнемеловое время

Виды	Ярусы нижнего мела	Валанжин	Готерив	Баррем	Апт	Альб
<i>Orbitolina lenticularis</i> (Blumenbach)				+	+	+
<i>O. discoidea</i> Gras				+	+	+
<i>O. trochus</i> Fritsch					+	+
<i>O. planoconvexa</i> Yabe et Hanzawa					В***	
<i>Orbitolinopsis buccifer</i> Van. et Thieu.				В	Н***	
<i>Iragla hensoni</i> Billiard et Moulade				+	+	+
l. cf. <i>valentina</i> (Almela)*					В	
<i>I. simplex</i> Henson						
<i>Amphidonta subsinuata</i> Leym.				+	Н	
<i>A. latissima</i> Lam.		+	+	+	Н	
<i>Cucullaea</i> aff. <i>forbesi</i> Pict. et Camp.					+	Н
<i>Sphaera corrugata</i> Sow.				+		
<i>Eugyra cotteani</i> From.				+		

* *I. cf. valentina* (Almela) переходит и в нижний сеноман.

** В—верхний подъярус.

*** Н—нижний подъярус.

2. Плотные органогенные толстослойные (монолитные) известняки, слагающие ядро синклинали. В низах этих известняков многочисленны орбитолины, захороненные под различными углами. Диаметр их не превышает 5 мм. Плотность населения здесь относительно невысокая по сравнению с нижележащими слоями. Отсюда определены: *Orbitolina lenticularis* (Blumenbach), *O. discoidea* Gras, *O. trochus* Fritsch, *O. planoconvexa* Yabe et Hanzawa, *Orbitolinopsis* cf. *buccifer* Van. et Thieu. Мощностью горизонта монолитных известняков, верхняя часть которого размыта, составляет 71 м.

В районе перевала Агбенд разрез апта представлен так:

1. Серые оскольчатые аргиллиты (верхи горизонта чередования аргиллитов и известняков) мощностью 36 м. Здесь обнаружено обилие в основном дисковидных раковин Orbitolina, среди которых определены: *Orbitolina lenticularis* (Blum.), *O. discoidea* (Gras), *O. trochus* Fritsch. (сбор А. Н. Мусаева, опр. Ш. А. Бабаева). Кроме того, породы этой пачки содержат *Amphidonta subsinuata* Laum., *A. cf. latissima* Lam., *Eugyra cotteaul* From., *Cucullaea aff. forbesi* Pict. et Campr., *Sphaera corrugata* Sow. (сбор А. Н. Мусаева, В. Н. Нагиева, опр. А. Г. Халилова, 1968 г.). Выше эта пачка согласно перекрывается отложениями горизонта монолитных известняков и мергелей, неполный входящий разрез которых в районе Агбендского перевала представляет (верхи горизонта размыты):

2. Чередование серых и темно-серых окремненных плотных монолитных мергелей и органогенных известняков—25 м.

3. Чередование толстослойных мергелей и органогенных известняков с 0,3—0,9 м прослоями аргиллитов с *Orbitolina* sp., *Amphidonta cf. latissima* Lam. (сбор А. Н. Мусаева, В. Н. Нагиева, опр. А. Г. Халилова)—30 м.

4. То же, что и в п. 2—33 м.

Общая мощность аптских отложений в этом разрезе достигает 124 м.

Как видно из приведенной таблицы, 3 вида характерны только для апта, 2—появляются в апте, а остальные (за исключением 1 вида) не противоречат аптскому возрасту вмещающих их отложений. Таким образом, комплекс фауны указывает на аптский возраст вмещающих отложений. Кроме того, ассоциация видов *Orbitolina discoidea*, *O. lenticularis*, *O. trochus* характерна [5] для апт-альбских отложений других областей Средиземноморского пояса (Греция и др.). Учитывая также стратиграфическое положение этих отложений и размыв верхней части толщи, мы предпочитаем относить их к нижнему апту (бедульский подъярус).

Таким образом, нами в междуречье Аракса и Охчучай впервые выделяются аптские отложения (нижняя часть) мощностью 70—160 м. В отличие от нижнеаптских отложений, выделенных в междуречье Базарчай и Охчучай [4], эти отложения согласно залегают на подстилающих барремских образованиях и представляют собой мелководную фацию раннеаптского моря.

Литература

1. Алиев Г. А. ДАН Азерб. ССР*, т. XII, № 9, 1956. 2. Мусаев А. Н., Нагиев В. Н. Уч. зап. АГУ, № 6, 1965. 3. Мусаев А. И. Автореф. канд. дисс. Баку, 1968. 4. Халилов А. Г. Нижнееловые отложения азербайджанской части Малого Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1959. 5. Aubouin J., Brun J. H., Celet P., Descourt J., Godfriaux J., Mercier J., Lys M., Marie P., Neumann M., Sigal J., Sornay J. Le Cretace superieur en Grece. Bull. Soc. Geol. France, 7e ser., t. 2, 1960.

Упр. по геол. СМ Азерб. ССР

Поступило 15. I 1976

Ә. Н. Мусајев, Ш. Ә. Бабајев

АРАЗ ЧАЈЫ ДЭРЭСИНДЭ АПТ ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИН ЈАЈЫЛМАСЫНА ДАИР

(Кичик Гафгазын чәнуб-шәрг һиссәси)

Гафан антиклинорисинин чәнуб-гәрб ганадында кениш јајылмыш Алт Тәбашир чөкүнтүләринин стратиграфиясынын өрәзилмәсинин филиз топуларыннын танылма-сында иә дүзкүн гижмәтләндирилмәсиндә әһәмијјәти шүбһәсиндир.

Бу сәһәдә апарылан сон тәдқиғатлар һәмни чөкүнтүләрини үст һиссәсиндә апт мәртәбәсинә анд лај дәрәсәсини ајырмаға имкан вермишир.

Килләр, меркәлләр иә әһәнкдашларыннын һөһбәләшмәсиндән ибарәт бу лај дәрәсәсини алт апт (бедул јарыммәртәбәси) јашы онлардан јығылмыш рәһбәр фауна-орбиталиналар илә тәсдиқ едилмишир. Гајылыгы 70—160 м олан бу лај дәрәсәси узанма һестигамәтиндә 8 км-дән артығ иләнир.

A. N. Musaev, Sh. A. Babaev

ABOUT PRESENCE OF APT DEPOSITS IN THE RAVINE OF ARACS RIVER (SOUTH-EAST OF MINOR CAUCASUS)

On this article are given the facts of Institute of shallows faunally characteristic deposits of Apt stage (Bedul substage) in the ravine of Aracs river in the high Lower Cretaceous argillo-arenaceous-carbonate formations, early applied to Barrem. Thickness of series is 70—160 m., the tracing length is more than 8km.

УДК 582.29

БОТАНИКА

В. С. НОВРУЗОВ

**О НОВЫХ ДЛЯ НАУКИ ЛИШАЙНИКАХ С ВЫСОКОГОРИЙ
БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

(в пределах Азербайджана)

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

Материалом для настоящей статьи послужила обработка обширно гербария, собранного во время экспедиционных поездок на высокогорьях Большого Кавказа в пределах Азербайджана в период 1974—1975 гг. Сборы проводились главным образом в субальпийском и альпийском поясах, расположенных на высоте 2000—3500 м над ур. моря. Анализ собранного материала показывает, что в составе лишенофлоры высокогорий сохранились многочисленные древние виды, редко встречающиеся в горах Средней Азии, Сев. Америки, Европы. По-видимому, данные виды были распространены во всех зонах земного шара, когда он еще не был разъединен водными пространствами Мирового океана. Кроме того, одновременно происходило сильное видообразование на Кавказе, что выяснилось при обработке собранного материала. Сильное видообразование отмечается на южных склонах, особенно в горах Аккмала. Из исследованных 30 горных систем, 2 новых вида (*Haematomma saviczii* Novruz., *Microphiale macrospora* Novruz.), 1 разновидность (*Pertusaria chiodectonoides* var. *calcarea* Novruz.) и 2 формы (*Usnea hirta* f. *epilitica* Novruz., *Rinodina oreina* f. *epilitica* Novruz.) найдены на различных горных породах горы Аккмала. В настоящем сообщении приводятся описания некоторых новых таксонов из родов *Pertusaria*, *Lecanora*, *Porina*, *Rinodina*, *Usnea*.

Приводим описание этих таксонов.

***Pertusaria chiodectonoides* var. *calcarea* Novruz. var. nova.**

Плодовые бородавочки плоские, 0,5 мм в диаметре. Апотеции погружены в субстрат. Споры одноклеточные, бесцветные 29,9—36,6 × 10,8—14,9 мкм. Отличается от *Pertusaria chiodectonoides* тонким песочновцветным слоевищем и коричневым диском с исчезающим краем апотеция.

Тип. СССР: Азербайджанская ССР, Белоканский р-н, г. Аккмал, на известковых скалах, 2300 м, 23. VIII, 1974; В. С. Новрузов; хранится в Институте ботаники АН Азерб. ССР в г. Баку.

Thalamium verruculosum, planum, 0,5 mm in diam. Apothecia in substratio immersa. A *Pertusaria chiodectonoides tenuis arenicoloris* thalio et brunneo disco evanescentis marginis apothecia, apothecia immerso in substratio. Sporae unicellularibus, incoloratis, 29,9—36,6 × 10,8—14,9 мкм differt.

Typus. URSS: RSS Azerbajdzhaniae, distr. Belokan, montis Akkmal, 2300 m s. m., in lapidosis calcareis, 23. VIII 1974; V. S. Novruzov; in Inst. Bot. Acad. sci. RSS Azerbajdzhaniae (Baku) conservatur.

***Lecanora dispersa* var. *macrospora* Novruz. var. nova.**

Все признаки как у *Lecanora dispersa*. Отличается от него 2—6 крупными спорами, размерами: 19,9—26,6 × 16,6—19,9 мкм.

Тип. СССР: Азербайджанская ССР, Закатальский р-н, хр. Сувагилбаш, 3000 м, на силикатных камнях, 3. VIII 1974; В. С. Новрузов; хранится в Институте ботаники АН Азерб. ССР в г. Баку.

In asci 2—4 majores unicellulares, ellipticae sporae, 19,9—26,6 × 16,6—19,0 мкм. Ceterae characterie: *Lecanora dispersa*.

Typus. URSS: Azerbajdzhaniae, distr. Zakatala, montis Suvagilbash, 3000 m. s., ad in lapidibus siliceis. In Inst. Bot. Acad. sci. RSS Azerbajdzhaniae (Baku) conservatur.

***Porina faginea* f. *furcellata* Novruz. f. nova.**

Слоевище накипное, серовато-белое. Перитеции черные, полушаровидные, 0,3—3,5 мм в диаметре. Споры 2—8-клеточные, бесцветные, 26,6—46,6 × 6,8—8,3 мкм. Отличается от типовой формы членистыми вилковидно-разветвленными парафизами.

Тип. СССР: Азербайджанская ССР, Закатальский р-н, гос. Заповедник в горном лесу, на коре бука, 1800 м, 29. VIII 1972; В. С. Новрузов; хранится в Институте ботаники АН Азерб. ССР в г. Баку.

Thallus tenuis, griseo—albidus. Peritecia nigra, hemisphaerica, 0,3—0,5 mm in diam., sporae bi—octocellulares, incoloratae, 26,6—46,6 × 6,6—8,3 мкм. A tyrica forma dichofoma ramificationibus paraphysibus differt.

Typus. URSS: RSS Azerbajdzhaniae, distr. Zapatala, in montis silvis, 1800 m s. m., ad corticem *Fagus orientalis* L., 29. VII 1972; V. S. Novruzov; in Inst. Bot. Acad. sci. RSS Azerbajdzhaniae conservatur.

***Rinodina oreina* f. *pulvinata* Novruz. f. nova.**

Слоевище серовато-желтоватое, от КОН желтеет. Апотеции 0,5—1 мм в диаметре. Диск апотеция коричневый с беловатым налетом. Споры 4-клеточные, 13,3—16,6 × 6,6—8,3 мкм. Отличается от *Rinodina oreina* более крупными апотециями, и сильным покрытием дисков и беловатым налетом.

Тип. СССР: Азербайджанская ССР, Белоканский р-н, г. Аккмал, 2300 м, на силикатных скалах, 2300 м, 23. VIII 1974; В. С. Новрузов; хранится в Институте ботаники АН Азерб. ССР в г. Баку.

Thallus griseo—flavidus, per КОН flavescens. Apothecia 0,1—0,6 mm in diam. Discus apothecia brunneus, pruinosus. Sporae 4—cellulares, 13,3—16,6 × 6,6—8,3 мкм. A *Rinodina oreina* pruinoso disco differt.

Typus. URSS: RSS Azerbajdzhaniae, distr. Belokana, montis Akkmal, 2300 m s. m., in lapidibus siliceis, 23. VIII 1974; in Inst. Bot. Acad. Sci. RSS Azerbajdzhaniae (Baku) conservatur.

Usnea hirta f. epilittica Novruz. f. nova.

Слоевидное короткокустистое до 2 см-высоты, веточки с фибрилами. Впервые обнаружена на камнях. Остальные признаки как у типовой формы.

Тип. СССР: Азербайджанская ССР, Белоканский р-н, г. Аккмал, 2300 м, на силикатных камнях; 23. VIII 1974; В. С. Новрузов; хранится в Институте ботаники АН Азерб. ССР в г. Баку.

Thallus breve fruticulosus ad 2 cm altim, ramusculi phibritae primitus in lapidibus siliceis.

Typus. URSS:RSS Azerbajdzhaniae, distr Belokan, montis Akkmal, in lapidibus siliceis, 2300 m s.m., 23 VIII 1974; In Inst. Bot. Acad. sci. RSS Azerbajdzhaniae (Baku) conservatur.

Umbilicaria cylindrica f. furcellata Novruz. f. nova.

Слоевидное покрыто темно-бурым порошкообразным налетом. Лопастни по краям с многочисленными вилкообразными разветвленными фибрилами. Остальные признаки как у типовой формы.

Тип. СССР: Азербайджанская ССР, Шекинский р-н, горы Карагая, 2100 м, на силикатных скалах, 25. VII 1974; В. С. Новрузов; хранится в Институте ботаники АН Азерб. ССР в г. Баку.

Thallus obiectus brunneo-pulveraceis pruinis. Lobus ad marginibus numerosos dichotomis brachotis fibrillis.

Typus. URSS:RSS Azerbajdzhaniae, distr. montis Karakaja, 2100 m s. m., in lapidibus siliceis, 25. VII 1974; In Inst. Bot. Acad. Sci. RSS Azerbajdzhaniae (Baku) conservatur.

Институт ботаники

Поступило 29. IX 1976

В. С. Новрузов

БӨЈҮК ГАФГАЗЫН ЈҮКСӘК ДАҒЛЫҒЫНДАН ЕЛМ ҮЧҮН ЈЕНИ ШИБЈӘЛӘР

1974—1975-чи илләрдә Бөјүк Гафгазын јүксәк дағлығында апарылмыш экспедиција заманы топланмыш материалларын анализ нәтижәсиндә елм үчүн јени олан бир сыра шибјәләр ашкар едилмишдир.

Мәғаләдә 2 јени нөвүн (Pertusaria chlodectionoides var. calcarea Novruz., Lecanora dispersa var. macrospora Novruz.) вә 4 форманын (Porina faginea f. furcellata Novruz., Usnea hirta f. epilittica Novruz., Umbilicaria cylindrica f. furcellata Novruz.) рус вә латын дилләриндә тәсвири верилмишдир.

V. S. Novruzov

ON THE LICHENES NEW FOR SCIENCE FROM THE ALPINE PARTS OF THE GREAT CAUCASUS

Upon the evaluation of materials of lichenological expedition to the alpine parts of 1974—1975 some lichens new for science from various systematic groups. The description of new varieties (Pertusaria chlodectionoides var. calcarea Novruz., Lecanora dispersa var. macrospora Novruz.), form (Rinodina oreina f. pulvinata Novruz., Porina faginea f. furcellata Novruz., Usnea hirta f. epilittica Novruz., Umbilicaria cylindrica f. furcellata Novruz.) found on the alpine parts of Belokany, Sheki and Zakataly regions of Azerbaijan are given.

УДК 581.167+576.356 : 634.38

СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ

Н. А. ДЖАФАРОВ, О. Р. АЛЕКПЕРОВА, Л. В. ТУРЧАНИНОВА,
Л. А. ТАГИЕВА

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТА
МЕЖВИДОВЫХ ПОЛИПЛОИДНЫХ ГИБРИДОВ ШЕЛКОВИЦЫ

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

Высокая практическая ценность спонтанно возникших и искусственно полученных полиплоидных форм шелковицы (Hamada, 1960; Абдуллаев, 1963; Раджабли, 1967) привлекает внимание селекционеров к вопросу о создании этих форм. П. А. Баранов [3] отмечает, что наиболее ценные практические результаты в селекционной работе можно получить при сочетании полиплоидии с другим очень важным генетическим явлением—гетерозисом. Исходя из этого нами в исследовании использованы два диплоидных сорта шелковицы разных видов: женский сорт „Грузия“, вид *M. Kagayamae* [5] и обоеполюный сорт Зариф-тут вида *M. alba* [1], а также их тетраплоидные формы, полученные методом воздействия 1,0%-ного водного раствора колхицина на точку роста стебля взрослого высокоштамбового дерева [6].

С целью получения семенного потомства четырех категорий по плоидности произведено скрещивание по схеме:

1. „Грузия“ 2x × Зариф-тут 2x—гибрид 1—2x
2. „Грузия“ 2x × Зариф-тут 4x—гибрид 2—3x
3. „Грузия“ 4x × Зариф-тут 2x—гибрид 3—3x
4. „Грузия“ 4x × Зариф-тут 4x—гибрид 4—4x

Гибрид 1 имеет по одному геному сортов „Грузия“ и Зариф-тут. Гибриды 2 и 3 являются триплоидами, но геномы их качественно разные, так как гибрид 2 имеет один геном сорта „Грузия“ и два—сорта Зариф-тут, а гибрид 3—два генома сорта „Грузия“, один сорт Зариф-тут. Гибрид 4 аналогичен первому, но содержит по два генома сортов „Грузия“ и Зариф-тут, т. е. является амфидиплоидом (рис. 1).

Таким образом, нам удалось сочетать полиплоидию с межвидовой гибридизацией шелковицы. Особый интерес представляют морфолого-анатомические особенности листьев полученных гибридов в сопоставлении с исходными сортами и формами, так как в определении кормовых качеств листа шелковицы они имеют важное значение (Паройская, 1939; Гребинская [4], Тутаяк и Тагиева [9]).

Соматические хромосомы исследовались на верхушечной меристеме, зачаточных листочках, зафиксированных в уксусно-кислом спирте по Карнуа 3:1, на препаратах давленной ткани по методу С. Рад-

жабли [7]. Морфологическая особенность изучалась на 20 листьях от каждого образца. У листа измерялась длина, максимальная ширина и длина черешка. Анатомические исследования листа проводились по общепринятой методике сравнительно-анатомических исследований [3].

Результаты цитологических исследований показали, что диплоидное число хромосом шелковицы $2n = 28$. Полученные тетраплоидные формы имеют по $2n(4x) = 56$. Соматические пластинки гибридов содержат: гибрид 1— $2n(2x) = 28$, гибрид 2— $2n(3x) = 42$, гибрид 3— $2n(3x) = 42$, гибрид 4— $2n(4x) = 56$.

Характерной особенностью генома шелковицы является наличие одной крупной двуплечей хромосомы и тринадцати мелких шаровидных овальных хромосом (рис. 1).

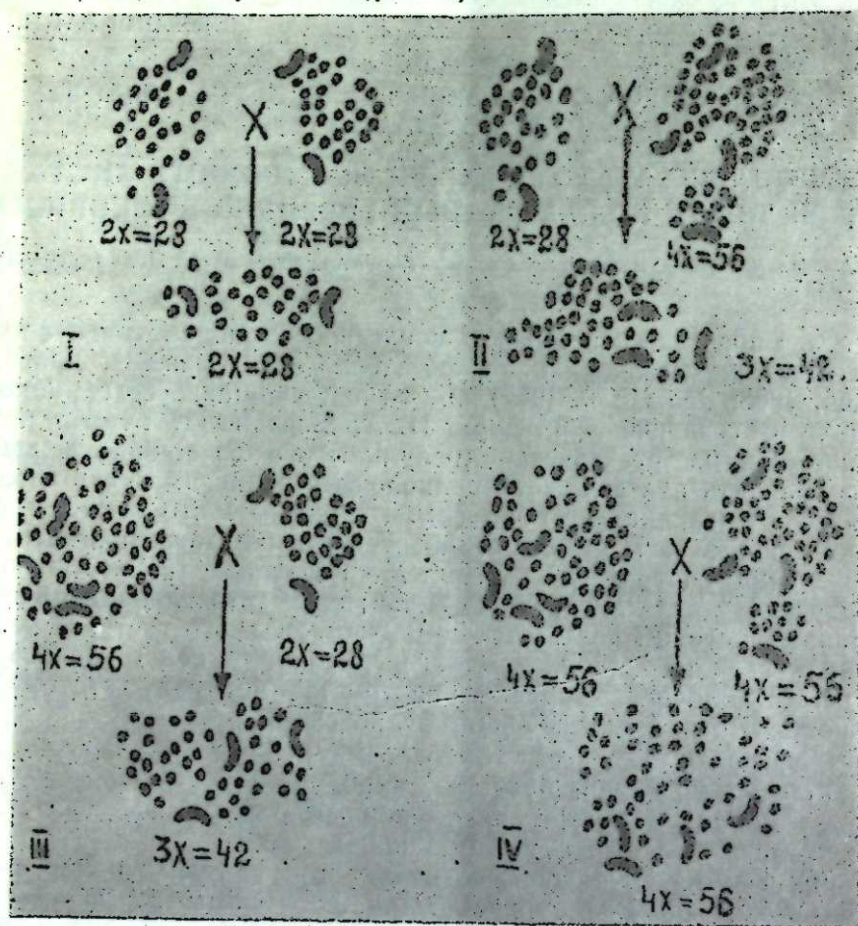


Рис. 1. Метафазные пластинки и схема скрещивания: I—„Грузия“ $2x \times$ Зариф-тут $2x$ —Гибрид $2x$; II—„Грузия“ $2x \times$ Зариф-тут $4x$ —Гибрид $3x$; III—„Грузия“ $4x \times$ Зариф-тут $2x$ —гибрид $3x$; IV—„Грузия“ $4x \times$ Зариф-тут $4x$ —гибрид $4x$

Полиплоидия и гетерозис способствуют изменению морфологии листовой пластинки и ее структуры, что наглядно видно из таблицы и рис. 2. Как и следовало ожидать, в трех комбинациях скрещивания (1, 3 и 4) по цвету и морфологии листа доминировали материнские признаки сорта „Грузия“, особо яркое проявление их наблюдалось у гибрида 3. Гибрид 2 имел преимущественно отцовские признаки сорта Зариф-тут $4x$. Следует отметить сохранение всеми гибридами короткого, узкого, часто внезапно заостренного зубца на вершине листа, характерного для материнской формы и сорта.

Из таблицы видно, что межвидовая гибридизация ведет к увеличению размеров листа и отдельных его гистологических элементов.

Так, уже диплоидный гибрид 1 имеет больший лист, чем исходные сорта. Весьма примечательным является то, что по толщине листа гибрид наследует материнский признак и не уменьшает ее, в то время, как процент хлоренхимной части увеличивается за счет утоньшения кутикулы верхнего и нижнего эпидермиса. Указанное полнее проявляется при соединении явления гетерозиса с полиплоидией, ибо гибридизация с целью получения триплоидного потомства—гибрид 2 и 3, ведет к еще большему увеличению листовой пластинки как за счет удлинения, так и расширения ее, что указывает на влияние добавочных геномов, так как отличительным признаком полиплоидных форм является сокращение индекса длины листа к его ширине, достигая максимума при амфидиплоидии—гибрид 4 с шириной листа $23,0 \pm 0,24$ см и длиной $21,9 \pm 0,24$ см.

Межвидовая гибридизация разноплоидных сортов и форм шелковицы, наряду с изменением величины и формы, вызывает различия между гибридами по краю и основанию листовой пластинки, цвету и жилкованию (рис. 2).

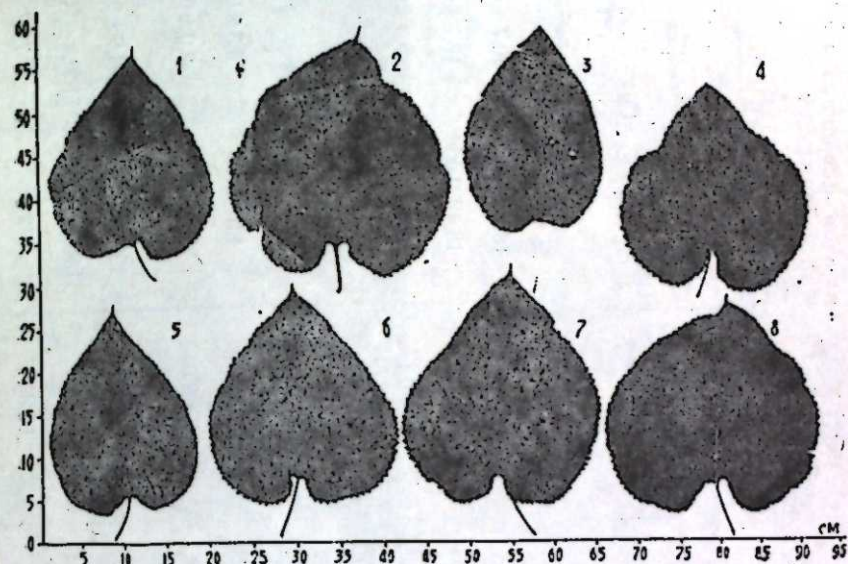


Рис. 2. Лист исходных сортов, форм и полученных гибридов: 1—„Грузия“— $2x$; 2—„Грузия“— $4x$; 3—Зариф-тут $2x$; 4—Зариф-тут $4x$; 5—„Грузия“ $2x \times$ Зариф-тут $2x$; 6—„Грузия“ $2x \times$ Зариф-тут $4x$; 7—„Грузия“ $4x \times$ Зариф-тут $2x$; 8—„Грузия“ $4x \times$ Зариф-тут $4x$

Данные анатомических исследований показывают, что лист шелковицы сортов и форм „Грузия“, Зариф-тут и их гибридов имеет дорзовентральное строение (рис. 3), сверху и снизу покрыт слоем кутикулы. Клетки верхнего эпидермиса крупные, по ширине одной эпидермальной клетки располагается 3—6 клеток однослойной, реже двухслойной полисадной паренхимы. Губчатая паренхима 4—5-слойная. Хлоренхима содержит друзы. Разница в структуре строения листа между отдельными сортами, формами и гибридами, проявляется лишь в величине отдельных гистологических элементов листа.

Наибольшую толщину верхнего кутикулярного слоя имеют материнские формы „Грузия“ $4x$ и $2x$, отцовская форма Зариф-тут $2x$ и $4x$ —наименьшую. Гибриды имеют промежуточную величину толщины кутикулы.

Аналогичную картину наблюдаем и по толщине кутикулы нижнего эпидермиса, причем увеличение плоидности у сорта „Грузия“ не способствовало увеличению толщины нижней кутикулы и даже умень-

Величина листа и гистологических элементов исходного и семенного потомства сорта "Грузия" и Зариф-тут

Изученные показатели	Сорта и формы						Среднее значение	
	Исходные			Семенное потомство				
	"Грузия" 2x	"Грузия" 4x	Зариф-тут 2x	Зариф-тут 4x	Грузия 2xXЗариф-тут 4x	Грузия 4xXЗариф-тут 2x		Грузия 4xXЗариф-тут 4x
Величина листа, см								
Длина	19,7±0,13	19,8±0,21	19,5±1,2	18,6±0,22	20,7±0,24	20,1±0,07	20,9±0,22	21,9±0,24
Ширина	18,8±0,32	19,9±0,03	17,2±0,13	18,4±0,05	18,7±0,23	20,3±0,42	21,5±0,24	23,0±0,27
Длина черешка	4,7±0,32	5,8±0,12	6,0±0,14	6,3±0,08	5,3±0,07	6,3±0,2	6,4±0,02	6,2±0,09
Величина гистологических элементов, мкс								
Толщина кутикулы эпидермиса	5,6±0,03	6,4±0,06	4,5±0,06	4,5±0,09	5,3±0,29	5,5±0,16	5,1±0,04	5,5±0,03
верхнего	2,3±0,06	2,3±0,04	2,3±0,01	1,2±0,01	2,0±0,05	1,7±0,05	1,9±0,05	2,01±0,02
нижнего	123,0±0,76	144,1±0,4	90,0±0,64	108,8±0,78	124,9±0,54	133,3±0,26	140,4±1,43	142,4±1,6
Общая толщина хлоренхимы	165,6±0,62	184,1±1,22	133,7±1,1	150,4±2,01	165,0±1,35	175,5±0,54	182,8±1,4	183,2±3,72
Общая толщина листа	74,3	78,3	67,3	72,3	75,7	75,9	76,8	77,7
Процент хлоренхимы								

шило ее у формы Зариф-тут 4x в два по сравнению с диплоидом. Гибриды имеют меньшую толщину кутикулы нижнего эпидермиса, чем родители, причем наименьшая у триплоидных гибридов. Следует подчеркнуть, что наличие добавочных генов родительских форм у амфидиплоидного гибрида не повлияло на утолщение нижней кутикулы.

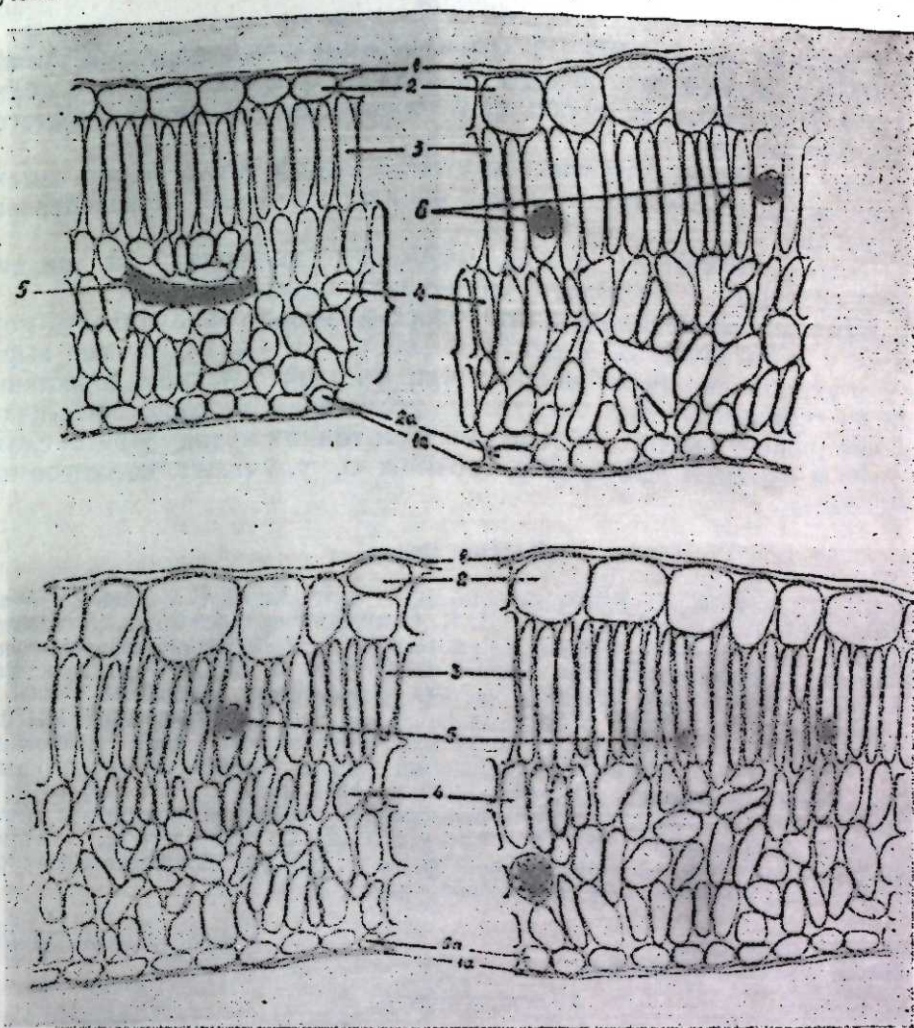


Рис. 3. Анатомическое строение листьев. Верхний ряд: гибрид 1 и гибрид 2. Нижний ряд: гибрид 3 и гибрид 4: 1—кутикула верхнего эпидермиса; 1a—кутикула нижнего эпидермиса; 2—верхний эпидермис; 2a—нижний эпидермис; 3—палисадная паренхима; 4—губчатая паренхима; 5—трахеиды (верхний ряд); 5—дрезы (нижний ряд); 6—дрезы (верхний ряд).

Толщина листа и хлоренхимы зависит как от плоидности, так, по-видимому, преимущественное влияние оказывают и материнские гены, потомство имеет общую толщину листа и хлоренхимы, близкую к материнской.

Таким образом, несмотря на большую толщину листа у полученных гибридов, что связано, возможно с доминантностью материнских генов по этому признаку, лист покрыт очень тонким слоем кутикулы, что указывает на связь данного признака с отцовскими генами.

Выход флоренхимы весьма высокий у гибридов, выше, чем у родительских форм, исключение составляет "Грузия" 4x.

Особенно следует отметить амфидиплоид, который превосходит по морфолого-анатомическим показателям полученные гибриды.

Большой выход хлоренхимной части при общем увеличении листа и утоньшении кутикулярных прослоек, а также укрупнение величины листовой пластинки у межвидовых разноплоидных гибридов, ясно указывает на целесообразность применения в селекции шелковицы методов гетерозиса в сочетании с полиплоидией.

Выводы

1. Создание тетраплоидных форм разновидовых сортов „Грузия“ и Зариф-тут позволили, сочетая межвидовую гибридизацию с полиплоидией шелковицы, получить семенное потомство четырех категорий по плоидности.

2. Лист шелковицы сортов „Грузия“ и Зариф-тут, а также семенного потомства на различном уровне плоидности имеет дорзовентральное строение.

3. Геном шелковицы $x=14$ хромосом включает 13 мелких округло-овальных и 1 крупную двуплечую хромосому.

4. Явление полиплоидии и гетерозиса вызывает изменчивость морфологии и анатомической структуры листа, что находит свое выражение в укрупнении листовой пластинки и количественном нарастании размеров гистологических элементов: утолщение листовой пластинки, большой процент выхода хлоренхимы при тонких кутикулярных слоях верхнего и нижнего эпидермиса, возможно, улучшает кормовое качество листа.

Литература

1. Абдуллаев И. К. Высококачественный сорт Зариф-тут. „Соц. с/х Азербайджана“, № 5, 1960.
2. Абдуллаев И. К. Полиплоидия в селекции шелковицы. „ДАН Азерб. ССР“, № 10, 1963.
3. Баранов П. А. К методике количественно-анатомического изучения растений. „Бюлл. САГУ“, № 4, 1924.
4. Гребинская М. И. Сортоотличительные признаки листьев шелковицы. „Шелк“, № 3, 1968.
5. Джапаридзе Г. К. Новый сорт шелковицы „Грузия“. Труды Тбил. НИИШ, т. 2, 1955.
6. Джафаров Н. А. Получение полиплоидных форм шелковицы. „Шелк“, № 1, 1966.
7. Раджабли С. И. Новый вариант ускоренного метода исследования хромосом шелковицы. „Цитология“, т. 5, № 1, 1963.
8. Раджабли Е. П. Экспериментальная полиплоидия и ее использование в селекции шелковицы. Автореф. канд. дисс. Новосибирск, 1967.
9. Тутаюк В. Х., Тагиева Л. А. Анатомические исследования листьев тетраплоидных форм шелковицы, полученных от сорта Зариф-тут. „Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук“, № 3, 1968.

Институт шелководства
Институт генетики и селекции

Поступило 22. XI 1976

Н. А. Чэфаров, О. Р. Элекберова, Л. В. Турчанинова, Л. Э. Тагыјева НОВАРАСЫ ПОЛИПЛОИД ЧЭКИЛ ГИБРИДЛЭРИНИН ЈАРПАГЛАРЫНЫН МОРФОЛОЖИ-АНАТОМИК ХУСУСИЈЭТЛЭРИ

Мәгаләдә „Грузија“ (M. Kagayamae) вә Зәриф-тут (M. alba) диплоид сортлары илә онларын тетраплоид формалары арасында апарылан новарасы гибридиләшдирмәдән алынмыш дөрд гибриди (диплоид, триплоид—дүзүнә вә әксинә, тетраплоид) формаларынын вә онларын валидејиләринин јарпагларынын морфоложи-анатомик хусусијәтләринин өјрәнилмәси һаггында мәлумат верилмишидир.

Кәстәрилмишидир ки, плоидлијин вә һетерозислијин (гибрид гүввәсинин) тәсири нәтижәсиндә алынмыш гибриди нәслин јарпагынын анатомик-морфоложи гурулушунда мүәјјән дәјишкәнлик әмәлә кәлир ки, бу да јарпагы вә онун һистоложи элементләринин бөјүмәсиндә өзүнү әкс етдирир. Белә ки, јарпаг ајасы бөјүјүр вә галынашыр, хлоренхиманын (јарпагын әтли һиссәсинин) фанзи артыр, анчаг үст вә алт эпидермисин кутикүла гаты артмыр вә бәзи һалларда әксинә азалыр ки, бу да јарпагын јемлик кејфијәтинин јахшылашмасына тәсир едә биләр.

Чәкилин новарасы гибридиләшдирилмәсин илә полиплоидијанын бир јердә ујғунлашдырылмасы бир чох нәзәри мәсәләләрин һәллиндә кәләчәк үчүн кениш јол ачар, јүксәк кејфијәтли сортларын јарадылмасында бөјүк әһәмијәт кәсб едир.

N. A. Gafarov, O. R. Alekberova, L. V. Turganina, L. A. Tagieva

THE MORPHOLOGY-ANATOMIC PECULIARITIES OF LEAVES INTERSPECIFIC POLYPLOID HYBRIDS OF MULBERRY

The morphology-anatomic peculiarities of leaves of interspecific hybrids of „Gruziya“ and „Zarif-tut“ sorts and their tetraploid forms are investigated in the article.

It is determined that, the appearance of polyploid and heterosis cause the structure of leaves to change anatomically and morphologically.

АРХЕОЛОГИЯ

И. Р. СЕЛИМХАНОВ, Г. П. КЕСАМАНЛЫ

НОВЕЙШИЕ АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ ОЛОВЯННЫХ ПРЕДМЕТОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

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

Вопрос об установлении происхождения олова, входящего в состав древней бронзы многих регионов, в том числе и в Азербайджане, продолжает дебатироваться. Более ранними исследованиями, проведенными в Азербайджане, было категорически опровергнуто утверждение о якобы существовавших на территории Закавказья и на всем Кавказе каких-либо промышленных разработок оловянных месторождений [1]. Высказывалось убеждение об отсутствии оловянных месторождений в Иране и Турции [2].

Для исследований происхождения древнейшего олова в регионах, где отсутствуют его месторождения, немалое значение имеют археологические находки оловянных предметов и их спектральный анализ. К сожалению, находки древних предметов из олова, даже в местах, где в эпоху бронзы процветала металлургия оловянной бронзы либо отсутствуют, либо же они слишком редки.

Зачастую древние предметы из олова, обнаруженные в археологических раскопках, оказываются с большими приплавками свинца, например, среди найденных в Армянской ССР на осушенной территории оз. Севан [3].

На территории Азербайджанской ССР пока найдены всего три предмета из олова [4], но лишь один из них без приплавки свинца [5], остальные же два имеют примеси свинца, в одном из них они значительные.

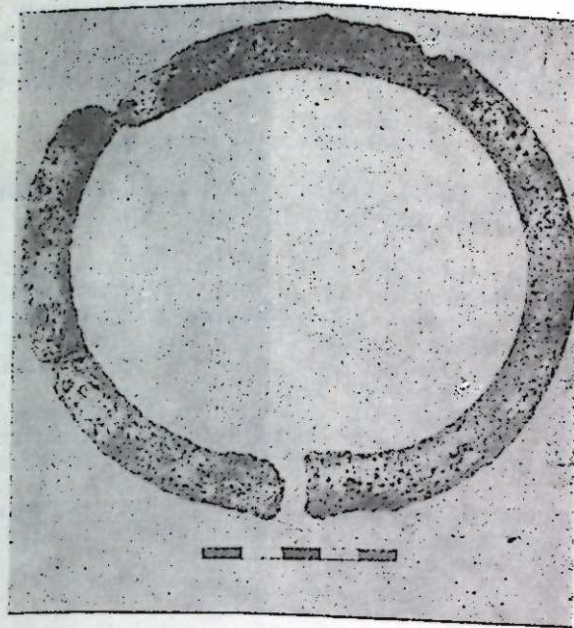
Исходя из отмеченного, немаловажное значение имеют найденные в 1971 г., а также в 1973 г. в с. Хачбулаг Дашкесанского района массивное кольцо и два фрагмента браслетов из олова. Они обнаружены археологом Г. П. Кесаманлы в двух курганных погребениях, разрушенных при строительных работах. Погребения эти относятся к эпохе поздней бронзы и начала железа.

Металл всех трех предметов оказался в хорошей сохранности, но на "кольце" имелись механически нанесенные повреждения, видимо, при строительных работах, связанных с сношением холма.

Результаты количественного спектрального анализа отобранных проб металла показывают, что они из одного и того же олова высо-

кой чистоты; в нем присутствуют лишь малые примеси некоторых характерных металлов — цинка, висмута, никеля, железа.

Обнаружение оловянных предметов в составе древнего погребального инвентаря, представляет безусловный интерес, т. к. олово в эпоху бронзы ценилось высоко, оно привозилось в Азербайджан из далеких ятран, в результате установившихся тогда торговых связей.



Массивное оловянное кольцо из Хачбулага.

Дальнейшее накопление находок древних оловянных предметов и их спектральный анализ, наряду с другими данными может оказаться важным для исследований в направлении установления стран, которые имели торговлю оловом с Азербайджаном в древности и также имеет научное значение.

Далее приводятся результаты спектрального анализа предметов из Хачбулага.

	Олово	Цинк	Висмут	Никель	Железо
Массивное кольцо	Основа	0,1	0,002	0,002	0,1
Фрагмент браслета		0,15	0,006	0,002	0,1
Фрагмент браслета		0,1	0,01	0,002	0,1

Литература

1. Кашкай М. А., Селимханов И. Р. Из истории древней металлургии Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1973.
2. Wertime T. A., Man's First Encounters with Metallurgy, Science, vol. 146, No 3649, 1964.
3. Мнацаканян А., Селимханов И. Исследование некоторых оловянных предметов, найденных в Армении. "Историко-филологич. жур." Изд-во АН Арм. ССР. Ереван, 1971.
4. Асланов Г. М., Вандов Р. М., Ионе Г. И. Древний Мингечаур. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1959.
5. Селимханов И. Р. Разгаданные секреты древней бронзы. Изд-во "Наука". М., 1970.

Институт истории

Поступило 5, V 1976

И. Р. Сәлимханов, Г. П. Кәсәмәли

**АЗӘРБАЈЧАНДА ЈЕНИ ТАПЫЛМЫШ ГАЛАЈ ӘШЈАЛАР ВӘ ОНЛАРЫН
АНАЛИЗИНИН НӘТИЧӘЛӘРИ**

Азәрбајчан ССР Дашкәсән рајонунун Хачбулаг кәнди әразисиндә тәсәррүфат ишләри заманы дағдылмыш курган типли гәбирләрдән галај әшјалар—биләрзини ики парчасы вә бир парча бојунбағы тапылмышдыр. Әшјалардан көтүрүлмүш нүмунәләрини спектрал кимјәви анализини нәтичәләри кәстәрмишдир ки, онлар чох аз мигдар дикәр метал гарышыгларындан ибарәт металлк галајдан һазырланмышдыр. Бу әшјаларын харичи формаларынын вә анализ нәтичәләрини тапылан дикәр гәдим галај әшјалар илә мүгајисәси елми чәһәтдән бөјүк әһәмијјәт кәсб едир.

I. R. Selimchanov, G. P. Kesamanly

**NEW ARCHAEOLOGICAL FINDS OF ANCIENT TIN OBJECTS IN
AZERBAIJAN SSR AND RESULTS OF THEIR SPECTRAL ANALYSIS**

Until 1971 only three tin objects on the territory of Azerbaijan SSR were found, one of tin with little admixtures of other elements, but others of tin-lead alloys.

In 1971 and 1973 G. P. Kesamanly carried out excavation work in the dolmens of village Khachbulakh of Dashkesan region and found three more tin objects—one massive bracelet and two fragments of unknown items. They all are belonging to the Late Bronze Age (2nd—1st millennium B. C.).

Spectral analysis of these objects carried out in the Laboratory of the Section of Archaeology and Ethnography of the Institute for History, has shown that all they were made from one metal-tin with very little admixtures of zinc, bismuth, nickel and iron.

Such finds of ancient tin objects in this region is very important for the study of problems connected with establishment, sources supplied tin for the bronze metallurgy of Transcaucasia where no tin deposits existed.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

Р. И. Әлиханова. Бир синиф квази-хәтти тәриликләр үчүн гарышыг мәсәлә 3

Мәјәләрини механикасы

К. С. Һагвердиев. Подшипникдә өзлүлү-пластик мәјәнини һәрәкәти һаггында 7

Физика

Р. Н. Мейтизадә. Елегазын азотла гарышыгында ионларын жүрәклији
М. Ә. Мейдијев. Тамм сәтһ сәвијјәләрини нәзәријјәсинә даир 14
19

Үзви кимја

Ч. С. Мейдијев, Р. Һ. Сәфәров, О. А. Нәриманбәјов.
Тотил радикалларынын реаксияјакирмә габилитәтини интерпретасиясы 22

Полимерләр физикасы

Ј. Ә. Видади, С. Х. Хәлилов, Б. Ш. Бархалов, К. Ш.
Кәчәрли, Ә. В. Рәһимов. Үзви јарымкечиричи поли- α -нафтолда мо-
нополјар инжексия чәрәјялары 26

Үзви кимја

М. М. Мөвсүмзадә, А. С. Қазымов, З. А. Сәфәрова,
М. А. Сејидов. α -дојмамаш кетоксидләрини оксидләшмәси 32

Палчыг вулканы

Ә. Ә. Јагубов, Б. В. Григорјантс, Ад. А. Әлијев, Н. С.
Кәстрјулли, Р. Р. Рәһманов. Чәнуби Гобустанын Ағноһур палчыг
вулканынын пүскүрмәсинә даир 35

Кеокимја

И. С. Гулијев, Ә. Ә. Фејзуллајев. Азәрбајчанын минерал су-
лары илә газларын чыхмасынын бәзи хусусијјәтләри һаггында 40

Стратиграфија

Ә. Н. Мусајев, Ш. Ә. Бабајев. Араз чајы дәрәсиндә Апт чөкүн-
түләрини јайылмасына даир 45

Ботаника

В. С. Новрузов. Бөјүк Гафгазын јүксәк дағлыгындан елм үчүн јени
шибјәләр 50

Битки селексијасы

Н. А. Чәфәров, О. Р. Әләкбәрова, Л. В. Турчанинова,
Л. Ә. Тағыјева. Нөварасы полиплоид чәкил һибридләрини јарпагларынын
морфоложи-анатомик хусусијјәтләри 53

Археолокија

И. Р. Сәлимханов, Г. П. Кәсәмәли. Азәрбајчанда јени та-
пылмыш галај әшјалар вә онларын анализини нәтичәләри 60

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Р. И. Алиханова. Краевые задачи для одного класса квазилинейных параболических уравнений 3

Механика жидкостей

К. С. Ахвердиев. О движении вязко-пластичной смазки в подшипнике 7

Физика

Р. И. Мехтизаде. Подвижность ионов в смесях азота с азотом 14
М. А. Мехтнев. К теории таммовских поверхностных уровней 19

Органическая химия

Д. С. Мехтнев, Р. Г. Сафаров, О. А. Нариманбеков. Интерпретация реакционной способности толильных радикалов (реакция Фиттига) 22

Физика полимеров

Ю. А. Видади, С. Х. Халилов, Б. Ш. Бархалов, К. Ш. Кочарли, А. В. Рагимов. Токи монополярной инжекции в органическом полупроводнике поли- α -нафтоле 26

Органическая химия

М. М. Мовсумзаде, А. С. Кязимов, З. А. Сафарова, М. А. Сендов. Эпоксидирование $\alpha\beta$ -ненасыщенных кетоокисей 32

Грязевой вулканизм

А. А. Якубов, Б. В. Григорьянц, Ад. А. Алиев, Н. С. Кастрюли, Р. Р. Рахманов. К извержению грязевого вулкана Агноур Южного Кобустана 35

Геохимия

И. С. Гулиев, А. А. Фейзуллаев. О некоторых особенностях газорудных минеральных водах Азербайджана 40

Стратиграфия

А. Н. Мусаев, Ш. А. Бабаев. О наличии аптекских отложений в ущелье реки Аракс (ЮВ часть Малого Кавказа) 45

Ботаника

В. С. Новрузов. О новых для науки лишайниках с высокогорий Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) 50

Селекция растений

Н. А. Джафаров, О. Р. Алекперова, Л. В. Турчаннова, Л. А. Тагиева. Морфолого-анатомические особенности листа межвидовых полиплоидных гибридов шелковицы 53

Археология

И. Р. Селимханов, Г. П. Кесаманлы. Новейшие археологические находки оловянных предметов в Азербайджане и результаты их спектрального анализа 60

Сдано в набор 9/II 1977 г. Подписано к печати 15/IV 1977 г. Формат бумаги 70x108^{1/16}. Бум. лист. 2,00. Печ. лист. 5,6. Уч.-изд. лист. 4,8. ФГ 06143. Заказ 71. Тираж 690. Цена 40 коп.

Типография „Красный Восток“ Государственного комитета Совета Министров Азербайджанской ССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 80. Издательство „Элм“ 370073. Баку-73, проспект Нариманова, 31. Академгородок, Главное здание.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ввиду небольшого объема статей выводы помещаются лишь в необходимых случаях.

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

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

15. Редакция выдает автору бесплатно 15 отдельных оттисков статьи.

