

П-168

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXX ЧИЛД

10

„ЕЛМ“ НƏШРИЈАТЫ
ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭЛМ“
БАКЫ—1974—БАКУ

ƏР ҮЧҮН ГАЈДАЛАР

емијасынын Мə'рузэлəри»ндə нəзəри вə тəчрүби тамамланмыш вə нələ дəрч едилмəмиш нəтичə-луиур.

бир нечə ајры-ајры мə'луматлар шəклинə салып-ки мə'луматлардан мəһрум мубаһисə характерли ишдирмэлəрсиз кəмəкчи тəчрүбэлəрин тəсвирил, тəсвири вə ичмал характерли ишлэр, тəвсијə сырф методик мəгалəлэр, нəбелə битки вə һеј-үчүн хусуси əһмијјэтə малик тапынтыларын тəс-едилмир.

элэр һəмин мə'луматларын даһа кениш шəкилдə үзəллифин һүгугуну элиндəи алмыр. дахил олаи мəгалəлэр јалныз ихтисас үзрə бир а редаксија һеј'əти тəрəфиндəи нəзəрдəи кечири-кох олмамаг шəртилə мəгалəлэр тəгдим едə билэр. асынын мұхбир үзвлəринин мəгалəлəри тəгдимат-

едир ки, мəгалəлəри тəгдим едэркəи онларын мұ-лə мəгалəнин јерлəшдирилчəји бөлмəнин адыны

дə 3 мəгалə дəрч етдирə билэр. ихил олмагла, мұзəллиф пəрəгинин дəрддə бирин-ја јазылмыш 6—7 сəһифə һəчминдə (10000 чап

индə хұласəси олмалыдыр; бундан башга, Азэр-ус дилиндə хұласə əлавə едилмəлидир. Рус ди-үчан дилиндə хұласəси олмалыдыр. инин јеринə јетирилдији елми идарəнин ады вə элидир.

гигат ишлəринин нəтичэлəринин дəрч олунмасы ичазəси олмалыдыр.

олмагла) вэрəгин бир үзүндə ики хəтт ара бу-мəли вə ики нүсхə тəгдим едилмəлидир. Дүстур-э бəјүк һəрфлəрин алтындан, кичиклəрин исə үс-лмəлидир; јунан элифбасы һəрфлəрини гырмазы

јјјат сəһифəнин ахырында чыхыш шəклиндə дејил. лијасына кəрə) мəгалəнин сонунда мəтидəки ис-јаһы үзрə верилмəлидир. Əдəбијјатын сијаһысы ир:

инлијасы вə инисналы, китабын бұтөв ады, чилдин иш:

мəгалəлэр үчүн: мұзəллифин фамилијасы вə ини-рлəрин) ады, чилд, бурахылыш, нəшр олундугу

фин фамилијасы вə инисналы, мəгалəнин ады, ыш), сəһифə кəстəрилмəлидир. р вə елми идарəлəрдə сахланан диссертасија-

лифин фамилијасы, мəгалəнин ады вə шəклин илмыш шəкилалты сөзлэр ајрыча вэрəгдə тəг-

асија олунмуш онминлик тəснифат үзрə мəга-атив журнал» үчүн реферат əлавə етмəлидир-

материалларда вə мəгалəнин мəтининдə бу вə ол вермəмəлидирлэр.

үчүн нəтичэлэр јалныз зэрур иалларда еилдикдə онларын дəрчедилмə ардычылы-

ида олараг, мұзəллифлэрə кəндəрилмир. Кор-з мəтбəэ сəһвлəринин дүзəлтмəк олар.

мəгалəнин 15 нүсхə ајрыча оттискини верир.

МƏ'РУЗЭЛƏР
ДОКЛАДЫ

ТОМ ХХХ ЧИЛД

10



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор). Ш. А. Азизбеков,
 Г. А. Алиев, В. Р. Волобуев,
 А. И. Гусейнов, М. А. Дадашзаде (зам. главного редактора),
 М. А. Кашкай, А. С. Сумбатзаде, М. А. Топчибашев, Т. Н. Шахтахтинский,
 Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

УДК 519.3

МАТЕМАТИКА

К. У. РЗАЕВ

ВАРИАЦИОННАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ОДНОГО ПОДКЛАССА
 НЕКВАДРАТИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛОВ В ПРОИЗВОЛЬНЫХ
 КОНЕЧНЫХ ОБЛАСТЯХ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР З. И. Халиловым)

В [1, 2] исследовалась вариационная задача для одного класса неквадратичных функционалов в регулярных областях (и типа регулярных). В настоящей статье речь идет о некотором подклассе указанного типа функционалов и изучается соответствующая вариационная задача в произвольных конечных областях.

1. Некоторые теоремы Л. Д. Кудрявцева. В математической литературе хорошо известно неравенство, связывающее норму функции, определенной в конечной области и обращающейся в нуль на границе области, с нормами ее частных производных, доказанное для областей с достаточно гладкой границей при некоторых условиях на звездность области и с граничными условиями в смысле сходимости в среднем [3, 4]. Отправным пунктом в данном случае является неравенство

$$\|u\|_{L_p(G)} \leq \delta \left\| \frac{\partial u}{\partial x_i} \right\|_{L_p(G)}, \quad (1)$$

доказанное Л. Д. Кудрявцевым [5, 6] для совершенно произвольной конечной области. Причем граничные значения понимаются в смысле "сходимости почти всюду".

Напомним здесь еще одну из теорем Л. Д. Кудрявцева [5].

Пусть R_n — n -мерное евклидово пространство и G — произвольная конечная область в пространстве R_n .

Для любого $i = 1, 2, \dots, n$ и любой точки $x \in \text{int} G$ пересечение G с прямой, проходящей через точку x и перпендикулярной к гиперплоскости $x_i = 0$, представляет собой не более чем счетную совокупность интервалов. Тогда указанные интервалы будем обозначать

$$(a_{k_x}^{(i)}, b_{k_x}^{(i)}), \quad k_x = 1, 2, \dots$$

© Издательство "Элм", 1974 г.

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

Пусть $1 < p < \infty$ и пусть в конечной области $G \subset R_n$ определена функция $u = u(x)$, имеющая в G обобщенную частную производную $\frac{\partial u}{\partial x_i}$ [3] такую, что

$$\left\| \frac{\partial u}{\partial x_i} \right\|_{L_p(G)} < \infty.$$

Тогда (теорема 1°, п. 1° [5]) функцию u так можно видоизменить на множестве меры нуль, что для почти всех $x \in n p_i G$ и всех $k_x = 1, 2, \dots$ существуют пределы

$$\lim_{x \rightarrow a_{k_x}^{(i)+0}} u(x) \text{ и } \lim_{x \rightarrow b_{k_x}^{(i)-0}} u(x), \quad x \in (a_{k_x}^{(i)}, b_{k_x}^{(i)}),$$

которые обозначим соответственно $u^+(a_{k_x}^{(i)})$ и $u^-(b_{k_x}^{(i)})$, при этом для почти всех $x \in n p_i G$ (в смысле $(n-1)$ -мерной меры) эти пределы не зависят от указанного видоизменения функции u на множестве меры нуль.

Определение 1. Совокупность всех $a_{k_x}^{(i)}$ (соответственно $b_{k_x}^{(i)}$) будем называть нижней (соответственно верхней) i -той полуграницей Γ_i области G . Граничные значения функции φ на Γ_i будем обозначать $\varphi|_{\Gamma_i}$.

В результате функция $\varphi \in W_p^1(G)$ порождает набор граничных функций $\{\varphi|_{\Gamma_i}, i = \overline{1, n}\}$.

Функционал и основные условия. Пусть G — произвольная конечная область. Рассмотрим функционал вида

$$I(\varphi) = \sum_{i=0}^{i=n} \sum_{\{m_i\}} \left(\int_G a_{i, m_i, p_i, m_i}(x) \cdot |\varphi_{x_i}|^{m_i} d\Omega \right)^{p_i, m_i} + \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{\{p_i\}} \left| \int_G f_{i, p_i}(x) \cdot \varphi_{x_i} d\Omega \right|^{p_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \int_G f_j(x) \cdot \varphi_{x_j} d\Omega, \quad (2)$$

где $\varphi_{x_i} = \varphi$, а φ_{x_i} ($i = \overline{1, n}$) — соответствующие обобщенные производные [3] также определены в G . Через $\{m_i\}$ обозначены наборы для фиксированных $i = \overline{0, n}$ любых чисел $1 < m_i \leq p$, $p > 1$. Если при этом $m_i \geq 2$, то $\{p_i, m_i\}$ — наборы любых чисел $p_i, m_i \geq 1$ для каждого $i = \overline{0, n}$ и m_i .

Если $m_i = \overline{m_i}$, где $1 < \overline{m_i} \leq 2$, то p_i, m_i представимо в виде

$$p_i, m_i = \frac{p_i, \overline{m_i}}{m_i - 1}, \text{ где } p_i, \overline{m_i} \geq 1; \{p_i\} \text{ — наборы любых чисел } p_i \geq 2 \text{ для}$$

фиксированных $i = \overline{0, n}$.

Предполагаем, что все коэффициенты

$$a_{i, m_i, p_i, m_i}(x) \geq 0.$$

При этом

$$a_{i, m_i, p_i, m_i} \in L_{\frac{p}{p-m_i}}(G).$$

Также предполагается

$$f_{i, p_i} \in L_{\frac{p}{p-1}}(G) \text{ и } f_i \in L_{\frac{p}{p-1}}(G).$$

3. Определение класса функций $M(\varphi)$. Положим

$$I(\varphi) = I(\varphi) - \sum_{i=0}^{i=n} \int_G f_i \varphi_{x_i} d\Omega.$$

Пусть G — указанная ранее произвольная конечная область в R_n и W — соответствующее пространство С. Л. Соболева $W_p^1(G)$ с метрикой (полугормей)

$$D = \sum_{i=1}^n \left(\int_G |\varphi_{x_i}|^p d\Omega \right)^{\frac{1}{p}}, \quad p > 1. \quad (3)$$

Определение 2. Через $M(\varphi)$ обозначим любое замкнутое в смысле метрики D (см. (3)) линейное многообразие в W , для функций φ которого выполняется условие

$$\bar{f}(I(\varphi)) \geq D(\varphi), \quad (4)$$

где

$$D(\varphi) = \sum_{i=1}^n \left(\int_G |\varphi_{x_i}|^p d\Omega \right)^{\frac{1}{p}}, \quad p > 1;$$

\bar{f} — неотрицательная, конечная на $(0, \infty)$, непрерывная в нуле функция, равная нулю в нуле удовлетворяющая неравенству

$$\bar{f}(x) \leq \left(\frac{x+K}{C} \right)^p, \quad (5)$$

где K и C — некоторые const > 0 .

Реализацией таких функционалов может служить класс функционалов вида (2), удовлетворяющих условию

$$\sum_{i=0}^{i=n} \sum_{\{m_i\}} \int_G a_{i, m_i, p_i, m_i} |\varphi_{x_i}|^{m_i} d\Omega \geq \kappa \cdot D(\varphi);$$

$$\kappa > 0, \varphi \in W, (m_i) \subset \{m_i\}, (p_i, m_i) \subset \{p_i, m_i\}.$$

Вторым примером может служить функционал (2) с условием

$$I(\varphi) \geq \kappa \cdot D_1(\varphi), \quad \kappa > 0, \varphi \in W,$$

где

$$D_1(\varphi) = \sum_{i=1}^n \left(\int_G |\varphi_{x_i}|^p d\Omega \right)^{p_i}, \quad 1 < p < \infty; p_i \geq 1.$$

Можно показать, что для этих классов функционалов (2) выполняются (4) и (5) и общим для них будет класс функционалов (2) вида

$$I_1(\varphi) = \sum_{i=1}^n \left(\int_G a_i(x) \cdot |\varphi_{x_i}|^p d\Omega \right)^{p_i} + I(\varphi),$$

где $a_i(x) > \varepsilon$, $\varepsilon > 0$ — некоторое произвольно заданное число, $p_i \geq 1$. Очевидно, что для этого общего класса функционалов $M(\varphi) = W$.

3. Краевые условия. Здесь при постановке вариационной задачи граничные условия будут определяться в смысле Л. Д. Кудрявцева, указанном в определении 1°. Возьмем на заданной произвольной области G функцию $\Phi \in M(\varphi)$. Тогда по определению $\Phi \in W_p^1(G)$ и функция Φ порождает определенный набор граничных значений $\{\Phi|_{\Gamma_i}, i = \overline{1, n}\}^*$, определенных для каждого i и Γ_i . Этот набор граничных

* При постановке вариационной задачи достаточно задать граничное значение $\Phi|_{\Gamma_i}$ только для одного i . Произвольное число остальных граничных условий может быть здесь отброшено.

условий и принимаем за краевые условия данной вариационной задачи. Множество функций $\varphi \in M(\varphi)$, имеющих тот же набор граничных функций в указанном смысле, что и функция Φ , обозначим через $M = M(G, \Phi)$. Если $\Phi \equiv 0$, то будем обозначать $M_0 = M(G, 0)$.

4. Вариационная задача 1. В классе функций $M = M(G, \Phi) \subset M(\varphi)$ требуется найти такую функцию u , которая давала бы минимум функционалу \hat{I} :

$$\min \hat{I}(\varphi) = \hat{I}(u), \varphi \in M.$$

Теорема 1. Вариационная задача 1 имеет смысл, т. е. существует нижняя граница для функционала \hat{I} в классе рассматриваемых функций.

Оценивая неположительную часть функционала (2) $\sum_{i=1}^n \int_G f_i \varphi_{x_i}^2 d\Omega$

и применяя теоремы 1° п. 1° - 2° из [5], получим утверждение теоремы.

Теорема 2. Вариационная задача 1 разрешима, т. е. существует функция $u \in M(G, \Phi) \subset M(\varphi)$, для которой

$$\min \hat{I}(\varphi) = \hat{I}(u), \varphi \in M.$$

Доказательство. Обозначим через $\{u_\mu\}$ минимизирующую последовательность для функционала $\hat{I}(\varphi)$ в классе $M = M(G, \Phi)$. Следуя В. И. Кондрашову и применяя обобщенное неравенство [4] и неравенства Кларксона [3] по обычной вариационной схеме, получим $\hat{I}\left(\frac{u_\mu - u_\nu}{2}\right) \rightarrow 0, \mu, \nu \rightarrow \infty$. Так как $u_\mu - u_\nu \in M_0$, то применимо неравенство (1) (теорема 1°, п. 2° из [5]) и, следовательно, цепочка неравенств

$$\left\| \frac{u_\mu - u_\nu}{2} \right\|_{L_p(G)}^p \leq C_1 \cdot D \left(\frac{u_\mu - u_\nu}{2} \right) \leq C_1 \cdot \hat{I} \left(\frac{u_\mu - u_\nu}{2} \right).$$

Далее убеждаемся, что $\hat{I}(u)$ имеет смысл и

$$\lim \hat{I}(u_\mu) = \hat{I}(u), \mu \rightarrow \infty.$$

Это будет следовать, например, из неравенств вида

$$\left| \left\| \sqrt[|m_i|]{a_{i,m_i,p_i,m_i}} (u_\mu)_{x_i} \right\|_{L_{m_i}(G)} - \left\| \sqrt[|m_i|]{a_{i,m_i,p_i,m_i}} u_{x_i} \right\|_{L_{m_i}(G)} \right| \leq \left\| \sqrt[|m_i|]{a_{i,m_i,p_i,m_i}} [(u_\mu)_{x_i} - u_{x_i}] \right\|_{L_{m_i}(G)}.$$

Пользуясь теоремой 2° из [5], убедимся также в удовлетворении решения u краевым условиям, т. е.

$$u \in M(G, \Phi) \subset M(\varphi).$$

Теорема 3. Вариационная задача 1 имеет единственное решение. Единственность решения вариационной задачи 1 доказывается обычным методом, с использованием неравенств (1) и (4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Рзаев К. У. ДАН Азерб. ССР, 1970, № 8. 2. Рзаев К. У. Изв. АН Азерб. ССР, 1970, № 3. 3. Соколов С. Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. Новосибирск, Изд-во Сиб. отд. АН СССР, 1962. 4. Кондрашов В. И. ДАН СССР, 1965, № 6. 5. Кудрявцев Л. Д. Научные

доклады высшей школы. 1959, № 3: 6. Кудрявцев Л. Д. Прямые и обратные теоремы вложения и приложение к решению вариационным методом эллиптических уравнений. Тр. матем. ин-та им. В. А. Стеклова, т. 55.

Институт математики
и механики

Поступило 6. VI 1973

К. У. Рзаев

Ихтијари сонлу областларда бир алт синиф квадратик олмајан функционаллар үчүн вариасија мәсәләси

ХУЛАСӘ

Бу мәгаләдә квадратик олмајан

$$\hat{I}(\varphi) = \sum_{i=0}^{i=n} \sum_{\substack{\{m_i\} \\ \{p_i, m_i\}}} \left(\int_G a_{i,m_i,p_i,m_i}(x) \cdot |\varphi_{x_i}|^{m_i} d\Omega \right)^{p_i, m_i} + \dots$$

шәклиндә функционал үчүн сонлу ихтијары областларында вариасија мәсәләси гојулур вә һәлл олунур

К. У. Rzaev

Variational problem for one subclass of non-quadratic functionals in arbitrary finite regions

SUMMARY

The variational problem for non-quadratic functional \hat{I} is:

$$\hat{I}(\varphi) = \sum_{i=0}^{i=n} \sum_{\substack{\{m_i\} \\ \{p_i, m_i\}}} \left(\int_G a_{i,m_i,p_i,m_i}(x) \cdot |\varphi_{x_i}|^{m_i} d\Omega \right)^{p_i, m_i} + \dots$$

in arbitrary finite regions G is set up and solved. The existence and solution uniqueness of the denoted variational problem is determined.

УДК 519. 21

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

СЛУЧАЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ СИСТЕМЫ ЧАСТИЦ НА КОЛЬЦЕ

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

В [1] дано описание упрощенной модели движения транспортных единиц без обгона. Цель настоящей работы заключается в обобщении результатов [1] на случай замкнутой траектории, в частности на случай движения по кольцу.

Описание модели. Рассмотрим кольцо, на котором имеется n неподвижных точек. Расстояние между точками равно d . Рассматриваются частицы, блуждающие по кольцу, причем движение происходит в дискретные моменты времени. Введем обозначения:

$\xi_{i,t}$ — координата частицы i в момент времени t ,
 d, h — некоторые положительные числа,
 $\rho_{i,t} = \xi_{i+1,t} - \xi_{i,t}$,
 $\varepsilon_{i,t} = \xi_{i,t+h} - \xi_{i,t}$, $t \in T$,
 $T = \{0, h, 2h\}$.

В момент времени t частица либо прыгает вперед, либо стоит на месте.

Рассмотрим движение двух частиц. Пусть движение частиц подчинено закону:

$$\begin{aligned} p\{\varepsilon_{1,t} = d / \rho_{1,t} = kd\} &= r_k, \quad k = \overline{2, n-1}, \\ p\{\varepsilon_{1,t} = 0 / \rho_{1,t} = kd\} &= l_k, \quad k = \overline{2, n-1}, \quad r_k + l_k = 1 \\ p\{\varepsilon_{1,t} = 0 / \rho_{1,t} = d, \varepsilon_{2,t} = d\} &= l_1, \\ p\{\varepsilon_{1,t} = d / \rho_{1,t} = d, \varepsilon_{2,t} = d\} &= r_1, \\ p\{\varepsilon_{1,t} = 0 / \rho_{1,t} = d, \varepsilon_{2,t} = 0\} &= 0, \\ p\{\varepsilon_{1,t} = 0 / \rho_{1,t} = d, \varepsilon_{2,t} = 0\} &= 1, \\ p\{\varepsilon_{1,t} = 0, \varepsilon_{2,t} = 0 / \rho_{1,t} = d\} &= l_{n-1}, \\ p\{\varepsilon_{1,t} = d, \varepsilon_{2,t} = d, \rho_{1,t} = d\} &= r_1 r_{n-1}, \\ p\{\varepsilon_{1,t} = 0, \varepsilon_{2,t} = d / \rho_{1,t} = d\} &= l_1 r_{n-1}, \\ p\{\varepsilon_{1,t} = d, \varepsilon_{2,t} = 0 / \rho_{1,t} = d\} &= 0, \\ \rho_{1,t} &= \xi_{2,t} - \xi_{1,t}, \\ \rho_{1,t} + \rho_{2,t} &= n; \end{aligned} \quad (1)$$

где $\rho_{i,t}$ — расстояние от частицы i до частицы $i+1$ вперед по направлению движения. Частицы движутся в одном направлении:

$$\begin{aligned} p\{\varepsilon_{2,t} = d / \rho_{1,t} = (n-k)d\} &= r_k, \quad k = \overline{2, n-1}, \\ p\{\varepsilon_{2,t} = 0 / \rho_{1,t} = (n-k)d\} &= l_k, \quad k = \overline{2, n-1}, \\ p\{\varepsilon_{2,t} = d / \rho_{1,t} = (n-1)d, \varepsilon_{1,t} = d\} &= r_1, \\ p\{\varepsilon_{2,t} = 0 / \rho_{1,t} = (n-1)d, \varepsilon_{1,t} = d\} &= l_1, \\ p\{\varepsilon_{2,t} = 0 / \rho_{1,t} = (n-1)d, \varepsilon_{1,t} = 0\} &= 1, \\ p\{\varepsilon_{2,t} = d / \rho_{1,t} = (n-1)d, \varepsilon_{1,t} = 0\} &= 0. \end{aligned}$$

Предполагается, что $0 < r_k < 1$.

Таким образом, наша модель есть эргодическая цепь Маркова с 2^n числом состояний. Назовем стационарным режимом такой, когда распределение $\rho_{i,t}$ не зависит от t . Так как имеем эргодическую цепь Маркова с конечным числом состояний, то существует стационарный режим:

$$p\{\rho_{i,t} = kd\} = a_k, \quad \sum_{k=1}^{n-1} a_k = 1.$$

В силу (1) и (1') имеем:

$$\begin{aligned} a_1 &= a_2 \cdot l_{n-2} r_2 + a_1 (r_{n-1} r_1 + l_{n-1}), \\ a_k &= a_{k+1} \cdot l_{n-k-1} r_{k+1} + a_k (r_{n-k} r_k + l_{n-k} l_k) + a_{k-1} r_{n-k+1} l_{k-1}, \\ a_{n-1} &= a_{n-2} r_2 \cdot l_{n-2} + a_{n-1} (r_1 r_{n-1} + l_{n-1}). \end{aligned} \quad (2)$$

Введем

$$A_k = \frac{r_{n-k+1} \dots r_{n-1} \cdot l_1 \dots l_{k-1}}{l_{n-k} \dots l_{n-2} \cdot r_2 \dots r_k}; \quad A_1 = 1,$$

$Q_k = \frac{A_k}{\sum_{j=1}^{n-1} A_j}$ — решение (2).

Заметим, что $A_k = A_{n-k}$ (доказательство методом индукций).

Из выражения (2) получаем рекуррентную формулу для a_k :

$$a_{k+1} \cdot l_{n-k-1} r_{k+1} = a_k \cdot r_{n-k} l_k, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} p\{\varepsilon_{1,t} = d\} &= \sum_{k=2}^{n-1} p\{\varepsilon_{1,t} = d, \rho_{1,t} = kd\} + p\{\varepsilon_{1,t} = d, \rho_{1,t} = d, \varepsilon_{1,t} = d\} = \\ &= \sum_{k=2}^{n-1} r_k \cdot a_k + r_1 \cdot a_1 \cdot r_{n-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для $p\{\varepsilon_{2,t} = d\}$ получим аналогичное выражение.

Обозначим

$$p = \sum_{k=2}^{n-1} r_k \cdot a_k + r_1 \cdot a_1 \cdot r_{n-1}, \quad q = 1 - p,$$

Все полученные результаты относятся к стационарному режиму.

Теорема. $p\{\varepsilon_{1,t+1} = \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{1,t+nh} = \varepsilon_n\} = p^n q^{n-1}$; $\varepsilon_j = 0 \vee 1$, $\varepsilon_n^+ = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j$, $\varepsilon_n^- = n - \varepsilon_n^+$, то есть отдельно рассматриваемая частица совершает случайное блуждание.

Доказательство. Будем доказывать методом математической индукции. Обозначим $p\{\varepsilon_{1,t+1} = \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{1,t+mh} = \varepsilon_m\} = b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) = \sum_{k=1}^{n-1} p\{\varepsilon_{1,t+1} = \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{1,t+mh} = \varepsilon_m, \rho_{1,t+mh} = kd\}$. Для $m=1$ утвержде-

ние теоремы доказано в выражении (4). Пусть наше утверждение верно для m шагов, докажем его для $m+1$;

$$\begin{aligned}
 b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) &= \sum_{k=1}^{n-1} p\{\varepsilon_{1,t+1} = \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{1,t+m} = \varepsilon_m, \varepsilon_{1,t+m+1} = d, \\
 \rho_{1,t+m+1} = kd\} &= \sum_{k=1}^{n-1} p\{\varepsilon_{1,t+1} = \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{1,t+m} = \varepsilon_m, \varepsilon_{1,t+m+1} = d, \rho_{1,t+m} = \\
 &= kd, \varepsilon_{2,t+m+1} = d\} + \sum_{k=1}^{n-2} p\{\varepsilon_{1,t+1} = \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{1,t+m} = \varepsilon_m, \varepsilon_{1,t+m+1} = d, \\
 \rho_{1,t+m} = (k+1)d, \varepsilon_{2,t+m+1} = 0\} &= b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) \cdot \sum_{k=1}^{n-1} r_k \cdot a_k \cdot r_{n-k} + \\
 &+ b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) \cdot \sum_{k=1}^{n-2} r_{k+1} \cdot a_{k+1} \cdot l_{n-k-1} = b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) \times \\
 &\times \left[\sum_{k=2}^{n-1} r_k \cdot a_k + r_1 \cdot a_1 \cdot r_{n-1} \right] = b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) \cdot p.
 \end{aligned}$$

Проделав аналогичные выкладки для случая $\varepsilon_{1,t+m+1} = 0$, получим требуемое. Теорема доказана.

Рассмотрим нашу модель с тремя частицами:

$$\begin{aligned}
 p\{\varepsilon_{1,t} = d\} &= \sum_{k=2}^{n-2} p\{\varepsilon_{1,t} = d, \rho_{1,t} = kd\} + p\{\varepsilon_{1,t} = d, \rho_{1,t} = d, \varepsilon_{2,t} = d\} = \\
 &= \sum_{k=2}^{n-2} r_k \cdot a_k + r_1 \cdot a_1 \cdot \left(\sum_{k=2}^{n-2} r_k \cdot a_k + r_1 \cdot a_1 \cdot r_{n-2} \right). \quad (5)
 \end{aligned}$$

Аналогичное выражение получается для $p\{\varepsilon_{i,t} = d\}$, $i = \overline{1, 3}$. Предыдущая теорема имеет место и в этом случае.

Доказательство. Для $m=1$ доказано в (5).

Пусть утверждение верно для m , т. е.

$$b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) = p^{t+m} \cdot q^{t-m}.$$

Так как частицы и их движение идентичны, то будем вести доказательство для частицы с номером 1:

$$\begin{aligned}
 b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{m+1}) &= \sum_{k=1}^{n-2} p\{\varepsilon_{1,t+1} = \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{1,t+m} = \varepsilon_m, \varepsilon_{1,t+m+1} = d, \\
 \rho_{1,t+m+1} = kd\} &= \sum_{k=1}^{n-2} p\{\varepsilon_{1,t+1} = \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{1,t+m} = \varepsilon_m, \varepsilon_{1,t+m+1} = d, \rho_{1,t+m+1} = \\
 &= kd, \varepsilon_{2,t+m+1} = d\} + \sum_{k=1}^{n-3} p\{\varepsilon_{1,t+1} = \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{1,t+m} = \varepsilon_m, \varepsilon_{1,t+m+1} = d, \\
 \rho_{1,t+m} = (k+1)d, \varepsilon_{2,t+m+1} = 0\} &= \sum_{k=1}^{n-2} b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) \cdot r_k \cdot p\{\varepsilon_{2,t+m+1} = d, \\
 \rho_{1,t+m} = kd\} &+ \sum_{k=1}^{n-3} b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) \cdot r_{k+1} \cdot p\{\varepsilon_{2,t+m+1} = 0, \rho_{1,t+m} = kd\} = \\
 &= b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) \cdot \left[r_1 \cdot a_1 \cdot \left(\sum_{k=2}^{n-2} r_k \cdot a_k + r_1 \cdot a_1 \cdot r_{n-2} \right) + \sum_{k=2}^{n-2} r_k \cdot a_k \right] =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) \cdot \left[\sum_{k=2}^{n-2} r_k \cdot a_k + r_1 \cdot a_1 \cdot \sum_{k=2}^{n-2} r_k \cdot a_k + r_1 \cdot a_1 \cdot (r_1 \cdot a_1 \cdot r_{n-2}) \right] = \\
 &= b(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) \cdot p.
 \end{aligned}$$

Таким образом, частицы совершают случайное блуждание. Легко понять, что этот факт имеет место для случая S частиц, а вероятность скачка имеет вид:

$$\begin{aligned}
 p &= \sum_{k=2}^{n-s+1} r_k \cdot a_k + r_1 \cdot a_1 \cdot \sum_{k=2}^{n-s+1} r_k \cdot a_k + \dots + (r_1 \cdot a_1)^{s-2} \times \\
 &\times \sum_{k=2}^{n-s+1} r_k \cdot a_k + (r_1 \cdot a_1)^{s-1} \cdot r_{n-s+1}, \\
 p &= \frac{1 - (r_1 \cdot a_1)^{s-1}}{1 - r_1 \cdot a_1} \cdot \sum_{k=2}^{n-s+1} r_k \cdot a_k + (r_1 \cdot a_1)^{s-1} \cdot r_{n-s+1}.
 \end{aligned}$$

Факт о случайном блуждании имеет место для любого числа частиц, когда $S < n$.

В заключение автор выражает благодарность Беляеву Ю. К. за постановку задачи и постоянное внимание к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Ю. К. Об упрощенной модели движения без обгона. "Изв. АН СССР, технич. кибернетика", 1969, № 3. 2. Целе У. Обобщение модели движения без обгона. "Изв. АН СССР, технич. кибернетика", 1972, № 5.

Институт кибернетики

Поступило 30. X. 1973

А. Н. Бачыјев

Даирэ үзэриндэ хиссэчиклэр системинин тэсадүфи хэрэкэти

ХҮЛАСЭ

Мэгалэдэ даирэ үзэриндэ бир-бирилэ гарышылыгы мувазинэтдэ олан хиссэчиклэрин хэрэкэтинэ бахылы. Стационар режимдэ хиссэчиклэрин тэсадүфи жердэжишмэси глынмышдыр. Ики хиссэчик олан халда исэ онлар арасындакы месафэнин пайланма гануну ашкар шэкилдэ тапылмышдыр.

A. G. Gadgiev

Random the movement sistem of fractions on the circle

SUMMARY

Several fractions on the circle with arbitrary twin interaction but without ou-run are considered.

There was obtained result of random walk of fractions in stationary condition.

Formulas for the distribution of distance between fractions have been got in case of two fractions.

УДК 678:624,074:4.001

МЕХАНИКА

Р. Ю. АМЕНЗАДЕ

**ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДИНАМИКИ
СЛАБОИСКРИВЛЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК,
ЗАПОЛНЕННЫХ ДВИЖУЩЕЙСЯ ЖИДКОСТЬЮ**

(Представлено академиком АН СССР Ю. Н. Работновым)

Данная статья посвящена выводу основных уравнений потенциального движения идеальной несжимаемой жидкости и движения слабоискривленной тонкостенной круговой цилиндрической оболочки в соответствующим образом введенной криволинейной системе координат.

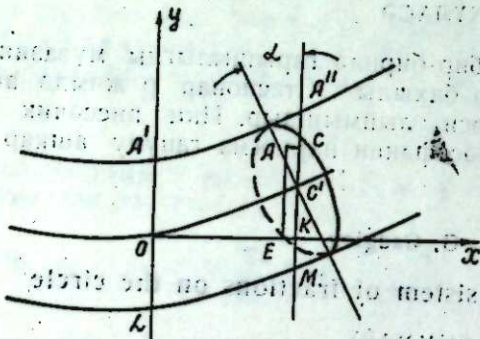


Рис. 1.

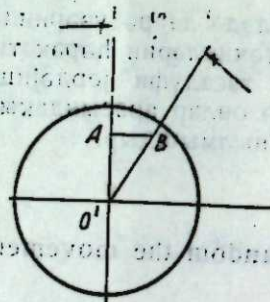


Рис. 2.

1. Рассмотрим искривленную тонкостенную круговую цилиндрическую оболочку (рис. 1). Обозначим через α угол между нормальным и вертикальным сечениями, а через φ — угол, отсчитываемый по дуге нормального сечения (рис. 2). Будем предполагать, что угол α достаточно мал ($\alpha \ll 1$), и в вычислениях будут учитываться только члены первого порядка малости относительно α . Выберем систему координат (ξ, φ, z) , где ось ξ направлена вдоль искривленной оси оболочки, а r — полярный радиус, ортогональность которой будет показана ниже. Имеют место следующие геометрические соотношения:

$$AB = z = r \sin \varphi, KC = y = O'C + KO'; O'C = O'A \cos \alpha; O'A \approx O'A = r \cos \varphi.$$

Обозначив $KO' = \tau$, получим

$$y = \tau + r \cos \varphi.$$

Ввиду незначительности искривления можно принять

$$A'A'' \approx OK \approx LM = \xi.$$

Тогда

$$x = OE = \xi - EK.$$

В свою очередь,

$$EK = AC = O'A \sin \alpha \approx \alpha \cdot O'A = \alpha \cdot r \cos \varphi.$$

Окончательно будем иметь

$$x = \xi - \alpha \cdot r \cos \varphi.$$

Таким образом, нами введена криволинейная система координат (ξ, φ, r) , связанная с декартовой (x, y, z) соотношениями

$$x = \xi - \alpha \cdot r \cos \varphi; y = \tau(\xi) + r \cos \varphi; z = r \sin \varphi. \quad (1)$$

Из рис. 1 имеем $\frac{dv}{d\xi} = \tau' \approx \sin \alpha \approx \alpha$, а $\tau'' \approx \alpha' \approx \frac{1}{R_0}$. В дальнейшем также будем предполагать, что изменение кривизны α' достаточно мало ($\alpha' \ll 1$).

Для линейного элемента

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 = [(1 - r\alpha' \cos \varphi)^2 + \alpha^2] d\xi^2 + [r^2(1 + \alpha^2 \cos^2 \varphi)] d\varphi^2 + [1 + (\alpha \cos \varphi)^2] dr^2 + [2(1 - r\alpha' \cos \varphi)\alpha \cos \varphi] d\xi dr + [-2\alpha^2 r \cos \varphi \sin \varphi] d\varphi dr + [2(1 - r\alpha' \cos \varphi)r\alpha \sin \varphi - 2r\alpha \sin \varphi] d\xi d\varphi.$$

Отсюда с выбранной степенью точности найдем

$$ds^2 = g_{11} d\xi^2 + g_{22} d\varphi^2 + g_{33} dr^2,$$

где

$$g_{11} = 1 - 2r\alpha' \cos \varphi; g_{22} = r^2; g_{33} = 1; g_{12} = g_{13} = g_{23} = 0. \quad (2)$$

Здесь g_{ij} — ковариантный метрический тензор.

Следовательно, с оговоренной выше точностью введенная нами криволинейная система координат ортогональна.

2. Вывод уравнения потенциального движения несжимаемой жидкости. Для потенциального движения несжимаемой жидкости имеют место соотношения

$$\tau_i = \nabla_i \Phi \quad (i = 1, 2, 3). \quad (3)$$

Здесь τ_i — ковариантные составляющие вектора скорости, ∇_i — оператор ковариантного дифференцирования, Φ — потенциал скорости (скалярная функция).

Ввиду этого

$$\nabla_i \Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial x^i}. \quad (4)$$

Так как наша система координат ортогональна, то

$$\tau_i = g_{ii} v^i, \quad (5)$$

где v^i — контрвариантная составляющая вектора скорости.

Учитывая (4) и (5) в соотношениях (3), будем иметь

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x^i} = g_{ii} v^i. \quad (6)$$

Здесь и в (5) суммирование по повторяющемуся индексу не производится.

Обозначим теперь через u_i физические проекции вектора скорости, тогда

$$c^i = \frac{u_i}{\sqrt{g_{ii}}} \quad (7)$$

Подставляя (7) в (6), получим

$$u^1 = \frac{1}{\sqrt{g_{11}}} \frac{\partial \Phi}{\partial x^1}$$

Приняв $1 = \xi$, $2 = \varphi$, $3 = r$, будем иметь:

$$u_\xi = \frac{1}{\sqrt{1 - 2ra' \cos \varphi}} \frac{\partial \Phi}{\partial \xi}; \quad (8)$$

$$u_\varphi = \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi}; \quad u_r = \frac{\partial \Phi}{\partial r}$$

Так как $|2ra' \cos \varphi| \ll 1$, то, разлагая в ряд величину $\frac{1}{\sqrt{1 - 2ra' \cos \varphi}}$, предыдущие соотношения (8) окончательно перепишем в виде:

$$u = (1 - ra' \cos \varphi) \frac{\partial \Phi}{\partial \xi}; \quad u_\varphi = \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi}; \quad u_r = \frac{\partial \Phi}{\partial r} \quad (9)$$

Учитывая метрику (2) и выражение оператора Лапласа в произвольной ортогональной системе координат [1], уравнение потенциального движения несжимаемой жидкости запишем в виде

$$\Delta \Phi = 0, \quad (10)$$

где оператор Лапласа в выбранной системе координат принимает вид:

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \varepsilon \left\{ [2rx(\xi) \cos \varphi] \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} + [rx'(\xi) \cos \varphi] \frac{\partial}{\partial \xi} + \left[\frac{1}{r} x(\xi) \sin \varphi \right] \frac{\partial}{\partial \varphi} - [x(\xi) \cos \varphi] \frac{\partial}{\partial r} \right\} \quad (11)$$

Здесь введено обозначение

$$a' = \varepsilon x(\xi), \quad (12)$$

где ε — малый параметр, а $x(\xi)$ — известная функция.

Предполагая, что скорости движения жидкости достаточно малы, давление будем определять по формуле Эйлера:

$$p = -\rho \frac{\partial \Phi}{\partial t} \quad (13)$$

Здесь ρ — плотность жидкости.

3. Вывод основных уравнений оболочки. Направим ξ вдоль образующей оболочки, а φ будем отсчитывать по дуге нормального сечения (рис. 3). Легко показать, что они являются главными линиями кривизны, для которых с выбранной точностью величины кривизны равны:

$$\kappa_1 = -a' \cos \varphi, \quad \kappa_2 = \frac{1}{a},$$

где a — радиус нормального сечения оболочки.

Учитывая, что в нашей метрике коэффициенты Ляме

$$H_1 = \sqrt{g_{11}} \approx 1 - a a' \cos \varphi,$$

$$H_2 = \sqrt{g_{22}} = a,$$

уравнения движения безмоментной теории оболочек, геометрические и физические соотношения [2] примут вид:

$$(1 + a a' \cos \varphi) \frac{\partial N_\xi}{\partial \xi} + \frac{1}{a} \frac{\partial N_{\xi\varphi}}{\partial \varphi} + 2 a' \sin \varphi N_{\xi\varphi} = 2 \rho^* h \frac{\partial^2 w_\xi}{\partial t^2},$$

$$\frac{1}{a} \frac{\partial N_\varphi}{\partial \varphi} + a' \sin \varphi (N_\varphi - N_\xi) + (1 + a x' \cos \varphi) \frac{\partial N_{\xi\varphi}}{\partial \xi} = 2 \rho^* a' \frac{\partial^2 w_\varphi}{\partial t^2}, \quad (14)$$

$$a' \cos \varphi N_\xi - \frac{1}{a} N_\varphi + p = 2 \rho^* h \frac{\partial^2 w_r}{\partial t^2},$$

$$\varepsilon_\xi = (1 + a a' \cos \varphi) \frac{\partial w_\xi}{\partial \xi} + w_\varphi a' \sin \varphi - w_r \cos \varphi,$$

$$\varepsilon_\varphi = \frac{1}{a} \frac{\partial w_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{w_r}{a}, \quad (15)$$

$$\varepsilon_{\xi\varphi} = (1 + a a' \cos \varphi) \frac{\partial w_\varphi}{\partial \xi} + \frac{1}{a} \frac{\partial w_\xi}{\partial \varphi} - w_\xi a' \sin \varphi,$$

$$N_\xi = \frac{2 E h}{1 - \nu^2} (\varepsilon_\xi + \nu \varepsilon_\varphi), \quad (16)$$

$$N_\varphi = \frac{2 E h}{1 - \nu^2} (\varepsilon_\varphi + \nu \varepsilon_\xi),$$

$$N_{\xi\varphi} = \frac{E h}{1 + \nu} \varepsilon_{\xi\varphi}.$$

Здесь E — модуль Юнга, h — половина толщины стенки оболочки, ν — коэффициент Пуассона, ρ^* — плотность материала оболочки, а p — гидродинамическое давление.

Выведенная система уравнений (14), (15), (16) в перемещениях примет вид:

$$\frac{\partial^2 w_\xi}{\partial \xi^2} + \frac{1 - \nu}{2 a^2} \frac{\partial^2 w_\xi}{\partial \varphi^2} + \frac{1 + \nu}{2 a} \frac{\partial^2 w_\varphi}{\partial \xi \partial \varphi} + \frac{\nu}{a} \frac{\partial w_r}{\partial \xi} + \varepsilon \left[2 a x \cos \varphi \frac{\partial^2 w_\xi}{\partial \xi^2} + \frac{1 + \nu}{2} x \cos \varphi \frac{\partial^2 w_\varphi}{\partial \xi \partial \varphi} + a x' \cos \varphi \frac{\partial w_\xi}{\partial \xi} + \frac{3 - \nu}{2} x \sin \varphi \frac{\partial w_\varphi}{\partial \xi} - (1 - \nu) x \cos \varphi \frac{\partial w_r}{\partial \xi} + \frac{1 - \nu}{2 a} x \sin \varphi \frac{\partial w_\xi}{\partial \varphi} + x' \sin \varphi w_\varphi - x' \cos \varphi \cdot w_r - \frac{1 - \nu}{2 a} x \cos \varphi \cdot w_\xi \right] = \frac{1 - \nu^2}{E} \rho^* \frac{\partial^2 w_\xi}{\partial t^2} \quad (17)$$

$$\frac{1}{a^2} \frac{\partial^2 w_\varphi}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{a^2} \frac{\partial w_r}{\partial \varphi} + \frac{1 - \nu}{2} \frac{\partial^2 w_\varphi}{\partial \xi^2} + \frac{1 + \nu}{2 a} \frac{\partial^2 w_\xi}{\partial \xi \partial \varphi} + \varepsilon \left[(1 - \nu) a x \cos \varphi \frac{\partial^2 w_\varphi}{\partial \xi^2} + \frac{1 + \nu}{2} x \cos \varphi \frac{\partial^2 w_\xi}{\partial \xi \partial \varphi} + \frac{1}{a} x \sin \varphi \frac{\partial w_\varphi}{\partial \varphi} - \frac{3 - \nu}{2} x \sin \varphi \frac{\partial w_\xi}{\partial \xi} - \frac{\nu}{a} x \cos \varphi \frac{\partial w_r}{\partial \varphi} + \frac{1 - \nu}{2} a x' \cos \varphi \frac{\partial w_\varphi}{\partial \xi} + \right]$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{\nu}{a} x \cos \varphi \omega_{\varphi} + \frac{1}{a} x \sin \varphi \omega_r - \frac{1-\nu}{2} x' \sin \varphi \omega_{\xi} \Big] = \frac{1-\nu^2}{E} \rho^* \frac{\partial^2 \omega_{\varphi}}{\partial t^2}; \\
 & - \frac{1}{a^2} \frac{\partial \omega_{\varphi}}{\partial \varphi} - \frac{1}{a^2} \omega_r - \frac{\nu}{a} \frac{\partial \omega_{\xi}}{\partial \xi} + \varepsilon \left[(1-\nu) x \cos \varphi \frac{\partial \omega_{\xi}}{\partial \xi} + \right. \\
 & \left. + \frac{\nu}{a} x \cos \varphi \frac{\partial \omega_{\varphi}}{\partial \varphi} + \frac{2\nu}{a} x \cos \varphi \omega_r - \frac{\nu}{a} \sin \varphi \omega_{\varphi} \right] + \frac{1-\nu^2}{2Eh} \rho = \\
 & = \frac{1-\nu^2}{E} \rho^* \frac{\partial^2 \omega_r}{\partial t^2},
 \end{aligned}$$

где ω_{ξ} , ω_{φ} и ω_r — физические проекции вектора перемещения точек оболочки.
Граничное условие на поверхности контакта оболочки и жидкости имеет вид

$$u_r|_{r=a} = \frac{\partial \omega_r}{\partial t} \quad (18)$$

Уравнения движения оболочки (17) и жидкости (10) и (13) с учетом условия (18) описывают динамическое поведение слабоискривленной оболочки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Седов Л. И. Механика сплошной среды, т. 1, 2. М. 1970. 2. Гольденвейзер А. Л. Теория упругих тонких оболочек. Гостехиздат, 1953.

АГУ и.м. С. М. Кирова

Поступило 15. III 1974

Р. Я. Эманзаде

Һәрəkət едән маје илэ долдурулмуш ээйф эјинтили цилиндрик өртүкләр динамикасынын эсас тәнликләри

ХУЛАСӘ

Мәгаләдә ујғун әрихәтли координат системиндә сыхылмајан идеал мајенин потенциаллы һәрәкәтинин вә ээйф эјинтили цилиндрик өртүкләрин биркә һәрәкәтләринин эсас тәнликләри чыхарылып.

R. Y. Amenzade

The basic equations of dynamics of weak-distorted covers, filled with moving liquid

SUMMARY

This article deduces the base equations for the potential motion of the ideal unpressured liquid and for the motion of weak-distorted circular cylindrical cover in the correspondingly introduced curve-linear coordinates system

УДК 622.276.65

ГАЗОНЕФТЕПРОМЫСЛОВАЯ МЕХАНИКА

А. О. БОГОПОЛЬСКИЙ

О ВНУТРИПЛАСТОВОМ ГОРЕНИИ НЕФТИ

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

В данной статье с позиций теории горения [1, 2, 3] рассматривается вопрос о скорости внутрипластового горения нефти. Оцениваются предельные стационарные значения скорости движения окислителя через фронт горения, самой скорости фронта горения и градиента температуры на его поверхности. По этим результатам уточнен вопрос об иницировании внутрипластового горения. Рассмотрена устойчивость процесса внутрипластового горения и показано, что возмущения на фронте в рамках сделанных допущений близки к автоколебательным. Полученные результаты подтверждаются экспериментальными данными [4, 5, 6].

1. Линейная модель пласта разделена на три области: (∞, l) — сухая порода, внутри которой движется окислитель; $(l, 0)$ — область высокотемпературных реакций; $(0, -\infty)$ — область пласта, занятая продуктами вытеснения и горения. Выделения тепла здесь не происходит: это условие связывается либо с отсутствием в области $(0, -\infty)$ окислителя, либо с таким ограничением в законе Аррениуса, что реакция начинается лишь при температуре выше определенной, например, при температуре газификации топлива (тяжелой фракции нефти) θ_0 .

Уравнения теплопереноса в соответствии с [7] записываются для трех областей: $i = 1, 2, 3$;

$$\lambda_i \theta_{ixx} - (uc - wc_0)_i \theta_{ix} - \alpha_i \theta_i + qf = 0. \quad (1)$$

Здесь c_i , c_{0i} , λ_i — объемная теплоемкость пласта, газов и теплопроводность пласта; α_i — коэффициент теплообмена с окружающими породами по Ньютону [8]; q , f — тепловой эффект и скорость химических реакций; w , u — линейная скорость движения окислителя и искомая скорость фронта. Задача записана в подвижной системе, совмещенной с передней границей фронта горения; предполагается, что массовый поток сохраняется по длине пласта.

Условия: $x = 0$, $\theta_1 = \theta_2 = \theta_0$ и $\lambda_1 \theta_{1x} = \lambda_2 \theta_{2x}$; $x = l$, $\theta_2 = \theta_3$ и $\lambda_2 \theta_{2x} = \lambda_3 \theta_{3x}$; $x = \pm \infty$, $\theta_i = 0$.

Вводятся безразмерные величины:

$$z = \frac{uc l}{\lambda}, \quad y = \frac{wc_0 l}{\lambda}, \quad \eta = \frac{qk_*}{c \theta_0}, \quad p = \frac{\alpha l^2}{\lambda}, \quad \tau = \frac{z - y}{2}$$

где k_* — концентрация топлива, а η имеет смысл отношения выделяющегося на фронте тепла к тому его количеству, которое необходимо для предварительного нагрева среды до температуры θ_0 ; порядок η определяется кинетикой реакций, давлением и температурой, которые учитываются величиной qk_* .

Считая коэффициенты $\lambda_1, c_1, c_{01}, \alpha_1$ равными во всех зонах, получаем соотношение для определения собственного значения скорости z :

$$1 - \frac{z + \sqrt{z^2 + p}}{z - \sqrt{z^2 + p}} = \frac{\eta}{p} f(z, y) (1 - e^{-z - \sqrt{z^2 + p}}). \quad (2)$$

Графическое решение (2) для простейшей кинетики $f = z^*$ показано на рис. 1. Прямые 1—4 представляют правую часть уравнения $\eta z = 2\eta\tau + \eta y$ и при $\eta = \text{const}$ соответствуют возрастающим значениям скорости фильтрации окислителя y через фронт горения. Кривая ABC есть решение левой части уравнения, причем прямая, проходящая через точку n , есть касательная к ABC: при условии $y < y_*$ (соответствующему τ_*) уравнение (2) не имеет решения, а значения $y = y_*$ и τ_* (или z_*) определяют предельные минимально возможные значения скорости окислителя и движения фронта горения.

При $y > y_*$ (выше прямой 2) решение не однозначно: верхняя ветвь соответствует $\tau \rightarrow +\infty$, а нижняя — движению τ от τ_* до нуля и далее к $-\infty$. Вопрос о выборе устойчивой ветви решается следующим образом. Введем безразмерный стационарный градиент температуры в точке $x = -0 - \nabla_0 = \tau + \sqrt{\tau^2 + p}$. Видно, что на верхней ветви при $y \rightarrow \infty \nabla_0 \rightarrow \infty$, а на нижней при $y \rightarrow \infty (\tau < 0), \nabla_0 \rightarrow 0$, причем в обоих случаях $z \rightarrow \infty$. Естественно, когда $z \rightarrow \infty$ при малых $\nabla_0 \rightarrow \infty$, топливо прогрето до температур, близких к θ_* . Напротив, случай $f_i \rightarrow \infty$ при $\nabla_0 \rightarrow \infty$ физически непонятен, так как предполагает тем большее z , чем меньше температура и интервал прогретого топлива.

Построим приближенные аналитические решения (2), для чего воспользуемся только первыми членами разложения $\pm |\tau| \pm \sqrt{\tau^2 + p}$ в областях $\tau^2 \gg p$ и $\tau^2 \ll p$. Тогда для $\tau^2 \ll p$, учитывая $\exp(-\tau - \sqrt{\tau^2 + p}) \approx e^{-\sqrt{p}} = 1 - a$, получим

$$\frac{2p\sqrt{p}}{\eta a} = (\sqrt{p} - \tau)(2\tau + y), \quad (3)$$

откуда предельные значения

$$y_* = -\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} - p + \frac{2p\sqrt{p}}{\eta a}}, \quad z_* = \frac{\sqrt{p}}{2} - \frac{y_*}{4}.$$

* Можно учесть неполноту использования окислителя в области $(0, l) - f = z + by$ (если q отнести к продуктам реакции, $b = \eta c (k_* c_0^{-1} \gamma - \text{степень использования кислорода, } n - \text{концентрация кислорода на границе } x = l)$, более высокий порядок реакции $f = kzy$, неравенство коэффициентов в различных зонах и т. д., при этом общая картина не меняется. Качественные изменения, например, циклический характер решения (2), могут иметь место для каталитических реакций или при введении в механизм диффузионных ограничений.

Для $\tau^2 \gg p (\tau > 0)$, учитывая $\exp(-2\tau - p/\tau) \approx 0$,
 $2\tau^2 - \eta(2\tau + y) + 2p = 0, \quad (4)$

$$y_* = \frac{2p}{\eta} - \frac{\eta}{2}, \quad z_* = \frac{2p}{\eta} + \frac{\eta}{2}, \quad \nabla_0 = \frac{\eta}{2} + \sqrt{\frac{\eta^2}{4} + p}.$$

На рис. 2 представлено точное (2) (пунктир) и приближенное по (3), (4) решение. На рис. 3 для $p \approx 6 (h/l)^2$ по [8] приводятся зависимости $y_*(p, \eta)$ и $z_*(p, \eta)$ для различных концентраций топлива и охваченной горением мощности пласта h . Полученные результаты количественно хорошо согласуются с экспериментальными данными [4, 5, 6]. В связи с этим подтверждаются сделанные допущения, в том числе о малости поверхностных эффектов в зоне горения и характере реакций на фронте.

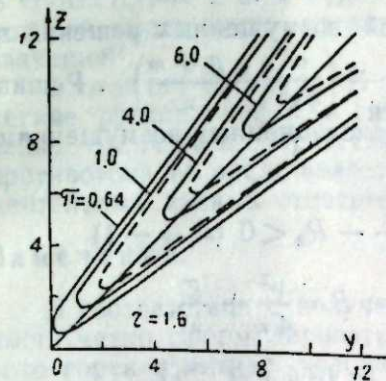


Рис. 2. Зависимость скорости фронта горения z от скорости движения окислителя y при различных коэффициентах потерь тепла η .

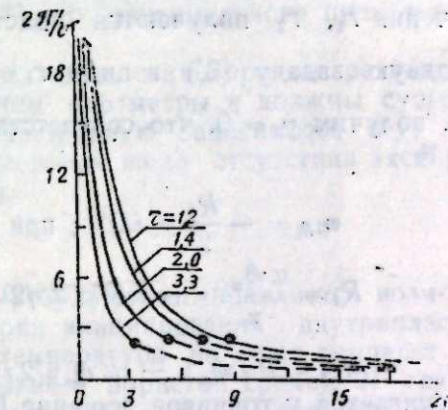


Рис. 3. Зависимость предельных значений скорости от мощности пласта и параметра η .

2. Рассмотрим в соответствии с [9, 10] устойчивость процессов на фронте горения. Для простоты принимаем $l \rightarrow 0$; область реакций в этом случае представляет поверхность $x = 0$, на которой имеет место разрыв потоков вещества и тепла при непрерывных температуре и концентрации. Задача для кинетики первого порядка и двух областей $i = 1, 2$ записывается* следующим образом:

$$\begin{aligned} \theta_{1t} &= \alpha_1 \theta_{1xx} - \mu_1 \theta_{1x} - q_1 \theta_1, \\ x = 0, \quad \theta_1 &= \theta_2 = \theta_*, \quad \lambda_2 A_2 - \lambda_1 A_1 = -q \theta_*^{-1} k u, \\ x = \pm \infty, \quad \theta_1 &= 0, \\ \alpha_1 &= (\lambda/c)_1, \quad \mu_1 = \left(u - \frac{c_0}{c} w \right)_1 g_1 = (a/c)_1; \end{aligned} \quad (3')$$

$\theta_* A_2, \theta_* A_1$ — модули стационарных градиентов температуры на $x = \pm 0$. Задача исследуется методом малых возмущений $\theta_1 = \theta_1^0 + \theta_1^1, \theta_1^1 = m_1 \theta_* e^{r_1 x + \omega t}, \theta_2 = m_2 \theta_* e^{-r_2 x + \omega t}, \theta_1^0 = \theta_* e^{\lambda_1 x}$ (стационарное решение) при

* Предельные значения скорости u_* и w_* здесь не определяются; если в (3') положить $\theta_1 = 0$ и решить стационарную задачу, то нетрудно заметить, что рассматриваемая модель не предполагает наличия стационарных предельных u и w . Ниже задача (3') приводится лишь для оценки возможных колебаний скорости u и сопоставления их с экспериментальными данными (полученными во ВНИИ, Москва).

дополнительном условии полного потребления топлива на $x = 0$: —
 $\frac{d\Delta}{dt} = u^0 \nu \theta^0$, где $\Delta = \varepsilon e^{u^0 t}$ — малое перемещение поверхности фронта.

Здесь принято, что малые возмущения скорости горения целиком определяются возмущениями температуры на фронте, а сама массовая скорость горения ku связана с температурой законом Аррениуса: $ku \sim \exp(-E/RA)$, откуда для массовой скорости получаем $ku = k^* u^0 (1 + \nu \theta^0)$, $\nu = E/RA^2$.

Унифицируем индексы в зонах $\lambda_1 = \lambda$, $\mu_1 = \mu$, $g_1 = g$ и, используя приведенные три условия, получим систему однородных уравнений, которая имеет нетривиальное решение при определителе равном нулю, раскрыв его, получим уравнение третьего порядка относительно комплексной частоты ω :

$$-\lambda \omega (r_1 + r_2) + qk^* u \nu \theta + \lambda u \nu \theta (A_1^2 - A_2^2 - A_1 r_1 - A_2 r_2) = 0. \quad (4')$$

Значения r_1 , r_2 получаются подстановкой возмущенных решений в исходную задачу (3') в виде $r_1 = \pm \frac{\mu}{2z} + \left(\frac{\mu^2}{4z^2} + \frac{g + \omega}{z} \right)^{1/2}$. Решив (4'), получим $\omega_1 = 0$, что соответствует трансляционным возмущениям [9], и

$$\omega_{2,3} = -\frac{R_1}{2} \pm iD^{1/2}; \text{ при } D = \frac{R_1^2}{4} - R_2 < 0 \quad (i^2 = -1)$$

$$R_1 = \frac{u \nu \theta}{z} \mu - z (qk^* u \nu / 2\lambda)^2 + Bz; \quad B = \frac{\mu^2}{4z} + \frac{g}{z},$$

$$R_2 = B u \nu \theta \mu + (u \nu \theta \mu / 2z)^2 - qk^* (u \nu)^2 \theta \mu B^{1/2} / 2\lambda.$$

Отыскивается устойчивое решение $\text{Re } \omega \leq 0$ (заметим, что при $R_1 = 0$ получаем ω чисто мнимой и незатухающие колебания консервативной модели).

Для конкретных параметров, соответствующих процессу в пласте, и применяемых лабораторных имитациях (левый предел относится к пласту): $z = 10^{-3} \text{ м}^2/\text{час}$, $\nu \theta_0 = 5$, $\nu = 10^{-20} \text{ C}^{-1}$, $qk_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ ккал/м}^3$, $h = 10 - 10^{-1} \text{ м}$, $u^0 = 10^{-3} - 10^{-1} \text{ м/час}$, $\mu = 10^{-3} \text{ м/час}$, $g = 5 (10^{-5} - 10^{-1}) \text{ час}^{-1}$ получаем $R_1 = 3 (10^{-3} - 10) \text{ час}^{-1}$, $R_2 = 4 (10^{-6} - 10^2) \text{ час}^{-2}$.

В обоих случаях $R_1 > 0$, $D < 0$, $\text{Im } \omega \neq 0$ и имеют место устойчивые слабозатухающие колебания с частотой $\text{Im } \omega = |D|^{1/2}$ и соответствующим периодом $\Pi = 2\pi / \text{Im } \omega = 5 (10^3 - 10^{-1}) \text{ час}$, последнее значение соответствует периоду колебаний скорости фронта горения на рис. 4 (здесь представлена зависимость во времени координаты x_* фронта горения и пересчитанной по ней скорости ее движения).

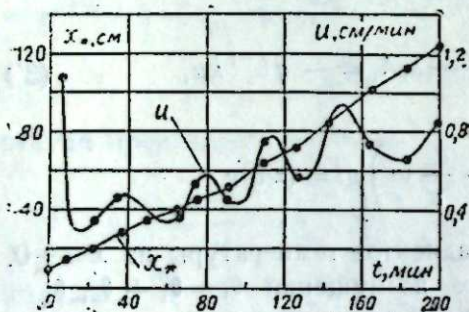


Рис. 4. Характер изменения скорости движения фронта внутрипластового горения во времени.

Отличается от рассмотренного тем, что в (2) знак u следует поменять на противоположный, при этом всегда $\tau > 0$.

3. Рассмотрим процесс стационарного противоточного горения; в подвижной системе координат ω и u направлены в одну сторону вдоль оси x . Этот случай от-

Пусть $\tau^2 \gg p$, тогда при $f = z$

$$2\tau^2 - \eta(2\tau - y) + 2p = 0$$

и предельные значения

$$z_* \approx \frac{\eta}{2} - \frac{2p}{\eta}, \quad y_* \approx \frac{\eta}{2} + \frac{2p}{\eta}, \quad \nabla_0 \approx \frac{\eta}{2} + \left(\frac{\eta^2}{4} + p \right)^{1/2}.$$

Заметим, что в отличие от прямого процесса здесь предельные значения оцениваются сверху, как максимально возможные значения z и y . Нетрудно увидеть, что в этом случае существует минимальное значение $\eta = \eta_* = \sqrt{p}$, ниже которого решение и, вероятно, процесс не существует при любых y . Так же, как и в прямом процессе, при $\eta > \sqrt{p}$ решение неоднозначно, причем на верхней ветви $dz_1/dy < 0$, на нижней $dz_2/dy > 0$, а в точке (z_*, y_*) $dz_{1,2}/dy = \mp \infty$. В соответствии с п. 1 будем считать устойчивой нижнюю ветвь, на которой имеет место увеличение ∇_0 до максимального предельного значения.

В отличие от прямого процесса, здесь с кислородом реагируют легкие фракции нефти, в связи с чем параметры η должны существенно отличаться. Привести количественную зависимость $z(y)$ для противотока не представляется возможным из-за отсутствия экспериментальных данных относительно η .

Замечание.

В соответствии с полученными результатами появляется возможность четко сформулировать критерии иницирования внутрипластового горения в виде условий: 1) температура не ниже температуры зажигания $\theta \geq \theta_0$ (газифик ции топлива в пористой среде); 2) градиент температуры не больше предельного $\nabla \leq \nabla_*$; 3) скорость фильтрации окислителя, т.е. меньше (не больше для противотока) предельной $u > u_*$.

Значения θ_0 , ∇_* , u_* уточняются экспериментом и пересчитываются по полученным в пп. 1, 3 результатам. Отметим аналогию между предлагаемыми критериями и используемыми в теории воспламенения твердых топлив [11] и отличие, которое заключается в том, что эти условия не обязательно должны выполняться на границе $x = 0$, но и в любой другой точке среды (отличие возникает из условия проницаемости пористой среды).

Именно в этом случае удается объяснить наблюдаемое в практике процесса внутрипластового горения явление первичного зажигания пласта не на стенке скважины, а на некотором удалении от нее. Действительно, если по применяемой технологии прогрев осуществляется при $\nabla(x=0) > \nabla_*$, то первично процесс иницироваться в начале координат не может (даже при условии $\theta(x=0) > \theta_0$), это происходит в области $x > 0$, там, где на линии $\theta = \theta_0$ начинает выполняться второе условие: $\nabla(x_1) \leq \nabla_*$; при этом условие 3, естественно, удовлетворяется.

Автор признателен Г. И. Бэренблатту и А. Х. Мирзаджанзаде за внимание и критические замечания при обсуждении работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зельдович Я. Б. К теории горения пороха и взрывчатых веществ. ЖЭТФ, т. 12, вып. 11-12, 1942.
2. Франк-Каменецкий Д. А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М., Наука, 1967.
3. Вильямс Ф. А. Теория горения. М., Наука, 1971.
4. Gates C. F., Ramey H. J. J. of Petr. Techn., № 10, 1959.
5. Moss J. T., White P. D., Mc. Niel J. S. J. of Petr. Techn., № 1, 1959.
6. Pairisch D. R., Rausch R. W., Beaver R. W., Wood H. W. J. of Petr.

Техн., № 2, 11, 1962. 7. Чарный И. А. Нагревание призабойной зоны при закачке горячей воды в скважину. НХ, 1953, № 2, 3. 8. Рубинштейн Л. И. О температурном поле пласта при нагнетании горячего теплоносителя. Тр. Уфим. нефт. ин-та, вып. 2, 1958. 9. Баренблатт Г. И., Зельдович Я. Б., Истратов А. Г. О диффузионно-тепловой устойчивости ламинарного пламени. ПМТФ, 1962, № 4. 10. Истратов А. Г., Либрович В. Б. Об устойчивости горения пороха. ПМТФ, 1964, № 5. 11. Либрович В. Б. О воспламенении твердых топлив. ПМТФ, 1968, № 2

АзНИПИнефть

Поступило 23. VII 1973

А. О. Богополски

Нефтин лај дахилиндэ жанмасы һаггында

ХҮЛАСЭ

Мәгәләдә жанма нәзәријәси мөвгәјиндән нефтин лај дахилиндә жанма сүр'әти һаггындағы мәсәләјә бахылыр.

Оксидләшдиричиғин жанғын чәбһәси дәки һәрәкәт сүр'әтинин гәрәрләшмыш гәјә гижмәтләри, жанма чәбһәсинин өз сүр'әти вә онун сәтһиндәки температур градиенти гижмәтләндириләр, лај дахилиндә жанғынын әмәлә кәтирилмә мәсәләси дәгигләшдирилмишдир.

Лај дахилиндәки жанма просесинин дәјаныглығына бахылмыш вә кәстәрилмишдир ки, чәбһәдәки һәјәчанланмалар гәбул олунмуш фәрзијә дахилиндә авторәгсләрдәкиләрә јахындыр.

Әлдә едилмиш нәтичәләр тәчрүби фактларла тәсдиг олунур.

А. О. Bogopolsky

To the problem of the combustion of oil in-situ

SUMMARY

The article deals with the rate of the combustion of oil in-situ. It is investigated from the point of view of the theory of combustion. The ultimate stationary values of the rate of the oxidizer's piercing through the front of combustion; the speed of the front of combustion itself; the temperature gradients on its surface are estimated. The data throw the light on the problem of initiation of the combustion of oil in-situ.

The stability of the process is examined and it is shown that the perturbations on the front are similar as the self-sustained oscillations.

The results are confirmed by the experimental data.

УДК 542.952.6:547.313.4

ХИМИЯ

А. А. БУНИЯТ-ЗАДЕ, А. М. АЛИЕВ, Э. Л. БУЛАТНИКОВА,
Т. И. НЕЙШТАБ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СТАДИЙ РЕАКЦИИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ БУТЕНА-1

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

Часто расчет констант элементарных стадий реакций полимеризации производится по зависимостям характеристической вязкости полимера (η) от условий проведения процесса, в предположении, что коэффициент полидисперсности \bar{M}_w/\bar{M}_n остается постоянным в пределах изменения исследуемых параметров. Такие допущения делают результаты расчетов ориентировочными и пригодными только для сравнительной оценки [1]. Правильнее было бы использовать данные, полученные при непосредственном измерении коэффициента полидисперсности. Однако примеры таких расчетов для каталитической полимеризации α -олефинов отсутствуют.

В настоящей работе определялась зависимость коэффициента полидисперсности полибутена от температуры и на основании полученных данных производился расчет абсолютных значений констант элементарных стадий реакции.

Полимеризация бутена-1 проводилась на каталитической системе $TiCl_4-Al(C_2H_5)_3$ ($Al:Ti=3:1$) в интервале температур 25–100°C [2]. Расчет констант элементарных стадий производился по зависимости среднечисловой степени полимеризации от концентрации реагентов [3]. Коэффициент полидисперсности определялся по методике [4]. Фракционирование полимеров проводилось на колонке с подвижным градиентом температур в смеси декалин-бензиловый спирт (3:2) в интервале 40–120°C. Дифференциальные кривые распределения по молекулярным весам образцов полибутена, синтезированных при различных температурах, представлены на рис. 1. При построении кривых обратных порядков фракций не наблюдалось. О точности фракционирования и отсутствии деструкции судим по величине критерия фракционирования [5]: $\frac{\sum[\eta] \cdot w}{[\eta]}$, которая оказалась равной 0,99.

Из рис. 1 видно, что распределение полибутена по молекулярным весам имеет унимодальный характер: с повышением температуры полимеризации количество низкомолекулярных фракций растет, а содержание высокомолекулярных уменьшается. В табл. 1 показано

влияние температуры полимеризации бутена-1 на среднечисловую \bar{M}_n , средневесовую \bar{M}_w и средневязкостной \bar{M}_η молекулярный вес полимера.

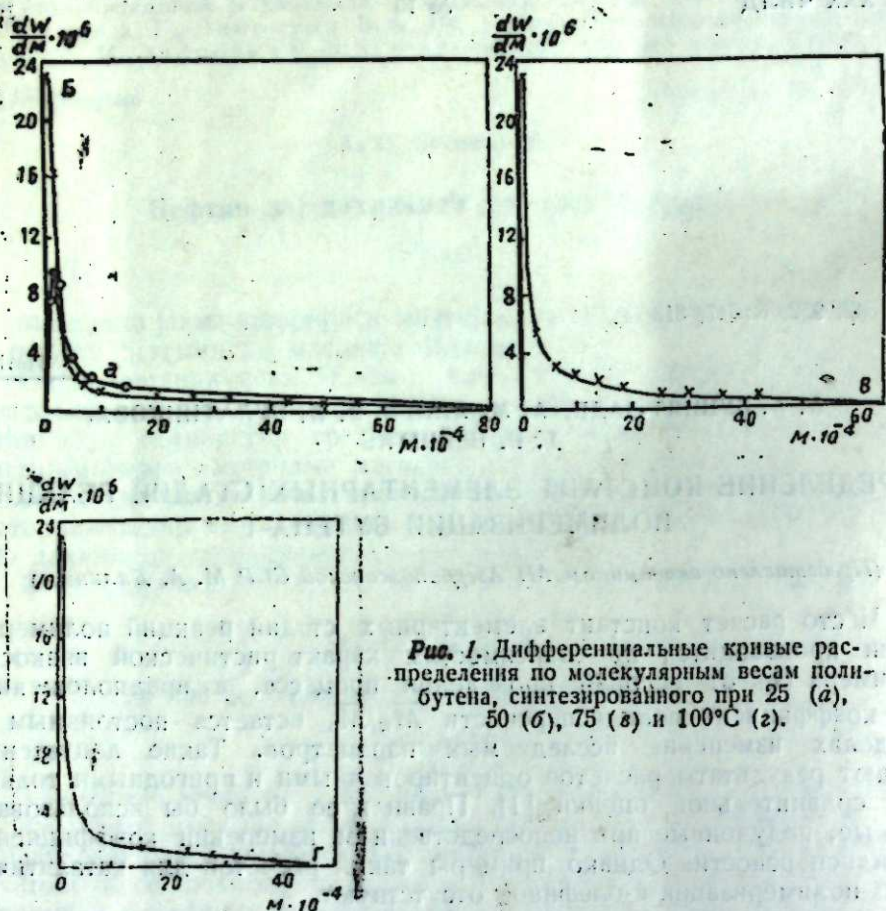


Рис. 1. Дифференциальные кривые распределения по молекулярным весам полибутена, синтезированного при 25 (а), 50 (б), 75 (в) и 100°C (г).

По данным табл. 1 видно, что значения \bar{M}_w , \bar{M}_n и \bar{M}_η уменьшаются с увеличением температуры полимеризации, при этом уменьшается также коэффициент полидисперсности. Эти результаты согласуются с

Таблица 1

Влияние температуры на молекулярный вес полибутена
Условия полимеризации:

$C_M = 0,96$ моль/л,
 $C_{Ti} = 0,006$ моль/л
 $C_3 = 0,002$ моль/л

$t, ^\circ C$	\bar{M}_n	\bar{M}_w	\bar{M}_η	\bar{M}_w/\bar{M}_n
25	29000	180600	132500	6,23
50	25000	144000	120000	5,76
75	25000	118000	106000	5,24
100	17330	84800	66710	4,86

имеющимися литературными данными о сужении молекулярно-весового распределения с повышением температуры, в частности для полиэтилена, полученного на окисно-хромовом катализаторе [6].

Используя полученную зависимость коэффициента полидисперсности полибутена от температуры, были рассчитаны величины констант элементарных реакций. Величина константы роста k_p определялась по изменению среднечисловой степени полимеризации бутена-1 (\bar{p}_n) в начальный промежуток времени [7] согласно данным рис. 2.

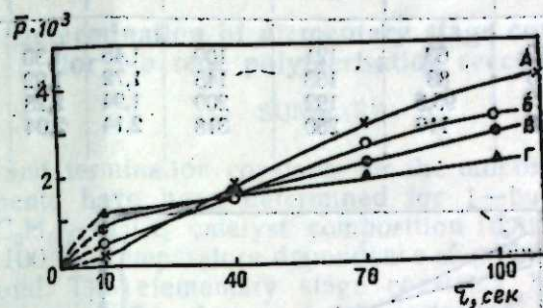


Рис. 2. Зависимость среднечисловой степени полимеризации полибутена от времени при температурах 25 (а), 50 (б), 75 (в) и 100°C (г).

Значения констант ограничения по компонентам катализатора k_0^{Al} , k_0^{Ti} и по мономеру k_0^M находились из зависимости величины $1/\bar{p}_n$ от концентрации реагентов [8], по тангенсу угла наклона прямых рис. 3 (а, б) и величине отрезка, отсекаемого от оси ординат (рис. 3, в).

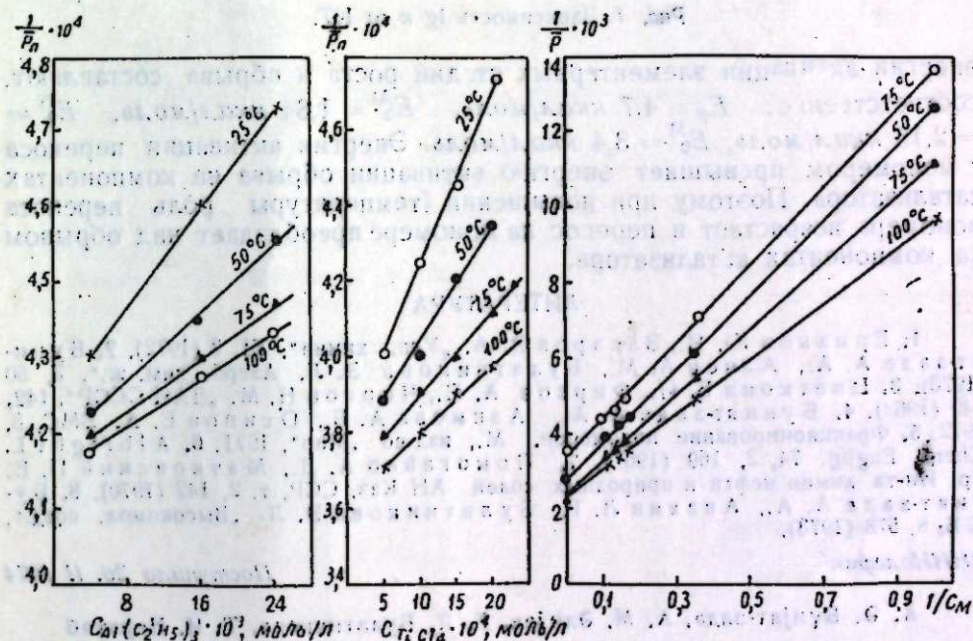


Рис. 3. Зависимость $1/\bar{p}_n$ от $C_{Al}(C_2H_5)_3$ (а), C_{TiCl_4} (б) и $1/C_M$ (в) при различных температурах.

В табл. 2 приведены значения констант элементарных стадий реакции полимеризации бутена-1 и их зависимость от температуры полимеризации. По данным этой таблицы построены зависимости констант элементарных стадий от температуры в аррениусовских координатах (рис. 4). Вычисленные по этим зависимостям значения

Таблица 2
Влияние температуры на величину констант элементарных стадий
реакции полимеризации бутена-1

$t, ^\circ\text{C}$	$1/T \cdot 10^3, \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$	$k_p, \text{ л/моль} \cdot \text{сек}$	$k_o^{Al} \cdot 10^3, \text{ л/моль} \cdot \text{сек}$	$k_o^{Ti} \cdot 10^3, \text{ л/моль} \cdot \text{сек}$	$k_o^M \cdot 10^3, \text{ л/моль} \cdot \text{сек}$	$\lg k_p$	$\lg k_o^{Al}$	$\lg k_o^{Ti}$	$\lg k_o^M$
25	3,35	28,2	63	121	100	1,45	1,80	2,08	2,0
50	3,10	52,5	83	163	145	1,72	1,92	2,21	2,16
75	2,87	87,2	95,5	192	200	1,94	2,28	1,98	2,3
100	2,68	138	110	250	318	2,14	2,04	2,4	2,50

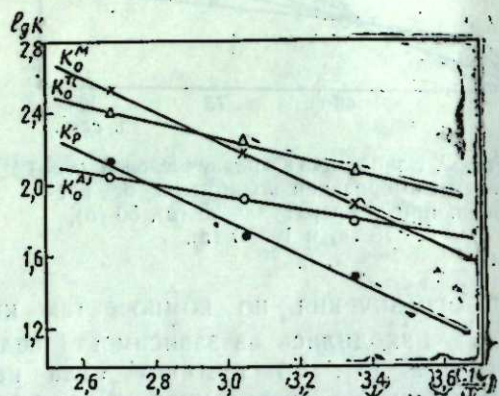


Рис. 4. Зависимость $\lg k$ от $1/T$.

энергии активации элементарных стадий роста и обрыва составляют, соответственно: $E_p = 4,7$ ккал/моль, $E_o^{Al} = 1,64$ ккал/моль, $E_o^{Ti} = 2,15$ ккал/моль, $E_o^M = 3,4$ ккал/моль. Энергия активации переноса с мономером превышает энергию активации обрыва на компонентах катализатора. Поэтому при повышении температуры роль переноса мономера возрастает и перенос на мономере преобладает над обрывом на компонентах катализатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков Ю. И., Захаров В. А. „Усп. химии“, XI, 3 (1972).
2. Бунят-заде А. А., Алиев А. М., Булатникова Э. Л. „Азерб. хим. ж.“, 3, 50 (1973).
3. Цветкова В. И., Фирсов А. П., Чирков Н. М. „ДАН СССР“, 142, 149 (1962).
4. Бунят-заде А. А., Азимова А. Б., Осипов Е. А. ВМС, 3, 1972.
5. Фракционирование полимеров. М., изд-во „Мир“, 1971.
6. Albright L. Chem. Engng. 74, 2, 169 (1967).
7. Помогайло А. Д., Матковский П. Е. Тр. Ин-та химии нефти и природных солей АН Каз. ССР, т. 2, 142 (1970).
8. Бунят-заде А. А., Авакян Л. Г., Булатникова Э. Л. „Высокомолекуляр. соед.“, X B, 8, 578 (1973).

ВНИИ Нефтехим

Поступило 26. II 1974

А. Э. Бунят-заде, А. М. Алиев, Е. Л. Булатникова, Т. И. Неижтаб

Бутен-1 полимерләшмә реаксиясынын элементар мәрһәлә сабитләринин тә'јини

ХУЛАСӘ

Бутен-1-ин $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{-TiCl}_4$ (Al:Ti = 3:1) каталитик системиндә, 25—100° температур интервалында полимерләшмәсинин мономер вә катализатор компонентләри илә артма вә гырылма сабити тә'јин олун-

мушдур. Температурдан эсылы слараг, полибутенин полидисперслик эмсалы тәпылмышдыр. Артма вә гырылма мәрһәләсинин активләшмә енержиси гијмәти еләментәр мәрһәлә сабитинин температурдан эсылы-лығына көрә һесаблинмышдыр.

A. A. Bunyat-zade, A. M. Aliev, E. L. Bulatnikova, T. I. Neishtat

Determination of elementary stage constants for 1-butene polymerisation reactions

SUMMARY

Growth and termination constants for the monomer and for the catalyst components have been determined for 1-butene polymerization with an $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{-TiCl}_4$ catalyst composition in the temperature range from 25° to 100°C. Temperature dependence of polydispersity coefficients has been found. The elementary stage constants have been calculated from the average number degree of polymerization is reagent concentrations. Activation energy values for growth and termination stages have been calculated from the temperature dependences of elementary stage constants.

УДК 547-233-547-561

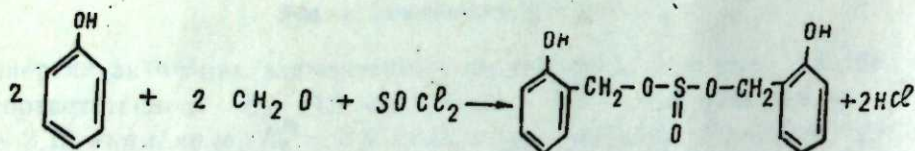
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. А. АБАСОВ, Л. И. МУСТАФАЕВА, И. А. МАМЕДОВ

КИНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ АЛКИЛОКСИБЕНЗИЛОВЫХ ЭФИРОВ СЕРНИСТОЙ КИСЛОТЫ

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

В процессе исследований по кинетическому изучению реакций трехкомпонентной конденсации неми были выбраны фенолы формальдегид и хлористый тионил:



Конденсация осуществлялась в интервале 5-20°C при продолжительности от 15 до 60 мин. Кинетическое исследование проводилось по изменению концентрации формальдегида, по ранее описанной нами методике.

Таблица 1

№	Темп. °С	Навеска, г	Навеска, мл	Для нейтр. ушло, мл	Добавл. ин. NH ₄ Cl, г	Добавл. ин. NaOH, мл	Через 1,5 ч. титров. ин. HCl	Оставш. CH ₂ O, %
I	5	0,5508	5	0,14	0,2	4	3,24	2,45
II	10	0,4389	5	0,14	0,2	4	3,24	4,9
III	20	0,3961	5	0,1	0,2	4	3,86	0,87
			5	0,1	0,2	4	3,98	

В табл. 1 приведены данные опыта по конденсации фенола, формальдегида и хлористого тионила. Объем навески довели до 25 мл. На контрольный опыт ушло 4 мл 1 н. HCl.

По количеству непрореагировавшего формальдегида определяли константу скорости реакции:

$$K = \frac{2,3}{t} \cdot \log \frac{C_0}{C_t}$$

где C₀—начальная концентрация формальдегида,

C_t—концентрация формальдегида через определенный промежуток времени.

Вычисленные константы скорости реакций трехкомпонентной конденсации фенолов (фенол, мета-крезол, орто-крезол, пара-крезол), формальдегида и хлористого тионила представлены на графиках (рис. 1, 2). При сравнении характера кривых, представляющих изменение константы скорости реакций для трехкомпонентных конденсаций с полухлористой серой или хлористым тионилем видно, что величина константы скорости реакции в случае хлористого тионила имеет меньшее значение по сравнению с использованием полухлористой серы.

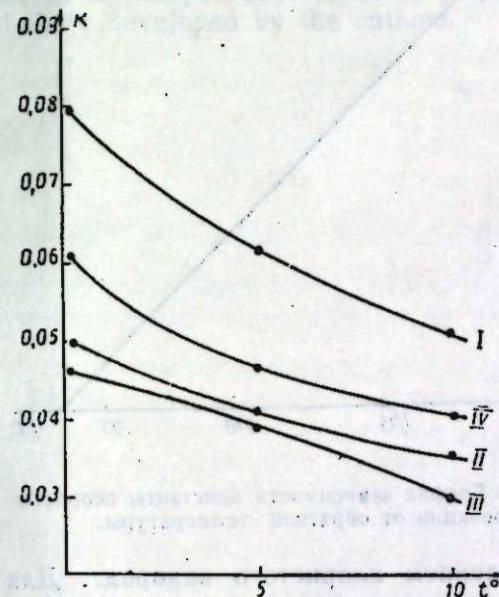


Рис. 1. I—фенол, II—орто-крезол, III—мета-крезол, IV—пара-крезол.

Исходя из проведенных вычислений, можно предположить, что количество непрореагировавшего формальдегида в случае с хлористым тионилем, ставаясь большей величиной, указывает на то, что трехкомпонентная конденсация протекает с большим выходом целевого продукта, когда компонентом является полухлористая сера.

Следует отметить, что в целевом продукте трехкомпонентной конденсации с полухлористой серой ион серы имеет степень окисления равную -1, а в случае с хлористым тионилем степень окисления последнего равна +4. Видимо, эта разница и сказывается на физиологической активности получаемых продуктов.

Таблица 2

Фенол	0-10°	E=2420,8 кал·моль
Мета-крезол	0-10°	3,199,8
Орто-крезол	0-10°	4,533,4
Пара-крезол	0-10°	4,624,9

Для полной характеристики данной реакции вычислены значения энергии активации (табл. 2). Как видно, изменение положения метильной группы в фенольном кольце не приводит к существенному изменению течения реакции.

Синтез алкилоксибензиловых эфиров сернистой кислоты производился по разработанному нами методу: 0,2 г/моль фенола растворяли

Kinetic study of reaction of alkyloxybenzoyl esters of sulfurous acid

SUMMARY

In the continuation of the kinetic study of ternary condensation reaction the following components were selected: phenols, formaldehyde and thionyl chloride.

The synthesis of alkyloxybenzoyl esters of sulfurous acid was carried out the technique developed by the authors.

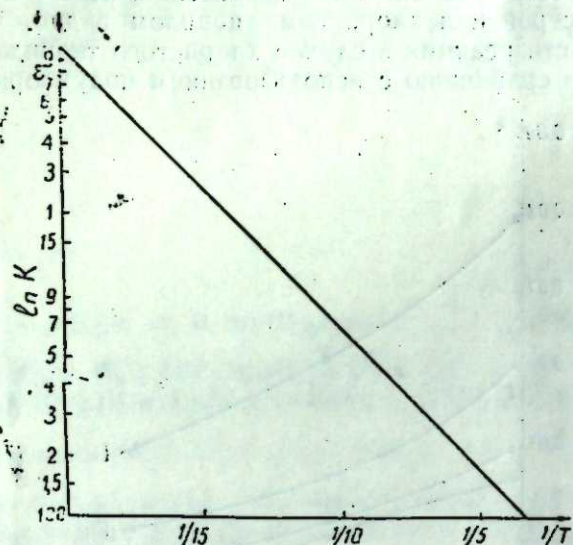


Рис. 2. График зависимости константы скорости реакции от обратной температуры.

и протекала с выделением хлористого водорода. Для удаления непрореагировавших фенолов, формальдегида и хлористого тионила продукт конденсации переливали в дистиллированную воду. Образовавшийся при этом осадок промывали до нейтральной реакции, сушили и перекристаллизацией (бензол) получали оксибензиловый эфир сернистой кислоты. Исходные компоненты $\text{SOCl}_2:\text{CH}_2$: фенолы брали в соотношении 1:2:2, уксусной кислоты 50 мл, реакция продолжалась 1,5–2 часа, выход составлял 85–95% от теоретического.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уокер Дж. Ф. Формальдегид. М., Госхимиздат, 1959.
2. Адамс Р. Органические реакции. Перевод с англ. М., ИЛ, 1956.

АМИ им. Н. Нариманова

Поступило 28. XII 1973

Н. А. Абасова, И. А. Мамедов, Л. И. Мустафаева

Сульфит туршусунун алкилоксибензил эфиринин алынама
реаксијасы кинетикасынын өјрәнилмәси

ХУЛАСӘ

Үчкомпонентли конденсасија реаксијаларынын кинетик тәдқиғиний давамы олараг ашағыдакы компонентләр сечилмишдир: фенол, формалдегид вә тионил хлорид.

Сульфит туршусунун алкилоксибензил эфирләри мүәллифләрин һазырладылары метод үзрә синтез едилмишдир.

УДК 563.12:551.781 (479.24)

ГЕОЛОГИЯ

Т. А. МАМЕДОВ, Ш. А. БАБАЕВ, Ч. М. ХАЛИФАЗАДЕ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ РАКОВИН ПАЛЕОГЕНОВЫХ КРУПНЫХ ФОРАМИНИФЕР АЗЕРБАЙДЖАНА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. А. Азизбековым)

В палеогеновых отложениях Азербайджана крупные фораминиферы распространены довольно широко и нередко являются породообразующими. Как известно из литературы, раковины различных родов нуммулитид в основном состоят из кальцита. По нашим данным, только раковины рода *Assilina* (*Assilina exponens*) состоят из арагонита. Несмотря на общий химический состав ($CaCO_3$) с раковинами других родов нуммулитид, такое избирательное отношение раковин ассилин к арагониту пока трудно объяснить.

В литературе почти нет данных о других химических элементах, кроме Са, входящих в состав раковины различных родов нуммулитид. Только F. Bieda (1963) указывает некоторые окислы, составляющие раковины отдельных видов нуммулитов. Однако они не дают ясного представления о роли отдельных элементов в построении раковины нуммулитов.

В настоящей статье приводятся данные о присутствии железа и марганца в раковинах отдельных видов нуммулитов, ассилин и дискоциклин из различных районов Азербайджана, в том числе для сравнения из Крыма и Армении (см. табл.). Анализы химического состава раковин нуммулитид произведены в биохимической лаборатории Азербайджанского государственного университета, руководимой Ч. М. Халифазадзе.

Как известно, в земной коре содержится большое количество железа (оно составляет 4,2% от веса земной коры), что обуславливает его значительную роль в аутигенном минералообразовании.

Важными в геохимическом отношении свойствами железа являются его переменная валентность и сравнительно легкий переход от одной валентности к другой. При окислении двухвалентное железо переходит в трехвалентное, у которого другой радиус иона и другие химические свойства (Сауков, 1951). Среди аутигенных соединений железа обе формы широко представлены, но в разных количественных соотношениях, в зависимости от окислительно-восстановительного потенциала среды. В природных зонах, где преимущественно окислительные условия (области сухого переменного-влажного климата),

Роды и виды нуммулитид	Место сбора	Возраст	Mn, %	Баланс железа, %			
				Fe	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺ / Fe ⁺⁺
<i>Nummulites perforatus</i> Montf.	Нах. АССР	Ср. эоцен	0,149	0,541	0,382	0,159	2,40
<i>N. brongniarti</i> d'Arch. et Halme	"	"	0,135	0,234	0,148	0,086	1,72
<i>N. polygyratus</i> Desh.	Крым	"	0,010	0,095	0,050	0,045	1,11
<i>N. uroniensis</i> Heim.	Нах. АССР	"	0,127	0,582	0,238	0,141	0,66
<i>N. distans</i> Desh.	Крым	"	0,011	0,070	0,050	0,020	2,50
<i>N. paradacshensis</i> Mamédov	Нах. АССР	Верх. эоцен	0,080	0,615	0,395	0,220	1,79
<i>N. partschi</i> de la Harpe	"	Ср. эоцен	0,288	0,480	0,240	0,240	1,0
<i>N. striatus</i> Brug.	"	Верх. эоцен	0,082	—	—	—	—
<i>N. ataticus</i> Leym.	"	Ср. эоцен	0,018	—	—	—	—
<i>Assilina exponens</i> Sow.	Нах. АССР	"	0,268	0,640	0,580	0,060	9,66
<i>Discocyclina scalaris</i> (Schiumb).	Горный Талыш	"	0,046	0,245	0,105	0,140	0,75

преобладает Fe⁺⁺⁺, а в зонах, где господствуют восстановительные условия (равномерно влажный климат), ведущая роль переходит к Fe⁺⁺.

Таким образом, соотношение Fe⁺⁺⁺/Fe⁺⁺ в аутигенной части осадка может служить индикатором климатов прошлого (Синицын, 1967). Количественные соотношения двух- и трехвалентной форм железа в аутигенной части осадков выявляются даже по окраскам пород, поскольку обе они являются наиболее распространенными природными пигментами. Соединения трехвалентного железа придают осадкам красный цвет, а соединения его двухвалентной формы — зелено-голубой.

В гумидном климате происходит накопление двухвалентного железа преимущественно в морском мелководье, в составе железистых хлоритов, глауконита и сидерита. Железистые осадки здесь приобретают зеленую окраску. В соответствии с поведением окислительно-восстановительного потенциала среды железистые минералы в седиментационном бассейне дифференцируются, образуя пояса, последовательно сменяющие друг друга в направлении от берега к открытому морю (Теодорович, 1964).

Берег	→ Гидроокислы и окислы железа	→ Глауконит и преимущественно окисные железистые хлориты	→ Закисно-окисные железистые хлориты
Сидерит и закисные железистые хлориты	→ Пирит или марказит	→ Открытое море	

Судя по географическим ареалам распространения глауконита в осадках современных морей, не выходящих за пределы изотермы самого холодного месяца 0 и годовых температур не ниже 12°C, накопление аутигенного железа в двухвалентной форме также связано с теплым климатом (Синицын, 1967). Если учесть, что полости крупных фораминифер (особенно мегасферических форм), которые все исследователями считаются теплолюбивыми организмами, часто за-

полнены глауконитом, то, вероятно, и в палеогене накопление аутигенного железа было также связано с теплым климатом.

Как видно из таблицы, для раковин нуммулитид характерно высокое содержание железа. Количество его для различных видов нуммулитид палеогеновых отложений Азербайджана варьирует в пределах от 0,234 до 0,640%. Наибольшее содержание его в раковине *Assilina exponens* (Sow.) 0,640%, а наименьшее *N. brongniarti* (0,234%). Довольно высокое содержание железа отмечается также в раковинах *N. perforatus* (0,541%), *N. uroniensis* (0,582%), *N. partschi* (0,48%) и *N. paradaschensis* (0,615%). Относительно низкое содержание железа, кроме *N. brongniarti*, отмечено также в раковине *Discocyclus scalaris* (0,245%), а наиболее низкое у нуммулитов (*N. polygyratus* Desh.—0,095%, *N. distans* Desh.—0,07%) Крыма.

Таким образом, у палеогеновых нуммулитов Азербайджана повсеместно отмечается более высокое содержание железа, чем у Крымских, что, вероятно, связано с более теплым климатом палеогеновых бассейнов Азербайджана.

Как известно, территория Крыма в среднеэоценовое время отнеслась к северной, а Нахичиванская складчатая область и горный Талыш — к южной нуммулитовой провинции. Распределение Fe в раковинах нуммулитид еще раз подтверждает правильность включений вышеуказанных регионов в упомянутые нуммулитовые провинции. Как видно из таблицы, кроме двух видов *Nummulites uroniensis*—0,66 и *Discocyclus scalaris*—0,75, значение коэффициента Fe^{++}/Fe^{+++} для всех изученных нуммулитид больше единицы. Таким образом, исходя из ведущей роли Fe^{++} в общем содержании железа в раковине нуммулитид, можно предположить, что здесь господствовали восстановительные условия (равномерно влажный климат).

Вероятно, преобладание трехвалентного железа над двухвалентным в раковинах видов *N. uroniensis* и *D. scalaris* связано с вторичным окислением закисного железа.

Широкий предел колебания форм железа у примерно одновозрастных нуммулитов (*N. perforatus*, *N. brongniarti*, *N. partschi*, *N. uroniensis*), возможно, обусловлен различными экологическими условиями их обитания. Высокое содержание железа в раковинах нуммулитов указывает на то, что они являются аккумуляторами железа из морской воды. По данным Ч. М. Халифазаде, нуммулиты аккумулируют железа из окружающей среды в 100 раз больше пелеципод и гастропод и в 10 раз больше белемнитов и иглокожих.

Марганец — один из распространенных элементов и составляет 0,1% от веса земной коры. Содержание его в раковинах нуммулитов варьирует в пределах от 0,01 до 0,288%. Наименьшие количества марганца отмечены в нуммулитах Крыма (*N. polygyratus*—0,01% и *N. distans*—0,011%) и Армении (*N. atacicus*—0,018%). Более высокое содержание отмечается в нуммулитиде Азербайджана (*N. perforatus*—0,149%, *N. brongniarti*—0,135%, *N. uroniensis*—0,127%, *N. paradaschensis*—0,08%, *N. partschi*—0,288%, *N. striatus*—0,082%, *Assilina exponens*—0,268% и *Discocyclus scalaris*—0,046%). Между высоким содержанием Mn и Fe в раковинах нуммулитид Азербайджана, вероятно, есть какая-то пока трудно уловимая связь, что, возможно, связано с биологическими особенностями организмов и абиотическими факторами окружающей среды. Исходя из анализа вышеизложенного, сделано следующее:

1. Впервые в мировой палеонтологической литературе нами приведены подробные данные о присутствии различных форм железа и марганца в раковинах различных видов нуммулитид.

2. Присутствие Fe и Mn в раковинах нуммулитид позволяет выяснить палеоклимат районов распространения морских палеогеновых отложений и палеогеографию тех бассейнов, в которых обитали нуммулитиды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сауков А. А. Геохимия. Госгеолиздат, 1951. 2. Синицын В. М. Введение в палеоклиматологию. "Недра", 1967. 3. Теодорович Г. И. Восстановление гидрохимических условий древних морских водоемов по литологическим и геохимическим признакам. Методы палеогеографических исследований. "Недра", 1964. 4. Bieda F. Duze otworulce eocenu tatransklego—Prace Inst. Geol., t. XXXVII, 1963.

Управление геологии СМ Азерб. ССР

Поступило 6. X 1972

Т. Э. Маммадов, Ш. Э. Бабаев, Ч. М. Халифазаде

Азербайжан палеокен чөкүнтүлэри (ири фораминиферлеринин) габыгынын тәркиби һаггында јени мә'лум атлар

ХҮЛАСӘ

Мәгаләдә Азербайжанын мұхтәлиф рајонларындан јығылмыш бир сыра нуммулит, ассилина вә дискотсиклина һөвләринин габыгындакы дәмир вә манганын мигдары һаггында илк дәфә олараг кениш мә'лумат вәрилмишдир.

Азербайжан нуммулитидләриндә дәмир вә манганын мигдары Крым нуммулитидләринә нисбәтән даһа чохдур ки, бу да шүб һәсиз Азербайжанын палеокен һөвзәләринин даһа исти иглими илә әлағәдардыр.

T. A. Mamedov, Sh. A. Babajev, Ch. M. Califazade

New data of composition of palaeogene large foraminifera shells of Azerbaijan

SUMMARY

Data on presence of Fe and Mn in shells of some species of Nummulitida from various regions Azerbaijan and also, for comparison, from Crimea and Armenia are presented.

Higher percentage of Fe and Mn in Nummulitida from Azerbaijan, possibly, is connected with warmer climate of palaeogene basins of Azerbaijan.

УДК 622.276. (31):532.5

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Член-Корр. К. Н. ДЖАЛИЛОВ, Н. Д. ДЖАФАРОВ, А. М. ИБРАГИМОВ

ПРИТОК ЖИДКОСТИ К НЕСОВЕРШЕННЫМ СКВАЖИНАМ В НЕОДНОРОДНОЙ КРУГОВОЙ ЗАЛЕЖИ

Движение жидкости в системе совершенных скважин в пластах, между которыми имеется перемычка со слабой проницаемостью, было рассмотрено в [2-8 и др.].

При отсутствии перемычки между пластами движение жидкости к од ой несовершенной скважине исследовано в [1].

В данной статье рассматривается движение жидкости в неоднородной вдоль мощности по проницаемости круговой залежи к системе несовершенных по степени вскрытия скважин при постоянном отборе без донного притока.

Предполагается, что залежь состоит из двух пластов (пропластков) с различными проницаемостями и на внешних цилиндрических поверхностях питания с одинаковыми радиусами поддерживаются различные постоянные давления (рис.). Скважины по залежи расположены произвольно. Требуется найти решение уравнений

$$\frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \varphi_i}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial z^2} = 0 \quad (i = 1, 2) \quad (1)$$

при следующих условиях:

$$\lim_{r_i \rightarrow 0} \left(r_i \frac{\partial \varphi_{1i}}{\partial r_i} \right) = \frac{q_{1i}}{2\pi b_{1i}}; \quad h_1 - b_{1i} < z \leq h_1, \quad (2)$$

$$\lim_{r_i \rightarrow 0} \left(r_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial r_i} \right) = 0; \quad \begin{cases} h_2 < z < h_1 - b_{1i} & \text{при } i = 1, \\ 0 \leq z \leq h_2 - b_{2i} & \text{при } i = 2, \end{cases} \quad (3)$$

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial z} = 0; \quad \frac{\partial \varphi_2}{\partial z} = 0 \quad \text{соответственно при } z = h_1 \text{ и } z = 0, \quad (4)$$

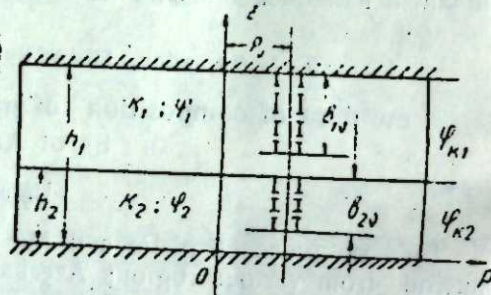


Рис. Вертикальное сечение залежи плоскостью, проходящей через ось l-ой скважины.

$$\kappa_2 \varphi_1 = \kappa_1 \varphi_2; \quad \frac{\partial \varphi_1}{\partial z} = \frac{\partial \varphi_2}{\partial z} \quad \text{при } z = h_2, \quad (5)$$

$$\varphi^l = \kappa_l \varphi_{1k} = \text{const при } \rho = R, \quad (6)$$

где

$$\varphi_i = \frac{\kappa_i}{\mu} (P_i + \gamma z); \quad r_i = \sqrt{\rho^2 + \rho_i^2 - 2\rho\rho_i \cos(\theta - \theta_i)};$$

q_{1i}, b_{1i} — соответственно дебит и высота вскрываемой части пласта l-ой скважиной; h_1, h_2 — мощность залежи первого и второго пропластков; κ_1, κ_2 — проницаемости первого и второго пропластков; μ и γ — вязкость и удельный вес жидкости; P_i — давление в произвольной точке i-го пропластка; (ρ, θ, z) — цилиндрические координаты произвольной точки залежи; (ρ_i, θ_i) — полярные координаты на горизонтальной плоскости проекции координаты центра l-ой скважины; R — радиус внешней поверхности залежи.

При решении задачи (1) — (6) для разделения переменных и сравнения используются методы Г. А. Гринберга; φ_i ищется в виде:

$$\varphi_i = \Phi Q_i + \sum_{j=0}^n \Phi_j Q_{ij}, \quad (7)$$

где

$$Q_1 = \frac{\kappa_1}{\kappa_2} Q_2, \quad Q_{2j} = C_{2j} \cos \alpha_j z,$$

$$Q_2 = \frac{\kappa_2}{V(h_1 - h_2)\kappa_1 + h_2\kappa_2}, \quad Q_{1j} = \frac{\kappa_1 C_{1j} \cos \alpha_j h_2 \cos \alpha_j (h_1 - z)}{\kappa_2 \cos \alpha_j (h_1 - h_2)},$$

$$C_{1j} = \frac{\kappa_2 \sqrt{2} \cos \alpha_j (h_1 - h_2)}{V(h_1 - h_2)\kappa_1 \cos^2 \alpha_j h_2 + h_2 \kappa_2 \cos^2 \alpha_j (h_1 - h_2)},$$

α_j определяется из уравнения

$$\kappa_1 \operatorname{tg} \alpha_j (h_1 - h_2) + \kappa_2 \operatorname{tg} \alpha_j h_2 = 0; \quad (8)$$

Φ и Φ_j — соответственно являются решениями следующих задач:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \Phi}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} = 0, \quad (9)$$

$$\lim_{r_i \rightarrow 0} \left(r_i \frac{\partial \Phi}{\partial r_i} \right) = A_i, \quad \Phi = A \quad \text{при } \rho = R; \quad (10)$$

$$\frac{\partial^2 \Phi_j}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \Phi_j}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 \Phi_j}{\partial \theta^2} - \alpha_j^2 \Phi_j = 0, \quad (11)$$

$$\lim_{r_i \rightarrow 0} \left(r_i \frac{\partial \Phi_j}{\partial r_i} \right) = A_{ji}, \quad \Phi_j = B_j \quad \text{при } \rho = R, \quad (12)$$

где

$$A_i = \frac{q_{1i} + q_{2i}}{2\pi \kappa_2} Q_2, \quad A = \left[h_2 \kappa_2 \frac{q_{2k}}{\varphi_{1k}} + \kappa_1 (h_1 - h_2) \right] \frac{\varphi_{1k} C_2}{\kappa_2},$$

$$A_{ji} = \frac{C_{1j} q_{1i}}{2\pi \kappa_2 b_{1i} \alpha_j} \left\{ \frac{\sin \alpha_j b_{1i} \cos \alpha_j h_2}{\cos \alpha_j (h_1 - h_2)} + \frac{q_{2i} b_{1i}}{q_{1i} b_{2i}} [\sin \alpha_j h_2 - \sin \alpha_j (h_2 - b_{2i})] \right\}.$$

Определив Φ и Φ_j и подставив их в (7), для φ_i будем иметь:

$$\varphi_i = A Q_i + \sum_{j=0}^n \frac{B_j Q_{ij} I_0(\alpha_j \rho)}{I_0(\alpha_j R)} + \sum_{k=1}^n \left\{ A_k Q_k \ln \frac{r_k}{R_k} + \dots \right\}$$

$$+ 2 \sum_{\gamma=1}^{\infty} \left[\cos \eta (\theta - \theta_{\gamma}) \sum_{j=0}^{\infty} A_{j\gamma} Q_{1j} A_{j\gamma}(\rho) \right] - \sum_{j=0}^{\infty} A_{j\gamma} Q_{1j} [K_0(x_j r_{\gamma}) - A_{j\gamma}(\rho)], \quad A_{j\gamma}(\rho) = \frac{K_{\eta}(x_j R) I_{\eta}(x_j \rho_{\gamma}) \cdot I_{\eta}(x_j \rho)}{I_{\eta}(x_j R)} \quad (13)$$

Среднее значение забойного потенциала l -ой скважины в i -ом пропластке определяется осреднением (13) при $\rho = \rho_i + r_c$, $\theta = \theta_i$ (ρ_i , θ_i — полярные координаты на горизонтальной плоскости проекции центра l -ой скважины; r_c — ее радиус, который для всех скважин одинаков);

$$\varphi_{11} = \frac{1}{b_{11}} \int_{n_1 - b_{11}}^{h_1} \varphi_1(\rho_i + r_c, \theta_i, z) dz, \quad (14)$$

где φ_{11} — среднее значение забойного потенциала l -ой скважины в i -ом пропластке.

При равенстве давлений на поверхностях питания пропластков, т. е. при $\varphi_{1k} = \varphi_{2k} = \varphi_k$ фильтрационные сопротивления пропластков для l -ой скважины получаются в виде:

$$\omega_{11} = \frac{\kappa_0(\bar{q}_{11} + \bar{q}_{21})}{\kappa_1(1-h) + \kappa_2 h} \ln \frac{R K^*}{r_c} + 2 \sum_{j=0}^{\infty} \frac{B_{j11} K_0(x_j r_c)}{b_{11} b_{11} x_j^2} + \sum_{\nu=1}^n \left\{ \frac{\kappa_0(\bar{q}_{1\nu} + \bar{q}_{2\nu})}{\kappa_1(1-h) + \kappa_2 h} \ln \frac{R_{\nu}}{r_{\nu}} + 2 \sum_{j=0}^{\infty} \frac{B_{j1\nu}}{B_{1\nu} b_{1\nu} x_j^2} [K_0(x_j r_{\nu}) - A_{j0\nu}(\rho_0)] - 4 \sum_{\gamma=1}^{\infty} \left[\cos \eta (\theta_i - \theta_{\gamma}) \sum_{j=0}^{\infty} \frac{B_{j1\nu} A_{j\gamma}(\rho_i)}{b_{1\nu} b_{1\nu} x_j^2} \right] \right\} \quad (15)$$

Штрих в сумме показывает, что при $\nu = l$ члены $A, C, \ln \frac{r_{\nu}}{R_{\nu}}, K_0(x_j r_{\nu})$ и $A_{j0\nu}(\rho_i)$ опускаются, причем

$$\omega_{11} = \frac{2\pi \kappa_0 h_1 (\varphi_k - \varphi_{11})}{q_{11}}, \quad A_{j1\nu}(\rho_i) = \frac{K_{\eta}(x_j R) I_{\eta}(x_j \rho_{\nu}) I_{\eta}(x_j \rho_i)}{I_{\eta}(x_j R)},$$

$$B_{1j} = \frac{\kappa_0 N_{j\nu} \sin x_j b_{11} \cos x_j h_2 \cos x_j (h_1 - h_2)}{\kappa_1(1-h) \cos^2 x_j h_2 + \kappa_2 h \cos^2 x_j (h_1 - h_2)}, \quad r_{\nu} = r_{\nu}(\rho_i), \quad R_{\nu} = R_{\nu}(\rho_i);$$

$$B_{2j\nu} = \frac{\kappa_0 N_{j\nu} [\sin x_j h_2 - \sin x_j (h_2 - b_{21})]}{\kappa_1(1-h) \cos^2 x_j h_2 + \kappa_2 h \cos^2 x_j (h_2 - h_2)},$$

$$K^* = 1 - \left(\frac{\rho_i}{R} \right)^2, \quad b_{1\nu} = b_{2\nu} \bar{b}_{2\nu};$$

$$N_{j\nu} = \bar{b}_{2\nu} \bar{q}_{2\nu} [\sin x_j h_2 - \sin x_j (h_2 - b_{2\nu})] + \frac{\bar{q}_{1\nu} s \cdot n x_j b_{1\nu} \cos x_j h_2}{\cos x_j (h_1 - h_2)}, \quad q_{1\nu} = q_{11} \bar{q}_{1\nu},$$

причем κ_0 — единица измерения проницаемости; φ_{11} ($\varphi_{11} = \frac{\varphi_{cl1}}{\kappa_1}$) — приведенное к единице вязкости забойное давление l -ой скважины в i -ом пропластке.

При $\kappa_1 = \kappa_2$ получается решение упомянутой задачи для однородной залежи, а при $h=1$, $q_{2\nu} = 0$, $\rho_{\nu} = 0$, $\theta_{\nu} = 0$ — соответствующее решение в [1]. Следует отметить, что из найденных решений также получаются решения задачи для одновременно раздельно работающих в

различных пропластках скважин при произвольном и равномерном их расположении.

Рассмотрим конкретный пример. Предположим, что в залежи скважины, располагаясь по одной круговой батарее с радиусом ρ_0 , частично вскрывают верхний и нижний пропластки. Причем дебиты и глубины вскрытия скважин в одном пропластке равны, но различны в разных пропластках. Используются следующие исходные данные: $\rho_{\nu} = \rho_{\nu+1} = \rho_0 = 500$ м; $R = 2\rho_0$; $h_1 = 1,5$, $h_2 = 30$ м; $b_2 = 2b_1 = 4$ м; $r_c = 0,1$ м; $s = \frac{q_2}{q_1} = 0, 1; 2; n = 8$, $\kappa_0 = \kappa_1 = 1$ дарси; $\kappa_2 : \kappa_1 = 0,01; 0,1; 0,5; 1; 2; 10; 100$. С учетом решений уравнения (8), полученных по данным примера, (15) приводится к виду:

$$\omega_i = M + \frac{2h_1^2}{9h_1 b_1} \left\{ \frac{B_{011}}{\alpha_{01}^2} \left[K_0 \left(\frac{3r_c \alpha_{01}}{h_1} \right) - n A_{001}(\rho_0) + \sum_{\nu=2}^n K_0 \left(\frac{3r_c \alpha_{01}}{h_1} \right) \right] + \sum_{\gamma=1}^3 \sum_{j=1}^{\infty} \frac{B_{j1\gamma}}{c_{j1}^2} \left[K_0 \left(\frac{3r_c \alpha_{j1}}{h_1} \right) - A_{j0\gamma}(\rho_0) + \sum_{\nu=2}^n K_0 \left(\frac{3r_c \alpha_{j1}}{h_1} \right) \right] - 2 \sum_{\gamma=1}^{\infty} \sum_{j=1}^n \cos \eta \theta_{\gamma} \left[\frac{B_{011} A_{0\gamma 1}(\rho_0)}{\alpha_{01}^2} + \sum_{\nu=1}^3 \sum_{j=1}^{\infty} \frac{B_{j1\nu} A_{j\gamma 1}(\rho_0)}{\alpha_{j1}^2} \right] \right\}, \quad (16)$$

где

$$M = \frac{\kappa_0(1+s)}{\kappa_1(1-h) + \kappa_2 h} \left(\ln \frac{rR}{r_c} + \sum_{\nu=2}^n \ln \frac{R_{\nu}}{r_{\nu}} \right), \quad r = 1 - \left(\frac{\rho_0}{R} \right)^2,$$

$$r_{\nu} = 2\rho_0 \sin \frac{\theta_{\nu}}{2}, \quad R_{\nu} = R \sqrt{1 + \left(\frac{\rho_0}{R} \right)^4 - 2 \left(\frac{\rho_0}{R} \right)^2 \cos \theta_{\nu}}, \quad \alpha_{j2} = \pi j,$$

$$\theta_{\nu} = \frac{2\pi(\nu-1)}{n}, \quad A_{j1\gamma}(\rho_0) = \frac{K_{\eta}(3\rho^* \alpha_{j1}) I_{\eta}^2(3\rho^* \alpha_{j1})}{I_{\eta}(3\rho^* \alpha_{j1})}, \quad d_1 = \frac{b_1}{b_2},$$

$$\alpha_{j1} = \pi j + \arctg \sqrt{1 + 2\kappa}, \quad \alpha_{j3} = \pi j - \arctg \sqrt{1 + 2\kappa},$$

$$B_{j1\gamma} = \frac{\kappa_0 N_{j1\gamma} \sin(3l_1 \alpha_{j1}) \cos(3h \alpha_{j1}) \cos[3(1-h) \alpha_{j1}]}{\kappa_1(1-h) \cos^2(3h \alpha_{j1}) + \kappa_2 h \cos^2[3(1-h) \alpha_{j1}]}, \quad R = h_1 \rho^*, \quad \rho_0 = h_1 \rho_0^*,$$

$$B_{j2\gamma} = \frac{\kappa_0 N_{j1\gamma} [\sin(3h \alpha_{j1}) - \sin[3(h-l_2) \alpha_{j1}]] \cos^2[3(1-h) \alpha_{j1}]}{\kappa_1(1-h) \cos^2(3h \alpha_{j1}) + \kappa_2 h \cos^2[3(1-h) \alpha_{j1}]}, \quad b = h_1 l_1,$$

$$N_{j1\gamma} = \frac{\sin(3l_1 \alpha_{j1}) \cos(3h \alpha_{j1})}{\cos[3(1-h) \alpha_{j1}]} + s d_1 [\sin(3h \alpha_{j1}) - \sin[3(h-l_2) \alpha_{j1}]].$$

Результаты расчетов, полученные по формулам (16) при вышепринятых исходных данных, приводятся в таблице. Анализ данных таблицы приводит к следующему: при заданном s и n с увеличением κ ($\kappa = \kappa_2 : \kappa_1$) в интервале $[0,01 : 100]$ фильтрационное сопротивление в обоих пропластках сильно уменьшается, причем скорость уменьшения существенно больше во втором пропластке, чем в первом. Например при $s=1; 2; \kappa=0,01; \omega_1=89,3; 110,9; \omega_2=2078,0; 4150$ и $s=1; 2; \kappa=100; \omega_1=49,0; 49,1; \omega_2=0,5; 0,9$. При заданном κ увеличение s приводит к росту фильтрационного сопротивления в обоих пропластках, причем темп возрастания во втором пропластке существенно больше, чем в первом, особенно при $\kappa < 2$. Например: $s=1; 2; \kappa=0,01; \omega_1=89,3; 110,9; \omega_2=2078,0; 4150,0; \kappa=2, \omega_1=57,4; 62,1; \omega_2=21,6; 38,6$.

С увеличением s при любом значении κ закономерность изменения сопротивления во втором пропластке сохраняется, однако при $\kappa > 2$ сопротивление в первом пропластке практически не меняется.

s		0	1		2	
n	k	ω_1	ω_1	ω_2	ω_1	ω_n
8	0,01	67,8	89,3	2078,0	110,9	4150,0
	0,1	64,8	83,4	236,0	101,9	453,5
	0,5	58,6	70,1	67,3	81,5	123,3
	1	55,4	63,1	38,8	71,0	63,9
	2	52,7	57,4	21,6	61,1	38,6
	10	49,8	50,9	4,9	52,1	8,6
	100	48,9	49,0	0,5	49,1	0,9

При заданном k фильтрационное сопротивление в первом пропластке в случае $s=0$, как и следовало ожидать, меньше, чем в случае $s=1$ и $s=2$. После анализа формул (16) и полученных по ним данных предлагаются следующие упрощенные формулы для определения притока жидкости:

$$\omega_1 = M + \frac{2h_1^2}{9b_1 b_2} \left[\frac{B_{011}}{\alpha_{01}^2} K_0 \left(\frac{3r_c \alpha_{01}}{h_1} \right) + \sum_{j=1}^3 \sum_{l=1}^5 \frac{B_{j1l}}{\alpha_{j1}^2} K_0 \left(\frac{3r_c \alpha_{j1}}{h_1} \right) \right]. \quad (17)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Абасов М. Т., Джалилов К. Н. Вопросы подземной гидродинамики и разработки нефтяных и газовых месторождений. Баку, Азернефтшпр, 1960. 2. Гусейн-Заде М. А. Особенности движения жидкости в неоднородном пласте. Недра, 1965. 3. Гусейнов Г. П., Велиев М. Н. Тр. АЗНИИ по ДН, вып. 15, 1965. 4. Джалилов К. Н., Джафаров Н. Д., Масимов Ф. А. Сб. Тезисы докладов конференции молодых ученых по разработке, бурению и геологии нефтегазовых месторождений. Баку, 1972. 5. Джалилов К. Н., Джафаров Н. Д., Гаджиев М. А., Эфендиев Р. М. Сб. "Теоретические и экспериментальные исследования разработки нефтяных месторождений". Изд. КГУ, 1972. 6. Фатыхов А. Г., Мухамедзянов Ф. М. Об интерференции скважин в двухслойном круговом пласте. Деп. в ВИНТИ, 1972. № 3440-71. 7. Шмыгля П. П. Тр. МНИ, вып. 14. Гостоптехиздат, 1955. 8. Шелкачев В. Н., Гусейн-заде М. А. НК, 1953, № 12.

Институт проблем глубинных нефтегазовых месторождений

Поступило 5. V 1973

Г. Н. Чалилов, Н. Ч. Чэфаров, А. М. Ибрагимов

Мајенин гејри-бирчинсли даирэви јатагларда там олмајан гујулар системинэ ахыны

ХУЛАСЭ

Магелэдэ мұхтәлиф кечиричиликли, ејни радиуслу, мұхтәлиф тәзјигли цилиндрик сәтһләрлә һүдудланмыш ики лајдан (тәбәгәлән) ибарәт даирэви јатагларда мајенин ачылма дәрәчәсинә кәрә там олмајан сабит мәнсулдарлыгы гујулар системинэ ахыны тәлгиг олунмушдур. Нәтичәдә лајлар үзрә тәзјигин лајланмасыны гә ихтијари гујунун сәтһи үзрә тәзјигин орта гижмәтини һесабләмаг үчүн дүстурлар әлдә едилмиш, сүзүлмә мугавимәтләринин дәгиг вә садәләшдирилмиш дүстурлары тәклиф олунмушдур. Алынмыш дүстурларә әсасән һесабат апарылмыш вә тәчрүби сәмијјәти олан ујғун нәтичәләр чыхарылмышдур.

K. N. Jalilov, N. D. Jafarov, A. M. Ibragimov

Fluid influx to the imperfect wells in non-uniform circular deposit

SUMMARY

In this paper it is developed fluid movement in the non-uniform along capacity by the permeability circular deposit to the system of wells imperfect by the drilling in degree at the constant with drawl without bottom influx. Having this, it is suggested that the deposit consists of two reservoirs (interbed) with different permeabilities, and on the outer cylinder feed surfaces with the same radii different pressures are maintained. The wells by the deposit are located arbitrarily.

The formulae of pressure distribution by the interbeds are found, the average meanig of bottom hole pressure of arbitrary well is defined. Exact and simplified formulae of filter loss resistances are suggested. A lot of calculations are carried out by the results of wich practical conclusions are made.

In particular, from the found results of the stated problem the solutions, well known in literature, are obtained.

(22. 323. (47. (24)

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ

Л. И. АЛЛАХВЕРДИЕВА, Б. М. ЛИСТЕНГАРТЕН, Ч. А. СУЛТАНОВ
А. М. АХМЕДОВ

ИЗУЧЕНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ НКП СВИТЫ ПЛОЩАДЕЙ
КАЛА И СУРАХАНЫ В СВЯЗИ С НЕФТЕОТДАЧЕЙ

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

Важнейшим геологическим фактором, влияющим на процесс извлечения нефти, обводнения скважин и выбор системы разработки, как известно, является неоднородность пластов коллекторов [4, 5, 6]. В последние годы предложен ряд методов изучения неоднородности пластов, базирующихся на статистической обработке и сообщении фактических данных [1, 2, 3].

В настоящей работе для изучения неоднородности анализировались геолого-промысловые и геолого-физические данные НКП свиты площадей Сураханы и Кала. Рассматриваемые залежи характеризуются примерно одинаковыми геолого-физическими особенностями и разработка их велась при преимущественно водонапорном режиме.

При одинаковой по обеим залежам проницаемости ≈ 500 мд, начальной вязкости нефти в пластовых условиях $2-2,3$ сПз, форме залежей (обе по всему периметру окружены водой), плотности сетки скважин в период максимальной добычи (5,8—4,3 га/сква) и, наконец, мало отличающихся количествах прошедшей через залежь жидкости (2,3—3 объ ма пор) были получены практически одинаковые величины конечной нефтеотдачи 0,72—0,74 (рис. 1). При этом Сураханская залежь разрабатывалась 32 года, а Клинская—36 л. т. Небольшая разница в отборах жидкости (большие отборы из НКП свиты площади Кала) обусловлена тем, что в последней углы падения пластов меньше, вследствие чего значительная часть залежи нефти подстилается водой.

Для сравнения залежей была исследована неоднородность свиты по общей и начальной эффективной нефтенасыщенной мощности ($M_{об}$, $M_{эф}$), относительной песчистости ($k_{пс}$), расчлененности (k_p), количеству пропластков, приходящихся на метр мощности (k_p). По этим показателям, характеризующим макронеднородность, можно судить о характере и степени неоднородности изучаемых объектов. Наиболее часто показатели (k_p , $k_{пс}$, k_p) характеризующие НКП свиту площадей Сураханы и Кала соотносятся, соответственно, в интервале значений 0,10—0,12 и 0,11—0,13, 0,70—0,80 и 0,66—0,76, 4—6 и 4—5.

Для изображения изменчивости геолого-физических свойств были построены частотные графики в виде кривых распределения (рис. 2). Как видно из рисунка, данные по количеству пропластков, приходящихся на метр мощности, и по расчлененности, представленные в виде полигонов распределения с незначительной асимметрией, не являются смещением двух или нескольких совокупностей с различными характеристиками.

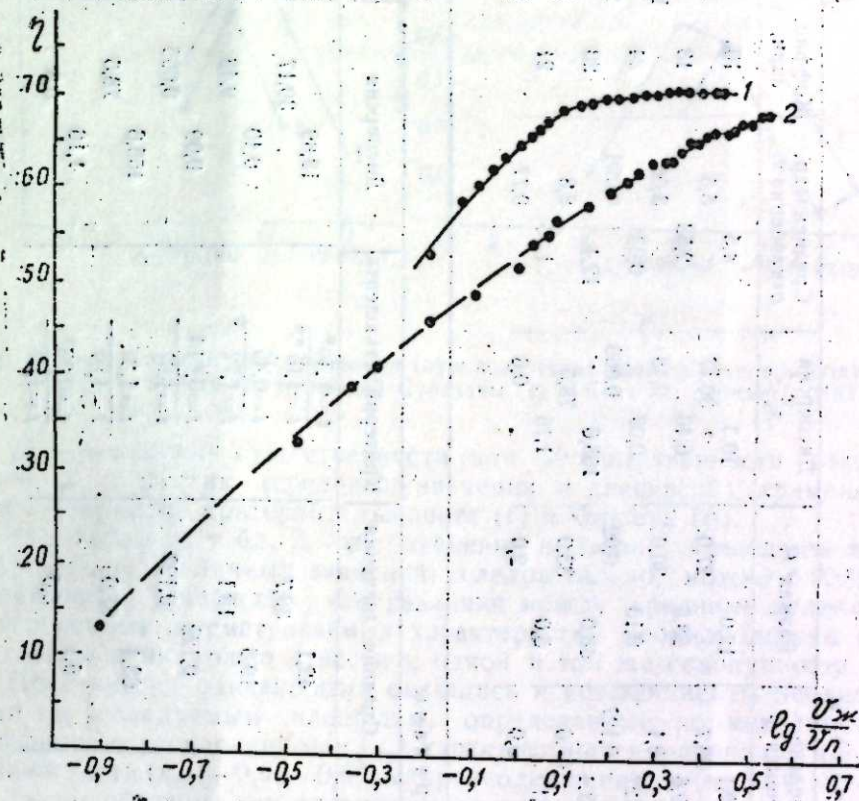


Рис. 1. Изменение нефтеотдачи в зависимости от количества прошедшей через залежь воды: 1—Сураханы; 2—Кала.

Рассматривая комплексно данные о залежах нефти и результаты разработки, можно с большой достоверностью предположить, что и по степени неоднородности эти залежи не отличаются друг от друга, иначе конечная нефтеотдача их была бы различной, или даже при одинаковых значениях ее отличающимися между собой были бы плотность сетки скважин, количество прошедшей через залежь воды, сроки разработки, другими словами, поскольку неоднородность влияет на величину нефтеотдачи и на показатели разработки, в рассматриваемых залежах степень неоднородности должна быть одинакова.

Как видно из табл. 1, в которой приведены основные данные статистики рассматриваемых залежей, значение коэффициента вариации (v) по рассматриваемым параметрам колеблется в пределах 10—24%. Наименьшее значение 10% имеет коэффициент вариации по общей мощности площади Сураханы, наибольшее (24%)—по количеству пропластков, приходящихся на метр мощности площади Сураханы.

Показатель неравномерности (НП), представляющий собой отношение максимального значения параметра к его среднему значению

Таблица 1
Характеристики неоднородности НКП свиты площадей Сураханы, Кала

Характеристики неоднородности	Сураханы				Кала			
	Число случаев n	Средние значения \bar{x}	Размах R	Дисперсия σ_x^2	Среднеквадр. отклонение σ_x	Коэфф. вариации, % v	$\frac{x_{max}}{\bar{x}}$	
Общая мощность	40	42,1	12,0	19,3	4,5	10	1,5	
Нефтенасыщенная мощность	12	19,6	28,5	6,40	2,53	13	1,20	
Колич. пропластков на 1 м. мощ-ности	40	0,122	0,13	0,09	0,03	24	1,18	
Песчанистость, %	40	63,4	48,0	155,6	12,4	20	1,55	
Расчлененность	40	5,10	5,0	1,16	0,77	21	1,14	
	20	5,0	2,0	0,6		15	1,2	

Таблица 2

Характеристики неоднородности	Сураханы			Кала		
	Число случаев	Средние значения	Критерий Стьюдента	Дисперсия	Критерий Фишера	
Общая мощность	40	42,1	$t=0,15^*$	19,89	$F=1,4^*$	
Нефтенасыщенная мощность, м	12	19,6	$t=1,67^{**}$	30,17	$F=1,79^{**}$	
Колич. пропластков на 1 м мощ-ности	40	0,122	$t=0,45$	6,40	$F=1,49$	
Коэфф. песчанистости, %	40	63,4	$t=1,72$	0,09	$F=2,70$	
Расчлененность	40	5,1	$t=0,614$	0,065	$F=1,4$	
	20	5,0	$t=1,67$	155,6	$F=1,84$	
	20	2,0	$t=1,37$	78,5	$F=1,9$	
	20	5,0	$t=1,67$	1,16	$F=1,84$	
	20	5,0	$t=0,037$	0,6	$F=1,8$	
	20	5,0	$t=1,67$		$F=1,88$	

* — вычисленные значения
** — табличные значения

$\left(\frac{x_{max}}{\bar{x}}\right)$ [2] и характеризующий предельную изменчивость геологических свойств по всем совокупностям, также находится в узких пределах 1,18—1,55, что говорит об устойчивом характере изменения свойств.

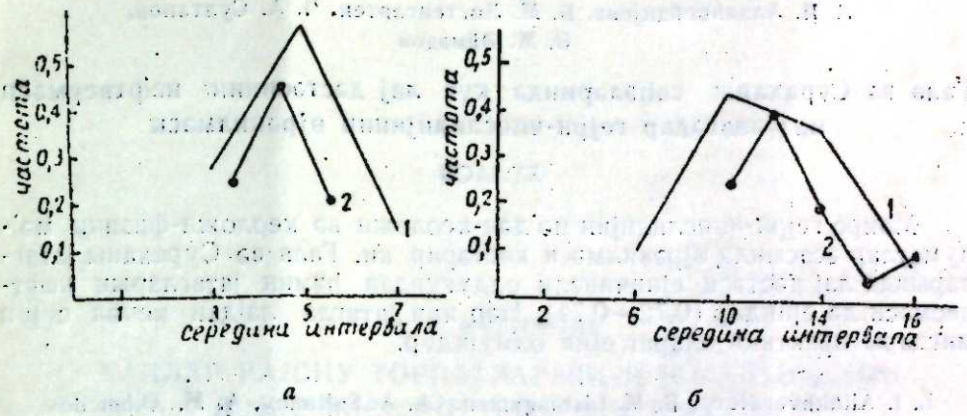


Рис. 2. Распределение расчлененности (а) и количества пропластков, приходящихся на метр мощности (б) площадей Сураханы (1) и Кала (2) горизонта НКП.

Для выявления существенности или несущественности различия основных статистик (среднего значения и дисперсий) применялись соответствующие критерии Стьюдента (t) и Фишера (F).

Как видно из т. бл. 2, все значения критерия Стьюдента и Фишера меньше табличных значений, следовательно, можно с 95%-ной вероятностью утверждать, что различия между средними величинами и дисперсиями рассматриваемых характеристик неоднородности несущественны и их можно отнести к одной и той же совокупности.

Практически одинаковыми оказались и коэффициенты неоднородности по исследуемым площадям, определенные по методике [4]. Коэффициент расчлененности (k_p) характеризуется значениями 4,9—5,2, песчанистости ($k_{пс}$)—0,63—0,67, макронеоднородности ($k_{ма}$)—0,18—0,20.

Таким образом, как следует из изложенного, можно утверждать, что рассматриваемые залежи относительно однородны; степень различия в них незначительна.

Выводы

1. НКП свита месторождений Кала и Сураханы в отношении k_p , $k_{пс}$, $k_{ма}$ является относительно однородной.
2. Ввиду того, что исследуемые залежи достаточно однородны, нефтеотдача в них примерно одинакова и достаточно высокая (0,72—0,74); по обоим залежам потребовалось практически одинаковое количество скважин и одинаковое количество прошедшей через залежь воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дементьев Л. Ф. Статистические методы обработки и анализа промышленно-геологических данных. "Недра", 1966. 2. Богацкий В. В. Математический анализ разведочной сети. Госгеолтехиздат, 1963. 3. Рыжов П. А., Гудков В. М. Применение математической статистики при разведке недр. "Недра", 1966. 4. Ключарев В. С., Мирчик М. Ф. Влияние макронеоднородности эксплуатационных объектов нефтяных месторождений Западной Башкирии на нефтеотдачу. ГНИГ,

Л. И. Аллахвердиева, Б. М. Листенгартен, Ч. А. Султанов,
Ә. М. Әһмәдов

Гала вә Сураханы сәһәләриндә күг лај дәстәсинин нефтвермәси
илә әләгәдар гејри-чинслилијинин өјрәнилмәси

ХҮЛАСӘ

Макро гејри-чинслилијин мә'дән-кеоложи вә кеоложи-физики мә'луматлар әсасында өјрәнилмәси кәстәрир ки, Гала вә Сураханы јатагларында лај дәстәси ејничинсли олдуғундан һәмин јатагларын нефтвермәси дә ејнидир (0,72—0,74); һәр ики јатагда лајдан кечән сујун миғдары практики олараг ејни олмушдур.

L. I. Allahverdieva, B. M. Listengarten, Ch. A. Sultanov, A. M. Akhmedov

Study of non-uniformity of the above kirmakinskaya sandy suite
of Kala and Surakhany areas in connection with oil efficiency

SUMMARY

The study of macro-non-uniformity according to geological field and geological physical data has shown that these deposits are comparatively uniform. Consequently the oil efficiency in deposits is approximately the same and high enough 0,72—0,74. Both deposits required practically the same volume of water gone through the deposit.

ТОРПАҒЫН ФИЗИКАСЫ

Д. Н. КӘРИМОВА

ХАНЛАР РАЈОНУ ТОРПАГЛАРЫНЫН [СЫХЛЫҒЫНЫН
ДӘЈИШМӘСИНИН ОНУН ДИЕЛЕКТРИК
НҮФУЗЛУЛУҒУНА ТӘ'СИРИ

(Азәрбајчан ССР ЕА академики Г. Ә. Әлијев тәғдим етмишдир)

Торпаг хүсуси тәсин чисим олдуғундан, башга физики чисимләр кими онун да өзүнәмәхсус диелектрик хассәси вардыр. Торпағын диелектрик хассәси торпағын рәнкиндән, физики-кимјәви вә минераложии тәркибиндән, сыхтығындан, мәсамәлилијиндән, нәмлијиндән вә структурундан асылыдыр.

Торпағын диелектрик хассәсинин әсасыны диелектрик нүфузлулуғу тәшкил едир. Диелектрик нүфузлулуғу әсас е'тисары илә торпағын бәрк, маје вә газ фазаларындан вә торпаг һиссәчикләринин өлчүсүндән асылыдыр.

Республикамызын торпагларыны диелектрик физики хассәси бу күнә гәдәр өјрәнилмәмишдир. Буна көрә дә бир сыра агротехники тәдбирләрин һәјата кечирилмәсиндә чәтинликләр јараныр. Бу мәгсәдлә Ханлар рајонунун дағ-гәһвәји мешә алты торпагларынын диелектрик физики хассәләри тәлгиг едилмишдир. Тәдгигат нәтичәсиндә мә'лум олмушдур ки, бу торпаглар јүнкүл, орта килличәли олуб, үст гатда физики килин миғдары 23,5—38,4%, коллоидал һиссәчикләрин миғдары 75%-дән артыг олмур.

Һумусун миғдары торпағын үст гатында 1,69—7,66% арасында тәрәддүд олур. Торпағын сыхлығы 1,20—1,25 г/см³-дирсә, торпаг профили бојунча артарак 1,3 г/см³-ә чатыр.

Торпағын әсас физики хассәләринин кәстәричиләриндән олан хүсуси чәки үст гатларда 2,38—2,68 г/см³-дирсә, торпаг профили бојунча артарак 2,78 г/см³-ә чатыр. Буна ујғун оларак бу торпагларда үмуми мәсамәлик 50,6—54,7% арасында дәјишир.

Торпағын диелектрик физики хассәси диелектрик нүфузлулуғу илә тә'јин едилдијиндән, онун торпағын нәмлији, сыхлығы вә механики тәркибиндән асылы оларак дәјишмәси тә'јин едилмиш вә сыхлығын дәјишмәсинин диелектрик нүфузлулуғуна тә'сири өјрәнилмишдир.

Тәдгигатлар нәтичәсиндә мүәјјән едилмишдир ки, торпағын диелектрик нүфузлулуғуна тә'сир едән әсас амил торпағын нәмлијидир. Ејни заманда кәстәрмәк олар ки, торпағын сыхлығынын дәјишмәси дә диелектрик нүфузлулуғуна тә'сир едир.

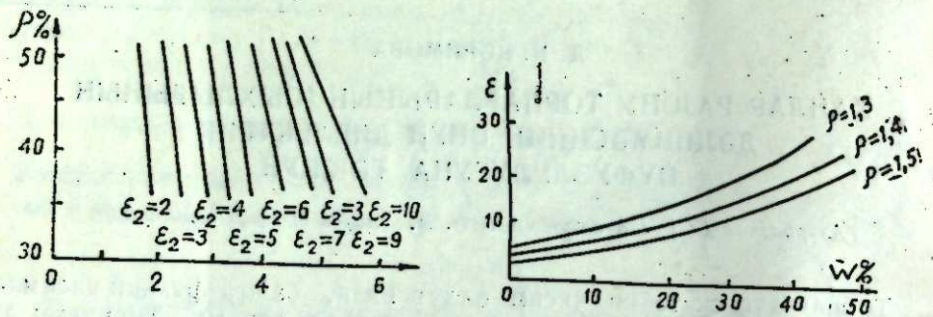
Торпағын диелектрик нүфузлулугуну, торпаг сыхлыгынын дәјишмәсинин тә'сирини нәзәри слараг Оделевски үсули илә тә'јин едирик. В. И. Оделевски [2] гарышығын диелектрик сабитини статик физикаја көрә тә'јин етмиш вә белә дүстур алмышдыр:

$$\sum_i \frac{\epsilon_1 - \epsilon}{\epsilon_1 + 2\epsilon} \cdot \tau_i = 0, \quad (1)$$

ϵ_1 —гарышығын i һиссәчијинин диелектрик нүфузлулугудур; τ_i —һиссәчикләрин һәчмидир.

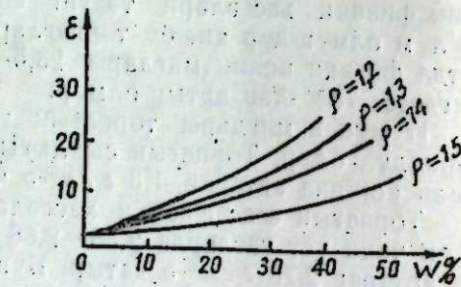
Гарышығын ики һиссәси үчүн белә дүстур алырыг:

$$\epsilon = \frac{(3\tau_1 - 1)\epsilon_1 + (3\tau_2 - 1)\epsilon_2}{4} + \sqrt{\frac{[(3\tau_1 - 1)\epsilon_1 + (3\tau_2 - 1)\epsilon_2]^2}{16} + \frac{\epsilon_1\epsilon_2}{2}}$$



1-чи шәкил. Гуру торпагларын һәчм чә-2-чи шәкил. Мүхтәлиф сыхлыгы торпаг кисиңдән ϵ асылылығы (Оделевскија көрә ларын нәмлијиндән ϵ асылылығы (Оделевскија көрә тә'јин едилмишдир).

Дүстурү һәлл едиб, диелектрик сабитини мүхтәлиф гијмәтләриндә $\epsilon = f(W)$ асылылығынын графика гурулур (1-чи шәкил). Торпағын бәрк һиссәсиндә диелектрик нүфузлулугунун гијмәти 2—10 олур. 1-чи шәкилдән торпағын сыхлылығынын дәјишмәсинин диелектрик нүфузлулугунун тә'сирини тә'јин етмәк олар. Бу тә'сир торпағын бәрк һиссәсинин диелектрик нүфузлулугунун артмасы илә бөјүр. Бунун кими дә аналожи оларга торпағын нәмлијинин дәјишмәсинин диелектрик нүфузлулугуна тә'сирини көстәрмәк олар. Бу мәгсәдлә (1) дүстуруну үч һиссә гарышыг үчүн јазыб үч дәрәчәли тәнлик алырыг. Алынмыш тәнлији һәлл едиб, диелектрик нүфузлулугунун гијмәтләринә ујғун әрирләри гуруруг. Нәтичәдә алырыг ки, торпағын нәмлијинин чох аз артмасы илә диелектрик нүфузлулугуна сыхлығын дәјишмәсинин тә'сири артачагдыр (2-чи шәкил). Бу үсулла торпағын диелектрик нүфузлулугуна дәјишмәсинин тә'сирини гарышығын бүтүн һиссәчикләри үчүн тә'јин етмәк чох чәтин олур. Буна көрә дә алдығымыз нәзәри нәтичәләри тәчрүбәдә јохлајырыг.



3-чү шәкил. Мүхтәлиф сыхлыгы торпагларын нәмлијиндән ϵ -нин тәчрүби асылылығы.

Мүхтәлиф сыхлыгларда торпағын диелектрик нүфузлулугунун нәмликдән асылылығыны Куметрлә резонанс үсулу илә тә'јин едирик. (диапозон 20 нс—200 нс).

Тәчрүбәдән алынған гијмәтләрә көрә $\epsilon = f(W)$ асылылығынын графика гурулур (3-чү шәкил).

Нәзәри үсулла алынмыш (2-чи шәкил) графикалә тәчрүбәдән алынмыш нәтичәләрә көрә гурулмуш (3-чү шәкил) графикаләри мүгајисә етдикдә ајдын олур ки, тәчрүбәнин нәтичәләринә ујғун гурулмуш әјринин әрилији, о бириңдән чохдур. Бу да көстәрир ки, тәчрүбә илә алынмыш диелектрик нүфузлулугунун гијмәти нәзәријәдән алынмыш гијмәтдән чохдур. Ејни заманда тәчрүбәнин нәтичәси көстәрир ки, торпағын нәмлијинин артмасы илә сыхлығын диелектрик нүфузлулугуна тә'сири артыр. Торпагдакы нәмлик чох аз олдугда, сыхлыг дәјишмәсинин торпағын диелектрик нүфузлулугуна тә'сири һиссә олунмур, бу тә'сир анчаг нәмлијин даһа чох (23% һәчминдән) гијмәтиндә алыныр.

ӘДӘБИЈАТ

1. Нерпин С. В., Чудновский А. Ф. Физика почвы. Наука, 1967.
2. Оделевский В. И. Ж. Техн. физики, т. 21, 1951.
3. Ruzic V. Mereni vohkosti zemin kapacitni metodom. Kandidatska disertacni prace.

Азәрб. Кәнд. Тәсәррүфаты Институту

Алынмышдыр 12 III 1974

Д. Н. Керимова

Влияние изменения плотности на относительную диэлектрическую проницаемость почв Ханларского района

РЕЗЮМЕ

Данная статья показывает, что относительная диэлектрическая константа (проницаемость) почв ϵ изменяется главным образом в зависимости от изменения их влажности. Другим фактором, влияющим на ее изменение, является объемный вес почв. Эти взаимоотношения теоретически проанализированы на основании теории Оделевского, а результаты сопоставлены с данными эксперимента.

D. N. Kerimova

The influence of the change of bulk density on the dielectrical constant of soils of Khanlar region

SUMMARY

The dielectrical constant ϵ of soils is mainly depend on the change of the moisture content. An other fact, which influence the change of ϵ is the change of the bulk density. These interrelations were analysed on the basis of Ogelevsky theory and the results were compered with the experimental tests.

УДК 581. 143

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Акад. М. Г. АБУТАЛЫБОВ, А. А. МАРДАНОВ, Т. А. ЯКУБОВА

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЯ ПИТАНИЯ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ГОРОХА

В большинстве случаев продуктивность растений зависит от развития и метаболической активности корневой системы. Характер развития корней тесно связан как с биологической особенностью растений, так и с условием их формирования. На этот процесс, наряду с другими факторами, большое влияние оказывают условия минерального питания. Работы, характеризующие влияние условий питания на поглотительную и синтетическую деятельность корневой системы растений, немногочисленны, и в них дается неполная характеристика связи поглощающей функции корней с их синтетической деятельностью (Ратнер, 1950; Колосов, 1962; Станков, 1964).

Исходя из вышесказанного, в первую очередь было необходимо выявить оптимальную концентрацию питательного раствора, где рост и накопление сухого вещества были небольшими, корни и надземные органы развивались гармонично.

Для наиболее точной характеристики корней мы обратили особое внимание на их функциональные показатели: изучали общую адсорбирующую и рабочую поглощающую поверхность, объем и вес корней, а также содержание некоторых питательных элементов в растении (Колосов, 1962). Опыты проводились на питательной смеси Кнопа с 10-дневными растениями гороха сорта АзНИХИ № 1508 в пяти вариантах, в 6-кратной повторности. Растения выращивались в одноклассовых стаканах по 4 в каждом, под люминесцентными лампами, при круглосуточном освещении.

Количество минеральных элементов в растительном материале определяли после их мокрого сжигания в серной кислоте и H_2O_2 . Белковый и небелковый азот определяли по Лясковскому (1963). Определение фосфора и магния проводили калориметрически (Каррова и др., 1955) на ФЭК Н-57. Количество калия и кальция в исследуемых растворах определяли на пламенном фотометре. В табл. 1 приводятся данные, характеризующие рост и функциональные особенности корней гороха, выращенного на питательной среде различной концентрации при круглосуточном освещении.

Из таблицы следует, что сухой вес растений, рассматриваемый нами как критерий для оценки влияния различных факторов на синтетические процессы, в вариантах одинарной и половинной нормы раст-

Таблица 1
Влияние концентрации питательного раствора на функциональные показатели корней

Конц. питательн. раствора Кнопа	Объем корней, см ³	Общ. адсорбирующая поверхность, м ²	Раб. поглощ. поверхность, м ²	Сухой вес одного растения по органам (мг)	
				надземн.	подземн.
2 нормы	1,48	0,911	0,365	82,3	23,5
1 .	1,87	0,919	0,372	90,0	24,8
0,5 .	1,47	1,125	0,515	89,9	24,2
0,2 .	1,50	1,033	0,481	88,3	25,0
0,1 .	0,94	0,814	0,333	62,2	22,1

вора Кнопа больше, чем в других вариантах опыта. Как увеличение, так и уменьшение концентрации питательного раствора отрицательно сказывается на общем сухом весе растений. Следует отметить, что увеличение (двойная норма) концентрации питательного раствора вызывает большее снижение сухого веса растений, чем ее уменьшение (0,2 нормы).

Но дальнейшее снижение концентрации питательного раствора (0,1 нормы) приводит к более сильному подавлению накопления сухого вещества. В этом варианте сухой вес растений составляет 73,1% их сухого веса в оптимальном (1 нормы) варианте. В оптимальных концентрациях питательного раствора отношение веса надземной части растений к весу корней составляет 3,62—3,72. Следовательно, это соотношение между полярно расположенными органами в условиях наших опытов должно считаться оптимальным, так как соответствует наибольшему накоплению сухого вещества растениями. Выше (2 нормы) и ниже (0,1 нормы) этих концентраций указанное соотношение веса надземной части растений и веса корней снижается. В случае уменьшения концентрации питательного раствора это происходит в основном за счет снижения веса надземных органов растения гороха.

Общая адсорбирующая и рабочая поглощающая поверхность корней, по сравнению с двойной и одинарной концентрациями, в 0,5 и 0,2 концентрациях заметно увеличивается. Этот факт нужно рассматривать как приспособительную реакцию растительного организма, направленную на преодоление дефицита питательных элементов в корнеобитаемой среде. Дальнейшее снижение концентрации питательного раствора отрицательно сказывается не только на надземной массе, но и на корневой системе. Несмотря на это, доля рабочей поглощающей поверхности от общей адсорбирующей поверхности корней в зависимости от концентрации питательного раствора мало изменяется. Она оказывается несколько больше в вариантах 0,5 и 0,2 нормы. По-видимому, этот показатель является более консервативным по отношению к действию внешних факторов и больше зависит от биологической особенности культур.

Если оценить продуктивность корней (отношение общего веса к рабочей поглощающей поверхности корней), то она оказывается высокой в варианте с двойной и особенно одинарной концентрацией питательного раствора. Отсюда следует, что увеличение общей и рабочей поглощающей поверхности корней 0,5 и 0,2 нормы питательного раствора направлены на компенсацию снижения продуктивности корневой поверхности в указанных вариантах. Следовательно, увеличение общей адсорбирующей и рабочей поглощающей поверхности корней не может само по себе свидетельствовать об их продуктив-

Таблица 2

Влияние концентрации питательного раствора на количество минеральных элементов (мг на 1 г абсолютно сухого вещества)

Конц. питательн. раствора Кнопа	Органы	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Магний
2 нормы	надз.	55,9	8,5	57,6	12,8	29,1
	подз.	64,4	19,2	87,6	6,6	32,5
1 норма	надз.	61,8	8,6	61,0	12,8	29,5
	подз.	52,7	15,2	89,6	5,8	28,7
0,5 нормы	надз.	59,9	7,6	61,0	11,1	27,0
	подз.	48,3	12,7	82,6	5,5	21,5
0,2 нормы	надз.	49,6	5,4	46,0	11,1	23,6
	подз.	46,7	10,1	81,6	5,2	20,6
0,1 нормы	надз.	49,8	5,3	28,6	9,4	22,7
	подз.	45,4	9,5	61,6	5,0	19,1

ности. Продуктивность корней, по-видимому, больше определяется синтетической и метаболической активностью корневой системы.

Об ослаблении метаболической и функциональной активности корней растений, выращенных в питательных смесях 0,2 и особенно 0,1 нормы, говорят данные, характеризующие содержание азота, фосфора, калия, кальция и магния в растениях. Эти материалы суммированы в табл. 2. Из ее данных видно, что снижение концентрации питательного раствора приводит к снижению концентрации указанных элементов в растениях. Это особенно заметно в корнях. Так, например, по сравнению с одинарной нормой в двойной норме концентрация азота увеличивается на 3,2 мг, фосфора—4,0 мг, кальция—0,8 мг, магния—3,8 мг, тогда как в листьях концентрация указанных элементов не изменяется, либо незначительно снижается.

Выводы

1. Оптимальной концентрацией питательного раствора для выращивания гороха сорта АзНИХИ № 1508 10-дневного возраста в условиях круглосуточного освещения является одинарная и еще лучше половинная норма смеси Кнопа.

2. Общая адсорбирующая и рабочая поглощающая поверхность корней при 0,5 норме питательного раствора оказывается наибольшей и доля рабочей поглощающей поверхности в этом варианте больше.

чем в других. Изменение концентрации питательного раствора яснее всего обнаруживается в корнях, как в отношении их роста, так и минерального состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колосов И. И. Поглощательная деятельность корневых систем растений. Изд. АН СССР, М., 1952. 2. Лясковский Т. М. Исследование по физиологии и биохимии растений. Научн. тр., т. 42, 122, Киев, 1963. 3. Ратнер Е. М. Минеральное питание растений и поглощательная способность почв. 1950. 4. Станков Н. З. Корневая система полевых культур. 1964. 5. Каррова А., Pirkl J., Kalina I. Vedecke prace vyzkumneho ustavi rostlinne vyroby CSAZV, 1955.

Институт ботаники

Поступило 25. II 1971

М. И. Абуталыбов, Э. Э. Мәрданов, Т. И. Якубова

Гидра шәрәнтинин нохуд биткиси көкләринин фәалиятинә тәсири

ХҮЛАСӘ

Дәими ишәг шәрәнтиндә 10 күнлүк нохуд биткиси (АЗНИХИ-1508) үчүн 0,5 норма Кноп мәһлулу даһа әлвәришлидир. Бу шәрәнтлә көкләрин үмуми удучу вә ишәи мәнимсәмә сәтһи даһа әртыг олуp.

Гидра мәһлулунын гатылыгынын артыб-азалмасы, йерүстү һиссәә һисбәтән, көкләрин бөјүмәсинә вә минерал тәркибинә даһа күчлү вә әдһи тәсир кәстәрир.

М. Г. Abutalibov, А. А. Mardanov, Т. А. Jakubova

The influence of the nutrition conditions at the activity of the pea root system

SUMMARY

The optimum concentration of the nourishing solution for the pea (kind Az NIH № 1508) till ten—days age by the conditions of twenty—four—hour lighting is 0,5 of rate Knop's medley. The general absorption and working absorb surface of the roots is found to be utmost, and the portion of the working absorb surface is larger in this version, than in others. The change of the concentration of the nutritious solution, discovering in the roots is the most clearly, as in relation to its growth, so in relation of the mineral structure.

МИКРОБИОЛОГИЯ

УДК 577. 1. 547

Н. А. МЕХТИЕВА, А. А. РАДЖАБОВА

НЕМАТОЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ,
СИНТЕЗИРУЕМЫХ ХИЩНЫМ ГРИБОМ *Arthrobotrys*
MUSIFORMIS Drech.

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. К. Ганиевым)

Способность хищных грибов выделять при росте на твердой среде пахучие вещества описана Дречлером [7]. Мехтиева [2] использовала это свойство в диагностических целях при описании ряда видов и расценивала его как фактор, имеющий значение в привлечении нематод.

Настоящая статья посвящена изучению природы и биологической активности пахучих веществ, выделяемых в окружающую среду грибом *A. musiformis*, выявление роли которых в хищничестве грибов представляет несомненный интерес.

Материал и методы исследования

Материалом для данного исследования послужил вид *A. musiformis* (штамм 123), обладающий характерным запахом при росте на агаризованных синтетических средах и на сусле. Гриб культивировался в течение 15—20 дней, в термостате, при температуре 27—28°.

Улавливание ароматического запаха проводилось следующим образом. По истечении указанного срока открытые чашки Петри в количестве 500 штук и более помещали в герметический шкаф, где на верхней полке расстилали марлю с равномерно рассыпанными 100 г активизированного угля марки БАУ. Адсорбция летучих веществ проводилась в течение 48—72 часов, при температуре 23—25°. После этого уголь собирали в пакет из фильтровальной бумаги и экстрагировали этиловым эфиром в аппарате Сокслета в течение 12 часов. Эфир из элюата отгоняли и остаток подвергали хроматографированию.

Параллельно извлечение летучих веществ проводилось и методом возгона их с водяным паром из мицелия гриба с последующей адсорбцией на активированном угле. Хроматографирование осуществлялось в закрепленном слое окиси алюминия в системе петролейный эфир-хлороформ (1:1), а в отдельных случаях и в незакрепленном, в системе петролейный эфир—этилцетат—этанол (90:5:5) [3]. Проявителями

служил ряд реактивов, рекомендованных для выявления продуктов терпенового обмена и стероидов в руководствах по тонкослойной [5] и бумажной [6] хроматографии.

Нематоцидная активность вытяжек определялась по скорости гибели 50% особей уксусной угрицы (*Anguilula aceti*) в растворе исследуемого препарата. В качестве стандарта служил кристаллический чистый трихотecin, в микрограммах которого выражалась миллиграммная активность исследуемого препарата [4].

Результаты исследования

Результаты хроматографического анализа веществ, полученных адсорбцией на активированном угле и из мицелия путем отгона с во-

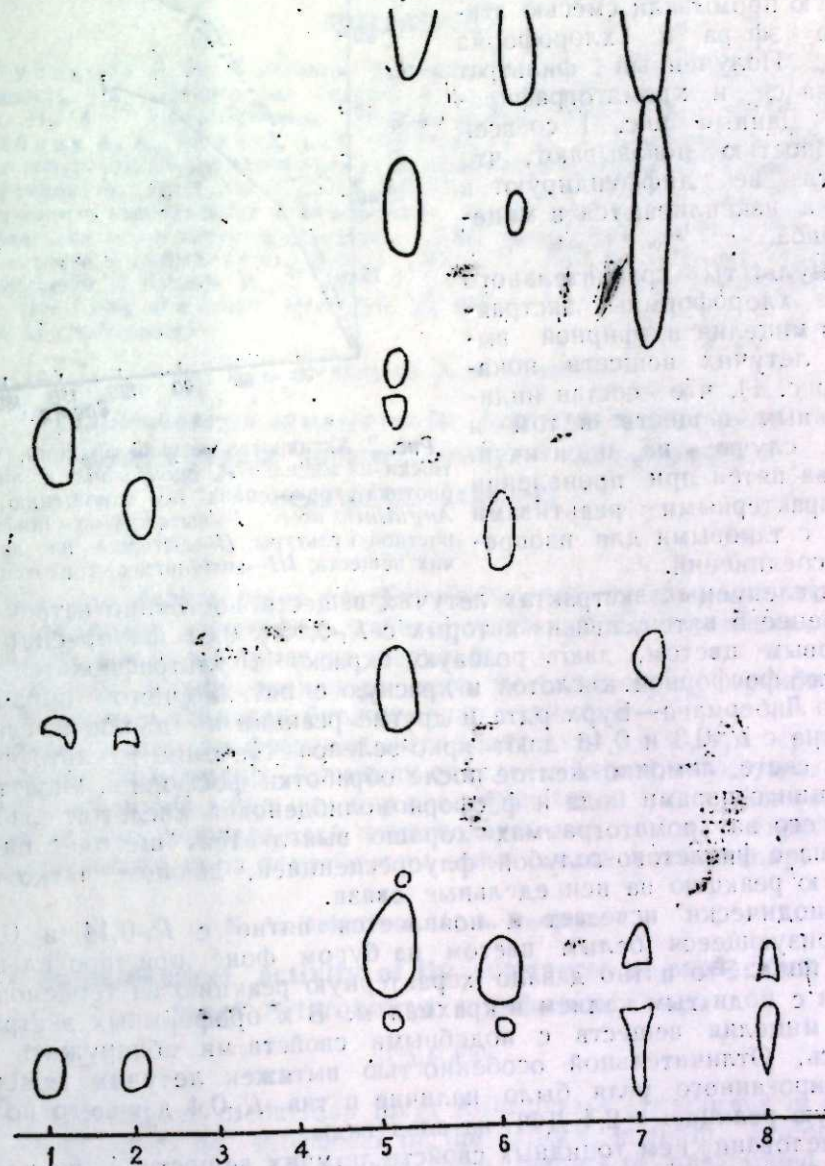


Рис. 1. 1—хлороформная вытяжка из мицелия (свечение в УФ); 2—летучая фракция из эфира; 3, 4—хлороформная и эфирная вытяжки из культуральной жидкости; 5—эфирная вытяжка летучих веществ (пары J₂); 6—хлороформная вытяжка; 5, 6—свечение в УФ.

дяным паром, дали похожую, но не идентичную картину как в количественном, так и в качественном отношении экстрагируемых веществ. Исходя из предположения, что в процессе перегонки часть летучих веществ может теряться или претерпевать качественные изменения, связанные с условиями возгонки, в дальнейших экспериментах накопление летучих веществ проводилось на угле.

С целью изучения вопроса о месте накопления и возможности диффузии летучих веществ в среду проводилось хроматографическое исследование культуральной жидкости и вытяжек из мицелия гриба. Жидкость, полученная через 20 дней после культивирования гриба, пропускалась через колонку, наполненную углем, которую промывали смесью этилового эфира и хлороформа (1:1). Полученный фильтрат упаривался и хроматографировался. Данные рис. 1 со всей очевидностью показывают, что вещества не диффундируют в среде, а накапливаются в мицелии гриба.

Результаты сравнительного анализа хлороформных экстрактов из мицелия и эфирной вытяжки летучих веществ показали (рис. 1), что состав индивидуальных веществ в том и другом случае не идентичен. Свойства пятен при проявлении их характерными реактивами сходны с таковыми для изопреновых соединений.

В исследуемых экстрактах летучих веществ постоянно встречается не менее 5 пятен, два из которых с R_f 0,16 и 0,61 флуоресцируют фиолетовым цветом, дают розовую окраску в ультрафиолете при обработке фосфорной кислотой и красную с пятихлористой сурьмой, реакцию Либермана—Бурхардта и другие реакции на двойные связи. Два пятна с R_f 0,3 и 0,46 дают ярко-зеленое свечение в ультрафиолетовом свете, лимонно-желтое после обработки фосфорной кислотой, но реакции с парами йода и фосфорномолибденовой кислотой слабее. Чаще всего на хроматограммах хорошо выявляется еще одно пятно у финиша с фиолетово-голубой флуоресценцией, дающее четко выраженную реакцию на непредельные связи.

Периодически исчезает и появляется пятно с R_f 0,14 и 0,16, характеризующееся белым цветом на буром фоне при проявлении в парах йода. Это пятно давало характерную реакцию на терпеновые перекиси с йодитым калием и крахмалом. В хлороформных экстрактах из мицелия веществ с подобными свойствами обнаружить не удавалось. Отличительной особенностью вытяжек летучих веществ из активированного угля было наличие пятна R_f 0,4 дающего положительную реакцию с 2,4 ДФГ на альдегиды.

Исследование нематоцидных свойств летучих веществ *A. musiformis* проводилось по модифицированному методу Гуськовой [1]. Испытуемые растворы приготавливались разведением определенной навески вещества в 5%-ном растворе этанола. Учет результатов проводился начиная с 30 минут экспозиции и повторялся через каждые 30 минут.

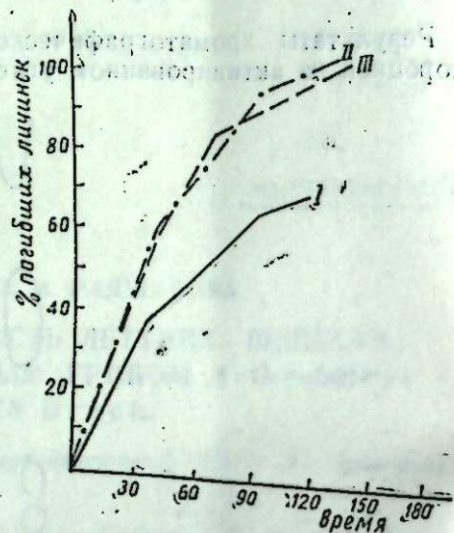


Рис. 2. Активность летучей фракции, вытяжки из мицелия *A. musiformis* и антибиотика трихотецина по отношению к *Anguillula aceti*: I—вытяжка из поверхностной культуры; II—вытяжка из летучих веществ; III—антибиотик трихотецин.

Нематоцидная активность летучих веществ, экстрагируемых из мицелия, оказалась равной активности кристаллического трихотецина и вдвое превышающей активность хлороформной вытяжки из мицелия гриба (рис. 2).

Выводы

1. Хищный гриб *A. musiformis* образует на средах различного состава комплекс пахучих веществ неопредельной природы, обладающих высокой нематоцидной активностью.

2. Можно предполагать, что пахучие вещества, синтезируемые хищными грибами, имеют двойное значение в их экологии: в привлечении нематод и отравлении их токсической субстанцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуськова Л. А. К методике токсикологической оценки препаратов на нематоцидность. Сб. «Нематодные болезни с.-х. растений». «Колос» 1967.
2. Мехтиева Н. А. Нематофаговые хищные грибы. Докт. дисс. Баку, 1969.
3. Раджабова А. А., Беккер З. Э., Мехтиева Н. А. Сравнительное изучение методом тонкослойной хроматографии ненасыщенных соединений из мицелия некоторых гифомицетов. ДАН Азерб. ССР, 9, 1971.
4. Раджабова А. А. Нематоцидная активность трихотецина и модификация метода испытания этой активности с использованием его в качестве стандарта. ДАН Азерб. ССР, 5, 1971; Шталь Э. Хроматография в тонких слоях. Изд-во «Мир», М., 1965.
5. Хайс И., Мацек К. Хроматография на бумаге. И. Л., 1962.
6. Drechsler C. Some hyphomycetes that prey on free-living nematodes. Mycologia, 29, 1937.

Сектор микробиологии

Поступило 29. V 1973

Н. Э. Мехтиева, А. А. Раджабова

Arthrobotrys musiformis җыртычы көбәләјинин синтез етдији ароматик гохулу маддәләринин нематосид активлији

ХУЛАСӘ

Мәгаләдә *Arthrobotrys musiformis* җыртычы көбәләјинин ароматик гохулу маддәләр синтезетмә габиллјјәтинә анд экспериментал материаллар һаггында мә'луматлар верилр.

Алынмыш илкин дәлиләрә көрә бу маддәләрин тәркибинә 3-ә гәдәр дојмамыш тәбиәтли бирләшмәләр дахилдир.

Гохулу маддәләр фраксијасынын нематосид активлији кристаллик трихотесинә бәрәбәрдир. Ароматик гохулу маддәләрин җыртычы көбәләкәрин еколокијасында ики чүр әһәмијјәтә малик олмасы әһәмијјәтдир. Бунлардан бири торпагда олан нематодлары чәлб етмәк, о бириси исә токсик хассәсинә көрә нематодлары мәһв етмәкдән ибарәтдир.

N. A. Mekhtieva, A. A. Radjabova

Nematocidal activity of fly substances of predacious fungi *Arthrobotrys musiformis* Drech

SUMMARY

Nematophagous predacious fungi *Arthrobotrys musiformis* is capable to sintese fragrant fly substanses on the various medium. In compound of this substanses can be revealed three matters of unsaturated nature. The high nematocidal activity is found in fly fraction comparable with activity of antibiotic trichothecin. Supposedly that fragrant fly substanses have double meaning for ecology of fungi—in attraction of nematodes and poisoning its of toxical substanse.

ФАРМАКОЛОГИЯ

Д. З. ШУКЮРОВ, Д. Я. ГУСЕЙНОВ, П. А. ЮЗБАШИНСКАЯ

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ЛИСТЬЕВ КОЗЛЯТНИКА НА УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН В НОРМЕ И ПРИ АЛЛОКСАНОВОМ ДИАБЕТЕ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Г. Абуталибовым.)

Настоящая статья посвящена исследованию препаратов из листьев козлятника—водного настоя 1:10, 1:5 и 1:10 и жидкого спиртового экстракта 1:1. Опыты проводились на кроликах весом 2,100—2,800 г. Из ушной вены кролика брали кровь и определяли количество в ней сахара сначала в исходном состоянии. Затем подопытным животным натошак перорально давали вышеуказанные препараты и по методу Хагедорн—Иенсена определяли содержание сахара в крови. Опыты проводились на 24 кроликах, в VI сериях.

В I серии опытов у трех кроликов в течение трех дней количество сахара в крови в среднем составляло 92 мг%. В последующем этим кроликам через рот давали 10%-ный водный настой из расчета 5 мл на 1 кг веса и, спустя 1 и 2 часа, определяли содержание сахара в крови. Опыты показали, что 10%-ный водный настой листьев козлятника снижает количество сахара в крови в среднем до 85 мг%, что по сравнению с нормой было ниже на 7,6%.

Во II серии опытов опять-таки на трех кроликах и в том же порядке испытывалось действие настойки 1:5, которую давали перорально из расчета 2 мг/кг. При этом в исходном состоянии среднее количество сахара составляло 90%, тогда как после дачи настойки 1:5 содержание его снизилось в среднем до 72%, т. е. почти на 20% по сравнению с исходным уровнем.

Аналогичным образом, также на трех кроликах, проходила III серия опытов с настойкой листьев козлятника 1:10. До применения препарата сахара в крови в среднем было 85 мг%, а после дачи его уровень сахара снизился в среднем до 78 мг%, что по сравнению с нормой было ниже в среднем на 8,2%.

В той же последовательности проводилась IV серия опытов с применением жидкого экстракта (1:1) листьев козлятника из расчета 2 мл/кг. До введения препарата в организм животных количество сахара в крови составляло в среднем 83 мг%, а после дачи его—74 мг%. Таким образом, жидкий экстракт листьев козлятника в концентрации 1:1 снижает уровень сахара в крови на 10,7% против нормы. После

испытания препаратов козлятника на интактных кроликах мы вызывали у них аллоксановый диабет и изучали на его фоне (рис. 1) влияние испытываемых препаратов.

В V серии опытов шести кроликам после установления у них исходного содержания сахара в крови внутривенно вводили аллоксан из расчета 0,2 г на 1 кг веса животного. Затем на восьмой день определили уровень сахара в крови до дачи препарата и через час после его введения.

Поскольку наиболее эффективной оказалась настойка козлятника в концентрации 1:5, то в дальнейшем мы проходили эксперименты с этим препаратом. Вводили его перорально, из расчета 2 мл/кг веса животного. На фоне действия аллоксана среднее содержание сахара в крови кроликов составляло 134 мг%, а после введения настойки 1:5 уровень его снижался в среднем до 106 мг%. Это снижение по сравнению с исходным количеством составило 20,8% (рис. 2). Как видно из рисунка, препараты, приготовленные из листьев козлятника, особенно настойка 1:5, обладают заметными сахаропонижающими свойствами.

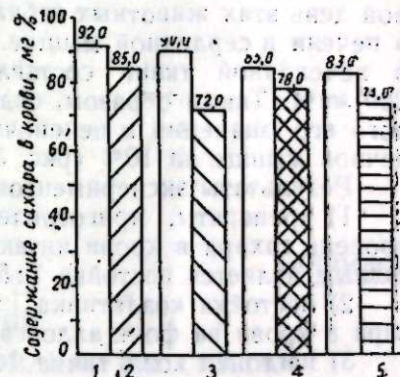


Рис. 1. Изменение уровня сахара в крови у интактных кроликов под действием препаратов из листьев козлятника: 1—исходное состояние 2, 3, 4, 5—после применения настоя 1:10, 1:5, 1:10 и 1:1, соответственно.

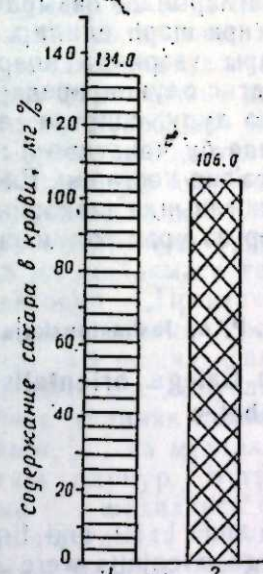


Рис. 2. Изменение содержания сахара в крови под действием настойки 1:5 козлятника (2) и на фоне аллоксана (1).

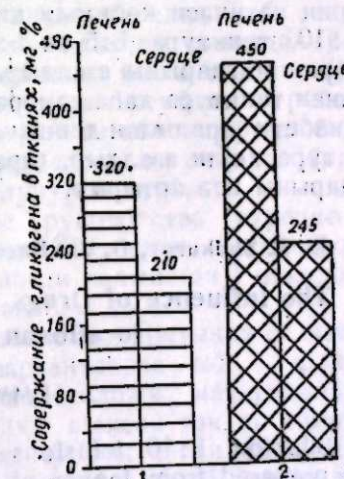


Рис. 3. Изменение гликогена в тканях интактных кроликов: 1—в исходном состоянии; 2—под действием настойки козлятника 1:5.

В дальнейшем нас интересовал вопрос об изменении содержания гликогена в тканях под влиянием препаратов козлятника. Поэтому VI серию опытов мы посвятили определению его количества в тка-

нях печени и сердечной мышцы по методу Генкина. Было взято шесть кроликов, у трех из них определяли содержание гликогена в норме, которое в среднем составило в печеночной ткани 320 мг% и в сердечной мышце 210 мг%. Другим трем кроликам ежедневно в течение недели перорально давали настойку 1:5 из расчета 2 мл/кг. На восьмой день этих животных забивали и определяли содержание гликогена в печени и сердечной мышце. При этом среднее количество гликогена в печеночной ткани составляло 450 мг%, а в сердечной мышце 250 мг%. Таким образом, содержание гликогена в отличие от исходного его значения в печеночной ткани повысилось на 20%, а в сердечной мышце на 10% (рис. 3).

Результаты экспериментов позволили сделать следующие выводы:

- 1) препараты, приготовленные из листьев козлятника, снижают уровень сахара в крови интактных кроликов, из них наиболее эффективным является настойка 1:5;
- 2) настойка козлятника 1:5 значительно снижает содержание сахара в крови на фоне аллоксанового диабета;
- 3) настойка козлятника 1:5 заметно повышает уровень гликогена в печеночной и сердечной тканях.

АМИ им. Н. Нариманова

Поступило 13. VIII 1974

Ч. З. Шукүров, Д. Ж. Нусејнов, П. А. Јүзбашинскаја

Чэпишоту јарпаглары препаратларынын нормада вэ аллоксан диабети заманы шэкэр мүбадилэсинэ тэ'сири

ХУЛАСӘ

Мәгаләдә чэпишоту биткисинин јарпагларындан һазырланмыш бә'зи препаратларын шэкэр мүбадилэсинэ тэ'сири шәрһ едилір. Тәчрүбәләр чәкиси 2,100—2,800 олан ала довшанлары үзәриндә апарылмышдыр. Тәчрүбәләрин нәтичәси кәстәрди ки, тәдгиг олунан препаратлар (сулу дәмләмә 1:10, тинктура 1:5 вә 1:10 вә дуру спиртли екстрат 1:1) ганда шәкәрин мигдарыны азалдыр. Ганда бу чәһәтдән 1:5 нисбәтиндә һазырланан тинктура даһа сәмәрәли тә'сир кәстәрди. Экспериментал аллоксан диабети јарадылан довшанларын ганында, шәкәрин мигдарыны һәмнин тинктура хејли азалдыр, гарачијәр вә үрәк тохумасында гликокенин мигдарыны исә артыр.

D. Z. Shukurov, D. Ja. Nusejnov, P. A. Jusbashinskaja

The Influence of Drugs from Galega orientalis in alloxan diabetes

SUMMARY

Water infusion 1:10, infusions 1:5 and 1:10 and liquid alcohol extract 1:1 prepared from leaves of Galega orientalis were investigated. The experiments were carried out on rabbits weighing 2100—2800 g. The contents of sugar in blood was determined in initial state and after per oral administration of drugs mentioned above. In the series of experiments on rabbits an alloxan diabetes was induced and then treated with infusion from Galega orientalis 1:5. The results of experiments have shown that all the drugs mentioned above, especially the infusion 1:5, decrease the contents of sugar in blood of intact rabbits and rabbits with alloxan diabetes and accordingly increase the contents of glycogen in organs.

ДИЛЧИЛИК

М. О. ЧӘФӘРОВ

АЗЕРБАЙДЖАН ДИЛИНИН КИРОВАКАН ВӘ СПИТАК ШИВӘЛӘРИНДӘ ФЕ'ЛИН НӘГЛИ КЕЧМИШ ЗАМАНЫНДА ИШЛӘНӘН -ЫБ... ЗАМАН ШӘКИЛЧИСИ НАГГЫНДА

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

Мүасир әдәби дилимиздә фе'лин нәгли кечмиш заманы фе'л көкү вә ја әсасларынын сон на) -мыш, -миш, -муш, -мүш шәкилчиләри артырмагла дүзәлир (јазмышам, кәлмишсән, охумушуг, көрмүшсүнүз). Ејни заманда нәгли кечмиш заманын II вә III шәхсини дүзәлтмәк үчүн -ыб, -иб, -уб, -үб, -јыб, -јиб, -јуб, -јүб шәкилчиләриндән истифадә едилір ки, бунлар да II вә III шәхсин тәк вә чәминдә ишләнир; мәс.: кәлибсән, кәлиб, кәлибсиниз, кәлибләр¹.

Јазылы абидәләримиздән ајдын олур ки, мүасир әдәби дилимиздә фе'ли бағлама шәкилчисинә доғру инкишаф едән -ыб... шәкилчиси XVIII әсрә гәдәр Азербайджан дилиндә I шәхсин чәминдән башга галан бүтүн шәхсләрдә, һәм дә кениш шәкилдә ишләнмишидир (јар олубәм, күнаһкар олубәм, хәр олубәм, јахуд ла дурубам, дурубсан, дуруб, д р, ссуз, д, рублар вә с.)² XVI әср јазылы абидәләриндә бир нечә сөздә -ыб... шәкилчисинин бүтүн шәхсләрдә, о чүмләдән биринчи шәхсин чәминдә дә ишләнмәси гејд олунур (кәлүбүз)³.

Л. Будаговун „Практическое руководство турецко-татарского азербайджанского наречия“ әсәриндә XIX әсрин орталарына гәдәр зәиф дә олса, -ыб шәкилчисинин нәгли кечмишин I шәхсиндә ишләндији гејд олунур; мәс.: олубам, кәлибәм вә с.⁴

Азербайджан дилинин диалектолож и әдәбијатында ла нәгли кечмиш заманын -мыш... вә мүхтәлиф вариантларда -ыб... шәкилчиси дә дүзәлдији гејд олунур. Бүтүн диалектолож и материаллардан ајдын олур ки, -ыб... шәкилчиси биринчи шәхсин тәк вә чәминдән башга галан бүтүн шәхсләрдә ишләнәрәк, фе'лин нәгли кечмиш заманыны дүзәлдир; мәс.: алыбса // алыпсан // альфсан /, алыб // алып, алыф, алыб-

¹ „Азербайджан дилинин грамматикасы“, Азәрб. ССР ЕА Нәшријаты, Бақы, 1951, сәһ. 183, 184; М. Нусејизадә, Мүасир Азәрбајчан дили, Бақы, 1934, сәһ. 191, 192; М. Нусејизадә, Мүасир Азәрбајчан дили, Бақы, 1963, сәһ. 158—161.

² Н. Мирзәзадә, Азәрбајчан дилинин тарихи морфолокијасы, Бақы, 1962, сәһ. 236—239.

³ И. Вәлијев, Формы прошедшего времени в письменных памятниках азербайджанского языка XIV—XIX вв. автореф. канд. дисс., Бақы, 1969, сәһ. 18—22.

⁴ Л. Будагов, Практическое руководство турецко-татарско-азербайджанского наречия, М., 1857, сәһ. 122.

сыныз// алыпсыныз// алыфсыныз, алыблар//алыплар//алыфлар вә с. Диалект вә шивәләримизин һамысында һәмнин шәкилчи (-ыб...) бу вә ја дикәр фонетик фәрглә ишләнсә дә, биринчи шәхсин нә тәки, нә дә чәминдә тәсадүф едилмир.⁵

Ермәнистан ССР-ини Кировакан районунун Килсә, Моллагышлағ, Һаллавар, Һејдәрли кәнд шивәләриндә фе'лүн нәгли кечмиш заманынын ишләnmәсиндә бә'зи хүсусијәтләр диггәти чәлб едир. Бу морфологи хүсусијәтләр ашағыдакылардыр.

Бу шивәләрдә -ыб, -иб, -уб, -үб// -јыб, -јиб, -јуб, -јүб шәкилчиләри нәгли кечмиш заманда бүтүн шәхсләрин (I, II, III шәхсләр) тәк вә чәми үзрә ејни шәкилдә ишләнир. Белә ки, мүасир әдәби дилимиздә вә еләчә дә диалект вә шивәләримиздә нәгли кечмиш заманы ифадә етмәк үчүн -ыб... шәкилчиси Јалныз II вә III шәхсләрдә ишләндији һалда, Килсә, Моллагышлағ, Һаллавар, Һејдәрли кәнд шивәләриндә I шәхсин тәк вә чәминдә дә өзүнү кәстәрир; мәс.: алыбым, алыбын, алып, алыбых, алыбыныз, алыплар, гәлибим, гәлибин, гәлип, гәлибик// их'гәлибиниз, гәлиб'әр, ду рубум, дуғубун дурубух, дурубунуз, дуруплар вә с.

Дилчилик институту

Алгынмышдыр 22 X 1970

М. О. Джафаров

Об аффиксе прошедшего результативного времени на -ыб в кироваканском и спитакском говорах азербайджанского языка

РЕЗЮМЕ

В современном азербайджанском языке форма на -ыб, -иб, -уб, -үб (после гласных -јыб, -јиб, -јуб, -јүб) является одним из основных средств выражения прошедшего результативного времени. Она отличается от других временных форм тем, что в современном языке не спрягается по первому лицу единственного и множественного числа.

Употребление этой формы в первом лице не было зафиксировано также в диалектах и говорах азербайджанского языка. Между тем в письменных памятниках азербайджанского языка XIV—XVI веков встречается употребление формы 1-го лица единственного и множественного числа в виде кәлибәм „я пришел“, кәлибуз „мы пришли“.

При изучении азербайджанских говоров Кироваканского района Армянской ССР нами обнаружено, что в азербайджанских селениях Килсә, Моллагышлағ, Халлавар и Гейдағли этого района форма прошедшего времени на -ыб употребляется и в первом лице единственного и множественного числа в виде алыбым „я взял“, алыбых „мы взяли“, гәлибим „я пришел“, гәлибик „мы пришли“. Таким образом

⁵ М. Ш. Ширәлијев. Азербайжан диалектолокијасынын әсаслары, Бақы, 1968, сәһ. 213, 220; Р. Рүстәмов. Азербайжан дилинин диалект вә шивәләриндә фе'л, Бақы, 1965, сәһ. 199—211; Азербайжан дилинин гәрб групы диалект вә шивәләри, I чилд, Бақы, 1967, сәһ. 113—116; Азербайжан дилинин Нахчыван групы диалект вә шивәләри, Бақы, 1967, сәһ. 1, 0, 121; М. Ширәлијев. Бақы диалекти, Бақы, 1957, сәһ. 8—18; Азербайжан дилинин Муған групы шивәләри, сәһ. 109—110; Р. Рүстәмов. Губа диалекти, Бақы, 1961, сәһ. 146.

* Әдәби дилимиздә к самити илә башланан иичә сантлй сөзләр Килсә, Моллагышлағ, Һаллавар, Һејдәрли кәнд шивәләриндә к самити илә ишләнир; мәс.: гет, гәз, гир, гүл, ген гөчәк (көјчәк) вә с.

в этом говоре азербайджанского языка представлено полное спряжение формы прошедшего времени на -ыб в следующем виде:

ед. ч.

мн. ч.

1. алыбым „я взял“
2. алыбын
3. алып

алыбых
алыбыныз
алыплар

УДК 575

АРХЕОЛОГИЯ

Г. П. КЕСАМАНЛЫ

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ О ПОСЕЛЕНИИ ЭПОХИ
РАННЕЙ БРОНЗЫ У ПОДНОЖЬЯ ГОРЫ ПИРДИРАКИ**

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

В 1967 г. Хыныслинская археологическая экспедиция наряду с основными исследованиями античных и раннесредневековых памятников продолжала разведки в Шемахинском районе, начатые в предыдущие годы.

При обследовании северных склонов горы Пирдираки, приблизительно в 2,5 км от гор. Шемаха (по дороге в Чухурюрд), было выявлено поселение, относящееся к эпохе ранней бронзы. Оно занимает площадь около трех гектаров. Дорога Шемаха—Чухурюрд разделяет его на две части. На всей площади когда-то были виноградники. В результате глубокой вспашки участка верхние пласты культурного слоя основательно разрушены, поэтому верхний средневековый слой перемешан с нижним, относящимся к эпохе ранней бронзы. Таким образом, на поверхности этой территории наряду со средневековыми часто встречаются предметы эпохи ранней бронзы.

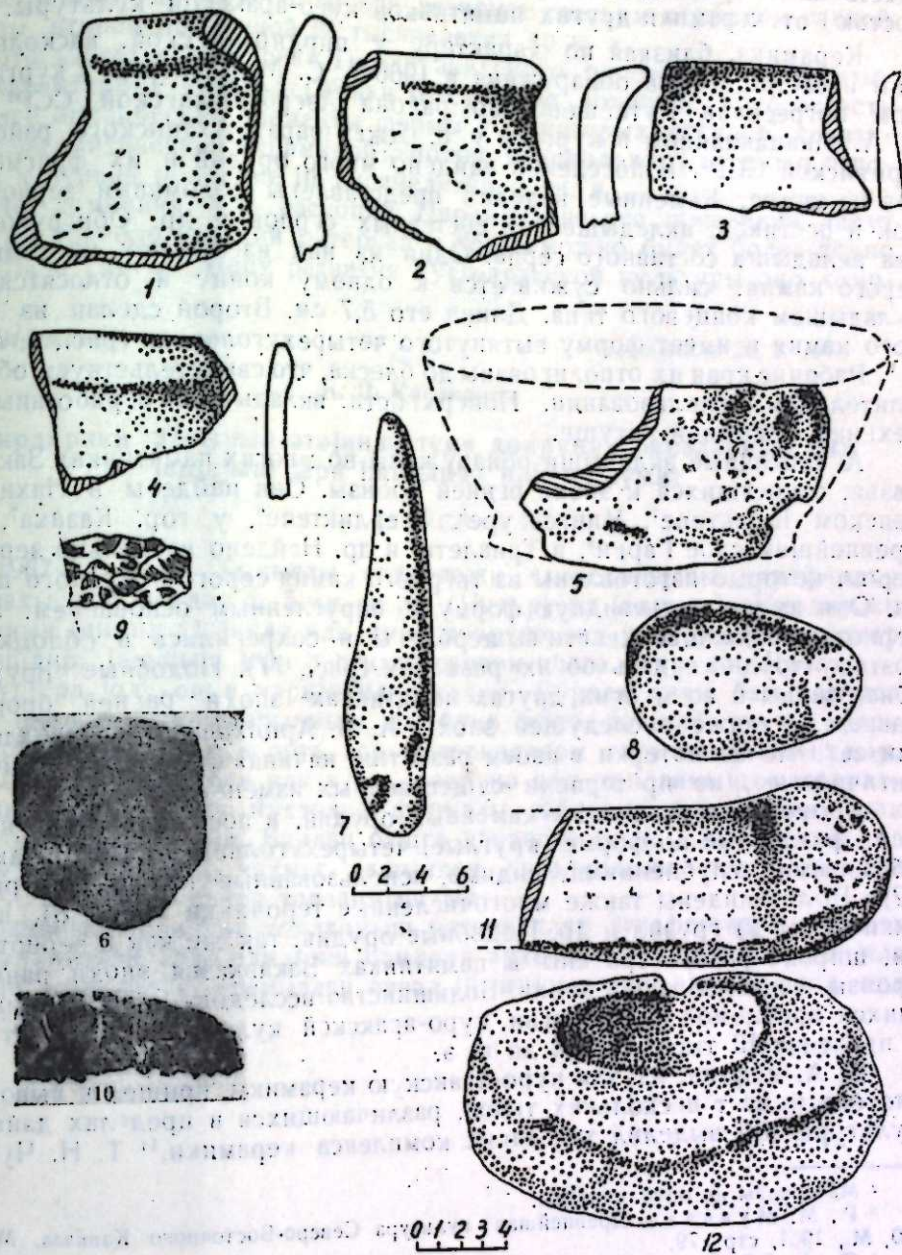
Среди археологических находок значительную часть составляют обломки керамики, говорить о формах которой часто бывает затруднительно.

Керамика Пирдиракинского поселения изготовлена ручным способом, без применения гончарного круга. Тесто сосудов не всегда хорошо отмучено, содержит большое количество примесей, главным образом песка. Обжиг слабый, поверхность сосудов не имеет лощения, а в некоторых случаях шероховата, цвет преимущественно серый, иногда желтовато-розовый и бурый. Орнамент отсутствует, в некоторых обломках сохранились полушаровидные ручки, характерные для куро-аракской культуры.

Основную часть собранных обломков составляют венчики широкогорлых кувшинов и мисок. Миски однотипные. Они различаются в основном по размерам. Большая часть фрагментов принадлежит невысоким мискам, стенки которых широко расходятся от дна. Край их обычно утонченный и закругленный, или слегка загнуты внутрь в верхней части и образуют выпуклый бортик (рис., 3—4).

По одному обломку можно восстановить форму миски. Она имеет широко расходящиеся бока, плоское днище, широкое отверстие, округленно-заостренный венчик. Стенки довольно толстые, но не вез-

де одинаковой толщины (рис., 5). Она носит архаические, энеолитические элементы. Такая миска была найдена О. А. Абибуллаевым в энеолитическом слое, в Нахичеванском Кюльтепе.¹ В тесте Кюльтепинской миски имеется мелкая солома, а в пирдиракинской ее нет,



Часть собранных венчиков из Пирдиракинского поселения принадлежит широкогорлым кувшинам, имеющим, вероятно, яйцевидное тулово и сравнительно невысокое цилиндрическое горлышко. Переход от корпуса к горлу плавный. Все венчики слегка отогнуты наружу (рис., 1, 2).

Как известно, для керамики куро-аракской археологической культуры ведущим признаком является ручная лепка с черной лощеной

1. О. А. Абибуллаев. Погребальные памятники из поселения Кюльтепе. Археологические исследования в Азербайджане (сб. статей). Баку, 1955, стр. 39.

до блеска поверхностью и "розовая подкладка" внутри, а также лепной выпукло-выемчатый или тонконарезной орнамент или полушаровидные ручки. Пирдиракинская керамика резко отличается по ряду существенных признаков (отсутствием лощения, орнамента и грубоватостью) от керамики других памятников куро-аракской культуры.

Керамика, близкая по характеру к пирдиракинской, насколько нам известно, была обнаружена в 1966 г. С. М. Казиевым в курганном погребении Куткашенского района Азербайджанской ССР² и А. А. Мнацаканяном в кургане у с. Джеррарат Ахтинского района Армянской ССР³. В поселении найдено много орудий и их фрагментов из камня. Каменные изделия представлены обломками зернотерок и пестиков, вкладышей от составных серпов и др. Обнаружено два вкладыша составного серпа. Один из них изготовлен из темно-серого камня, сильно суживается к одному концу и относится к вкладышам концевой типа. Длина его 5,7 см. Второй сделан из серого камня и имеет форму вытянутого четырехугольника (рис., 9, 10).

Рабочие края их отполированы до блеска, что свидетельствует об их длительном использовании. Поверхности вкладышей обработаны в технике стжимной гетуши.

Аналогичные вкладыши обнаружены во многих памятниках Закавказья, относящихся к эпохе ранней бронзы. Они найдены в Нахичеванском Кюльтепе⁴, Мингечауре⁵, Узерликтепе⁶, у гор. Казаха⁷, в древнейшем слое Гарни⁸, в Триалети⁹ и др. Найдено несколько зернотерок, которые изготовлены из твердого камня серого и желтого цвета. Они имеют ладьевидную форму с округленным основанием. Все зернотерки на поверхности выщерблены и сохранились в обломках, поэтому трудно судить об их размерах (рис., 11). Подобные орудия обнаружены и во многих других памятниках эпохи ранней бронзы Кавказа, а также последующей эпохи. А. В. Арциховский справедливо считает, что зернотерки в своем развитии, начиная с неолита и кончая античностью, не претерпели существенных изменений.¹⁰

Кроме вышеуказанных каменных орудий, в поселении были найдены различные по форме (круглые, четырехугольные) камни с чашеобразными углублениями, видимо, использованные как ступки (рис., 12). Были найдены также многочисленные терочки (рис., 8), пестики (рис., 2) грузил и др. Подобные орудия, так же как и зернотерки, широко распространены в памятниках Закавказья эпохи ранней бронзы и последующей эпохи. Большинство исследователей, занимающихся проблемой хронологии куро-аракской культуры, датирует ее в пределах III тысячелетия до н. э.

Б. А. Куфтин, изучая куро-аракскую керамику, пришел к выводу, что она бывает нескольких типов, различающихся в пределах данной культуры. Он выделил три типа комплекса керамики,¹¹ Т. Н. Чуби-

² Материалы не опубликованы.

³ Р. М. Мунчаев. Древнейшая культура Северо-Восточного Кавказа. МИА 100, М., 1931, стр. 79.

⁴ О. А. Абибуллаев. Раскопки холма Кюльтепе, КСИИМН, 51, стр. 36.

⁵ Г. М. Асламов, Р. М. Вандов, Г. И. Ионе. Древний Мингечаур. Баку, 1929, табл. III—VI.

⁶ К. Х. Кушнарева. Поселение эпохи бронзы на холме Узерликтепе. МИА, 67, стр. 408.

⁷ И. Г. Нариманов, Г. С. Исмаилов. Акстафачайское поселение близ г. Казаха. СА, 4, 1962, стр. 155, рис. 3.

⁸ Б. Н. Аракелян. Гарни I Ереван 1951, стр. 22, рис. 8.

⁹ Б. А. Куфтин. Археологические раскопки в Триалети. Тбилиси, 1941, табл. СХІХ.

¹⁰ В. А. Арциховский. Основы археологии. М., 1954, стр. 139.

¹¹ Б. А. Куфтин. Указ. соч., стр. 15.

нишвили¹², согласно периодизации Б. А. Куфтина, керамику куро-аракской культуры хронологически делит на три группы и для каждой из них указывает характерные формы: I—II группы относятся к первому—второму периодам ранней бронзы, т. е. к первой половине III тысячелетия до н. э.; III группа датирует третьим периодом ранней бронзы, второй половине III тысячелетия до н. э.

Что касается датировки Пирдиракинского поселения, то, учитывая характерные черты керамики (отсутствие лощения, грубоватость и более архаические элементы формы у некоторых сосудов, связанные с неолитической керамикой), можно предположить, что оно относится к первой половине III тысячелетия до н. э.

Нет сомнения, что раскопки Пирдиракинского поселения дадут богатый археологический материал и тогда можно будет более точно сказать, к какому этапу развития куро-аракской культуры оно относится.

Институт истории

Поступило 28. I. 1970

Б. П. Касеманли

Пирдираки дағынын этәјиндә тунч дөврүнүн әввәләринә аид
јашајыш јери һағғында илк мә'лумат

ХУЛАСӘ

1967-чи илдә Хыныслы археоложи експедијасы тәрәфиндән Шамахи шәһәриндән 2, 5 км аралы (Чухурјурд јолунда), Пирдираки дағынын шимел этәјиндә илк тунч дөврүнә аид јашајыш јери ашкар етмишдир. Јашајыш јери 3 гектар саһәни әһатә едир вә Шамахи—Чухурјурд јолу онун мәркәзиндән кечир. Бурада үзүм бағы салмағ үчүн дәрин шум ағарылмыш вә буна көрә дә илк тунч дөврү материаллары илә сон орта әср материаллары гарышдырылмышдыр.

Јашајыш јериндән илк тунч дөврүнә аид топланмыш материалларын әксәријәтини мүхтәлиф формалы габларын сынығлары (шәк 1,1—5), тәшкил едир. Бундан башға дәндашы (шәк 1,11), һәвәнк вә дәстә (шәк 17,12), чахмәг дашындан дүзәлдилмиш орағ дишләри (шәк. 1,9—10) вә саирә топланмышдыр.

Јашајыш јериндән топланмыш материаллар Зәғағгазијанын башға абидәләриндән әлдә едилмиш һәмдөвр археоложи материаллары илә мүгајисә едиләрәк, ерамыздан әввәл III миңиллијин әввәлләринә аид едилдир.

¹² Чубинишвили. Куро-аракская культура в Закавказье в III тыс. до н. э. VII Международный конгресс доисториков и протосториков. Доклады и сообщения археологов СССР. М., 1966, стр. 32.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазитјат

К. У. Р з а ј е в. Ихтијари сонлу областларда бир алт синиф квадратик олмајан функционаллар үчүн варијасија мәсәләси 3

Һәгигилик нәзәријәси

А. Һ. Һ а ч ы ј е в. Дәирә үзәриндә һиссәчикләр системинин тәсәдүфи һәрәкәти 8

Механика

Р. Ј. Ә м ә н з а д а. Һәрәкәт едән маје илә долдурулмуш зәиф әјинтили цилиндрик өртүкләр динамикасынын әсас тәһликләри 12

Газ-нефт-мәдән механикасы

А. О. Б о г о п о л с к и. Нефтин лај даһилиндә јанмасы һаггында 17

Кимја

А. Ә. Б у н ј а т - з а д а, А. М. Ә л и ј е в, Е. Л. Б у л а т н и к о в а, Т. И. Н е ј ш т а б. Бутен-1 полимерләшмә реаксиясынын елементар мәрһәлә сабитләринин тәјини 23

Үзви кимја

Н. А. А б а с о в а, И. А. М ә м м ә д о в, Л. И. М у с т а ф а ј е в а. Сульфит туршусунун алкилксибензил ефиринин алынма реаксиясы кинетикасынын өјрәнилмәси 28

Кеолокија

Т. Ә. М ә м м ә д о в, Ш. Ә. Б а б а ј е в, Ч. М. Х ә л и ф а з а д а. Азәрбајчан палеокен чөкүнтүләри ири фораминиферләринин габыгынын тәркиби һаггында јени мәлүмәтләр 32

Һидрогаз динамикасы

Г. Н. Ч ә л и л о в, Н. Ч. Ч ә ф ә р о в, А. М. И б р а һ и м о в. Мајенин гејри-бирчисли дәирәви јатагларда там олмајан гујулар системинә ахыны 36

Нефт кеолокијасы

Л. И. А л л а һ в е р д и ј е в а, Б. М. Л и с т е н г а р т е н, Ч. А. С у л т а н о в, Ә. М. Ә һ м ә д о в. Гала вә Сураханы сәһәләриндә күг лај дәстәсинин нефтвәрмәси илә әлагәдар гејри-числијинин өјрәнилмәси 42

Торпагын физикасы

Д. Н. К ә р и м о в а. Ханлар рајону торпагларынын сыхлығынын дәјишмәсинин онун диелектрик нүфузлулуғуна тәсири 47

Битки физиолокијасы

М. Һ. А б у т а л ы б о в, Ә. Ә. М ә р д а н о в, Т. Һ. Ј а г у б о в а. Гида шәраитинин нохуд биткисини көкләринин фәзәлијәтинә тәсири 50

Микробиолокија

Н. Ә. М е һ д и ј е в а, А. А. Р ә ч ә б о в а. *Arthrobotrys mustiformis* жыртқыч көбәләјинин синтез етдији ароматик гоҳулу маддәләринин немәтосид активлији 54

Фармаколокија

Ч. З. Ш ү к ү р о в, Д. Ј. Һ ү с е ј н о в, П. А. Ј ү з б а ш и н с к а ј а. Чәпишоту јарпаглары препаратларынын нормада вә аллоксан диабети заманы шәкәр мубадиләсинә тәсири 58

Дилчилик

М. О. Ч ә ф ә р о в. Азәрбајчан дилинин Кировакан вә спитак шивәләриндә фәлиһи нәгли кечмиш заманында ишләнән—ыб... заман шәкилчиси һаггында 61

Ме'марлыг

Һ. П. К ә с ә м ә н л и. Пирдирәһи дағынын әтәјиндә тунч дөврүнүн әввәләринә анд јашајыш јери һаггында илк мәлүмәт 64

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- К. У. Рзаев. Вариационная задача для одного подкласса неквадратичных функционалов в произвольных конечных областях 3

Теория вероятностей

- А. Г. Гаджиев. Случайное движение системы частиц на кольце 8

Механика

- Р. Ю. Амензаде. Основные уравнения динамики слабоискривленных цилиндрических оболочек заполненных движущей жидкостью 12

Газонефтепромысловая механика

- А. О. Богопольский. О внутрипластовом горении нефти 17

Химия

- А. А. Буниятзаде, А. М. Алиев, Э. Л. Булатникова, Т. И. Нейштаб. Определение констант элементарных стадий реакции полимеризации бутена-1 23

Органическая химия

- Н. А. Абасов, Л. И. Мустафаева, И. А. Мамедов. Кинетическое исследование реакции образования алкилксибензиловых эфиров сернистой кислоты 28

Геология

- Т. А. Мамедов, Ш. А. Бабаев, Ч. М. Халифзаде. Новые данные о составе раковин палеогеновых крупных фораминифер Азербайджана 32

Гидрогазодинамика

- Член-корр. К. Н. Джалилов, Н. Д. Джафаров, А. М. Ибрагимов. Приток жидкости к несовершенным скважинам в неоднородной круговой залежи 36

Геология нефти

- Л. И. Аллахвердиева, Б. М. Листенгартен, Ч. А. Султанов, А. М. Ахмедов. Изучение неоднородности НКП свиты площадей Кала и Сураханы в связи с нефтедобычей 42

- Д. Н. Керимова. Влияние изменения плотности на относительную диэлектрическую проницаемость почв Ханларского района 47

Физиология растений

- Акад. М. Г. Абуталыбов, А. А. Марданов, Т. А. Якубова. Влияние условия питания и деятельность корневой системы гороха 50

Микробиология

- Н. А. Мехтиева, А. А. Раджабова. Нематоцидная активность летучих веществ, синтезируемых хищным грибом *Arthrobotrus musiformis* Drech. 54

Фармакология

- Д. З. Шукюров, А. Я. Гусейнов, П. А. Юзбашинская. Влияние препаратов из листьев козлятника на углеводный обмен в норме и при аллоксановом диабете 58

- М. О. Джафаров. Об аффиксе прошедшего результативного времени на -ыб в кироваканском и спитакском говорах азербайджанского языка 61

Археология

- Г. П. Кесаманлы. Предварительное сообщение о поселении эпохи ранней бронзы у подножья горы Пирдираки 64

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 непринципиальные, 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» публикуется 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 вписаны четко и ясно, при этом прописные буквы должны быть подчеркнуты (черным карандашом) двумя черточками снизу, а строчные — сверху, буквы греческого алфавита надо обводить красным карандашом.

9. Цитируемая в статье литература должна приводиться не в виде подстрочных сносок, а общим списком (в подбор), 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 указывать желательный порядок их помещения.

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

15. Редакция выдает автору бесплатно 15 отдельных оттисков статьи.

Сдано в набор 28/IX-1974 г. Подписано к печати 21/XI 1974 г. Формат бумаги 70×108^{1/16}. Бум. лист. 3,15. Печ. лист. 6,3. Уч.-изд. лист. 5,1. ФГ 03407. Заказ 365. Тираж 760. Цена 40 коп.

Типография «Красный Восток» Государственного комитета Совета Министров Азербайджанской ССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Баку, Ази Асланова, 80.

Содержание

1. Введение

2. Глава I. Общие положения

3. Глава II. Организация и структура

4. Глава III. Основные задачи и функции

5. Глава IV. Методы и средства

6. Глава V. Результаты и выводы

7. Заключение

8. Приложение

9. Литература

10. Справочный материал