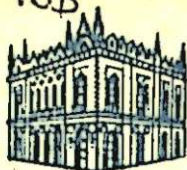


П-168



АЗƏРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ  
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

# МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXII ЧИЛД

1976 • 5

## МҮЭЛЛИФЛЭР ҮЧҮН ГАЈДАЛАР

1. «Азәрбајчан ССР Елмләр Академијасынын Мә'рузэләри»ндә нәзәри вә тәчрүби әһәмийәтә малик елми-тәдғигатларын тамамланмыш вә һәлә дәрч едилмәмиш нәтичәләр и һағғында ғыса мә'луматлар чап олуур.

«Мә'рузэләр»дә механики сурәтдә бир нечә ајры-ајры мә'луматлар шәклинә салынмыш ири һәчмли мәғаләләр, јени фактики мә'луматлардан мәһрум мубаһисә характерли мәғаләләр, мүүјјәй нәтичә вә үмумиләшдирмәләрсиз көмәкчи тәчрүбәләрин тәсвири-дән ибарәт мәғаләләр, тејри-принсипиал, тәсвири вә ичмал характерли ишләр, төвсијә едилән методу принципчә јени олмајан сьрф методик мәғаләләр, һабелә битки вә һејванларын систематикасына даир (елм үчүн хусуси әһәмийәтә малик тапынтыларын тәсвири истисна олмагла) мәғаләләр дәрч едилмир.

«Мә'рузэләр»дә дәрч олуан мәғаләләр һәмни мә'луматларын даһа кениш шәкилдә башга нәшрләрдә чап едилмәси үчүн мүүллифин һүтуғуну әлиндән алмыр.

2. «Мә'рузэләр»ни редаксиясына дахил олан мәғаләләр јалныз ихтисас үзрә бир нәфәр академикин тәғдиматындан сонра редаксия һејәти тәрәфиндән нәзәрдән кечирилр. һәр бир академик илдә 5 әдәддән чох олмамағ шәртилә мәғаләләр тәғдим едә биләр. Азәрбајчан ССР Елмләр Академијасынын мұхбир үзвләринин мәғаләләри тәғдиматсыз гәбул олуур.

Редаксия академикләрдән хайиш едир ки, мәғаләләри тәғдим едәркән онларын мүүллифләрдән алынмасы тарихини, һабелә мәғаләнин јерләшдирилчәји бөлмәнин адыны көстәрсинләр.

3. «Мә'рузэләр»дә бир мүүллиф илдә 3 мәғалә дәрч етдирә биләр.

4. «Мә'рузэләр»дә шәкилләр дә дахил олмагла, мүүллиф вәрәғәнин дәрдә бириндән артығ олмајарағ јазы макинасында јазылмыш 6—7 сәһифә һәчминдә (10000 чап ишарәси) мәғаләләр дәрч едилр.

5. Бүтүн мәғаләләрин икилис дилиндә хуласәси олмалыдыр; бундан башга, Азәрбајчан дилиндә јазылан мәғаләләрә рус дилиндә хуласә әләвә едилмәлидир. Рус дилиндә јазылан мәғаләләрин исә Азәрбајчан дилиндә хуласәси олмалыдыр.

6. Мәғаләнин сонунда тәдғигат ишинин јеринә јетирилдији елми идарәнин ады вә мүүллифин телефон нөмрәси көстәрилмәлидир.

7. Елми идарәләрдә апарылан тәдғигат ишләринин нәтичәләринин дәрч олунамасы үчүн елми идарәнин директорлуғуну ичазәси олмалыдыр.

8. Мәғаләләр (хуласәләр дә дахил олмагла) вәрәғин бир үзүндә ики хәтт ара бураһыларағ јазы макинасында чап едилмәли вә ики нүсхә тәғдим едилмәлидир. Дүстурлар дәғиг вә ајдын јазылмалы, һәм дә бөјүк һәрфләрин алтындан, кичикләрин исә үстүндән (гара гәләмлә) ики хәтт чәкилмәлидир; јуан әлифбасы һәрфләрини ғырмызы гәләмлә даирәјә алмағ лазымдыр.

9. Мәғаләдә ситат кәтирилән әдәбијјат сәһифәнин ахырында чыхыш шәклиндә дејил, әлифба гајдасы илә (мүүллифин фамилијасына кәрә) мәғаләнин сонунда мәтидәки иснад нөмрәси көстәрилмәклә үмуми сјаһы үзрә верилмәлидир. Әдәбијјатын сјаһысы ашағыдакы шәкилдә тәртиб едилмәлидир:

а) китаблар үчүн: мүүллифин фамилијасы вә инисналы, китабын бүтөв ады, чилдин нөмрәси, шәһәр, нәшријјат вә нәшр или;

б) мәчмүүләрдәки (әсәрләрдәки) мәғаләләр үчүн: мүүллифин фамилијасы вә инисналы, мәғаләнин ады, мәчмүүнин (әсәрләрин) ады, чилд, бураһылыш, нәшр олуңдуғу јер, нәшријјат, ил, сәһифә;

в) журнал мәғаләләри үчүн: мүүллифин фамилијасы вә инисналы, мәғаләнин ады, журналын ады, ил, чилд, нөмрә (бураһылыш), сәһифә көстәрилмәлидир.

Дәрч едилмәмиш әсәрләрә (һесабатлар вә елми идарәләрдә сахланан диссертасиялар истисна олмагла) иснад етмәк олмаз.

10. Шәкилләрин арха тәрәфиндә мүүллифин фамилијасы, мәғаләнин ады вә шәклин нөмрәси көстәрилмәлидир. Макинада јазылмыш шәкилалты сөзләр ајрыча вәрәгдә тәғдим едилр.

11. Мәғаләләрин мүүллифләри Унификасия олуңмуш онминлик тәснифат үзрә мәғаләләрин индексини көстәрмәли вә «Рефератив журнал» үчүн реферат әләвә етмәлидирләр.

12. Мүүллифләр чәдвәлләрдә, график материалларда вә мәғаләнин мәтинидә бу вә ја дикәр рәгәмләрин тәкрар едилмәсинә јол вермәмәлидирләр.

Мәғаләләрин һәчми кичик олдуғу үчүн нәтичәләр, јалныз зәрури һалларда верилр.

13. Ики вә ја даһа чох мәғалә тәғдим едилдикдә онларын дәрчедилмә ардычылылығыны да көстәрмәк лазымдыр.

14. Мәғаләләрин корректурасы, бир гајда оларағ, мүүллифләрә көндәрилмир. Корректурә көндәрилдији тәғдирдә исә јалныз мәтбәә сәһвләрини дүзәлтмәк олар.

15. Редаксия мүүллифә пулсуз оларағ мәғаләнин 15 нүсхә ајрыча оттискини верир.

# МӘ'РУЗЭЛӘР ДОКЛАДЫ ТОМ XXXII ЧИЛД

5

«ЕЛМ» НӘШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), Ш. А. Азизбеков,  
 Г. А. Алнев, В. Р. Волобуев, Г. Г. Гасанов,  
 А. И. Гусейнов, М. А. Кашкай,  
 Ю. М. Сендов (зам. гл. редактора), А. С. Сумбатзаде,  
 М. А. Топчибашев, Т. Н. Шахтагитский,  
 Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

УДК 517.3:62-50

МАТЕМАТИКА

С. С. АХИЕВ

СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ МНОЖИТЕЛЯ ЛАГРАНЖА  
 НА СЛАГАЕМЫЕ

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

В работе для исследования задач оптимизации в гиперболических системах второго порядка приводится некоторый способ, названный нами способом разделения множителя Лагранжа на слагаемые. Суть этого способа заключается в отыскании множителя Лагранжа в виде суммы двух вектор-функций, обладающих разными свойствами гладкости, которыми не обладает сам этот множитель.

1. Пусть на  $D = J \times I$ ,  $J = [t_0, T]$ ,  $I = [x_0, X]$ , задана система уравнений

$$z_{ix} = f(t, x, z, z_t, z_x, u) \quad (1)$$

с условиями

$$z(t_0, x) = a(x), \quad x \in I$$

$$z(t, x_0) = \beta(t), \quad t \in J; \quad a(x_0) = \beta(t_0). \quad (2)$$

Здесь:  $z(t, x)$  —  $n$ -мерная вектор-функция (строчная);  $u(t, x)$   $r$ -мерная измеримая ограниченная управляющая вектор-функция со значениями из заданного ограниченного множества  $U \subset E_r$  (такие управления называем допустимыми, а их множества обозначим через  $U^{(t)}(D)$ );  $f$  — заданная  $n$ -мерная вектор-функция на  $D \times E_{3n} \times U$ , которая предполагается измеримой по  $(t, x)$  на  $D$  при всех  $(z, z_t, z_x, u) \in E_{3n} \times U$ , а непрерывной по  $(z, z_t, z_x, u)$  на  $E_{3n} \times U$  почти при всех  $(t, x) \in D$ ;  $a(x)$  и  $\beta(t)$  — заданные  $n$ -мерные абсолютно-непрерывные соответственно на  $I$  и  $J$  вектор-функции с почти всюду ограниченными первыми производными.

Пусть  $f$  имеет первые частные производные  $f_z, f_{z_t}, f_{z_x}$ , удовлетворяющие тем же условиям непрерывности, что и  $f$ , и удовлетворяет вместе с матрицами  $f_z, f_{z_t}, f_{z_x}$  условию Липшица относительно  $(z, z_t, z_x, u)$ .

Отметим, что под производной  $l_z(z)$  от  $l(z) = l_1(z), \dots, l_m(z)$  по  $z = (z_1, \dots, z_n)$  понимается  $k \times n$ -матрица,  $i$ -ой строк которого совпадает с  $(l_{iz_1}(z), \dots, l_{mz_1}(z))$ .

© Издательство „Элм“, 1976 г.

Адрес: г. Баку, Коммунистическая, 11. Редакция „Докладов Академии наук Азербайджанской ССР“.

Предполагается, что для каждого допустимого управления  $u(t, x)$  задача (1), (2) имеет единственное абсолютно-непрерывное в смысле Каратеодори решение  $z(t, x)$  с ограниченными и равными между собой почти всюду в  $D$  производными  $z_{ix}(t, x)$  и  $z_{xi}(t, x)$ , (см. [1,2]). Требуется найти управление  $u \in U^{(r)}(D)$  такое, что решение задачи (1), (2) доставляет возможное наименьшее значение функционалу

$$S(u) = \varphi(z(T, X)) + \int_D \int f^0(t, x, z, z_1, z_x, u) dt dx, \quad (2)$$

где  $f^0$  и  $\varphi$ —заданные функции, причем  $f^0$ —удовлетворяет тем же условиями, что и компоненты вектора  $f$ , а  $\varphi$ —дифференцируема на  $E_n$ .

2. Для задачи (1)–(3), в качестве сопряженной к задаче, введем на  $D$  следующую систему уравнений

$$\left. \begin{aligned} \xi_x + \eta_t + (p+q)A' - a' &= 0 \\ F_x + \eta + (p+q)B' - b' &= 0 \\ q_t + \xi + (p+q)C' - c' &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

с начальными условиями

$$\left. \begin{aligned} \xi(t, X) &= p_t(t, X), \quad t \in J \\ \eta(T, x) &= q_x(T, x), \quad x \in I \\ p(T, X) + q(T, X) + c_0 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где

$$A(t, x) = f_x(t, x, \omega(t, x)), \quad B(t, x) = f_{z_1}(t, x, \omega(t, x)),$$

$$C(t, x) = f_{z_x}(t, x, \omega(t, x)), \quad a(t, x) = f_z(t, x, \omega(t, x)),$$

$$b(t, x) = f_{z_1}(t, x, \omega(t, x)), \quad c(t, x) = f_{z_x}(t, x, \omega(t, x)),$$

$$c_0 = \varphi_z(z(T, X)), \quad \omega = (z, z_1, z_x, u).$$

Систему векторов  $(p(t, x), q(t, x), \xi(t, x), \eta(t, x))$  из  $L_\infty^{(n)}(D) \times L_\infty^{(n)}(D) \times L_\infty^{(n)}(D) \times L_\infty^{(n)}(D)$ , где  $L_\infty^{(n)}(D)$ —пространство измеримых и ограниченных почти всюду в  $D$   $n$ -мерных вектор-функций, назовем решением задачи (4), (5), если  $p(t, x)$  и  $\xi(t, x)$  абсолютно непрерывны по  $x$  на  $I$  почти при всех  $t \in J$ ,  $q(t, x)$  и  $\eta(t, x)$  абсолютно непрерывны по  $t$  на  $J$  почти при всех  $x \in I$ , а  $p(t, X)$  и  $q(T, x)$  абсолютно непрерывны соответственно по  $t$  на  $J$  и по  $x$  на  $I$  и удовлетворяют условиям (4), (5).

3. Пусть  $u(t, x)$ —некоторое допустимое управление; а  $(p, q, \xi, \eta)$  соответствующие решения задач (1), (2) и (4), (5). Если вектор-функцию  $\lambda = p + q$  примем за множитель Лагранжа, то можно показать, что

$$\Delta S(u) = S(u + \Delta u) - S(u) = - \int_D \int \Delta_u H(t, x, u(t, x) + \Delta u(t, x)) dt dx + R,$$

где

$$H(t, x, \lambda, v, u) = \lambda f'(t, x, v, u) - f^0(t, x, v, u),$$

$$v = (z, z_1, z_x),$$

$$\Delta_u H(t, x, \bar{u}) = H(t, x, \lambda(t, x), v(t, x), \bar{u}) - H(t, x, \lambda(t, x), v(t, x), u(t, x)), \quad R = O(\Delta z(T, X)) -$$

\* \* \*  $A'$ —транспонирование матрицы  $A$ .

$$- \int_D \int \Delta v H_v[t, x, \lambda, v + \theta \Delta v, u + \Delta u) - H_v(t, x, \lambda, v, u)] dt dx,$$

причем  $O(\Delta z(T, X))$ —величина, имеющая высший порядок малости, чем  $\|\Delta z(T, X)\|$  и  $0 \leq \theta \leq 1$ .

Отсюда, используя оценку, найденную в [3] для  $\|\Delta v(t, x)\|$ ; легко имеем

Теорема 1. Для оптимальности управления  $u(t, x)$  необходимо, чтобы почти всюду в  $D$  выполнялось условие максимума

$$\Delta_u H(t, x, \bar{u}) \leq 0, \quad \bar{u} \in U. \quad (6)$$

4. Пусть  $f$  и  $f^0$  имеют вид

$$f = F(t, x, v) + G(t, x, u), \quad f^0 = g(t, x, v) + h(t, x, u),$$

а  $F, G, g, h$  такие, что выполняются все выше наложенные условия на  $f$  и  $f^0$ . Далее пусть

$$K(t, x, v) = \lambda(t, x) F'(t, x, v) - g(t, x, v).$$

Теорема 2. Если для управления  $u(t, x)$  выполняются условия

$$K(t, x, v) - K(t, x, v(t, x)) \leq (v - v(t, x)) K_v(t, x, v(t, x)),$$

$$\varphi(z) - \varphi(z(T, X)) \geq (z - z(T, X)) \varphi_z(z(T, X)),$$

то выполнение условия максимума достаточно для оптимальности этого управления.

5. Можно доказать, что задача (4), (5) для каждого  $u \in U^{(r)}(D)$  имеет бесконечное число решений  $(p, q, \xi, \eta)$ , однако для всех решений ее сумма  $\lambda = p + q$  одинакова и является единственным в  $L_\infty^{(n)}(D)$  решением уравнения

$$\lambda(t, x) + c_0 = \int_t^T \int_x [\lambda(t_1, x_1) A'(t_1, x_1) - a'(t_1, x_1)] dt_1 dx_1 +$$

$$+ \int_x [\lambda(t, x_1) B'(t, x_1) - b'(t, x_1)] dx_1 + \int_t^T [\lambda(t_1, x) C'(t_1, x) -$$

$$- c'(t_1, x)] dt_1,$$

что совпадает с сопряженной задачей, полученной применением метода, предложенного в [4].

6. По своей сути задача (4), (5) тесно связана с условием типа Кротова, найденным в [4] для (1)–(3). Более того, каждое ее решение  $(p, q, \xi, \eta)$  совпадает с градиентами функций Кротова на экстремальных. Поэтому, зная некоторое решение задачи (4), (5), можно сконструировать функции Кротова для (1)–(3).

7. Пусть  $f$  и  $f^0$  такие, что  $B(t, x)$  и  $b(t, x)$  абсолютно непрерывны по  $t$  на  $J$  почти при всех  $x \in I$ , а  $C(t, x)$  и  $c(t, x)$  абсолютно непрерывны по  $x$  на  $I$  почти при всех  $t \in J$ . Можно показать, что в этом случае слагаемые  $p$  и  $q$  множителя  $\lambda$  обладают одинаковыми свойствами гладкости, а задача (4), (5) как задача для определения суммы  $\lambda = p + q$  переходит к традиционной сопряженной задаче, введенной в [3].

#### Литература

1. Klaus Deimling. Math. Z., 114, 1970, 303–312.
2. Плотников В. И., Сумин В. И. ДУ, 8, № 5, 1972, 845–856.
3. Егоров А. И. Авт. и тел., 25, № 5, 1964. 613–623.
4. Ахиев С. С. Некоторые вопросы теории оптимального управления. Канд. дисс. Баку, 1973.

АГУ им С. М. Кирова

Поступило 3. I 1974

Предполагается, что для каждого допустимого управления  $u(t, x)$  задача (1), (2) имеет единственное абсолютно-непрерывное в смысле Каратеодори решение  $z(t, x)$  с ограниченными и равными между собой почти всюду в  $D$  производными  $z_{tx}(t, x)$  и  $z_{xt}(t, x)$ , (см. [1,2]). Требуется найти управление  $u \in U^{(n)}(D)$  такое, что решение задачи (1), (2) доставляет возможное наименьшее значение функционалу

$$S(u) = \varphi(z(T, X)) + \int \int_D f^0(t, x, z, z_t, z_x, u) dt dx, \quad (2)$$

где  $f^0$  и  $\varphi$ —заданные функции, причем  $f^0$ —удовлетворяет тем же условиями, что и компоненты вектора  $f$ , а  $\varphi$ —дифференцируема на  $E_n$ .

2. Для задачи (1)—(3), в качестве сопряженной к ней задачи, введем на  $D$  следующую систему уравнений

$$\left. \begin{aligned} \xi_x + \eta_t + (p+q)A' - a' &= 0 \\ F_x + \eta + (p+q)B' - b' &= 0 \\ q_t + \xi + (p+q)C' - c' &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

с начальными условиями

$$\left. \begin{aligned} \xi(t, X) &= p_t(t, X), \quad t \in J \\ \eta(T, x) &= q_x(T, x), \quad x \in I \\ p(T, X) + q(T, X) + c_0 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где

$$A(t, x) = f_x(t, x, \omega(t, x)), \quad B(t, x) = f_{z_t}(t, x, \omega(t, x)),$$

$$C(t, x) = f_{z_x}(t, x, \omega(t, x)), \quad a(t, x) = f^0(t, x, \omega(t, x)),$$

$$b(t, x) = f_{z_t}^0(t, x, \omega(t, x)), \quad c(t, x) = f_{z_x}^0(t, x, \omega(t, x)),$$

$$c_0 = \varphi_z(z(T, X)), \quad \omega = (z, z_t, z_x, u).$$

Систему векторов  $(p(t, x), q(t, x), \xi(t, x), \eta(t, x))$  из  $L_\infty^{(n)}(D) \times L_\infty^{(n)}(D) \times L_\infty^{(n)}(D) \times L_\infty^{(n)}(D)$ , где  $L_\infty^{(n)}(D)$ —пространство измеримых и ограниченных почти всюду в  $D$   $n$ -мерных вектор-функций, назовем решением задачи (4), (5), если  $p(t, x)$  и  $\xi(t, x)$  абсолютно непрерывны по  $x$  на  $I$  почти при всех  $t \in J$ ,  $q(t, x)$  и  $\eta(t, x)$  абсолютно непрерывны по  $t$  на  $J$  почти при всех  $x \in I$ , а  $p(t, X)$  и  $q(T, x)$  абсолютно непрерывны соответственно по  $t$  на  $J$  и по  $x$  на  $I$  и удовлетворяют условиям (4), (5).

3. Пусть  $u(t, x)$ —некоторое допустимое управление, а  $(p, q, \xi, \eta)$  соответствующие решения задач (1), (2) и (4), (5). Если вектор-функцию  $\lambda = p + q$  примем за множитель Лагранжа, то можно показать, что

$$\Delta S(u) = S(u + \Delta u) - S(u) = - \int \int_D \Delta_u H(t, x, u(t, x) + \Delta u(t, x)) dt dx + R,$$

где

$$H(t, x, \lambda, v, u) = \lambda f'(t, x, v, u) - f^0(t, x, v, u),$$

$$v = (z, z_t, z_x),$$

$$\Delta_u H(t, x, \bar{u}) = H(t, x, \lambda(t, x), v(t, x), \bar{u}) -$$

$$- H(t, x, \lambda(t, x), v(t, x), u(t, x)), \quad R = O(\Delta z(T, X)) -$$

\*  $A'$ —транспонирование матрицы  $A$ .

$$- \int \int_D \Delta v H_v [t, x, \lambda, v + \theta \Delta v, u + \Delta u) - H_v(t, x, \lambda, v, u)] dt dx,$$

причем  $O(\Delta z(T, X))$ —величина, имеющая высший порядок малости, чем  $\|\Delta z(T, X)\|$  и  $0 \leq \theta \leq 1$ .

Отсюда, используя оценку, найденную в [3] для  $\|\Delta v(t, x)\|$ , легко имеем

Теорема 1. Для оптимальности управления  $u(t, x)$  необходимо, чтобы почти всюду в  $D$  выполнялось условие максимума

$$\Delta_u H(t, x, \bar{u}) \leq 0, \quad \bar{u} \in U. \quad (6)$$

4. Пусть  $f$  и  $f^0$  имеют вид

$$f = F(t, x, v) + G(t, x, u), \quad f^0 = g(t, x, v) + h(t, x, u),$$

а  $F, G, g, h$  такие, что выполняются все выше наложенные условия на  $f$  и  $f^0$ . Далее пусть

$$K(t, x, v) = \lambda(t, x) F'(t, x, v) - g(t, x, v).$$

Теорема 2. Если для управления  $u(t, x)$  выполняются условия

$$K(t, x, v) - K(t, x, v(t, x)) \leq (v - v(t, x)) K_v(t, x, v(t, x)),$$

$$\varphi(z) - \varphi(z(T, X)) \geq (z - z(T, X)) \varphi_z(z(T, X)),$$

то выполнение условия максимума достаточно для оптимальности этого управления.

5. Можно доказать, что задача (4), (5) для каждого  $u \in U^{(n)}(D)$  имеет бесконечное число решений  $(p, q, \xi, \eta)$ , однако для всех решений ее сумма  $\lambda = p + q$  одинакова и является единственным в  $L_\infty^{(n)}(D)$  решением уравнения

$$\lambda(t, x) + c_0 = \int_1^T \int_x^x [\lambda(t_1, x_1) A'(t_1, x_1) - a'(t_1, x_1)] dt_1 dx_1 +$$

$$+ \int_x^x [\lambda(t, x_1) B'(t, x_1) - b'(t, x_1)] dx_1 + \int_1^T [\lambda(t_1, x) C'(t_1, x) -$$

$$- c'(t_1, x)] dt_1,$$

что совпадает с сопряженной задачей, полученной применением метода, предложенного в [4].

6. По своей сути задача (4), (5) тесно связана с условием типа Кротова, найденным в [4] для (1)—(3). Более того, каждое ее решение  $(p, q, \xi, \eta)$  совпадает с градиентами функций Кротова на экстремальных. Поэтому, зная некоторое решение задачи (4), (5), можно сконструировать функции Кротова для (1)—(3).

7. Пусть  $f$  и  $f^0$  такие, что  $B(t, x)$  и  $b(t, x)$  абсолютно непрерывны по  $t$  на  $J$  почти при всех  $x \in I$ , а  $C(t, x)$  и  $c(t, x)$  абсолютно непрерывны по  $x$  на  $I$  почти при всех  $t \in J$ . Можно показать, что в этом случае слагаемые  $p$  и  $q$  множителя  $\lambda$  обладают одинаковыми свойствами гладкости, а задача (4), (5) как задача для определения суммы  $\lambda = p + q$  переходит к традиционной сопряженной задаче, введенной в [3].

#### Литература

1. Klaus Deimling. Math. Z., 114, 1970, 303—312.
2. Плотников В. И., Сумин В. И. ДУ, 8, № 5, 1972, 845—856.
3. Егоров А. И. Авт. и тел., 25, № 5, 1964. 613—623.
4. Ахнев С. С. Некоторые вопросы теории оптимального управления. Канд. дисс. Баку, 1973.

АГУ им С. М. Кирова

Поступило 3. I 1974

## ЛАГРАНЖ ВУРГУНУН ЧЭМЛЭРЭ АЖРЫЛМАСЫ ҮСУЛУ

Мөгаләдә икинчи тәртіб гиперболик тәңликләр системи илә язылган оптимал процесләр тәдгиг әтмәк үчүн Јени бир үсул тәгдим едиләр. Бу үсулуи мәһијәти Лагранж вурғунун мәлик олмадыгы мүүјән һамарлыг хәссәләринә мәлик олан ики вектор-функцияның чәми шәклиндә ахтарылмасындан ибарәтдир.

S. S. Akhiev

## A METHOD OF DIVIDING LAGRANGE'S MULTIPLIER TO PARTS

In this paper we introduce a method to study the problems of optimization in hyperbolic systems of the second order. The notion of this method is to put Lagrange's multiplier in the form of a sum of 2 vector functions whose properties of smoothness do not hold for the multiplier itself.

УДК 62—50

КИБЕРНЕТИКА

З. И. ОСМАНОВА

К ТЕОРИИ ИНВАРИАНТНОСТИ КОНЕЧНЫХ И БЕСКОНЕЧНЫХ  
ЛИНЕЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТНЫХ МАШИН

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

Проблема повышения надежности и точности цифровых автоматических систем приводит к необходимости синтеза конечных динамических систем, обладающих свойством инвариантности относительно возмущающих воздействий, определенных над некоторым конечным алфавитом [1,2]. В отличие от непрерывных и импульсных систем, проблемы инвариантности которых разработаны достаточно полно [3—5], теоретические и практические вопросы инвариантных конечных автоматов и последовательностных машин до сих пор не рассматривались.

В этой области, кроме работы [1] (см. также [2]), имеющей скорее всего утилитарное значение применительно к кодирующим схемам, существует лишь одна статья [6].

В этой последней работе при помощи метода обратных операторов дается анализ инвариантности конечных автоматов в отношении задания и результаты формулируются на языке таблиц переходов и выходов. Это обстоятельство не позволяет проследить важную для математической теории систем аналогию между теориями инвариантности классических динамических систем, конечных автоматов и последовательностных машин.

В данной работе, пользуясь аналогами над полями Галуа временных и матричных методов теории дискретных систем управления, получены исчерпывающие аналитические результаты по теории инвариантности линейных и квазилинейных последовательностных машин.

1. Определение 1. Пусть  $GF(P)$  — поле Галуа. Аналогично [2, 7, 8], модулярной последовательностной машиной (МПМ) назовем некоторую конечную динамическую систему, заданную пятеркой следующего вида:

$$M = \langle X, Y, S, F, \sigma \rangle, \quad (1)$$

здесь  $X$  —  $r$ -мерное векторное пространство входных величин  $(x_1, \dots, x_r)$  над полем  $GF(P)$ ,

$Y$  —  $k$ -мерное векторное пространство выходных величин  $(y_1, \dots, y_k)$  над полем  $GF(P)$ .

## ЛАГРАНЖ ВУРГУНУН ЧЭМЛЭРЭ АЖРЫЛМАСЫ ҮСУЛУ

Мэгалэдэ икинчи тэртиб гиперболик тэнликлэр системи илэ яззылан оптимал процеслэри тэдгиг стмэк үчүн јени бир үсул тэгдим едилир. Бу үсулуи маһијәти Лагранж вургунун малик олмадыгы мүјјән һамарлыг хассэлэринә малик одан ики вектор-функцијанын чэмн шәклиндә ахтарылмасындан ибарәтдир.

S. S. Akhiev

## A METHOD OF DIVIDING LAGRANG'S MULTIPLIER TO PARTS

In this paper we introduce a method to study the problems of optimization in hyperbolic systems of the second order. The notion of this method is to put Lagrang's multiplier in the form of a sum of 2 vector functions whose properties of smoothness do not hold for the multiplier itself.

УДК 62—50

КИБЕРНЕТИКА

З. И. ОСМАНОВА

К ТЕОРИИ ИНВАРИАНТНОСТИ КОНЕЧНЫХ И БЕСКОНЕЧНЫХ  
ЛИНЕЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТНЫХ МАШИН

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

Проблема повышения надежности и точности цифровых автоматических систем приводит к необходимости синтеза конечных динамических систем, обладающих свойством инвариантности относительно возмущающих воздействий, определенных над некоторым конечным алфавитом [1,2]. В отличие от непрерывных и импульсных систем, проблемы инвариантности которых разработаны достаточно полно [3—5], теоретические и практические вопросы инвариантных конечных автоматов и последовательностных машин до сих пор не рассматривались.

В этой области, кроме работы [1] (см. также [2]), имеющей скорее всего утилитарное значение применительно к кодирующим схемам, существует лишь одна статья [6].

В этой последней работе при помощи метода обратных операторов дается анализ инвариантности конечных автоматов в отношении задания и результаты формулируются на языке таблиц переходов и выходов. Это обстоятельство не позволяет проследить важную для математической теории систем аналогию между теориями инвариантности классических динамических систем, конечных автоматов и последовательностных машин.

В данной работе, пользуясь аналогами над полями Галуа временных и матричных методов теории дискретных систем управления, получены исчерпывающие аналитические результаты по теории инвариантности линейных и квазилинейных последовательностных машин.

1. Определение 1. Пусть  $GF(P)$  — поле Галуа. Аналогично [2, 7, 8], модулярной последовательностной машиной (МПМ) назовем некоторую конечную динамическую систему, заданную пятеркой следующего вида:

$$M = \langle X, Y, S, F, G \rangle, \quad (1)$$

здесь  $X$  —  $r$ -мерное векторное пространство входных величин  $\{x_1, \dots, x_r\}$  над полем  $GF(P)$ .

$Y$  —  $k$ -мерное векторное пространство выходных величин  $\{y_1, \dots, y_k\}$  над полем  $GF(P)$ .

$S$  —  $m$ -мерное векторное пространство координат состояний  $\{S_1, \dots, S_m\}$  над полем  $GF(P)$ .

$F: S \times X \rightarrow S$  — функция переходов МПМ.

$G: S \times X \rightarrow Y$  — функция выходов МПМ.

Если  $F$  и  $G$  являются линейными функциями над полем  $GF(P)$ , то (1) определяет линейную последовательностную машину (ЛПМ). В этом случае ЛПМ в наиболее общем виде задается пятеркой вида

$$L = \langle X, Y, S, F: S[n+1] = A[n] \odot S[n] \oplus B[n] \odot x[n], \quad (2)$$

$$G: y[n] = C[n] \odot S[n] \oplus D[n] \odot x[n] \rangle, GF(P),$$

где  $A[n]$ ,  $B[n]$ ,  $C[n]$  и  $D[n]$  — матрицы над полем  $GF(P)$  соответствующих размерностей, задающие линейные над  $GF(P)$  операторы из  $S$  в  $S$ , из  $X$  в  $S$ , из  $S$  в  $Y$  и из  $X$  в  $Y$ .

Символы  $\oplus$  и  $\odot$  означают аддитивную и мультипликативную операцию поля  $GF(P)$ .

Определение 2. Пятерка  $M$  определяет квазимодулярную ПМ( $\bar{M}$ ), если в определении 1 конечное поле  $GF(P)$  заменено бесконечным. (Например, полем рациональных чисел).

Если в (2) исходное поле есть бесконечное поле  $P$ , а матрицы являются периодическими решетчатыми функциями с периодом  $M$  над полем  $GF(P)$ , то такую пятерку назовем квазилинейной последовательностной машиной (КЛПМ).

Можно рассмотреть и более общую модель ЛПМ и КЛПМ, содержащую аддитивные шумы (например, бернуиллевы над полем  $GF(P)$  или  $P$ ). При этом аддитивная помеха, скажем  $v[n]$ , суммируется с правой частью отображения  $F$ . Однако для простоты рассуждений в данной работе вектор входных воздействий  $x = (x_1, \dots, x_r)$  отождествляется с вектором возмущающих воздействий, т. е. помехой.

Теперь дадим следующие определения.

Определение 3. Если переходы и выходы, вызванные помехой  $x[n]$ , обозначенные соответственно через  $S_x$  и  $y_x$ , равны нулю, т. е.

$$\begin{aligned} S_x[n+1] &\equiv 0 \\ y_x[n] &= 0 \end{aligned} GF(P), n = 1, 2, 3, \dots, \quad (3)$$

то будем говорить, что ПМ является абсолютно инвариантной относительно помехи  $x[n]$ .

Если все же под действием помехи переходы  $S_x$  и  $y_x$  имеют место, но они могут быть скомпенсированы за  $m$ -шагов, то можно говорить об  $m$ -шаговой инвариантности МПМ или об инвариантности с точностью до  $\epsilon_m$ .

Отметим, что инвариантность с точностью до  $\epsilon_m$  фактически определяется многошаговостью процесса компенсации.

Если МПМ находится под одновременным влиянием нескольких возмущений, то можно ввести понятие избирательной инвариантности.

Определение 4. Если некоторые координаты состояний и выхода являются независимыми от одной или нескольких координат вектора возмущений, то будем говорить, что имеет место полиинвариантность МПМ относительно помехи.

Аналогичным образом можно определить понятие параметрической инвариантности, т. е. случай, когда влияние изменения параметров ПМ на выходные координаты равно нулю.

В данной работе разработаны вопросы инвариантности ЛПМ в следующих случаях: 1) стационарных ЛПМ: в (2) все матрицы являются постоянными над полем  $GF(P)$ ; 2) периодически нестационар-

ных ЛПМ: матрицы  $A[n]$ ,  $B[n]$ ,  $C[n]$  и  $D[n]$  в (2) являются периодически над  $GF(P)$ , с общей длиной периода  $M$ ; 3) квазилинейных ПМ: в (2) исходное поле есть бесконечное поле  $P$ , а матрицы являются периодически с периодом  $M$  над полем  $P$ .

Далее, рассмотрена взаимосвязь понятия инвариантности с управляемостью и наблюдаемостью ЛПМ.

2. Пусть ЛПМ описывается следующим рекуррентным уравнением

$$\begin{aligned} S[n+1] &= A \odot S[n] \oplus B \odot x[n] \\ y[n] &= C \odot S[n], GF(P), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\oplus$  и  $\odot$  соответственно аддитивные и мультипликативные операции поля  $GF(P)$ , а  $S[n] = [S_1[n], \dots, S_m[n]]^T$ ,  $T$  — знак транспонирования,

$$x[n] = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_r[n] \end{bmatrix} \text{ — вектор возмущающих воздействий, определенных}$$

$$\text{над полем } GF(P), y[n] = \begin{bmatrix} y_1[n] \\ \vdots \\ y_k[n] \end{bmatrix} \text{ — вектор выходных координат, опре-}$$

деленных над полем  $GF(P)$ .

Из (4) получаем

$$S[N] = A^N \odot S[0] \oplus \bigoplus_{v=0}^{N-1} A^{N-v-1} \odot B \odot x[v], GF(P) \quad (5)$$

$$y[N] = C \odot S[N] = C \odot A^N \odot S[0] \oplus \bigoplus_{v=0}^{N-1} C \odot A^{N-v-1} \odot B \odot x[v], GF(P) \quad (6)$$

Отметим, что если задана система, состоящая только из одной стационарной ЛПМ-объекта (см. (4)), то рассмотрение абсолютной инвариантности  $S[n]$  относительно  $x[n]$  не имеет смысла, так как это приводит к равенству нулю матрицы  $B$ . Поэтому мы будем исследовать только инвариантность выхода  $y[n]$  относительно  $x[n]$  и инвариантность такого рода будем называть абсолютной инвариантностью и т. д.

Опираясь на приведенные определения и описания, можно доказать следующие утверждения.

Теорема 1. Пусть степень минимального многочлена матрицы  $A$  равна  $l$ . Тогда ЛПМ является абсолютно инвариантной относительно  $x[n]$ , тогда и только тогда, когда выполняются следующие условия

$$C \odot A^{l-v-1} \odot B = 0, GF(P) \text{ при } V = \overline{0, l-1}. \quad (7)$$

Доказательство. Если минимальный многочлен матрицы  $A$  равен

$$m_A(x) = \alpha_0 \oplus \alpha_1 \odot x \oplus \dots \oplus \alpha_{l-1} \odot x^{l-1}, \text{ то по теореме Гамильтона—Кели}$$

$$A^l = \ominus \alpha_0 \ominus \dots \ominus \alpha_{l-1} \cdot A^{l-1}, GF(P).$$

Отсюда

$$C \odot A^i \odot B = \ominus \alpha_0 \odot C \odot B \odot \alpha_1 \odot C \odot A \odot B \odot \dots \odot \alpha_{l-1} \odot C \odot A^{i-1} \odot B.$$

Нетрудно убедиться в том, что матрицы  $C \odot A^i \odot B$  (при  $i \geq l$ ) являются линейными комбинациями над полем  $GF(P)$  матриц  $C \odot B$ .



$C \odot A \odot B, \dots, C \odot A^{l-1} \odot B$ . Из этих рассуждений легко выводится достаточность условий (7). Необходимость очевидна.

Следующая теорема доказывается аналогично.

**Теорема 2.** *Необходимым и достаточным условием избирательной инвариантности  $y[n]$  относительно  $x_1[n]$  является равенство нулю  $i$ -го столбца матрицы  $C \odot A^{l-V-1} \odot B$  ( $V = \overline{0, l-1}$ ), т. е.*

$$[C \odot A^{l-V-1} \odot B]_i = 0, \quad V = \overline{0, l-1}, \quad GF(P), \quad (8)$$

где  $l - V - 1$  — степень минимального многочлена матрицы  $A$ . Подобным образом можно вывести необходимые и достаточные условия полиинвариантности выхода ЛПМ  $y_i[n]$  относительно воздействий  $x_j[n]$ .

Сформулируем без доказательства следующие теоремы относительно инвариантности нестационарных ЛПМ.

**Теорема 3.** *Для абсолютной инвариантности нестационарной ЛПМ с периодически меняющимися параметрами, уравнения состояния которой описываются выражениями*

$$S[n+1] = A[n] \odot S[n] \oplus B[n] \odot x[n] \quad (9)$$

$$y[n] = C[n] \odot S[n], \quad GF(P)$$

$$\text{и } A[n+kM] = A[n], \quad B[n+kM] = B[n], \quad C[n+kM] = C[n]$$

$$n = 0, 1, 2, \dots,$$

$$k = 0, 1, 2, \dots$$

( $M$  — период изменения параметров ЛПМ), необходимо и достаточно выполнение следующих условий

$$\bar{K}[0] = 0; \quad \bar{K}[M] = 0; \dots; \quad \bar{K}[(m+1)M] = 0, \quad GF(P), \quad (10)$$

где  $m$  — степень характеристического многочлена матрицы

$A = \bigodot_{i=0}^{m-1} A[i]$ , а  $\bar{K}[0], \dots, \bar{K}[mM], \bar{K}[(m+1)M]$  — некоторые миноры матрицы передачи  $H$ .

**Теорема 4.** *Необходимым и достаточным условием параметрической инвариантности ЛПМ, уравнения состояния которой описываются выражением*

$$S[n+1] = A \odot S[n] \quad (11)$$

$$y[n] = C \odot S[n], \quad GF(P),$$

является выполнение следующих тождеств

$$C \cdot A^i \cdot B = 0, \quad (i = \overline{0, m}), \quad GF(P). \quad (12)$$

Теорема доказывается аналогично [9].

Рассмотрим взаимосвязь понятия инвариантности с понятиями управляемости и наблюдаемости ЛПМ.

Приведем без доказательства следующую теорему.

**Теорема 5.** *Для абсолютной инвариантности стационарной ЛПМ, уравнения состояния которой описываются выражениями*

$$S[n+1] = A \odot S[n] \oplus B \odot x[n] \quad (13)$$

$$y[n] = C \odot S[n], \quad GF(P),$$

необходимо и достаточно, чтобы ЛПМ была не полностью управляемой и наблюдаемой относительно  $x[n]$  и чтобы в ней отсутствовала управляемая и наблюдаемая часть.

Иначе говоря, ЛПМ инвариантна тогда и только тогда, когда ее управляемая часть ненаблюдаема, а наблюдаемая часть неуправляема.

В заключение отметим, что полученные результаты могут быть распространены на случай бесконечного поля  $P$ , т. е. для бесконечных ЛПМ.

#### Литература

1. Richalet. J. Les systems discrete. Lond. Elect., 1954. V. 44. № 451.
2. Фараджев Р. Г. Линейные последовательные машины. Изд-во „Сов. радио“, М., 1975.
3. Петров Б. Н. О реализуемости условий инвариантности. В сб. Труды по теории инвариантности и ее применение в автоматических устройствах. Изд-во АН СССР. Киев, 1959.
4. Петров Б. Н. Инвариантные системы. Техническая кибернетика в СССР, § 6, гл. 2. „Наука“, М., 1968, 33.
5. Кунцевич В. М., Крементуло Ю. В. Теория инвариантности импульсных и самонастраивающихся импульсных систем. Труды Международ. конгресса ИФАК. Изд-во „Наука“ М., 1965, 6.
6. Горский Ю. М., Новорусский В. В. Вопросы инвариантности конечных автоматов. В сб. Теория инвариантности автоматических систем. Труды III Всесоюзн. совещ. по теории инвариантности и ее применению в системах автоматического управления, т. 1. Изд-во „Наука“, М., 1970, 119.
7. Калман Р., Фаиб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. Изд-во „Мир“, М., 1971.
8. Гилл А. Введение в теорию конечных автоматов. Изд-во „Наука“, М., 1966.
9. Рутман Р. С., Эпельман М. С. Параметрическая инвариантность линейных динамических систем. „ДАН СССР“, 1954, 159, № 4.
10. Заровный В. П. К. теории бесконечных линейных и квазилинейных автоматов. „Кибернетика“, № 4, 1971.

Институт кибернетики

Поступило 11. IV 1975

#### З. И. Османова

### СОНЛУ ВЭ СОНСУЗ ХЭТТИ АРДЫЧЫЛЛЫГ МАШЫНЛАРЫНЫН ИНВАРИАНТЛЫГ НЭЗЭРИЛЖЭСИНЭ ДАИР

Мэгалэдэ сонлу вэ сонсуз хэтти ардычыллыг машинылары үчүн инвариантлыг мэсэлэси гојулур. Мүтлэг, ниссэ-ниссэ вэ параметрэ нэзэрэн инвариантлыг үчүн зэрури вэ кафи шэртлэр тапылыр. Исбат едилир ки, хэтти ардычыллыг машиныны  $x[n]$  кириш ардычыллыгына нэзэрэн инвариант олмасы үчүн зэрури вэ кафи шэрт вэ кафи шэрт  $x[n]$ -э нэзэрэн кечил функциясынын сифра бэрабэр олмасыдыр. Хэтти ардычыллыг машины  $x[n]$  кириш ардычыллыгына нэзэрэн инвариантдырса, онда  $x[n]$ -э нэзэрэн там идэрэолуна вэ там мүшаймдэ олуна дејил вэ эксинэ.

Алынган нэтичэлэр, јүксэк дэгиглиэ вэ е'тибарлылыга малик автоматик идэрэетмэ системэлэринин синтезиндэ истифаде олуна билэр.

#### Z. I. Osmanova

### ON THE INVARIANCE THEORY OF FINITE AND INFINITE SEQUENTIAL MACHINES

In this article it is researched the problem of invariances of finite and infinite sequential machines. The necessary and sufficient conditions for absolute, partial and parametric invariance are defined. The interconnection conditions of controllability, observability and invariance of LSM are considered.

УДК 541.64:678.742:539.107

ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

С. А. АБАСОВ, Ш. В. МАМЕДОВ, С. И. МЕХТИЕВА, И. М. ИСМАИЛОВ,  
Э. Ю. ЮСИФОВ

### ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК СЕЛЕНА НА ИК-СПЕКТР ПОЛИЭТИЛЕНА

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

Одним из эффективных методов выявления структурных изменений в полимерах, происходящих при внешнем воздействии, является ИК-спектроскопия.

В связи с обнаружением антиокислительных свойств малых добавок селена в модельных системах [1, 2], а также в организме [3, 4], последнее время интенсивно изучаются его химические и биологические воздействия. Нами установлено, что введение малых добавок селена в полиэтилен (ПЭ) существенно отражается на его механических свойствах [16]. Механизм действия селена на указанные системы до конца не выяснен.

Учитывая сказанное, представляло большой интерес проследить возможное влияние добавок селена на структуру полиэтилена по ИК-спектрам поглощения. Выбор полиэтилена в качестве объекта исследования обусловлен подробным изучением его ИК-спектра и тем, что он является наиболее простой модельной системой для сложных полимеров, в том числе и биополимеров.

#### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Добавки селена (в количестве 0,1÷1 вес. %) вводились в ПЭ механическим перемешиванием (А) и электроосаждением (Б) [16]. Для сравнения изучались ИК-спектры пленок ПЭ с добавками серы—аналога селена (0,1÷1 вес. %). Толщина пленок менялась от 0,1 до 0,3 мм. Сравнение спектров производилось для пленок равной толщины. ИК-спектры снимались на спектрофотометре UR-20.

Некоторые образцы были подвергнуты старению под действием электрических разрядов (напряженность 9 кВ; время старения—5, 10, 15 ч).

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

В ИК-спектрах при введении добавок и после старения происходят два типа изменений: в интенсивности некоторых полос и появления фона на спектрах (изменение пропускания ИК-излучения). Существен-

ные изменения в интенсивности полос происходят в областях 850—1150 и 1600—1750  $\text{см}^{-1}$ . Как правило, в пленке ПЭ, полученной из исходного материала, наблюдается резкая, достаточно интенсивная полоса при 1740  $\text{см}^{-1}$ , обусловленная, как известно [5, 6]\*, колебаниями СО-связей в эфирных группировках. Наблюдаются также полосы при 1635 (очень слабая), 893 (средняя), 973 (слабая), 1080 (сильная), 1125  $\text{см}^{-1}$  (сильная) и полоса при 725  $\text{см}^{-1}$ —одинарная. При введении добавок селена способом (А) наблюдаются те же полосы, однако происходит некоторое уменьшение интенсивности полос при 1080 и 1125  $\text{см}^{-1}$  и резкое уменьшение интенсивности полос при 1635 и 1740  $\text{см}^{-1}$ . Интенсивность последних очень мала для случая 0,3÷0,5 вес. % Se.

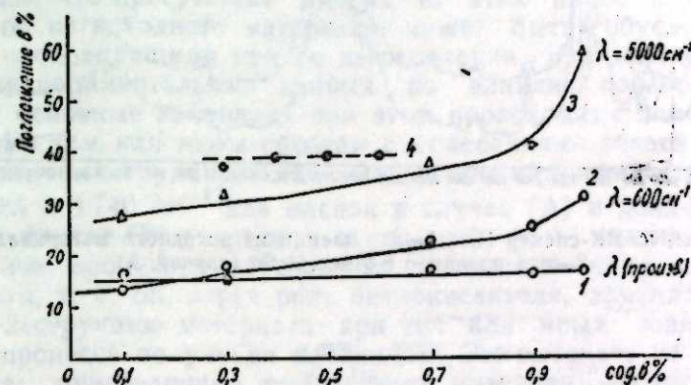


Рис. 1. Зависимость фона от содержания добавок: 1—пленки ПЭ с добавками серы; 2, 3—пленки ПЭ с добавками селена (случай А); 4—пленки ПЭ с добавками селена (случай Б)

На спектрах появляется также сильный фон, возрастающий с увеличением содержания селена (рис. 1) и состоящий из двух частей, не зависящих от длины волны и растущих с увеличением  $\lambda$ . При введении селена способом (Б) полосы при 893, 1125, 1635 и 1740  $\text{см}^{-1}$  почти полностью исчезают, фон несколько меньше, чем при способе (А). Отметим, что очень сильный фон наблюдается в области 1000÷1500  $\text{см}^{-1}$ . Эти изменения в интенсивности полос наблюдаются и при введении серы в ПЭ, однако никакой фон на спектрах не выявляется.

После старения пленок из исходного материала интенсивность указанных полос растет—это особенно заметно для полос 1635 и 1740  $\text{см}^{-1}$ . Кроме этого, возникают слабые полосы при 1585 и 1600  $\text{см}^{-1}$ . Для образцов ПЭ, полученных способом Б, наряду с увеличением интенсивности полосы 1740  $\text{см}^{-1}$ , наблюдается резкий рост интенсивности полосы 1640  $\text{см}^{-1}$ , доходящей до интенсивности полосы 1740  $\text{см}^{-1}$ . На фоне сильной полосы 1640  $\text{см}^{-1}$  более слабая полоса при 1635  $\text{см}^{-1}$  не выявляется. Слабые полосы при 1585 и 1600  $\text{см}^{-1}$  в этом случае не наблюдаются. Кроме этого, возникает новая полоса средней интенсивности при 860  $\text{см}^{-1}$  наряду с полосой при 893  $\text{см}^{-1}$  и исчезает полоса при 1125  $\text{см}^{-1}$ . Эти изменения достигают насыщения после 15 ч старения, они менее выражены, чем для спектров пленок из исходного ПЭ. Изменения интенсивности указанных полос

\*Отнесение всех полос ИК-спектров производилось по этим источникам.

более заметны при увеличении времени старения. После старения для всех образцов наблюдается некоторое уменьшение пропускания, не зависящее от  $\lambda$ . Заметны также изменения в интенсивности слабых полос, а также полос в области  $3000-3600 \text{ см}^{-1}$ , однако они неконтролируемы. В ПЭ, полученном способом (Б) и с серой, полоса  $1125 \text{ см}^{-1}$  исчезает.

В случае ПЭ с 0,5 вес. % Se со временем старения интенсивность указанной полосы уменьшается, а после 15 ч старения исчезает.

Следует отметить, что при старении происходит смещение полос  $1635$  и  $1740 \text{ см}^{-1}$  до  $1630$  и  $1717 \text{ см}^{-1}$  соответственно.

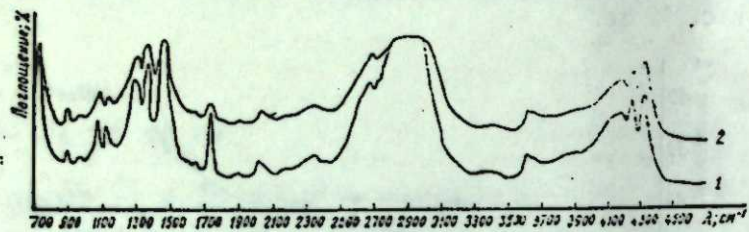


Рис. 2. ИК-спектр ПЭ: 1—для пленки из исходного материала; 2—для пленки с 0,3 вес. % Se (случай А)

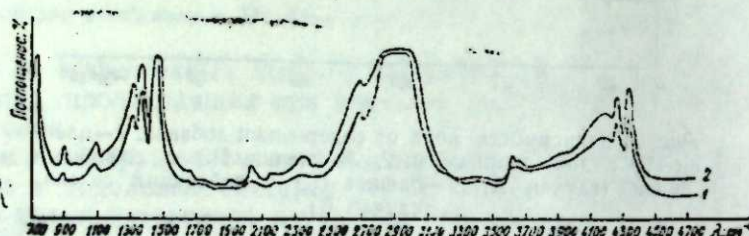


Рис. 3. ИК-спектр ПЭ: 1—для пленки с 0,3 вес. % Se; 2—для пленки с 0,3 вес. % Se (случай В)

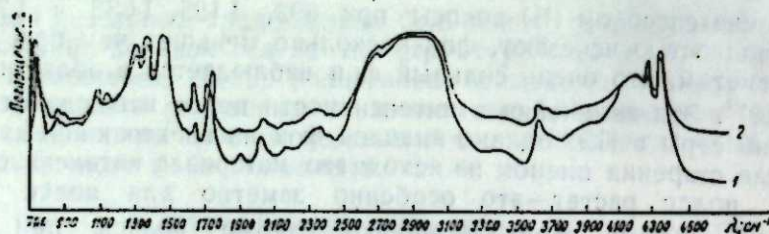


Рис. 4. ИК-спектр ПЭ: 1—для пленки из исходного материала после старения ( $t_{\text{ст}} = 15 \text{ ч}$ ); 2—для пленки с 0,3 вес. % Se (случай А) после старения ( $t_{\text{ст}} = 15 \text{ ч}$ )

Указанные изменения иллюстрируются характерными спектрами на рис. 2, 3, 4. Как известно, полоса при  $720 \text{ см}^{-1}$  характерна для аморфной фазы и обусловлена маятниковыми колебаниями  $>\text{CH}_2$  в цепочке  $-(\text{CH}_2)_n$ , а при  $731 \text{ см}^{-1}$ —для кристаллической фазы. Полоса  $893 \text{ см}^{-1}$  относится к колебаниям винилиденовой группы,  $860 \text{ см}^{-1}$ —к колебаниям N—O-групп,  $973 \text{ см}^{-1}$ —к трансвиниловой ненасыщенности,  $1080$  и

$1125 \text{ см}^{-1}$ —к озонидам  $(-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \text{C}-)$ ,  $1635 \text{ см}^{-1}$ —к азотсодер-

жащим соединениям ( $\text{NO}_2$ -группы),  $1640 \text{ см}^{-1}$ —к двойным углеродным связям (C=C-связи),  $1740 \text{ см}^{-1}$ —к колебаниям CO-связей эфирных группировок,  $1585$  и  $1600 \text{ см}^{-1}$ —к полисопряженным

двойным связям (C=O),  $1720 \text{ см}^{-1}$ —к кетонам  $(-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{R} \end{array})$  и, наконец,

$1735 \text{ см}^{-1}$ —к альдегидам  $(-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array})$ .

Отметим, что присутствие многих из этих полос в пленке ПЭ, полученной из исходного материала, может быть обусловлено процессами, происходящими при ее изготовлении. Как видно из приведенных экспериментальных данных по влиянию добавок селена и старения, основные изменения при этом происходят с полосами, обусловленными тем или иным образом с колебаниями связей с кислородом в различных группировках. Уменьшение интенсивности полос  $893$ ,  $1125$ ,  $1635$  и  $1740 \text{ см}^{-1}$  для пленок в случае (А) и полное их исчезновение в случае (Б) указывает на то, что роль селена сводится к торможению процессов образования различного рода соединений с кислородом, т. е. он, играя роль антиокислителя, замедляет окислительную деструкцию материала при тех или иных воздействиях, а также в процессе получения пленки ПЭ. Это вытекает из следующего механизма: при различных воздействиях материал деструктурируется из-за образования перекисных и гидроперекисных радикалов, а также вследствие разрывов связей в основных цепях полимера [7, 8]. При проникновении кислорода воздуха внутрь материала и в результате взаимодействия с макрорадикалами происходит процесс окисления и увеличивается концентрация групп, содержащих кислородные связи [7]. Если в этом процессе участвует антиокислитель, то некоторые окислительные процессы не будут идти до конца. Как видно из данных эксперимента, во-первых, способ введения селена электроосаждением (случай Б) лучше, чем механическим перемешиванием (случай А), во-вторых, влияние добавок серы аналогично способу (Б).

Рост интенсивности полос, обусловленных кислородсодержащими группами при старении пленок, в случае добавок селена и серы значительно более медленный, что подтверждает мысль о защитной функции селена от окислительной деструкции. Отметим, что в случае старения пленок с добавками селена, в отличие от исходной, не наблюдаются полосы C=O-связей при  $1585$  и  $1600 \text{ см}^{-1}$ , исчезает полоса озонидов при  $1125 \text{ см}^{-1}$ , появляются новые полосы: слабая—при  $860 \text{ см}^{-1}$  (N—O-группы) и сильная—при  $1640 \text{ см}^{-1}$  (C=C-связи). Это является дополнительным подтверждением сказанного.

Смещение полос при  $1635$  и  $1740 \text{ см}^{-1}$  в некоторых случаях при старении указывает на склонность к изменению типа группировок с кислородом.

Как уже отмечалось, на спектрах пленок с добавками селена появляется фон. Он может быть разделен на два типа: первый—условно названный нами общим фоном (фон с вычетом наклона), второй—фон, растущий в сторону коротковолновой области спектра (часть фона, обусловленная только наклоном). Наиболее вероятной причиной возникновения фона, по нашему мнению, является рассеяние ИК-излучения от границ надмолекулярных образований определенных размеров, существующих в пленке ПЭ, т. е. эффектом Тиндаля. Основные поло-

жения по этому поводу приведены в [9], а применимость этих соображений в ИК-области показана в [10, 11]. Рассеивающими областями должны быть образования, показатель преломления которых отличается от показателя преломления основного вещества. Такими образованиями являются, вероятно, участки в пленке ПЭ с более строгим упорядочением макромолекул, т. е. надмолекулярные образования тех или иных размеров. Как известно [9, 12], показатель степени пропускания для нейтрального (не зависящего от  $\lambda$ ) рассеяния равен нулю, а для рассеяния Релея—Ганса может колебаться от 1 до 2;  $\alpha < 1$  означает, что размер рассеивающих частиц относительно большой. Наибольшее рассеяние происходит при  $a \approx \lambda$ , где  $a$ —размер рассеивающих частиц.

Отсюда можно заключить, что при введении селена в ПЭ происходит образование некоторых областей с достаточно высокой регулярностью в расположении макромолекул.

Таким образом, при введении селена в ПЭ, состоящий в основном из крупных кристаллических областей, разделенных аморфными участками (та что указывает суммарная полоса при  $725 \text{ см}^{-1}$ ), появляются надмолекулярные образования (НО) относительно малых размеров (сравнимых с длинами волн ИК-излучений), их количество растет, поэтому растет и рассеяние ИК-излучения. Исходя из этого хорошо объясняется наблюдаемый нами факт увеличения механической прочности ПЭ с введением Se. Действительно, как показано в работах [13, 14], с уменьшением размеров НО и изменением их формы происходит увеличение механической прочности полимера, исходя из этого, по-видимому, введение селена должно привести к уменьшению электропроводности ПЭ.

В случае (Б) общий фон несколько меньше, чем в случае (А). Это свидетельствует о том, что при механическом перемешивании некоторое количество селена, не входя в основную матрицу, распределяется крупинками случайным образом (в нейтральном виде), что приводит к небольшому вкладу в рассеяние.

Таким образом, приведенные результаты показывают, что добавки селена изменяют структуру полиэтилена, замедляют процессы деструкции, это может привести к изменению других физико-химических свойств.

#### Литература

1. Shimazu F., Tappel A. L. Science, 143, 3604, 369, 1964.
2. Windle J. J., Wiersema A. K., Tappel A. L. Nature, 203, 404, 1964; Tappel A. L. Federat. Proc., 24 (1), 1, 73, 1965.
3. Абдуллаев Г. Б., Мамедов Ш. В., Джафаров А. И., Перельгин В. В. ДАН Азерб. ССР\*, XXIX, 3, 25, 1973.
4. Абдуллаев Г. Б., Мамедов Ш. В., Джафаров А. И., Магомедов Н. М. ДАН Азерб. ССР\*, XXXI, 2, 31, 1975.
5. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул, ИЛ, 1963.
6. Багиров, М. А., Малли В. П., Абасов С. А. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики. Изд-во "Элм", Баку, 1975.
7. Качан А. А., Сирота А. Г., Чернявский Г. В., Шрубович В. А. ВМС, (А) X, 3, 471, 1968.
8. Alexander R., Tonis D. Radiation Res., 9, 509, 1958; Alexander R., Tonis D. J. Polymer Sci., 22, 343, 1956; Mozišer M. Plaste und Kautschuk, 10, 76, 1963; Rehner, J. Gilbert J. Пат. США № 2936271, 1960; Карпов В. Л., Малинский Ю. М., Митрофанова Л. В., Синицын С. Т., Финкель Э. Ж., Фридман А. С., Чернецов С. М. Труды Ташкентской конф. по мирному исп. атомной энергии, т. 1, Изд-во АН Уз. ССР, 1961, стр. 383.
9. Ван де Хюлст Г. Рассеяние света малыми частицами. ИЛ, 1961.
10. Абдуллаев Г. Б., Мамедов Ш. В., Абуталыбова З. М., Ибрагимов Н. И., Волченков Е. Я. Изв. АН Азерб. ССР, серия ФТМН\*, 4, 100, 1971.
11. Абдуллаев Г. Б., Мамедов Ш. В., Волченков Е. Я., Абуталыбова З. М. Изв. АН Азерб. ССР, серия ФТМН\*, 4, 67, 1974.
12. Angström A. Geograf. Ann., 11, 156, 1929.
13. Каргин В. А. Соголова Т. И., Надарейшвили Л. М. ВС, VI, I, 165, 1968; там же, стр. 169.
14. Неверов А. Н., Бир-

кина Н. А., Жердев Ю. В., Козлов В. А. ВС, X (A), 3, 463, 1968. 15. Акутин М. С., Артеменко Б. Н., ВС, X (A) 3, 561, 1968. 16. ДАН Азерб. ССР\*, № 1, 1976.

Институт физики

Поступило 4. I 1976

С. А. Абасов, Ш. В. Мамедов, С. И. Мехдијева, И. М. Исмаїлов,  
Е. J. Јусифов

#### СЕЛЕН ЭЛАВЭСИННИ ПОЛИЭТИЛЕНИН ИНФРА-ГЫРМЫЗЫ СПЕКТРИНЭ ТЭ'СИРИ

Магаләдә селен элавәсини полиетиленин ИГ спектринә тә'сири тәдгиг едилмиш пә селенин полиетилендә мүхтәлиф харичи тә'сирләрин нәтичәсиндә баш верән оксидләшмә-дагылма һадисәсини эифләтмәси өјрәнилмишдир.

S. A. Abasov, Sh. V. Mamedov, S. I. Mechtiyeva, I. M. Ismailov,  
E. U. Usifov

#### THE EFFECT OF SELENIUM ADDITIVES ON INFRA-RED SPECTRUM OF POLYETHYLENE

Effect of selenium additives on I-R spectrum of polyethylene has been studied. It is observed that Se is an effective retarding factor on oxidation—destruction process taking place under the action of various external influences in polyethylene.

УДК 66. 095. 11.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К. Я. АЛИЕВА, Д. З. САМЕДОВА, С. С. АВАНЕСОВА, Х. М. ГАДЖИЕВА,  
чл.-корр. Т. Н. ШАХТАХТИНСКИЙ

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОДАВАЕМОГО ИЗОБУТИЛЕНА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РЕАКЦИИ НА ВЫХОД *N*-ТРЕТ-БУТИЛАЦЕТАМИДА

Целью публикуемой работы является изучение реакции взаимодействия ацетонитрила с изобутиленом в присутствии катализаторов кислотного типа. За последнее время в литературе появилось много работ по взаимодействию ацетонитрила с олефинами, приводящему либо к образованию новых нитрилов с более разветвленной цепью, либо к образованию новой азот-углеродной связи с образованием амидов.

Как показали химический, хроматографический и ИКС-анализы, основным продуктом реакции является *N*-трет-бутилацетамид (1). Нами было подробно изучено влияние на протекание реакции в присутствии сульфокатионита КУ-2 ряда параметров: количества катионита, температуры и разбавителя среды (данные опубликованы в печати).

В настоящей статье приводятся сведения по изучению влияния количества подаваемого в реакцию изобутилена и продолжительности реакции. Результаты опытов сведены в табл. 1. Опыты были проведены при найденной ранее оптимальной температуре 90°C, исходной концентрации ацетонитрила 9,0 г, времени реакции—2 ч, количестве катализатора 2,7, которое выражалось нами отношением веса катионита к весу ацетонитрила в граммах. Анализируя данные, можно сделать однозначный вывод, что увеличение количества подаваемого изобутилена выше 5,7 л/ч никакого влияния на характер реакции не оказывает. Очевидно, наступает момент, когда барботируемый газ не успевает полностью раствориться в реакционной массе. И наоборот, малые скорости пропускания изобутилена через реакционную массу, видимо, благоприятствуют адсорбции изобутилена не только на активных центрах, но и в порах катионита, чем можно объяснить большой процент потерь изобутилена.

Таким образом, скорость изобутилена 5,7 л/ч явилась оптимальной, ей соответствует выход *N*-трет-бутилацетамида, который равен 41,3% на ацетонитрил и 74,5% на изобутилен.

С целью изучения влияния продолжительности реакции изобутилен со скоростью 5,7 л/ч пропускался через реакционную зону в тече-

Таблица 1

Влияние количества подаваемого *i*-C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> на протекание реакции. Катализатор КУ-2; количество катализатора—2,7; *t*=90°C;  $\tau=2$  ч; CH<sub>3</sub>CN=9,0 г; растворитель CH<sub>3</sub>COOH=100 см<sup>3</sup>

Количество подаваемого <i>i</i> -C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> , л/ч	Прореагировало			Получено				на прореагировавший <i>i</i> -C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>			
	CH <sub>3</sub> CN	<i>i</i> -C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	Пропущено, г <i>i</i> -C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> CN		<i>N</i> -трет-бутилацетамид		непределенные	трет-бут. спирт	трет-бут. ацетат	
				непрореагир.	потери с газом	на взятый CH <sub>3</sub> CN	на прореагировавший CH <sub>3</sub> CN				
	Граммы				% мольн.						
2,0	11,1	76,4	6,4	8,0	2,2	8,7	81,1	20,7	17,6	22,2	28,4
3,5	26,7	51,5	11,2	6,5	5,8	23,0	86,9	46,8	10,4	14,8	20,7
5,7	45,5	37,2	18,3	4,7	10,4	41,3	90,5	74,5	6,0	7,5	11,3
7,0	46,7	27,9	24,1	4,6	10,0	39,6	87,1	73,1	6,6	7,0	11,4
9,0	47,8	23,2	28,9	4,4	10,0	39,6	83,0	73,1	6,5	7,1	11,6

Таблица 2

Влияние продолжительности реакции на ее протекание. Катализатор КУ-2; количество катализатора—2,7; *t*=90°C; *i*-C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>—5,7 л/ч; CH<sub>3</sub>CN—9,0 г; растворитель CH<sub>3</sub>COOH—100 см<sup>3</sup>

Продолжительность реакции, ч	Прореагировало			Получено				на прореагировавший <i>i</i> -C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>			
	CH <sub>3</sub> CN	<i>i</i> -C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	Пропущено, г <i>i</i> -C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> CN		<i>N</i> -трет-бутилацетамид		непределенные	трет-бут. спирт	трет-бут. ацетат	
				непрореагир.	потери с газом	на взятый CH <sub>3</sub> CN	на прореагировавший CH <sub>3</sub> CN				
	Граммы				% мольн.						
1,0	26,6	39,6	9,1	6,7	0,1	21,8	90,1	75,3	4,9	8,6	9,8
2,0	45,5	37,2	18,3	4,7	0,2	41,3	90,5	74,5	6,0	7,5	11,3
3,0	46,7	26,5	27,5	4,5	0,3	42,5	91,8	72,1	7,3	6,7	12,8
4,0	46,7	21,0	36,7	4,3	0,5	43,8	94,1	70,0	9,1	5,8	15,1
5,0	43,0	15,3	48,5	4,3	0,8	38,9	90,7	64,6	12,5	4,9	16,7
6,0	38,0	12,2	55,0	4,6	1,0	32,4	87,0	59,8	15,9	4,4	19,0

ние 6 ч при  $\tau=2$  ч;  $t=09^\circ\text{C}$ ;  $\text{CH}_3\text{CN}=9,0$  г, количестве катионита 2,7. Результаты опытов сведены в табл. 2, из которой видно, что оптимальному времени реакции 4 ч соответствует максимальная конверсия ацетонитрила 46,7% и наибольший выход *N*-*трет*-бутилацетамида 43,8% на взятый и 94,1% на прореагировавший ацетонитрил. При продолжительности реакции 5 и 6 ч увеличивается доля реакции образования димеров изобутилена, *трет*-бутилового спирта и *трет*-бутилацетата, в связи с чем выход *N*-*трет*-бутилацетамида падает. С увеличением времени реакции селективность ацетонитрила уменьшается вследствие омыления ацетонитрила до ацетамида и уксусной кислоты.

#### Выводы

1. Изучено влияние количества подаваемого изобутилена и продолжительности реакции на закономерности протекания реакции взаимодействия изобутилена с ацетонитрилом в присутствии сульфокатионита КУ-2.

2. Найдено, что оптимальный выход *N*-*трет*-бутилацетамида (41,3% на ацетонитрил и 74,5% на изобутилен) достигнут при скорости подачи в зону реакции изобутилена 5,7 л/ч.

3. Определена оптимальная продолжительность реакции 4 ч при скорости изобутилена 5,7 л/ч и температуре  $90^\circ\text{C}$ .

#### Литература

ДАН Азерб. ССР, №9, 1974.

ИНХП

Поступило 11. II 1975

К. Ж. Әлијева, Ч. З. Сәмәдова, С. С. Аванесова, Х. М. Гачыјева,  
Т. Н. Шахтактински

#### *N*-УЧЛУ БУТИЛАСЕТАМИДИН ЧЫХЫМЫНА ВЕРИЛЭН ИЗОБУТИЛЕНИН ВЭ РЕАКСИЈА МУДДЭТИНИН ТЭСИРИ

Мәгаләдә КУ-2 сульфокатионитин иштиракы илә асетонитрили изобутиленлә гаршылыгы тәсир реаксиясынын кедишинин ганунаугулугларына верилэн изобутиленин мигдарынын вә реаксия мүддәтинин тәсири өрәнилимшир.

*N*-үчлү бутиласетамидин ән јакшы чыхымы (асетонитрилә кәрә 41,3%, изобутиленә кәрә 74,5%) изобутиленин реаксия мүһитинә верилмә сүр'әти 5,7 л/саат олдуғда алынмышдыр.

Изобутиленин верилмә сүр'әти 5,7 л/саат, температур  $90^\circ\text{C}$  сахланылдыгда реаксиянын оптимал давамәтмә мүддәтинин 4 саат олдуғу мүәјјән едилмишир.

К. Ya. Alieva, D. Z. Samedova, S. S. Avanesova, Kh. M. Gadzhieva,  
T. N. Shakhtakhtinskii

#### EFFECT OF FEED ISOBUTYLENE AMOUNT AND DURATION OF REACTION ON *N* TERT-BUTYLACETAMIDE YIELD

The effect of feed isobutylene amount and the duration of reaction on the regularity of the course of isobutylene reaction with acetonitrile in the presence of sulfocationite KY-2 has been studied.

Optimum yield of *N*-*tert*-butylacetamide (41% on acetonitrile and 74,5% on isobutylene) has been found to be achieved at rate of feed 5,7 l/h isobutylene into the reaction zone.

At isobutylene rate 5,7 l/h and temperature  $90^\circ\text{C}$  the optimum duration of reaction has been determined to be 4 hours.

УДК 547.59

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Акад. С. Д. МЕХТИЕВ, Э. Т. СУЛЕЙМАНОВА, М. Ф. АББАСОВ

#### ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ РАДИКАЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ АЛЬФА-ОЛЕФИНОВ $\text{C}_6-\text{C}_{10}$ К АЛИФАТИЧЕСКИМ АЛЬДЕГИДАМ В ПРИСУТСТВИИ ПЕРЕКИСИ ТРЕТ-БУТИЛА

Одним из перспективных путей синтеза алифатических кетонов, представляющих собой ценные душистые вещества для применения в составе парфюмерных композиций, а также промежуточные соединения органического синтеза, может служить реакция свободнорадикального присоединения альфа-олефинов к уксусному альдегиду и его гомологам.

Свободнорадикальное присоединение органических соединений по обратным связям впервые было исследовано в 1945 г. Карашем [1, 2], основном на примере присоединения четыреххлористого углерода к октену-1. В дальнейшем эта реакция нашла широкое применение в синтезе большого числа органических соединений [3].

Приложение этой реакции к синтезу алифатических кетонов изучено Г. И. Никишиным и его сотрудниками [4, 5].

В настоящей статье даются результаты исследования реакции присоединения  $\text{C}_6-\text{C}_{10}$  альфа-олефинов к уксусному альдегиду и его гомологам в присутствии промышленного инициатора—перекиси *трет*-бутила с целью разработки эффективного процесса получения синтетических душистых веществ— $\text{C}_8-\text{C}_{15}$  кетонов алифатического ряда нормального строения.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве исходных олефинов использованы *n*-гексен-1, *n*-гептен-1, *n*-октен-1, *n*-нонен-1, *n*-децен-1, полученные дегидратацией соответствующих первичных спиртов, а также выделенные из промышленных продуктов термоконтактного крекинга нефтяных парафиновых углеводородов. Дегидратация спиртов проводилась в проточной системе при температуре  $240-260^\circ\text{C}$ , объемной скорости  $0,5 \text{ ч}^{-1}$  над промышленной гамма-окисью алюминия, промотированной 3% едкого натра для предупреждения миграции кратной связи в продуктах реакции и обеспечения получения альфа-изомеров высокой концентрации.

Из алифатических альдегидов использованы реактивные уксусный, пропионовый, *n*- и изомаляновый, а также изовалериановый альдегиды марки х. ч.

Опыты проводили под давлением собственных паров реагирующих компонентов в электрообогреваемом вращающемся автоклаве, снабженном карманом для термометра, в пределах 120—180°C, при которой период полураспада перекиси трет-бутила составляет 5—0,5 ч, соответственно [6—8]. По окончании опыта и охлаждении до комнатной температуры автоклав выгружали, полученный катализатор подвергали сперва атмосферной разгонке с выделением непрореагировавшей части исходных компонентов и продуктов распада перекиси, затем вакуумной с выделением целевых продуктов реакции—соответствующих кетонов алифатического ряда.

Таблица 1

Зависимость выхода и состава продуктов взаимодействия *n*-гексена-1 (I) с ацетальдегидом (II) в присутствии перекиси трет-бутила (III) от условий проведения опытов

Условия проведения опытов				Выход аддукта I:1, % от теор. на исходный I	Остаток, % вес. от смеси исходн. компонентов
мольное соотношение I:II	мольное соотношение I:III	температура, °C	продолжительность, ч		
1:1	1:0,1	140	4	20,75	19,7
1:2	>	>	>	38,4	18,0
1:4	>	>	>	57,0	15,5
1:6	>	>	>	60,6	11,7
1:6	>	>	>	65,6	8,2
1:6	>	>	>	68,0	8,9
1:10	>	>	>	49,5	13,5
1:8	1:0,05	>	>	65,6	8,2
>	1:0,1	>	>	52,5	14,9
>	1:0,15	>	>	57,5	17,4
>	1:0,2	>	>	63,5	5,6
>	1:0,1	120	>	65,6	8,2
>	>	140	>	65,6	11,7
>	>	160	>	55,1	5,4
>	>	140	1	63,8	7,8
>	>	>	2	65,6	8,2
>	>	>	4	67,4	9,8
>	>	>	6		

На примере свободнорадикального присоединения уксусного альдегида к *n*-гексену-1 изучено влияние различных параметров на выход и состав продуктов реакции. При этом мольное соотношение альдегида и олефина изменяли в пределах 1—8:1, олефина и перекиси 1:0,05—0,25, температуру реакции варьировали в пределах 120—180°C, а продолжительность опытов—от 1 до 6 ч.

Результаты опытов по изучению реакции присоединения гексена-1 к ацетальдегиду представлены в табл. 1.

На основании проведенных опытов найдены оптимальные условия синтеза метилгексилкетона: мольное соотношение альдегида, олефина и перекиси трет-бутила 8—10:1:0,2, температура 140°C, продолжительность 4 ч. Выход метилгексилкетона при этих условиях достигает 68% от теории на исходный олефин.

При найденных для *C<sub>6</sub>*-кетона оптимальных или близких к ним условиях проведено радикальное алкилирование *C<sub>7</sub>*—*C<sub>10</sub>* олефинами нормального строения ацетальдегида и его гомологов (табл. 2).

Как видно из данных, приведенных в таблицах, выход в реакции радикального присоединения олефинов к алифатическим альдегидам зависит как от условий проведения экспериментов, так и от структуры обоих аддендов. Так, с увеличением молекулярного веса взятого в реакцию олефина выход целевого продукта увеличивается от 63,8 до 90,5%.

Таблица 2

Условия и результаты опытов по свободнорадикальному присоединению *C<sub>6</sub>*—*C<sub>10</sub>* альфа-олефинов к алифатическим альдегидам в присутствии трет-бутилперекиси

Углеводород	Выход аддукта I:1, % от теор. на исходный олефин (I) и количество остатка, вес. % от смеси реагентов (II)									
	ацетальдегид		пропионовый альдегид		<i>n</i> -масляный альдегид		изомасляный альдегид		изовалериановый альдегид	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>n</i> -Гексен-1	63,8	7,80	54,2	8,6	44,7	7,2	26,6	2,4	29,0	3,6
<i>n</i> -Гептен-1	68,0	8,6	58,6	10,3	5,0	7,7	25,0	1,6	25,6	3,0
<i>n</i> -Октен-1	85,2	5,9	73,4	7,3	4,2	4,9	21,7	1,5	24,8	1,8
<i>n</i> -Нонен-1	87,34	6,7	80,0	7,7	58,0	5,0	20,5	1,2	33,2	1,7
<i>n</i> -Децен-1	90,5	10,2	—	—	63,0	5,2	26,4	2,4	30,6	2,4

Условия проведения опытов: мольное соотношение альдегид:олефин:перекись — 8:1:0,1, температура 140°C, продолжительность 4 ч.

Одновременно с увеличением числа углеродных атомов в молекуле исходного альдегида в изученных пределах, а также с переходом от альдегидов нормального строения к разветвленным выход соответствующего кетона значительно уменьшается, что объясняется стерическими затруднениями атаки образующегося в реакции промежуточного свободного радикала молекулой альдегида.

Анализ продуктов реакции проводили с применением физических, в том числе хроматографического и ИКС, а также химических методов.

ИК-спектры снимались на спектрометре ИК-22 с пластинками из NaCl. ИК-спектр подтвердил наличие в молекуле синтезированных кетонов карбонильной группы (интенсивные полосы в области 1720—1740 *см<sup>-1</sup>*), алкильной цепи (1440—1400 *см<sup>-1</sup>*) и метильной группы (1380—1360 *см<sup>-1</sup>*).

Для идентификации синтезированных кетонов химическим путем были получены известными методами соответствующие альдегиды и кетоны. В частности, свойства кетонов, полученных окислением вторичного спирта и их хроматограммы, совпали со свойствами синтезированных метилалкилкетонов. Кроме того, структура их подтверждена реакцией с бромформом в щелочной среде.

Синтезированные *C<sub>8</sub>*—*C<sub>16</sub>* алифатические кетоны охарактеризованы физико-химическими свойствами.

Оценка душистых свойств синтезированных кетонов парфюмерным Советом Всесоюзного объединения „Союзпарфюмерпром“ МПП СССР показала, что многие из них обладают приятным запахом, а метилалкилкетоны *C<sub>8</sub>*—*C<sub>12</sub>* пригодны для использования в составе парфюмерных композиций. На основе указанных кетонов парфюмерами фабрики „Новая заря“ (Москва) разработаны и рекомендованы к внедрению новые мыльные отдушки.

### Выводы

Исследована реакция свободнорадикального присоединения *C<sub>6</sub>*—*C<sub>10</sub>* альфа-олефинов нормального строения к уксусному альдегиду и его гомологам в присутствии промышленного инициатора—перекиси трет-бутила.

Установлена зависимость выхода и состава продуктов от условий проведения реакции и структуры реагентов.

Разработаны условия хроматографического анализа синтезированных кетонов.

Синтезированные  $C_8-C_{15}$  диалкилкетоны нормального строения обладают приятным запахом и могут быть рекомендованы для применения в составе парфюмерных композиций.

#### Литература

1. Kharash, Gensen, Urry, Science, 102, 128, 1945. 2. Kharash, Urry, Kuderna, J. Org. Chem., 14, 248, 1949. 3. Органические реакции. Сб. 13, стр. 103—187. Изд-во „Мир“, 1966. 4. Никишин Г. И. и др. „Нефтехимия“, т. XIII, № 6, 828, 1973. 5. Ильина Г. П. Автореф. канд. дисс. М., 1973. 6. Хавкинс Э. Дж. „Органические перекиси“, стр. 251. Изд-во „Химия“, М., 1964. 7. Синтезы органических соединений. Сб. 1, стр. 161. Изд-во АН СССР. М., 1950. 8. Уоллинг Ч. Свободные радикалы в растворах. ИЛ, 1960.

ИНХП

Поступило 15. X 1975.

С. Ч. Мехдиев, Е. Т. Сүлейманова, М. Ф. Аббасов

#### $C_6-C_{10}$ АЛФА-ОЛЕФИНЛЭРИН АЛИФАТИК АЛДЕГИДЛЭРЭ ҮЧЛҮ БУТИЛ ПЕРОКСИДИН ИШТИРАКЫ ИЛЭ РАДИКАЛ БИРЛЭШМЭ РЕАКСИЈАСЫНЫН ТЭДГИГИ

Мәгаләдә  $C_6-C_{10}$  алфа-олефин карбогидрогенләрин үчлү бутилпероксид инициаторун иштиракыла алифатик алдегидләрә бирлешмә реаксиясы тәдгиг едилмишдир.

Мувафиг кетонларын жүксәк чыкымла алынма шәраити тапылмышдыр.

Реаксия мәсулларынын чыкымнын вә тәркибинин илкин мәддәләрин гурулушундан вә реаксиянын шәраитиндән асылылығы ашкар едилмишдир.

Реаксия мәсулларынын хроматографик анализи үчүн шәраит тапылмышдыр.

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

#### THE STUDY OF THE $C_6-C_{10}$ ALPHA-OLEFINS RADICAL ADDITION TO THE ALIPHATIC ALDEHYDES IN THE PRESENCE OF TERT-BUTYLPEROXIDE

By the reaction of  $C_6-C_{10}$  alpha-olefines with the acetaldehyde and its homologs in the presence of the tert-butyl peroxide some aliphatic ketones are obtained and their properties are studied.

УДК 551.24

ГЕОЛОГИЯ

А. М. МАМЕДОВ

#### ВИДЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ В ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЕ

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

В настоящее время грязевые вулканы по характеру деятельности подразделяются на активные, пассивные и потухшие. Однако многие, ранее считавшиеся пассивными, после извержения (Кянизадаг—1950, Айрантекян—1964, о. Занбильный—1961, б. Карагедова—1942, б. Жданова—1951, Чикишляр—1955) стали относиться к активным.

Чтобы отнести тот или иной грязевой вулкан по характеру деятельности к одному из трех типов, необходимо тщательное исследование геотектонического строения и развития данной структуры.

Как известно, имеются такие грязевые вулканы, которые, будучи пассивными более 100 лет, вдруг начинали извергаться с такой мощностью, что объем извергнутых твердых продуктов и газов превышал объемы выбросов вулкана, извергавшегося в течение указанного периода 8—10 раз и более. Что касается потухших вулканов, то их смело можно выделить, особенно по погребенным грязевым вулканам, которые более всего распространены на восточном борту Южно-Каспийской впадины. В качестве примера можно указать поднятия Окарем, Котуртепе, Барса-Гельмес и др.

Привлекает внимание грязевой вулкан Кюрсангя, один из крупнейших грязевых вулканов Прикуринской низменности. Здесь очень давно, с 1810 г., не фиксировались извержения, выжимания или подъем грязевулканического поля. В связи с этим вулкан Кюрсангя относится к пассивным грязевым вулканам. В чем же дело, почему около 200 лет он не проявлял себя? Здесь за этот период, возможно, происходило скрытое проявление в виде подпирания, но оно не было зафиксировано. Хотя такой вид разгрузки жерла вулкана от накопившейся сопочной брекчии происходит не так уж редко, однако в геологической литературе мы не находим ссылок на это явление. Очень сомнительно, что грязевой вулкан Кюрсангя прекратил свою деятельность без определенного изменения тектонического строения одноименной структуры. По нашему убеждению, грязевой вулкан прекращает свою деятельность в том случае, когда структура претерпевает особое геотектоническое изменение, т. е. геологическое строение структуры уже не соответствует тому положению, при котором возможна грязевулканическая деятельность [2].



Говоря о возможности пробуждения такого типа вулкана, как Кюрсангя, считаем, что оно обязательно о проигодет и извержение должно быть крупным. Но, к сожалению, мы заранее не можем указать на разновидность форм разгрузки жерла вулкана—выжимание (восточный Ченлдаг), подъем грязевулканического поля—скрытый вид погрузки (Агзыбир, о. Карасу и т. п.) или извержение (о. Зенбильный, б. Кумани, б. Бахар, о. Хара-Зыра, б. Ливанова и т. п.).

По нашему мнению, такое длительное бездействие Кюрсангя связано с тем, что в жерле вулкана образовавшаяся после последнего извержения пробка находится в подошве пологозалегающих отложений верхнего плиоцена, глубина которых превышает 2000 м.

При всесторонних тщательных обследованиях грязевых вулканов Южно-Каспийской впадины (особенно Азербайджанской части) удалось установить, что разгрузка жерл грязевых вулканов от накопившихся сопочных материалов происходит следующим образом.

1. В виде мощного выброса грязевой брекчии в сопровождении сильного газового извержения. Этот вид разгрузки назовем извержением.

При таком виде разгрузки жерла сперва за краткий промежуток времени (в основном меньше 30 мин) происходит выброс сопочной брекчии, сопровождаемый сильным извержением газа, в основном горящего, в виде столба пламени, поднимающегося нередко на высоту до 200 м и более. Такое извержение происходит в тех случаях, когда за определенный период на данном вулкане не происходило выжимания сопочной брекчии на поверхность и подъема грязевулканического поля. Долгое время сопочный материал накапливался под пробкой в жерле вулкана и постепенно приобретал критическое давление, которое в состоянии преодолеть геостатическое давление над пробкой. В результате выброса огромной массы грязевулканической брекчии из жерла на поверхность в канале вулкана образуется сильный перепад давления, при этом создается возможность движения газа с большой разрушительной скоростью как из самого жерла, так и из продуктивных горизонтов. При движении газ частично разрушает стенки жерла и выносит собой на поверхность породы. После этого кратковременного извержения в жерле в том или другом интервале возникает обвал ствола вулкана—образуется пробка.

2. В виде выжимания сопочной брекчии из жерла вулкана.

Этот вид разгрузки жерла вулкана от накопившегося сопочного материала напоминает выжимание пасты из тюбика и происходит в двух вариантах:

а) медленно, годовая скорость разгрузки измеряется от нескольких до десятков метров и продолжается иногда более 100 лет (вулкан Котурдаг). Здесь выжимание сопочного материала сопровождалось очень незначительным выделением газа на поверхность;

б) выжимание сопочной брекчии происходит кратковременно и в основном имеет место в первый час разгрузки жерла. Такой случай, например, произошел в 1970 г. на грязевом вулкане Восточный Ченлдаг. Здесь наблюдались выходы из кратера горящих струй газа незначительного размера.

3. В виде подъема участка грязевулканического поля—скрытый вид разгрузки. Этот вид разгрузки жерла грязевых вулканов отмечается нами впервые. В данном случае на поверхности не наблюдается нового излияния, а только отмечается подъем грязевулканического участка, поверхность которого бывает распаханной. Высота подъема участка при каждом процессе колеблется от нескольких сантиметров

до нескольких метров. В качестве примера следует указать на грязевые вулканы о. Карасу, о. Чигил, о. Хара-Зыра, Агзыбир и др. [2].

Извержение вулкана в 1960 г. на о. Хара-Зыра происходило в виде выбрасывания сопочной брекчии на поверхность (незначительное) в сопровождении горящих газов и подъема грязевулканического поля. Здесь внутренняя энергия в основном была истрачена на подъем и лишь незначительная часть на извержение, что наглядно видно из следующего: извержение происходило в 2—3 ч ночи 20 июля 1960 г., а утром мы посетили вулкан и обследовали его. Восточная часть острова, где происходило извержение, была раздроблена многочисленными разрывами, которые шли параллельно к оси складки. Глубина этих разрывов местами доходила до 2—3 м при ширине около 2 м. Кроме этого, восточная часть острова с юга и востока в двух местах была приподнята в виде концентрических ступеней, каждая из которых протягивалась до 300 м. Первый подъем грязевулканического поля высотой около 0,7 м расположен к югу-юго-востоку от кратера вулкана на расстоянии около 200 м (рисунки), а другой подъем поля высотой около 0,3—0,4 м находился около берега, на расстоянии около 300 м от кратера.

В последнее столетие на о. Карасу отмечалось два извержения: 17 февраля 1875 г. и 8 февраля 1923 г. [5]. После этого извержений не происходило. Однако в 1964 г., во время посещения о. Карасу нами был отмечен подъем раздробленного грязевулканического поля на северо-восточном участке острова.

Легко устанавливается, что оно произошло после 1952 г. [2]. Подобное извержение наблюдается как на материке (Агзыбир, Хамамдаг и др.), так и на ряде островов Бакинского архипелага. Следует указать, что грязевулканические острова возникают именно благодаря подъему грязевулканического поля.

Уместно вспомнить концепцию, высказанную еще в 1921 г. К. П. Калицким [1], о происхождении грязевулканических островов. К. П. Калицкий, основываясь на появлении и исчезновении некоторых банок (Кумани, Карнилова—Павлова, Ливанова и др.) в Каспийском море в результате проявления грязевого вулканизма, считал, что в подводных условиях не может накапливаться сопочный материал для образования островов. Исчезновение этих островов он объяснял последующим размывом рыхлой грязевулканической, преимущественно глинистой массы.

Происхождение грязевулканических островов в акватории Бакинского архипелага К. П. Калицкий объяснял тем, что эти грязевые вулканы в геологическом прошлом находились на материке и при последующей трансгрессии моря стали островами. Возражая против этого, подавляющее большинство ученых-геологов Азербайджана считает, что острова Бакинского архипелага являются грязевулканического происхождения и формировались именно в морских условиях.

При тщательном обследовании морфологических особенностей гря-



зевых вулканов Бакинского архипелага, Прикуринской низменности, Южного Кобыстана и западной части Апшеронского полуострова можно предположить, что в морских условиях в одних случаях могут образоваться острова, а в других—нет, если при извержении грязевого вулкана в сопочной брекчии отсутствуют обломки твердой породы крупного размера (глыбы) и, кроме того, не происходит подъема грязевулканического поля.

При отсутствии сбломков твердых пород крупного размера в изверженной грязевулканической брекчии она размывается волнами моря и превращается в банку, что подтверждается фактическими данными. По литературным данным, на грязевых вулканах банок Кумани, Андреева, Бахар, Ливанова, Головачева, К. Персиянина и др. в период извержения в разное время образовывались различного размера острова, через некоторое время они вновь размывались волнами моря и превращались в банки. Например, в 1928 г. минимальная глубина моря в районе б. Ливанова составляла 22 м. Спустя всего лишь два года, при новом мощном извержении этого вулкана образовался остров длиной 184—200 м и высотой 2—3 м над ур. моря, а затем остров размылся. Подобные случаи повторялись в 1937, 1951 и 1960 гг. [4]. Аналогичные случаи имели место также на б. Бахар (1876, 1921 [3]), Кумани, Головачева, Камень Персиянина и др.

По нашему мнению, образование островов в морских условиях в результате грязевулканической деятельности возможно в том случае, когда разгрузка жерла вулкана представлена в основном в виде подъема грязевулканического поля или извергающиеся продукты содержат глыбы каменного материала больших размеров. Этот процесс протекает длительное время.

Подъем грязевулканического поля в результате выпирания определяется по его внешним признакам. Поле внешне бывает раздробленным и разбитым многочисленными разломами, по форме оно напоминает „гриб“. Подобное явление наблюдалось на грязевых вулканах Агзыбир в 1963 г., на о. Чигил в 1967 г., на о. Карасу в 1953—1955 гг.

Упомянутые три типа разгрузки жерл вулканов от накопившегося сопочного материала могут быть встречены как в отдельности, так и по два вместе. Например, на о. Хара-Зыра в 1960 г. одновременно произошли извержение (первый тип) и подъем грязевулканического поля (третий тип).

#### Литература

1. Калицкий К. П. Бакинский архипелаг. НСХ № 5—8, 1921. 2. Мамедов А. М. Углеводородные газы и перспективы газонефтеносности плиоценовых отложений Бакинского архипелага. Канд. дисс., 1969. 3. Султанов А. Д., Агабеков М. Г. Извержение грязевого вулкана б. Макарова. „ДАН Азерб. ССР“, т. 15, №2, 1959. 4. Тачмурадов Б. М. Грязевые вулканы Прибалханского района и их связь с нефтяными и газовыми месторождениями. Канд. дисс., 1970. 5. Якубов А. А., Ализаде А. А., Рахманов Р. Р., Мамедов Ю. П. Каталог зафиксированных извержений грязевых вулканов Азербайджана (за период 1810—1974 гг.). Баку, 1974.

Институт геологии

Поступило 8. IV 1975

Э. М. Мамедов

#### ЧЭНУБИ ХЭЗЭР ЧӨКЭКЛИДИНДЭ ПАЛЧЫГ ВУЛКАНЛАРЫНЫН ПУСКҮРМЭ НӨВЛЭРИ

Нэртэрэфли апарылмыш геологи тэдгигатлар нэтичэсиндэ палчыг вулканларынын үч-тилдэ пүскүрмэси ашкар едилишидир:

1. Палчыг-брекчијасынын вулкан богазындан атылмасы вэ онун күчлү сүр'этдэ газла мүшәһидэ едилимэси;

2. Вулкан богазындан брекчијанын сыхылыб чыхарылмасы. Бу һал сүр'этинэ көрә ики чүр олур:

а) брекчијанын вулкан богазындан фасилэсиз он иллэрлэ (һэтта 100 илдән-дә чох ола билэр) сыхылыб чыхмасы һалында. Бу һалда сыхылма сүр'эти илдэ бир нечэ метрдән 30—40 м-ә кими ола билэр;

б) брекчијанын вулкан богазындан сыхылмасы сүр'этли вэ фасилэсиз олуб, эса-сэн 20—40 дэгигә мүддәтиндә баш верир.

3. Палчыг вулканынын богаз этрафы саһәсинин галхма һалында олмасы. Бу нөвлү палчыг вулканларыннан харичә тәзә брекчија атылмыр, анчаг саһәнин бир вэ ја бир нечэ метр көбәләк формасында галхмасы мүшәһидэ едилир вэ онун сәтһи мүхтәлиф истигамәтләрдә пардагланыр.

A. M. Mamedov

#### TYPES OF MUD VOLCANO MANIFESTATION IN THE SOUTH-CASPIAN BASIN

In thorough investigations of mud volcano in the South-Caspian basin (especially Azerbaijan part) it was possible to distinguish, that relief of mud volcanic neck from accumulated volcanic materials take place in three forms.

УДК 550. 8: 552.3

ГЕОЛОГИЯ

Г. В. МУСТАФАЕВ

ФАЦИИ ГЛУБИНОСТИ МЕЗОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДОВ  
МАЛОГО КАВКАЗА

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

Определение фации глубинности гранитоидов имеет большое практическое значение, поскольку с различной глубиной формирования интрузивов связаны определенные типы рудных месторождений.

Фациальный анализ гранитоидов приводится в работах многих геологов (Усов, 1925, 1932; Коржинский, 1940; Козеренко, 1946; Монич, 1952; Кузнецов, 1955, 1960; Баддингтон, 1963; Горжевский и Козеренко, 1963; Маракушев, 1965; Хамрабаев и др. 1969; Штейнберг, Ферштатер, Фоминины, 1968; Далимов, Айзенштат, 1973 и др.).

В настоящее время в обобщенном виде при классификации гранитоидов выделяются (с некоторыми отличиями у разных авторов) следующие фации: близповерхностная (0,5), гипабиссальная или малоглубинная (1—2 км), мезоабиссальная или среднеглубинная (2—5 км), абиссальная или глубинная (5—8 км), ультраабиссальная или крайне глубинная (8—10 км).

Приводимые глубины ориентировочные, они варьируют у разных авторов по-разному и устанавливаются по геолого-структурным, петрографо-минералогическим, физико-химическим и другим данным.

Мезозойские гранитоидные интрузивы Малого Кавказа имеют гипабиссальный облик в том определении, который был дан в свое время М. А. Усовым [9], согласно чему гипабиссальные интрузии в отличие от абиссальных проходят процесс дифференциации, кристаллизации и остывания гораздо быстрее. Их характеризует наличие фаз и гибридных разновидностей, а также проявление мнуролитовой текстуры и порфиroidной структуры, преобладание ортоклаза, наличие зональных плагиоклазов, смешанная ассоциация цветных минералов и др.

Следует отметить, что эти же петрографические особенности пород с некоторыми дополнениями Ю. А. Кузнецовым [7] приводятся для мезоабиссальных глубин. Д. С. Коржинский же (1940) указывает, что приведенные признаки встречаются и в абиссальных гранитоидах, сформировавшихся на больших глубинах. Поэтому определения глубины формирования наиболее достоверны по геологическим данным, установлению мощности пород, перекрывающих гранитоиды. К сожалению, они не везде сохранны.

По геологическим данным глубина формирования ряда интрузивов М. Кавказа следующая: Атебекского плагиогранитового массива—200 м [1], Дашкесанского—300—400 м [1] и 1000 м [5], Дашкесан-Кедабекской группы интрузивов—3000—5000 м [6].

В последнее время широко используются различные геотермометры для определения температуры кристаллизации и соответственно глубины формирования гранитоидов. Наиболее широко применяются двуполевошпатовый геотермометр Т. Ф. Барта [2], дополненный И. Д. Рябчиковым (1965), амфибол-плагиоклазовый геотермометр Л. Л. Перчука [8], биотитовый—Д. Р. Уонса и Х. П. Югстера (1953), требующие равновесных отношений минералов. Для этих же целей используются положения фигуративных точек гранитоидов в тройной системе альбит—ортоклаз—кварц (Таттл, Боуэн, 1958), содержание титана в магнетите, количество которого прямо пропорционально температуре его образования (Баддингтон, 1955), содержание связанной воды в магматических породах (Хамрабаев, Искендеров, 1964) и др.

Ввиду того, что мезозойские гранитоиды преимущественно натровые и полевые шпаты не находятся в парагенетических отношениях, для них двуполевошпатовый геотермометр широко применить не удалось. Как следует из тройной диаграммы альбит—анортит—ортоклаз, породы как среднеюрского, так и позднеюрского комплексов характеризуются отсутствием котектической кристаллизации, когда выделяются одновременно обе полевошпатовые фазы. Такая кристаллизация свидетельствует о неравновесных процессах, обусловивших широкое распространение зональных плагиоклазов [10], что особенно характерно для позднеюрских интрузивов, и используется как признак гипабиссальных условий формирования пород. По двуполевошпатовому термометру Барта температура кристаллизации гранитов III фазы Дашкесана (где в парагенезисе с плагиоклазом также не выделяется калинатровый полевой шпат) равна 380°C.

Следует отметить, что в гранитах установлены микропегматитовые структуры. Кристаллизация гранитов с образованием микропегматитовых структур, по экспериментальным данным Таттла и Боуэна (1958), имеет эвтектический характер при температурах 750—780° и  $P$  5000 бар, что свидетельствует о гипабиссальных глубинах кристаллизации последних порций магмы многофазных интрузивов. Однако полученная по двуполевошпатовому геотермометру температура кристаллизации значительно ниже экспериментальных данных.

В исследованных породах сосуществующими порообразующими минералами являются плагиоклаз и роговая обманка, что подтверждается как парагенетическим анализом (Махмудов, 1970), так и микроскопическими исследованиями. Результаты определения температуры кристаллизации равновесия по геотермометру [1] даны в таблице.

По геотермометру температура равновесных кристаллизаций плагиоклаза и роговой обманки в габброидах в среднем равна 600°C, а в гранитоидах—480°C. При этом температура данного равновесия обусловлена постмагматическим перераспределением компонентов между феррическими минералами. Кроме того, выясняется, что габброиды и гранитоиды Кедабекского интрузива более высокотемпературные, чем Дашкесанского.

Для мезозойских гранитоидных интрузивов Малого Кавказа характерны высокие содержания магнетита, варьирующие от 1 до 4%, и элементов-примесей: титана, ванадия, хрома и др.

Установлено, что в гипабиссальных гранитоидах содержание магнетита превышает 1,5% и они обогащены Ti, Mn, V, Cr, в то время

как в глубинных—содержание магнетита не превышает 0,5%, а содержание этих же элементов значительно ниже (Хамрабаев, 1958; Печерский, 1967 и др.). Отсутствие или незначительное содержание магнетита в глубинных гранитоидах хорошо объясняется медленным и равновесным процессом их кристаллизации, приводящим к растворению магнетита в железосодержащих силикатах (Ферштатер, 1969). Высокое же содержание магнетита в гипабиссальных интрузивах обусловлено как увеличением парциального давления кислорода (Кеннеди, 1958), так и быстрым охлаждением расплава, способствующим интенсивной кристаллизации магнетита в связи с экзотермичностью процесса окисления железа (Рахин, 1961).

Составы сосуществующих минералов и температуры их равновесий по [1] в позднеюрских интрузивах Малого Кавказа

Породы	Ca		t° образова- ния	Mg	Ca	t° образова- ния	Сред- няя темпе- ратура
	Ca+Na+K			Fe+Mn+ +Mg	Ca+Na+ +K		
	Amf	Pe		Amf	Pe		
Габбро-диориты. Кедабек, I ф.	0,88	0,37	720	0,13	0,37	670	695
Кварц. диориты, Кедабек, II фаза	0,54	0,36	450	0,60	0,36	580	515
Габбро-диориты. Дашкесан I ф.	0,91	0,35	430	0,78	0,35	580	505
Гранодиорит. Дашкесан, II ф.	0,77	0,05	390	0,62	0,05	400	395
Кварц. диорит. Мехмана	0,87	0,26	420	0,63	0,26	480	450
	0,81	0,32	500	0,64	0,32	550	525
Гранодиорит. Барум	0,74	0,27	510	0,75	0,27	500	505

Следует отметить, что коэффициент окисленности железа в гранитоидах равен таковому в верхнеюрских, ксмагматичных им эффузивах. Поэтому высокое содержание в гранитоидах магнетита является одним из признаков их формирования в гипабиссальных условиях.

Как оптические определения, так и химические анализы биотитов мезозойских гранитоидных комплексов выявили их низкую железистость. В плагиогранитах коэффициент железистости биотита составляет 35—50, в биотитах из гранитоидов позднеюрского комплекса—35—55, понижаясь в хлоритизированных разностях до 27. Низкая железистость биотитов из мезозойских гранитоидов соответствует таковой для гранитоидов малых глубин, геосинклинальной стадии развития, щелочноземельных пород базальтоидного ряда (Соболев, 1950; Чирвинский, 1957; Василенко, Литвинов, 1966; Панеях, 1973 и др.). Одновременно низкая железистость биотита указывает на невысокий химический потенциал воды и высокую температуру кристаллизации исследованных гранитоидов, соответствующую по [8] 700—800°C. Глиноземистость изученных биотитов (средняя—20,1) также соответствует глиноземистости гранитоидов умеренных и малых глубин, свидетельствуя вместе с тем о пониженной химической активности воды и высокой температуре кристаллизации гранитоидов Малого Кавказа, что хорошо согласуется с выводами по железистости биотитов. Высокое содержание титана ( $TiO_2=3-4\%$ ) в биотите в исследованных гранитоидах подтверждает устойчивость биотита в наиболее высокотемпературных минеральных фациях (Щербаков, 1963; Маракушев, 1965 и др.).

Следует отметить, что среди позднеюрских интрузивов Дашкесанский и Кедабекский выделяются не только наличием габброидных фаз, которые сами по себе образования высокотемпературные, но и

наличием на экзоконтакте массивов роговиков (пироксеновых, гранатовых и др.), пироксен-гранатовых скарнов в Дашкесане, волласто-вует мезоабиссальной, а по Д. С. Коржинскому соответствует [3]—фации средних глубин. При этом типы месторождений и особенности минерального состава сульфидных руд—наличие контактово-метасоматического железорудного месторождения, магнетита, пирита, пирротина, арсенопирита и др.—также соответствуют средним глубинам. Эти данные показывают, что указанные интрузивы более глубокие, чем остальные позднеюрские массивы.

Таким образом, исходя из фактического материала по мезозойским гранитоидам М. Кавказа, их можно разделить на следующие фации: 1) гипабиссальные малоуглубинные (плагиогранитовые массивы среднеюрского комплекса и большинство монофазных интрузивов позднеюрского комплекса, как Барумский, Мехманский, Габахтепинский и др.), сформировавшиеся до глубин 1—2 км; и 2) гипабиссальные среднеуглубинные (полифазные Дашкесанский, Кедабекский и, возможно, Учтепинский интрузивы), сформировавшиеся на глубинах 2—3 км.

#### Литература

1. Абдуллаев Р. Н. Мезозойский вулканизм с.-в. части Малого Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР, 1963.
2. Барт Т. Ф. Измерения палеотемператур гранитных пород. В кн. Чтения им. В. И. Вернадского, IV, Изд-во АН СССР, 1962.
3. Горжевский Д. И., Козеренко В. И. Фации глубинности магматических пород и магматогенных месторождений полезных ископаемых. Сов. геология, № 5, 1963.
4. Далимов Т. Н., Айзенштат В. И. Фациальность гранитоидных формаций Узбекистана. УФАН СССР, 1973.
5. Кашкай М. А. Петрология и металлогения Дашкесана. Недра, М., 1963.
6. Керимов Г. И. Петрология и рудоносность Кедабекского рудного узла. Изд-во АН Азерб. ССР, 1963.
7. Кузнецов Ю. А. Фация магматических пород. Вопросы геологии Азии, т. II. Изд-во АН СССР, 1955.
8. Перчук Л. Л. Равновесия породообразующих минералов. Наука, М., вып. 3, 1925.
9. Ферштатер Г. Б. Полевые шпаты гипабиссальных гранитоидов вост. части Магнитогорского синклинория. Труды Ин-та геол. и геогр. УФАН СССР, вып. 85, 1970.

Институт геологии

Поступило 2. I 1975

h. B. Мустафаев

#### КИЧИК ГАФГАЗЫН МЕЗОЗОЈ ГРАНИТОИДЛЭРИНИ ДЭРИНЛИК ФАСИЈАЛАРЫ

Кичик Гафгазын мезозой гранитоидлари яш етибар ила ики: Орта Јура ва Јухары Јура группаларына бөлүнүрләр. Онларын һансы дэринлик фасијасына аид олмасына даир мөвчуд фактик материаллар аз олдуғуна көрә чөл шпаты ва һорнблентин кристаллашма һәрарәти, магнетитин сүхурларда олан мингдары, биотитин тәркибиндә олан дәмирин мингдары ва с. тәјинатлар апарылмышдыр. Тәдгигатларын нәтиҷәси вә Кичик Гафгазын мезозой гранитоидлари һагғында олан фактик материаллар онлары ики фасијаја бөлмәјә имкан верир: 1) 1—2 км дэринликдә формалашан аздэринли һипабиссал фасија (Орта Јура плагиогранит массивләри вә бир фазалы Јухары Јура интрузивләри) вә 2) 2—3 км дэринликдә формалашан ортадэринли фасија (чох фазалы Јухары Јура интрузивләри).

G. V. Mustafaev

#### THE DEPTH FACIES OF THE MESOZOIC GRANITOIDS OF THE MAL. CAUCASUS

In factic material of the Mesozoic granitoids of the Mal. Caucasus let us divide into two groups; 1) hypabyssal facies of the small depth formation into 1—2 km (the middle Jurassic plagiogranite mass and the monophase of the Late-Jurassic intrusive and 2) the hypabyssal of the middle-depth formation into 2—km (the polyphase intrusive of the Late Jurassic)

УДК 62-50

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

М. В. МЕЕРОВ, М. Л. ЛИТВАК, А. М. БАЙРАМОВ  
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕФТЕДОБЫЧЕЙ  
НА МНОГОПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

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

В данной работе построен алгоритм, позволяющий выбирать режим работы скважин так, чтобы при условии выполнения технологических ограничений и плана по добыче нефти минимизировать внутреннюю энергию пласта.

Следует отметить, что такая задача для однопластовых месторождений рассматривалась в [1]. Однако в этой работе не учитываются технологические ограничения на дебиты и депрессии эксплуатационных скважин, что может привести к невозможности реализации полученного после расчетов оптимального режима на реальном объекте.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим задачу оптимального управления следующего вида. Как известно [2], функции распределения давления по пластам  $P_j(x)$ ,  $j=1, 2, \dots, N$  удовлетворяют системе дифференциальных уравнений эллиптического типа

$$\frac{\partial}{\partial x_1} \kappa_j(x) \frac{\partial P_j}{\partial x_1}(x) + \frac{\partial}{\partial x_2} \kappa_j(x) \frac{\partial P_j}{\partial x_2} + \alpha_{j+1}(x) \times [P_{j+1}(x) - P_j(x)] - \alpha_{j-1}(x) [P_j(x) - P_{j-1}(x)] = 0, \quad j = \overline{1, N}; \quad x \in \Omega \quad (1)$$

При следующих граничных условиях: на внешнем контуре пласта (контуре нагнетательных скважин)

$$P_j(x) = P_k^j(x), \quad x \in \Gamma_0, \quad j = \overline{1, N} \quad (2)$$

На внутренних контурах (контурах эксплуатационных скважин)

$$P_j(x) = P_i^j, \quad x \in \Gamma_j^i, \quad i \in S_j, \quad j = \overline{1, N} \quad (3a)$$

$$\int_{\Gamma_j^i} K_j(x) \frac{\partial P_j}{\partial \nu}(x) ds = 0, \quad i \in S_j, \quad j = \overline{1, N} \quad (3б)$$

$$\int_{\Gamma_j^i} K_j(x) \frac{\partial P_j}{\partial \nu}(x) ds = q_j^i, \quad i \in S_j, \quad j = \overline{1, N} \quad (3в)$$

Задача состоит в выборе векторов

$P = \{P_j^i, i \in S_j, j = \overline{1, N}\}$ ,  $Q = \{q_j^i, i \in S_j, j = \overline{1, N}\}$   
функции  $P_j(x)$ ,  $j = 1, 2, \dots, N$ , удовлетворяющих (1), (2), (3а, б, в), при условии выполнения плана по добыче нефти

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i \in S_j} C_j^i q_j^i \geq C_{пл} \quad (4)$$

и ограничений

$$q_j^i \geq 0, \quad i \in S_j; \quad P_j^i \geq P_{j \min}^i, \quad i \in S_j; \quad j = \overline{1, N}, \quad (5)$$

минимизирующих внутреннюю энергию пласта

$$\sum_{j=1}^N \left\{ \int_{\Omega} \left[ \sum_{i=1}^2 K_j(x) \left( \frac{\partial P_j}{\partial x_i}(x) \right)^2 + (\alpha_{j+1}(x) + \alpha_{j-1}(x)) P_j^2(x) - \alpha_{j+1}(x) P_j(x) P_{j+1}(x) - \alpha_{j-1}(x) P_j(x) P_{j-1}(x) \right] dx \right\} \rightarrow \min, \quad (6)$$

где:  $\Omega$ —двухмерная связная область;  $\Gamma_j^i$ —контур  $i$ -ой эксплуатационной скважины, находящейся в  $j$ -пласте;  $S_j$ —множество номеров скважин, работающих на  $j$ -пласт;  $C_j^i$ —коэффициент обводненности  $i$ -ой скважины, работающей на  $j$ -пласт;  $P_{j \min}^i$ ,  $i \in S_j$ ,  $j = \overline{1, N}$ —нижний предел давлений на забое эксплуатационных скважин;  $\alpha_{10}(x) = 0$ ,  $\alpha_{N+1}(x) = 0$ ,  $P_k^j(x)$ ,  $\alpha_{j+1}(x) = \alpha_{j+1j}(x)$ ,  $j = \overline{1, N}$ —заданные функции;  $K_j(x)$ —функция распределения гидропроводности в  $j$ -пласте;

$$\text{div } K_j(x) \text{ grad } P = \sum_{i=1}^2 \frac{\partial}{\partial x_i} K_j(x) \frac{\partial P_j}{\partial x_i}(x) \frac{\partial P_j}{\partial \nu}(x), \quad x \in \Gamma_j^i$$

—производная по внутренней нормали к контуру  $\Gamma_j^i$ .

Решение задачи (1—6) будем искать в пространстве обобщенных решений системы дифференциальных уравнений (1), [3].

Далее будут использованы следующие обозначения.  $W_2^i(\Omega)$ —пространство функций, квадратично суммируемых по Лебегу в области  $\Omega$  вместе с обобщенными производными до порядка  $i$  включительно.

$W(\Omega)$ —подмножество пространства  $W_2^2(\Omega)$ , состоящее из функций, принимающих постоянные значения на  $\Gamma_j^i$ ,  $i \in S_j$ ,  $j = \overline{1, N}$ . Относительно параметров задачи сделаем следующие предположения:

1.  $K_j$ ,  $\alpha_{j+1}(x)$ ,  $j = \overline{1, N}$  непрерывны в области

$$\overline{\Omega} = \Omega \cup \bigcup_{j=1}^N \Gamma_j^i \cup \Gamma_0 \quad \text{функции} \quad (7)$$

2. Граница  $\Gamma_0$  принадлежит классу  $\theta^1$

$\Gamma_j^i$ —окружность радиуса  $r_j^i$  (8)

3. Существует такое положительное  $\nu$ , что

$$K_j(x) \geq \nu > 0, \quad x \in \Omega, \quad j = \overline{1, N} \quad (9)$$

2. ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛОВИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ

Используя результаты работы [3], можно доказать следующую лемму.

Лемма 1. Функции  $P_j^{(0)}(x) \in W$ ,  $j = \overline{1, N}$  и вектор  $Q^{(0)} = \{q_j^{(0)i}, i \in S_j, j = \overline{1, N}\}$

удовлетворяющие условиям (1-5), являются решением задачи (1-6), если найдутся функции  $\psi_j^{(0)}(x) \in W, j = \overline{1, N}$ , удовлетворяющие системе дифференциальных уравнений (1), при граничных условиях

$$\varphi_j^{(0)}(x) = 0, x \in \Gamma_0, j = \overline{1, N} \quad (10)$$

вектор  $B^{(0)} = \{b_j^{(0)}, i \in S_j, j = \overline{1, N}\}$  и постоянная  $\tau^{(0)} \leq 0$  такие, что выполнены соотношения

$$\left. \begin{aligned} \psi_j^{(0)}(x) &= \psi_j^{(0)}, x \in \Gamma_j^+, i \in S_j \\ \int_{\Gamma_j^+} K_j(x) \frac{\partial \psi_j^{(0)}}{\partial \nu} ds &= b_j^{(0)}, i \in S_j \\ \int_{\Gamma_j^+} K_j(x) \frac{\partial \psi_j^{(0)}}{\partial \nu} ds &= 0, i \in \bar{S}_j \end{aligned} \right\} j = \overline{1, N} \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} q_j^{(0)} &\leq \tau b_j^{(0)}, [\tau b_j^{(0)} - q_j^{(0)}] (P_j^{(0)} - P_j^{\min}) = 0, i \in S_j \\ \tau (C_j^+ - \psi_j^{(0)}) &\geq 0, \tau (C_j^+ - \psi_j^{(0)}) q_j^{(0)} = 0, i \in S_j \\ \sum_{j=1}^N \sum_{i \in S_j} C_j^+ q_j^{(0)} + X_g &= Q_{\text{пл}}, X_g^{(0)} \leq 0, \tau^{(0)} X_g^{(0)} = 0 \end{aligned} \right\} j = \overline{1, N} \quad (12)$$

### 3. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Алгоритм решения задачи состоит из двух этапов.

На 1-ой итерации 1-го этапа найдем функции  $\psi_j^{(1)}(x) \in W$  и вектор  $B^{(1)}$ , удовлетворяющие (1), (10), (11) и условиям  $\psi_j^{(1)} = C_j^+, i \in S_j, j = \overline{1, N}$ . Предположим на  $K-1$ -ой итерации выделены множества  $S_j^{(k-1)} \subset S_j, j = \overline{1, N}$ , тогда на  $K$ -ой итерации найдем функции  $\psi_j^{(k)}(x) \in W, j = \overline{1, N}$  и вектор  $B^{(k)}$ , удовлетворяющие (1), (10), (11) и условиям

$$\psi_j^{(k)} = C_j^+, i \in S_j^{(k-1)}, j = \overline{1, N} \quad (13)$$

$$b_j^{(k)} = 0, i \in S \setminus S_j^{(k-1)}, j = \overline{1, N}$$

В силу леммы 1 такие функции существуют и единственны. Выделим множества

$$D_j^{(k)} = \{i \in S_j : b_i^{(k)} > 0\}, j = \overline{1, N}$$

Если  $L^{(k)} = \bigcup_{j=1}^N D_j^{(k)}$  — пустое множество, то 1-ый этап завершен, в противном случае полагаем  $S_j^{(k)} = S_j^{(k-1)} \setminus D_j^{(k)}, j = \overline{1, N}$  и переходим к  $K+1$ -ой итерации.

Так как  $S_1 \supset S_1^{(1)} \supset S_1^{(2)} \dots$  — убывающая последовательность конечных множеств, то 1-ый этап будет завершен за конечное число итераций. Обозначим  $\{\psi_j^{(0)}(x), j = \overline{1, N}, B^{(0)}\}$ , решение получено на последней итерации 1-го этапа. На 1-ой итерации 2-го этапа найдем функции  $P_j^{(1)}(x) \in W$  и вектор  $Q^{(1)}$ , удовлетворяющие (1), (8), (3а, б, в) и условиям

$$\begin{aligned} P_j^{(1)} &= P_j^{\min}, i \in S_j^{(0)} \\ q_j^{(1)} &= 0, i \in S_j / S_j^{(0)} \end{aligned}$$

где  $S_j^{(0)} = \{i \in S_j : b_i^{(0)} < 0\}$

вычислим

$$\tau^{(1)} = \min_{j=1, N} \min_{i \in S_j^{(0)}} \frac{q_j^{(0)}}{b_j^{(0)}}$$

Пусть на  $K-1$ -ой итерации найдены  $\tau^{(k-1)}$  и множества  $A_j^{(k-1)} \subset S_j^{(0)}, j = \overline{1, N}$ , тогда на  $K$ -ой итерации вычислим функции  $P_j^{(k)}(x) \in W$  и вектор  $Q^{(k)}$ , удовлетворяющие (1), (2), (3а, б, в) и условиям

$$\left. \begin{aligned} q_j^{(k)} &= \tau^{(k-1)} b_j^{(0)}, i \in A_j^{(k-1)} \\ P_j^{(k)} &= P_j^{\min}, i \in S_j^{(0)} \setminus A_j^{(k-1)} \\ q_j^{(k)} &= 0, i \in S_j \setminus S_j^{(0)} \end{aligned} \right\} j = \overline{1, N} \quad (14)$$

Выделим множества  $L_j^{(k)} = \{i \in S_j^{(0)} \setminus A_j^{(k-1)} : q_j^{(k)} > \tau^{(k-1)} b_j^{(0)}\}$ . Если  $L^{(k)} = \bigcup_{j=1}^N L_j^{(k)}$  — не пустое множество, то полагаем

$$\tau^{(k)} = \tau^{(k-1)}, A_j^{(k)} = A_j^{(k-1)} \cup L_j^{(k)}, j = \overline{1, N}$$

В противном случае найдем

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i \in S_j^{(0)}} C_j^+ q_j^{(k)} = Q_{\text{пл}}^{(k)} \text{ и } \nu^{(k)} = \frac{Q_{\text{пл}}}{Q_{\text{пл}}^{(k)}}$$

Если  $\nu = 1$ , то алгоритм завершен, в противном случае полагаем  $\tau^{(k)} = \nu^{(k)} \tau^{(k-1)}, A_j^{(k)} = A_j^{(k-1)}, j = \overline{1, N}$  переходим к  $K+1$ -ой итерации.

### 4. ОБОСНОВАНИЕ СХОДИМОСТИ ИТЕРАЦИОННОЙ ПРОЦЕДУРЫ

Следующая лемма доказывает разрешимость краевых задач, которые необходимо решать на каждой итерации предложенной процедуры.

Лемма 2. При условиях (7), (8), (9) существуют единственные функции  $P_j^{(k)}(x) \in W [\psi_j^{(k)}(x) \in W]$  и вектор  $Q^{(k)} [B^{(k)}]$ , удовлетворяющие (1), (2), (3а, б, в) (14) [(1), (10), (11), (13)]:

Доказательство сходимости процедуры основывается на следующих положениях.

Лемма 3. Если на 1-ой итерации 2-го этапа

$$\nu^{(1)} = \frac{Q_{\text{пл}}}{\sum_{j=1}^N \sum_{i \in S_j^{(0)}} C_j^+ q_j^{(1)}} > 1,$$

то ограничения (4), (5) не совместны.

(В этом случае планирующим органам необходимо понизить ал план по добыче нефти).

Если  $\nu^{(k)} = 1$ , то на  $K$ -ой итерации 2-го этапа получено оптимальное решение задачи (1-6). Если  $\nu^{(1)} < 1$ , то по итерации предложенной процедуры имеют место соотношения  $0 < \nu^{(k)} \leq \nu^{(k+1)} \leq 1, k = 1, 2, \dots$

Лемма 4. Если построенная процедура не будет завершена за конечное число шагов, то найдутся функции  $P_j^{(k)}(x) \in W, j = \overline{1, N}$  и вектор  $Q^{(k)}$ , удовлетворяющие (1-5), и число  $\tau^{(0)} < 0$  такие, что

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^N \|P_j^{(k)}(x) - P_j^{(0)}(x)\|_{W_2}^2 = 0$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^N \sum_{i \in S_j} (q_i^{(k)} - q_i^{(0)})^2 = 0$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} Q_{ii}^{(k)} = Q_{ii}$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \gamma_i^{(k)} \rightarrow \gamma_i^{(0)}$$

где  $\|\cdot\|_{W_2^1}$  — норма в пространстве  $W_2^1(\Omega)$ .

**Теорема.** Функции  $P_j^{(0)}(x)$ ,  $\psi_j^{(0)}(x) \in W$ , вектора  $Q^{(0)}$ ,  $B^{(0)}$  и постоянная  $\gamma^0$  удовлетворяют условиям леммы 1.

Лемма 1, 3, 4 и теорема доказывают, что построенная процедура сходится к решению задачи (1—6).

#### Литература

1. Швидлер М. И., Баишев Б. Т. Некоторые вопросы оптимизации разработки нефтяных месторождений. Сб. Численные методы решения задачи фильтрации многофазной несжимаемой жидкости. Новосибирск, 1972. 2. Щелкачев В. И., Гусейн-заде М. А. Влияние проницаемости кровли и подошвы пласта на движение в нем жидкости. „Нефт. хоз-во“, № 12, 1953. 3. Лионс Ш. Л. Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с частными производными. „Мир“, М., 1972.

Институт проблем управления

Поступило 14. VIII 1975

М. В. Межеров, М. Л. Литвак, А. М. Байрамов

#### ЧОХЛАЛЫ НЕФТ ЈАТАГЛАРЫНДА НЕФТЧЫХАРМАНЫН ОПТИМАЛ ИДАРЭ ОЛУНМАСЫ

Магаләдә чохлалы нефт јатагларында нефтчыхарманын оптимал идарә мәсәләсинин һәлл алгоритми верилмишдир.

Бу алгоритмин әсасында истисмара верилмиш гујуларын иш режими елә сечилдики, технологији мәдудлауглар вә нефтчыхарма планынын әдәлиләси шәртиндә, дәјим даһили енерјисин минимум гүјмәт алын.

Магаләдә әмәлијатын мәсәләнин һәллине ујғунлуғу исбат олуимушдур.

M. V. Meyerov, M. L. Litvak, A. M. Bayramov

#### OIL PRODUCTION OPTIMAL CONTROL ON MULTIPLAYER OILFIELDS

The work suggests the problem solution algorithm of oil production optimal control on multiplayer oilfields permitting to choose exploratory well operation behaviour in order to minimize the layer internal power when fulfilling oil production plan and engineering restrictions.

The procedure convergence to the problem solution is proved.

УДК [551. 762+551. 769] (571. 1)

#### СТРАТИГРАФИЯ

Акад. М. М. АЛИЕВ, Е. А. ГОФМАН, В. М. МАЗУР, М. К. РОДИОНОВА

#### К ВОПРОСУ О СВЯЗИ РИТМИЧНОСТИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ С РАЗВИТИЕМ ФОРАМИНИФЕР В ПОЗДНЕЮРСКОЕ И РАННЕМЕЛОВОЕ ВРЕМЯ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Усиленное формообразование, видовое и родовое разнообразие, количественное увеличение общего числа особей, как отмечают Д. М. Раузер-Черноусова [2], А. В. Фурсенко [3], приурочено к этапам трансгрессий и сокращается в период регрессии. В Западной Сибири такая закономерность наблюдается как для периодов крупных стратиграфических подразделений (отдел, ярус), так и для более мелких (подъярус, зона) систематических единиц.

Вопрос о ритмичности развития фораминифер в верхнем мелу Б. Кавказа (Азербайджан) нами был рассмотрен ранее. Настоящая работа еще раз подтверждает такое ритмичное развитие и в далекой отстоящей от Б. Кавказа провинции — Западной Сибири в позднеюрское и раннемеловое время.

Позднеюрское время отличалось более трансгрессивным характером развития бассейна по сравнению с ранним мелом, о чем свидетельствует уменьшение содержания бора в породе. В этом же направлении отмечается изменение состава поглощенных катионов, так же, как и бор, характеризующих палеосоленость [1]. Комплексы фораминифер в это время были богаче и разнообразнее в родовом и особенно в видовом отношении, чем в опресненных бассейнах раннемелового времени.

Этапность в развитии позднеюрских фораминифер тесно связана с изменениями условий существования бассейна. Расширение морской трансгрессии в западной и юго-западной частях Западно-Сибирской низменности в оксфордское время по сравнению с келловеем (содержание бора в породе при этом увеличилось от  $62 \cdot 10^{-4}\%$  в келловее, что соответствует слабоопресненному морскому бассейну, до  $72-100 \cdot 10^{-4}\%$  в оксфорде, соответствует условиям бассейна с нормальной соленостью) повлекло за собой количественное и качественное изменение комплексов фораминифер. В течение кимериджского — и до середины волжского века (с небольшими отступлениями) продолжался период трансгрессивного развития позднеюрского бассейна, с чем, вероятно, можно связать расцвет фораминифер в это время. Так, комплексы на западе и юго-западе низменности отличаются богатством особей и разнообразием видового и родового составов, расцветом

секретионных форм. К концу волжского века, по-видимому, произошло опреснение бассейна (о чем свидетельствует уменьшение содержания бора до  $48-50 \cdot 10^{-4}\%$  и изменение состава поглощенных катионов) и резко изменился состав комплекса фораминифер (развился всего один вид—*Ammodiscus veteranus* K os.—часто в массовом количестве).

В целом же в поздней юре прослеживалась отчетливая зависимость: в нормально морском бассейне в период трансгрессивного этапа развития (содержание бора в породе  $100-65 \cdot 10^{-4}\%$ ) наблюдается наибольшее количество видов (до 50) и родов (до 30) агглютинирующих форм и большое разнообразие секреторионных; в период начинающегося поднятия и, соответственно, регрессии—некоторого опреснения бассейна (содержание бора  $64-45 \cdot 10^{-4}\%$ ) количество видов снижается до 10, а при дальнейшем развитии регрессивного этапа и значительном опреснении (концу поздней юры соответствует менее  $45 \cdot 10^{-4}\%$  бора в породе) количество видов агглютинирующих фораминифер в комплексе сокращается до 2—3, а секреторионные формы отсутствуют. Характерно также, что при ухудшении солевого режима (опреснении) в период регрессии представители таких родов, как *Resurvoides*, *Spiriglectammia*, *Eomaronella*, достигающие расцвета в нормально морском бассейне трансгрессивного типа, встречаются в единичном количестве.

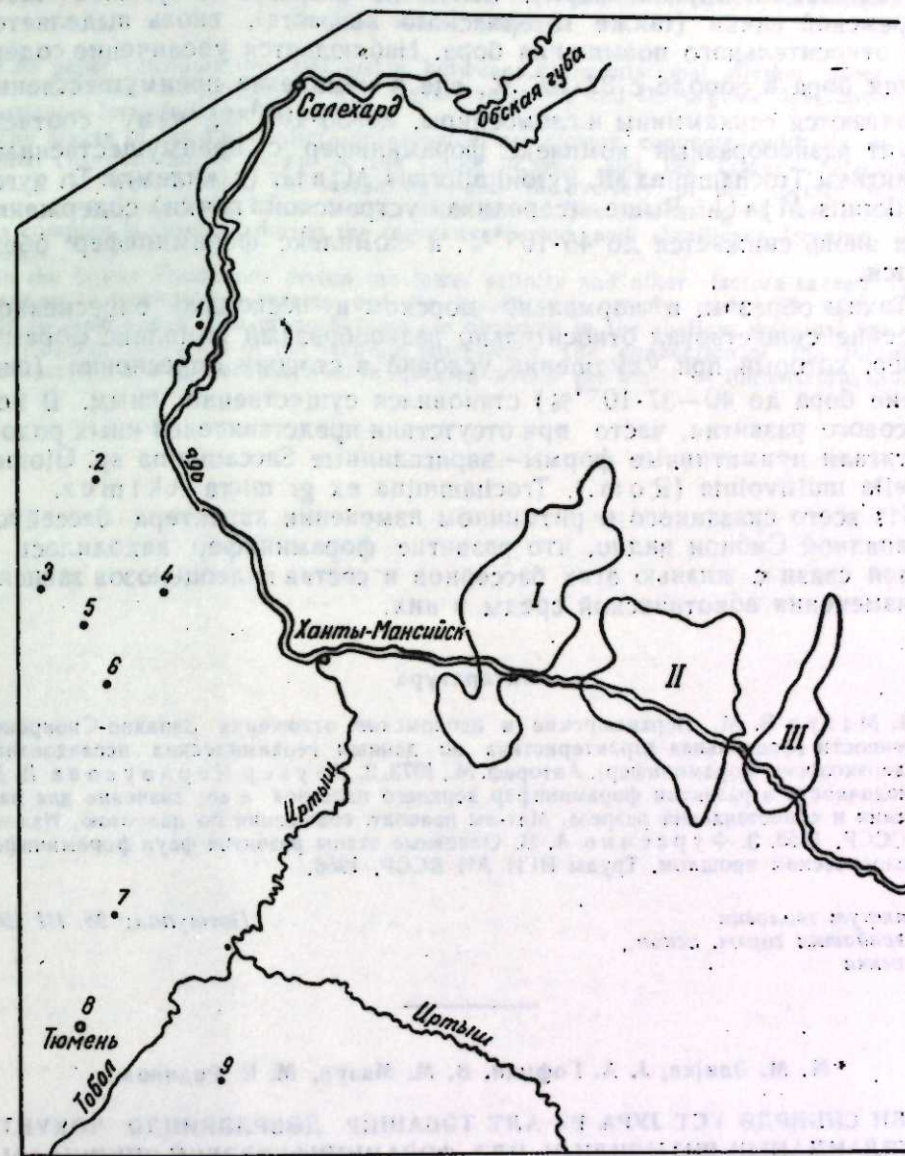
Более низкая соленость вод наряду с другими факторами являлась причиной уменьшения численности фораминифер и их малого разнообразия в раннемеловое время по сравнению с поздней юрской эпохой.

В течение неокомского времени на Среднем Приобье на фоне общей регрессии от берриаса к готерив-баррему отмечаются периоды временных трансгрессий, которые связаны с опусканием территории и наступлением моря, что влекло за собой изменение состава сообществ фораминифер. Относительный расцвет фауны приурочен к периодам наибольшего опускания территории, когда условия почти приближались к нормально морским—в готериве, во время накопления чуевской и особенно лимской пачек на Сургутском своде (содержание бора в породе соответственно составляет  $47 \cdot 10^{-4}\%$ ), в то время как в остальные периоды готеривского века находки фораминифер крайне редки вследствие опреснения бассейна ( $B=35-44 \cdot 10^{-4}\%$ ). В период наступившей регрессии в конце готерива—начале баррема на территории Среднего Приобья в сильно опресненных бассейнах ( $B=32-38 \cdot 10^{-4}\%$ ) существовали только эндемичные ассоциации фораминифер.

В мелководных окраинных бассейнах при часто меняющемся знаке тектонических движений отмечаются ритмы более мелкого масштаба. В этом случае в отложениях отдельных возрастных зон могут быть выделены микроритмы. На примере развития раннеготеривского бассейна на северо-западе низменности (Березовская I оп. скв.) можно проследить связь между ритмичностью, выразившейся в изменении знака колебательных движений, это отразилось на колебаниях солености бассейна и, соответственно, на изменении комплекса фораминифер по разрезу.

В разрезе Березовской I опорной скважины отмечается пик повышенного содержания бора ( $B=80 \cdot 10^{-4}\%$ ), что соответствует условиям нормально морской солености, а также в низах чуевской пачки, датированной нижним готеривом. Выше- и нижележащие породы характеризуются относительно пониженным содержанием бора (соответственно,  $65 \cdot 10^{-4}\%$  и  $32 \cdot 10^{-4}\%$ ) и обеднением комплексов фораминифер.

Пик повышенного содержания бора соответствует богатый комплекс фораминифер (*Ammodiscus subasper subasper* Bulyn., *Quilocolina* sp., *Haplophragmoides infracretaceous* Mjatl., *Globulina pseudolacrima* Mjatl.).



Обзорная карта района исследований. Северо-западная часть Западно-Сибирской низменности: I—Березовская пл., Западная часть Западно-Сибирской низменности: 2—Шухтунгорская пл., 3—Комсомольская пл., 4—Потанайская пл., 5—Даниловская пл.; 6—Муртымья-Тетеревская пл.; Юго-западная часть Западно-Сибирской низменности: 7—Владимирская пл., 8—Тюменская пл., 9—Вяткинская пл.; Район Среднего Приобья: I—Сургутский свод; II—Нижневартовский свод; III—Александровский свод.

Следующему пику относительного увеличения бора (до  $60-65 \cdot 10^{-4}\%$ ) в верхах чуевской пачки соответствует богатый комплекс с многочисленными *Trochammina* ex gr. *muqlensis* Dain., *Tr. aff. gyroidiformis* Mjatl. (с килем), *Tr. gyroidiformis* Mjatl. и др. Выше- и нижележащие комплексы—более обедненного состава. Следует отметить, что в период накопления рассматриваемой части разреза, по-



видимому, произошло некоторое кратковременное ухудшение условий обитания не отразившееся на содержании бора, что привело к развитию своеобразного комплекса фораминифер (массивные саккаммины при отсутствии других форм). Выше по разрезу, в средней части устремской пачки (также готеривского возраста), вновь выделяется пик относительного повышения бора. Наблюдается увеличение содержания бора в породе с  $37 \cdot 10^{-4}\%$ , где в комплексе преимущественно развиваются саккаммины и гломоспиры, до  $50 \cdot 10^{-4}\%$ , чему соответствует разнообразный комплекс фораминифер с преимущественным развитием *Trochammina* aff. *gyroidiniformis* Mjatl. (с килем) и *Tr. gyroidiniformis* Mjatl. Выше (середина устремской пачки) содержание бора вновь снижается до  $45 \cdot 10^{-4}\%$ , а комплекс фораминифер обедняется.

Таким образом, в нормально морском и несколько опресненном бассейне существовал относительно разнообразный комплекс фораминифер, который при ухудшении условий в стогону опреснения (снижение бора до  $40-37 \cdot 10^{-4}\%$ ) становился существенно иным. В нем массового развития, часто при отсутствии представителей иных родов, достигали примитивные формы—эвригалинные *Saccammina* sp. *Globo-spirilla multivoluta* (Rom.), *Trochammina* ex gr *micra* Akimetz.

Из всего сказанного о ритмичном изменении характера бассейнов в Западной Сибири видно, что развитие фораминифер находилось в тесной связи с жизнью этих бассейнов и состав палеоценозов зависим от изменения абиотической среды в них.

#### Литература

1. Мазур В. М. Верхнеюрские и неокотские отложения Западно-Сибирской низменности (фациальная характеристика по данным геохимических исследований и палеоэкологии фораминифер). Автореф. М., 1973. 2. Раузер-Черноусова Д. М. Периодичность в развитии фораминифер верхнего палеозоя и ее значение для расчленения и сопоставления разрезов. Мат-лы палеонт. совещания по палеозою, Изд-во. АН СССР, 1953. 3. Фурсенко А. В. Основные этапы развития фауны фораминифер в геологическом прошлом. Труды ИГи АН БССР, 1958.

Институт геологии  
и разработки горюч. ископ.,  
г. Москва

Поступило 28. III 1975

М. М. Алиев, J. A. Гофман, В. М. Мазур, М. К. Родинова

#### ГЭРБИ СИБИРДЭ ҮСТ ЈУРА ВЭ АЛТ ТЭБАШИР ДӨВРЛЭРИНДЭ ЧӨКҮНТҮ ТОПЛАНМАНЫН РИТМЛИЛИЈИ ИЛЭ ФОРАМИНИФЕРЛЭРИН ИНКИШАФЫ АРАСЫНДАКЫ ЭЛАГЭ МЭСЭЛЭЛЭРИНЭ ДАИР

Мэгалэдэ чөкүнтү топланманын ритмliliји илэ, ја'ни трансгрессив вэ регрессив тсиклэрин бир-бирини эвэз этмэсинини үзви алэмин, хүсүсилэ фораминиферлэрин инкишаф мэсэлэлэринэ бахылыр.

Гэрби Сибириин Үст Јура вэ Алт Тэбашир һөвзэлэри тимсалында фораминиферлэрин инкишаф мэрһэлэлэринини, онларын һэјат шэрантинини дәјишмэси элагэси кэстэридилр.

Трансгрессия заманы нормал дэннз һөвзэлэриндэ фораминифер һөвлэринини артмасы, регрессия заманы исэ эксинэ сујуи шириилэшмэси илэ элагэдар олараг һөвлэрини азалмасы мүшайндэ олунур.

Башга факторларла бэрэбэр сујуи дузлулугунун Үст Јураја һисбэтэн азалмасы Алт Тэбашир дөврүндэ фораминифер һөвлэринини вэ мигдарынын азалмасына сәбэб олмушдур. һөвзэлэрдэ, сују аз ојан саһэлэрдэ, ја'ни тектоник һэрәкәтлэрлэ актив ојан һиссэлэрдэ даһа кичик мигјаслы микроритмлэр мүшайндэ едилр. Комплекслэрин дәјишмэсинини микроритмлэрини һәчми илэ элагэси дә мүәјјән едилмишдир.

M. M. Aliev, E. A. Gofman, V. M. Mazur, M. K. Rodionova

#### ON THE QUESTION ABOUT SEDIMENTATIONAL RHYTHM AND FORAMINIFERA DEVELOPMENT IN UPPER JURASSIC AND LOWER CRETACEOUS PERIODS IN THE WEST SIBERIA

This paper considers the relationship between sedimentational rhythm observed under alternation of transgressive and regressive cycles and the organic development, in particular foraminifera development.

The stages of the foraminifera development are closely connected with its environmental changes, that is shown by the Upper Jurassic and the Lower Cretaceous basins of the West Siberia. The increasing and the variety of the species takes place in normal sea basin in the transgressive period. The decreasing of the foraminifera complex is revealed during the regressive period and significant freshing of the basin.

In the Lower Cretaceous period the lower salinity and other factors caused the decreasing of foraminifera species and its insufficient variety compared with the Upper Jurassic epoch. The microrhythms are observed in the shallow marginal basins under frequent alteration of the tectonic movements. The connection of the foraminifera complex and the environment is revealed within the limits of the microrhythms.

УДК 622.02:539:553.94

ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД

Ф. К. КАСУМОВ

### ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ВЗРЫВАЕМОСТЬ АЛУНИТОВ ЗАГЛИКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

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

Физико-механические свойства горных пород являются одним из существенных факторов, определяющих механизм естественных и искусственных процессов деформирования и разрушения пород при ведении горных работ. Поэтому правильный выбор способов технологии и техники ведения горных работ основывается на соответствующем знании и использовании этих свойств. С целью получения максимальной информации о физико-механических свойствах массивов Загликского месторождения алунитов нами впервые в Институте геотехнической механики АН УССР (1971—1973 г.) проводились испытания образцов пород и руд данного месторождения. В результате лабораторных испытаний, а также последующей обработки этих данных методом математической статистики на ЭВМ Минск-22 получены усредненные показатели физико-механических свойств руды и вмещающих пород месторождения, которые сведены в таблицу.

При отборе проб из массива для определения физико-механических и технологических свойств алунитовой руды в лабораторных условиях и получения более полной информации о физическом состоянии массивов, т. е. обеспечения представительности проб, последние отбирались по всем горизонтам (1908, 1920, 1932, 1944, 1956, 1968). Всего было отобрано 68 проб. Для получения достоверных значений параметров по каждому типу пород необходимое число образцов, с учетом основных положений теории вероятности, определялось по формуле:

$$n = t^2 \alpha \left( \frac{\kappa_{\text{вар}}}{\rho} \right)^2,$$

где:

$t\alpha$  — коэффициент Стьюдента при очень большом количестве образцов (для вероятности 0,95;  $t\alpha = 1,96$ );

$\kappa_{\text{вар}}$  — коэффициент вариации, %;

$\rho$  — требуемая точность, %.

При проведении „n“ определений данного типа пород среднеарифметическое всех измеренных значений параметра  $X_i$  определялось по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}.$$

По данным эксперимента определялась среднеквадратичная ошибка единичного результата:

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{n-1}}.$$

Коэффициент вариации определялся по формуле:

$$\kappa_{\text{вар}} = \frac{\bar{\sigma}}{\bar{X}} \cdot 100\%.$$

Доверительный интервал при соответствующей доверительной вероятности ( $\alpha = 0,95$ ) вычислялся по формуле:

$$\Delta X = \frac{t\alpha \cdot \bar{\sigma}}{\sqrt{n}}.$$

Пробы для лабораторных испытаний отбирались в виде монолитов размерами 30×40×20 см; 20×20×20 см, не подвергшихся вредному воздействию взрывных работ.

Образцы для испытаний прочностных и упругих свойств изготавливались из монолита кубической и призматической формы размерами (10×10×10 см; 5×5×5 см; 3×3×3 см; 3×6×3 см) на камнераспиловочном станке РС-183М с последующей дошлифовкой и доводкой рабочих поверхностей вручную на шлифовальном станке. Торцевые поверхности шлифовались с допуском на непараллельность ±0,05 мм.

Из физико-механических свойств определялись: плотностные (объемный и удельный веса, пористость), прочностные (предел прочности на сжатие и растяжение  $\sigma_{\text{ск}}$ ,  $\sigma_{\text{р}}$ ), упругие свойства (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, скорость продольной и поперечной ультразвуковых волн).

Из физико-технических и технологических свойств определялись: акустическая жесткость, взрываемость по показателю акустической жесткости, буримость, коэффициент пластичности, коэффициент анизотропии, твердость по штампу и т. д. Всего было исследовано 29 свойств.

Для ведения взрывных работ и рационального расчета параметров БВР наибольшую ценность представляют: из прочностных—предел прочности на сжатие (крепость), предел прочности на растяжение, из упругих—модуль упругости; из технологических—акустическая жесткость, взрываемость.

Из таблицы видно, что руды и вмещающие породы Загликского месторождения по минералогическому составу и текстурно-структурному строению подразделяются на девять типов: I—брекчиевидный; II—слоистый; III—миндалевидный (крупнозернистый); IV—миндалевидный (среднезернистый); V—миндалевидный (мелкозернистый); VI—тонковкрапленный; VII—массивновкрапленный; VIII—сливной; IX—алунизированные туфы (красно-бурого цвета).

Исходя из показателей акустической жесткости, которая колеблется в пределах  $7,13 \cdot 10^5$ — $16,5 \cdot 10^5$  г/см<sup>3</sup>·см/сек, породы и руды Загликского месторождения по взрываемости условно можно подразде-

Показатели	Един. изм.	Типы руд и вмещающих пород								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Объемный вес	г/см <sup>3</sup>	2,71	2,71	2,77	2,75	2,73	2,70	2,73	2,78	2,58
Удельный вес	"	2,78	2,83	2,81	2,79	2,81	2,75	2,75	2,79	2,61
Пористость	%	2,15	4,28	1,43	1,43	2,81	1,8	0,73	0,36	1,14
Предел прочности на сжатие	кг/см <sup>2</sup>	2588	1703	3033	2746	2306	3058	3 090	2 318	1 517
Коэффициент креп.	"	17,7	13,2	20,3	18,8	16,5	20,3	20,3	16,5	12,2
Скорость продольной волны	м/сек	4979	3753	5858	4 413	5 808	5 508	5 792	5 965	5 000
Скорость поперечной волны	"	24,92	1967	3022	2 299	2 873	2 548	2 864	2 820	2 416
Коэффициент анизотропии	$\frac{V_{II}^m}{V_I}$	1,15	1,35	1,13	1,41	1,13	1,06	1,005	1,35	1,18
Акустическая жесткость	г/см <sup>3</sup> ·см/сек	13,6·10 <sup>5</sup>	10,3·10 <sup>5</sup>	16,3·10 <sup>5</sup>	12,1·10 <sup>5</sup>	15,7·10 <sup>5</sup>	14,8·10 <sup>5</sup>	15,8·10 <sup>5</sup>	16,5·10 <sup>5</sup>	13,0·10 <sup>5</sup>
Модуль упругости (динам.)	кг/м <sup>2</sup>	557	280	688	389	615	488	611,7	615	414
Модуль упругости (стат.)	"	500	267	500	362	560	465	595	560	400
Модуль сдвига	"	171,7	107	258	148	229	178	228	226	153
Коэффициент Пуассона	"	0,33	0,31	0,32	0,31	0,34	0,36	0,34	0,35	0,35
Тверд. по штампу	кг/м.м <sup>2</sup>	465	475	515	526	—	526	485	465	96,0
Коэффициент пластичности	"	—	1,86	1,34	1,59	—	1,76	2,26	—	1,70

лить на четыре типа: легковзрываемые (II, IV типы:  $\lambda=7,13 \cdot 10^5 - 10,3 \cdot 10^5$  г/см<sup>3</sup>·см/сек); средневзрываемые (I, IX типы:  $\lambda=12,1 \cdot 10^5 - 13,0 \cdot 10^5$  г/см<sup>3</sup>·см/сек); трудновзрываемые (VI, V, VII типы:  $\lambda=13,6 \cdot 10^5 - 15,8 \cdot 10^5$  г/см<sup>3</sup>·см/сек); весьма трудновзрываемые (III, VIII типы:  $\lambda=15,8 \cdot 10^5 - 16,5 \cdot 10^5$  г/см<sup>3</sup>·см/сек).

Следует отметить, что предложенная классификация носит условный, весьма относительный характер. Породы и руды Загликского месторождения незначительно отличаются по взрываемости, прочность их изменяется в основном в зависимости от крупности зерен и содержания в породе кварца. С уменьшением крупности зерен и увеличением процента кварца породы дробятся плохо и, наоборот, с увеличением крупности зерен и уменьшением процента кварца в породе дробление улучшается.

Нами отмечалось, что руды II, IV типов по взрываемости относятся к группе „Б“ (проф. А. Н. Ханукаев), разрушающиеся как под действием волн напряжений, так и под действием газообразных продуктов взрыва. Руды I, III, V, VI, VII, VIII, IX типов по взрываемости следует отнести к группе „А“, разрушающихся в основном под действием волн напряжений.

Таким образом, результаты лабораторных испытаний образцов пород и руд Загликского месторождения алунитов позволяют сделать вывод, что примерно 70—80% объема горных пород данного месторождения представлено породами группы „А“ и „Б“ (группа „Б“—20—30%). В указанных группах наблюдаются наиболее высокие показатели удельного расхода ВВ и выхода негабарита, что необходимо учитывать при ведении взрывных работ.

Институт географии

Поступило 6. XI 1975

Ф. К. Гасымов

### ЗЭЛЛИК ЈАТАҒЫ АЛУНИТИНИН ФИЗИКИ-МЕХАНИКИ ХҮСУСИЈАТЛАРИ ВЭ ПАРТЛАЈЫЧЫЛЫГ ГАБИЛИЈАТИ

Мәғаләдә Зәллик алунит јатағынын сүхур вә филиз нүмунәләринин лабораторија сынағ кәстәричиләринин ишләнмәсинин әсас нәтичәләри верилмишдир. Јатағ сүхурлары үчүн сыхлығ, мөһкәмлилик вә еластиклик хусусијәтләри өјрәнилмишдир. Зәллик јатағы филиз вә сүхурларынын физики-механики, техноложи кәстәричиләри һағгында алынмыш мәлүмәтлар газма-партлајыш ишләри параметрләринин һесаблинмәсининдә истифадә олуна биләр.

F. K. Kasumov

### PHYSICO-MECHANICAL FEATURES AND EXPLOSIVENESS OF ZAYLIK ALUNITE DEPOSIT

In this article the main results of laboratory analysis of rock samples in Zaylik alunite deposits are presented.

The density, stabieness and elastic features of given deposits have been studied. The obtained results about physico-mechanical and technological features of rocks of Zaylik deposits can be used for parameter calculation of bore-explosive work.

ГЕОХИМИЯ

УДК 55.24.[479.24]

Акад. М. А. КАШКАЙ, А. А. МАГРИБИ

К ГЕОХИМИИ МЕДНО- И СЕРНОКОЛЧЕДАНЫХ РУД  
КАШКАЧАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(ДАШКЕСАНСКИЙ РАЙОН)

Исследования вопросов геохимии элементов в рудах в настоящее время приобретают все большее значение. Основной задачей их является выяснение комплекса характерных химических элементов в рудах различных типов, в частности в колчеданных и полиметаллических, условий концентрации этих элементов, а также возможности их практического использования.

В статье излагаются вопросы геохимической особенности руд Кашкачайского месторождения, направленные на выяснение закономерностей размещения наиболее распространенных элементов.

Минералого-геохимические исследования и результаты спектральных анализов позволили установить в рудах Кашкачайского месторождения более 14 элементов, из них основные, являющиеся ведущими—S, Fe, Cu; второстепенные, также образующие сульфидные минералы: Co, Mo, Pb, Bi, Zn, As; элементы, находящиеся в виде изоморфных или механических примесей,—Se, Te, Ag, Ni, Ti.

Характер распределения меди, молибдена, висмута исследовался химическими анализами проб, взятых из обнажений, поверхностных и подземных горных выработок, кобальт изучался как химическими анализами рудных проб из горных выработок, так и исследованием их мономинеральных фракций путем химических и спектральных анализов. Распределение селена и теллура исследовалось химическими и спектральными анализами мономинеральных проб.

Приводится характер размещения наиболее интересных в практическом отношении элементов.

Типы оруденений в Кашкачайском месторождении: вкрапленный, прожилково-вкрапленный и жильный

Медь на Кашкачайском месторождении имеет наибольшее распространение. По основному его минералу—халькопириту часто развивается борнит, энаргит, халькозин, ковеллин, куприт, малахит, азурит, блеклая руда, имеющие подчиненное значение. Постоянно сопутствует пирит, а местами преобладает над халькопиритом (рис. 1). Линзы с содержанием меди от 0,5—0,7 до 1% и более, вокруг которых оконтуриваются ореолы вкрапленных руд шириною до 200—250 м

и более. Содержание меди в этих ореолах 0,2—0,45% (кларк  $Cu=0,01$ ). Ореолы вкрапленных руд характеризуются крайней неравномерностью; участками наблюдается вкрапленность в виде тонкозернистой импрегнации всей массы породы. Иногда густая вкрапленность халь-



Рис. 1. Пирит (белый), цементированный халькопиритом (светло-серый) и нерудная масса (черная). Полированный шлиф. Увел. 120.

копирита создает гнездообразные скопления руды, что отмечается в кварцевых порфирах в районе штольни 2/59. Содержание меди здесь достигает более 3%. Центральная часть месторождения характеризуется сравнительно более густой вкрапленностью халькопирита; в северо-западной и юго-западной частях вкрапленность халькопирита более слабая, преобладает пирит.

В прожилково-вкрапленном и жильном типе руд содержание меди колеблется от 0,5 до 2,0% и более. Пирит в этих рудах занимает второе место после халькопирита.

Халькопирит преобладает во вторичных кварцитах и кварцевых порфирах.

Кобальт установлен непосредственно в пределах Кашкачайского месторождения и к юго-юго-западу от него в верховьях р. Баладжа Кашкачай (местность Зинджирли).

В пределах Кашкачайского месторождения кобальт отмечается как во вкрапленных рудах, так и в жильном типе оруденения. Во вкрапленных рудах он установлен в виде изоморфной примеси в кобальт-содержащем пирите (кобальт—пирит), имеющем здесь значительные концентрации. Кобальтин установлен среди кварцевых жил и находится в парагенезисе с халькопиритом (рис. 2), пиритом, молибденитом, висмутином и др. Содержание кобальта колеблется от 0,002 до 0,012% (кларк  $Co=0,005$ ), в местности Зинджирли оно достигает 0,5%. Спектральными анализами содержание его установлено от 0,0008 до 0,07%.

Молибден в пределах Кашкачайского месторождения был установлен М. А. Кашкаем и М. Р. Мамедьяровым [1] на участке Дамери, где молибденит приурочен к жилам кварц-пирит-халькопиритового состава; часто образует тонкие прожилки в кварце. По данным химических анализов, содержание молибдена в них колеблется от 0,003 до

0,014%. Нами установлено наличие молибдена также и во вкрапленных рудах центральной части месторождения. Основным минералом здесь является молибденит, в виде редких чешуек и пластинок он ассоциирует в основном с халькопиритом и пиритом, являясь более поздним образованием по отношению к пириту. Содержание его во вкрапленных рудах колеблется от следов до 0,01% с преобладанием содержания 0,001—0,004%, иногда до 0,05% (кларк  $Mo=0,0003$ ).

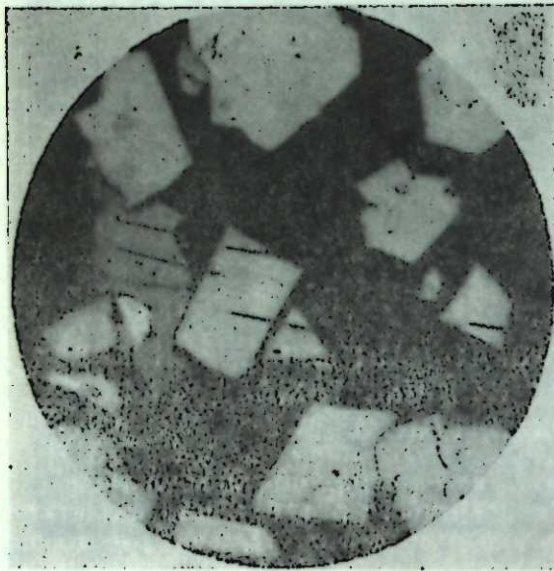


Рис. 2. Кобальтин (белый), в ассоциации с халькопиритом (серый); нерудная масса (черная). Полированный шлиф. Увел. 120.



Рис. 3. Висмутин (серый) в ассоциации с пиритом (белый); нерудная масса (черная). Полированный шлиф. Увел. 156.

Висмут в составе висмутина приурочен к жилам медно-и серноколчеданных руд (рис. 3) или изоморфно входит в решетки пирита, халькопирита и галенита.

В мономинеральных пробах пирита содержание висмута 0,004%, а халькопирита—0,006%. В рудах содержание его колеблется в пределах 0,001—0,008%, что значительно превышает его кларк (0,00002).

Селен и теллур находятся в сульфидах—в основном в пирите и халькопирите.

Содержание селена и теллура в медно-и серноколчеданных рудах из Кашкачайского месторождения

Типы руд	Минералы	Среднее содержание, %		Se:Te
		Se	Te	
Вкрапленный Жильный	Пирит	0,003	0,0065	1:2,2
	Халькопирит	0,004	0,0100	1:2,5

Как видно из таблицы, среднее содержание селена и теллура в рудах значительно превышает кларковые (кларк  $Se=0,00006$ ;  $Te=0,00001$ ). В основном в пирите содержание селена варьирует от 0,0005 до 0,0039%, а теллура—0,001—0,011%. В халькопирите содержание селена 0,0005—0,0102%, теллура—0,0058—0,03%.

Таким образом, видно, что халькопирит содержит больше селена и теллура, чем пирит. Но он количественно уступает пириту, поэтому последний приобретает главную ценность в отношении этих элементов.

Следует отметить, что изучение распространения меди на Кашкачайском месторождении дает возможность предположить, что подобный характер изменения меденосности по площади и на глубину может быть обусловлен залегающими на глубине рудными телами, не вскрытыми существующими выработками. Обнаружение этих рудных тел возможно при дополнительных разведочных работах.

Проявления кобальта в виде изоморфной примеси в пирите могут послужить поисковым признаком для сульфоарсенидов кобальта. Тот факт, что в пределах Кашкачайского месторождения присутствует кобальтовое оруденение в виде разновозрастных кобальтина и кобальт-пирита, указывает на тесную парагенетическую связь сульфидов и сульфоарсенидов с единым магматическим очагом, служившим источником кобальтоносных растворов. Отсюда вытекает, что наличие участков, обогащенных сульфидами с изоморфной примесью кобальта, дает основание для поисков на таких участках площадей с преимущественно кобальтовой минерализацией.

Учитывая, что в условиях Дашкесанского рудного района кобальт-пирит является признаком развития площадей кобальтового оруденения, изучение условий локализации изоморфной концентрации кобальта может дать материал для направления поисковых работ.

Изучение распространения молибдена в пределах Кашкачайского месторождения показывает, что он концентрируется в основном в рудных телах жильной формы, приуроченных к трещинам более позднего времени образования и являющихся как бы опережающими в единой рудной зоне.

Следует отметить, что выявление в рудах Кашкачайского месторождения значительно повышенного содержания селена и теллура указывает на возможность обнаружения в них самостоятельных минералов этих элементов.

Литература

1. Кашкай М. А., Мамедъяров М. Р. Новое Кашкачайское месторождение медно-и серноколчеданных руд. Изв. АН. Азерб. ССР, серия геол.-геогр. наук, № 3. 1959.
2. Кашкай М. А., Магриби А. А. Отчет о научно-исследовательской работе за 1966—1968 гг. Фонды Ин-та геологии АН Азерб. ССР, 1968.

М. Ә. Гашгај, Ә. А. Мәгриби

### ТАШГАЧАЈ ЈАТАҒЫ МИС ВӘ КУКҮРД КОЛЧЕДАНЫ ФИЛИЗЛӘРИНИН КЕОКИМЈАСЫ ҺАГГЫНДА (ДАШКӘСӘН РАЈОНУ)

Мәгалә Гашгачај филизләринин кеокимјәви хусусијәтләринә, һәмин рајонда ән чох јајылмыш элементләрин йерләшмә ганунаујғунлуғларына һәср олунмушдур. Минераложии-кимјәви тәдқиғатлар нәтиҗәсиндә Гашгачај филизләриндә 14 элемент (Fe, Cu, Co, Mo, Pb, Bi, Zn, As, Se, Te, Ag, Ni, Ti) мүәјјән едилмишдир; буларын ичәрисиндә ән чох марағ кәсб едәнләри мис, кобальт, молибден, висмут, селен вә теллурдур. Бу элементләрин филизләрдә вә филизәтрафы сүхурларда мигдары онларын кларкларындан јүксәкдир.

M. A. Kashkai, A. A. Magribi

### ON GEOCHEMISTRY OF COPPER AND SULPHUR-SULPHIDE ORES OF KASHKACHAY DEPOSIT (DASHKESAN AREA)

Problems of geochemical peculiarities of ores in Kashkachay deposits are considered in this article with the purpose of elucidation of distribution relationship of the most wide spread elements.

More than 14 elements (S, Fe, Cu, Co, Pb, Bi, Zn, As, Se, Te, Ag, Ni, Ti) are ascertained as a result of mineralogical and chemical investigation in the ores of Kashkachay deposit among which copper, cobalt, molybdenum, bismuth, selenium and tellurium are the most interesting in practical respect.

The content of these elements in ores and ore inclosing rocks exceed their clarks considerably.

УДК 631

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

О. Г. ПЕНЬКОВ

### БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В НЕКОТОРЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. Р. Волобуевым)

Недостаточная изученность биологического круговорота зольных элементов в засоленных почвах аридной зоны указывает на необходимость дополнительного проведения исследований.

Установлено [4, 5, 10, 11, 12], что специфические особенности биологического круговорота зольных элементов в различных растительных формациях определяются целым рядом показателей: общим накоплением органической массы (надземной и подземной), ее структурой, т. е. соотношением надземной части и корней, количеством ежегодно поступающего опада от надземной части и корней, ботаническим составом сообщества и избирательной способностью поглощения химических элементов слагающих его эдификаторов.

В последние годы В. Р. Волобуевым [6, 7] проведены интересные исследования количественных взаимосвязей накопления энергии, аккумулируемой в приросте растительной массы крупных экологических систем. В результате многолетних исследований С. А. Алиев [1] установил в биогеоценозах Азербайджана показатели годичного прироста надземной и подземной частей биомассы, которые были использованы им [2] для теоретического обоснования биоэнергетики продуктивности растительных сообществ.

Нами предпринята попытка установить размеры биологической продуктивности и круговорота зольных элементов в связи с эволюционными (стадийными) изменениями содово-засоленных почв Карабахской степи.

При рассмотрении вопроса происхождения гидроморфных содово-засоленных почв, а также содовых солонцов и солонцеватых почв гидроморфного ряда исследуемой территории было установлено, что формирование этих почв идет стадийно, т. е. одновременно с развитием содового солончакового процесса. При этом выделены [3] следующие стадии эволюции исследуемых почв: 1) начальная стадия шелочного засоления; 2) солонцовая; 3) солонцово-солончаковая; 4) солончаково-солонцовая; 5) остаточнo-солончаково-солонцовая, в некоторой

степени сходные со стадиями проявления содового засоления, установленными В. А. Ковдой [8], В. А. Ковдой и Н. И. Базилевич [9].

Проведенные нами эколого-геоботанические исследования показали, что каждой стадии соответствуют определенные растительные ассоциации и показатели биологической продуктивности (таблица).

Динамика органического вещества и показатели биологического круговорота химических элементов в ксерофитно-галофитных полупустынных ассоциациях на различных стадиях формирования содово-засоленных почв

Показатели		Полынно-эфемерная ассоциация; начальная стадия щелочного засоления. Разр. 215	Карганно-камфоросмовая ассоциация; солонцовая стадия. Разр. 402	Сарсазаново-паташниково-прутняковая ассоциация; солонцово-солончаковая стадия. Разр. 377	Соляноколосково-шведково-петросимониевая ассоциация; солончаково-солонцовая стадия. Разр. 3853	Полынно-карганно-эфемерная ассоциация; остаточнo-солончаково-солонцовая стадия. Разр. 3990
Фитомасса, ц/га		84,0	48,0	36,4	48,4	67,3
Структура фитомассы	Зеленые части, ц/га	10,5	5,5	4,0	7,1	11,8
	%	12,5	11,4	11,0	14,7	17,5
	Многолетние надземные части, ц/га	3,5	7,5	6,2	5,5	1,5
	%	4,2	15,6	17,0	11,3	2,2
Корни, ц/га		70,0	35,0	26,2	35,8	54,0
	%	83,3	73,0	72,0	74,0	80,3
Опад, ц/га		51,1	16,7	13,5	18,9	40,7
Опад, % от фитомассы		60,8	34,8	37,1	39,5	60,5
Структура опада	Зеленые части, %	20,8	24,0	29,6	37,5	29,0
	Многолетние надземные части, %	0,2	1,2	1,5	1,1	0,3
	Корни, %	79,0	74,8	68,9	61,4	70,7
Химические элементы в фитомассе, кг/га		274,6	249,0	1133,9	529,8	312,3
В том числе	В зеленых частях, %	16,0	20,9	15,4	33,7	28,0
	В многолетних надземных частях, %	3,4	3,9	3,1	6,1	2,0
	В корнях, %	80,6	75,2	81,5	60,2	70,0
Химические элементы в опаде, кг/га		205,5	116,2	542,0	335,2	256,7
То же от содержания их в фитомассе, %		75,0	46,6	48,0	63,3	82,2
Вносятся с опадом зольных элементов, кг/га		205,4	97,8	477,4	286,4	195,0
Среднее содержание зольных элементов в опаде, %		3,1	7,2	27,0	15,0	5,9
Вносятся с опадом органических элементов—Ca+K+P+S (органическая), кг/га		47,4	31,1	49,0	46,3	57,2
То же от суммы зольных элементов в опаде, %		23,1	32,0	10,3	16,2	29,3
Вносятся с опадом биогенов—Na+Cl+S (избыточная), кг/га		29,7	47,3	448,7	255,6	119,9
То же от суммы элементов в опаде, %		14,5	48,4	94,0	89,2	61,5

Для начальной стадии щелочного засоления, которая приурочена к зоне широкого выклинивания грунтовых вод гидрокарбонатно-натриево-кальциевой минерализации, характерна полынно-эфемерная растительность, общие запасы фитомассы (надземной части растений и корневой) этой ассоциации составляют 84 ц/га. На данной стадии процессы содового засоления выражены слабо. Солонцовая стадия развития (содовое и содово-сульфатное засоление) выявлена при замедленном водообмене, т. е. при более благоприятных условиях для накопления соды и других солей натрия в почвах и грунтовых водах. Для этих условий характерна карганно-камфоросмовая ассоциация. Запасы фитомассы этой ассоциации, характеризующие солонцовую стадию, составляют 45 ц/га. На следующей солончаково-солончковой стадии развитие солончакового процесса усиливается. При этом отмечается массовое накопление легкорастворимых солей, преимущественно натриевых. Все это обусловило поселение типичных галофитов, т. е. сарсазаново-паташниково-прутняковой ассоциации, запасы фитомассы которой составляют 36,4 ц/га, т. е. значительно меньше, чем на почвах начальной стадии щелочного засоления. В последующий почв, т. е. на солончаково-солонцовой и остаточнo-солончаково-солонцовой стадиях с соляноколосково-шведково-петросимониевой и полынно-карганно-эфемерной ассоциациями общее количество фитомассы увеличивается и соответственно составляет 48,4 и 67,3 ц/га.

Важно отметить, что структура фитомассы ксерофитно-галофитной полупустынной растительности изменяется в соответствии со стадиями формирования содово-засоленных почв. Процентное содержание корней имеет четко выраженную тенденцию снижения от начальной стадии щелочного засоления (83%) к солончаково-солончковой и солончаково-солонцовой, в которых количество корней снижается до 74% и затем несколько повышается на остаточнo-солончаково-солонцовой стадии (таблица).

Ежегодное поступление в виде опада ксерофитно-галофитной полупустынной растительности составляет 13—66 ц/га, т. е. 34—60% общей величины фитомассы. Выявляется определенная закономерность в значительном изменении относительной доли опада различных ассоциаций, слагающих ксерофитно-галофитное полупустынное сообщество. Так, наибольшая величина опада (51,1 ц/га) наблюдается у полынно-эфемерной ассоциации, характеризующая начальную стадию щелочного засоления. На стадиях, где солончаковый процесс достигает максимального развития, количество ежегодно отчуждаемой в опад фитомассы носит несколько иной характер, т. е. количество опада карганно-камфоросмовой и сарсазаново-паташниково-прутняковой ассоциаций в этих условиях снижается до 13—16 ц/га.

По данным наших исследований, в структуре ежегодного опада ксерофитно-галофитной растительности основная роль принадлежит корневой системе, величина опада которой составляет 61—79%. Доля зеленых частей в опаде составляет 20—37%, а многолетних надземных частей—0,2—15%. С усилением аридности и развитием процессов содонакопления отмирающие корни вносят в почву значительно меньше органического вещества.

Поэтому такое распределение отдельных слагающих фитомассу структурных частей является характерным для ксерофитно-галофитной полупустынной растительности исследуемой территории.

Содержание химических элементов в фитомассе на солончаково-солончковой стадии составляет 530—1134 кг/га (таблица), т. е. значительно больше, чем в растительных ассоциациях солонцовой и остаточнo-солончаково-солонцовой стадиях. Основная масса химических

элементов (84%) сосредоточена в корнях карганно-камфорссово-ассоциации.

Потребление на построение прироста зольных элементов (вносится с опадом) в растительных сообществах содово-засоленных земель изменяется в пределах 98—477 кг/га. Характерным для исследуемой сочной галофитной растительности (особенно солянки мясистые) является значительный возврат с опадом в почву таких химических элементов, как натрий, хлор, сера.

Наибольшее ежегодное поступление зольных элементов с опадом галофитной растительности характерно для солончаково-солонцовой и солонцово-солончаковой стадий (286—477 кг/га). Минимальные величины поступления зольных веществ присущи начальной стадии щелочного засоления (205 кг/га) и солонцовой—98 кг/га.

Значительного количества органогенов достигают типичные галсфиты солонцово-солончаковой и солончаково-солонцовой стадий, содержание которых колеблется в пределах 46—49 кг/га или 10—16% от суммы зольных элементов в опаде.

Общее количество вносимых с опадом биогалогенов (сумма Na + Cl + S избыточная) в ксерофитной растительности начальной стадии щелочного засоления сравнительно невелико—29,7 кг/га и составляет 14,5% от суммы элементов в опаде. С увеличением проявления процессов содового соленакопления количество биогалогенов увеличивается и достигает на солонцово-солончаковой и солончаково-солонцовой стадиях 448—255 кг/га, что составляет 80—94% от суммы элементов в опаде. Промежуточное положение занимают солонцовая и остаточнo-солончаково-солонцовая стадии, содержание биогалогенов в которых составляет 48—61% от суммы элементов в опаде.

#### Литература

1. Алиев С. А. Условия накопления и природа органического вещества почв. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1966.
2. Алиев С. А. Биоэнергетика органического вещества почв. Из-во „Элм“, Баку, 1973.
3. Баженов Н. К., Пенков О. Г. О происхождении луговых содовых солонцов Средней Азии и Закавказья. „Почвоведение“, 1968, № 10.
4. Базилевич Н. И. Геохимия почв содового засоления. „Наука“, 1965.
5. Большев Н. Н., Гришина Л. А. О некоторых теоретических аспектах изучения биологического круговорота веществ. В кн. „Биосфера и ее ресурсы“, „Наука“, 1971.
6. Волобуев В. Р. Экология почв (очерки). Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1963.
7. Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования. Изд-во „Наука“, 1964.
8. Ковда В. А. Процессы почвообразования в дельтах и поймах рек континентальных областей СССР. Проблемы советского почвоведения. Сб. 14, 1946.
9. Ковда В. А., Базилевич Н. И. К проблеме преобразования Барабы. „Вестн. АН СССР“, № 9, 1949.
10. Ковда В. А. Минеральный состав растений и почвообразование. „Почвоведение“, 1956, № 1.
11. Першина М. Н., Ли П. В. Круговорот зольных элементов и азота в бурых полупустынных почвах в связи с почвообразованием. Тез. докл. на Третьем съезде почвоведов. Тарту, 1966.
12. Родин Г. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. Изд-во „Наука“, М.—Л., 1965.

Институт почвоведения  
и агрохимии

Поступило 5. VII 1975

О. Г. Пенков

#### КУР-АРАЗ ОВАЛЫҒЫНЫН БЭЗИ ШОРЛАШМЫШ ТОРПАҒЛАРЫНДА ЗОЛ ЭЛЕМЕНТЛЭРИНИН БИОЛОЖИ ДӨВРАНЫНЫН ӨЈРЭНИЛМЭСИНЭ ДАИР

Мәгаләдә Кур-Араз овалығынын Гарабаг чөлүнүн содалы-шорлашмыш торпағларында тарихи процес нәтижесиндә биоложи мәһсулдарлығын вә зол элементлэрини

дәјишмәси өјрәнилмишдир. Мүәјјән олунмушдур ки, торпағда содалыи мигдарыныи артмасы орада шоракәт-шоран вә ја шоран-шоракәтлик просесини башланмасына сәбәб олмушдур.

O. G. Penkov

#### STUDY OF BIOLOGICAL PRODUCTION AND CIRCULATION ASHES ELEMENT IN KUR-ARAZ STEPS

In this article it is researched the study of biological production and circulation ashes element in Kur-Araz steps.



ТАРИХ

С. М. ОНУЛЛАНИ

ЕЛХАНИЛЭР ДӨВРҮНЭ АИД ИСТИФАДЭ ЕДИЛМЭМИШ МЭНБЭ

(Азәрбајчан ССР ЕА академики Ә. С. Сумбатзадә тәгдим етмишдир)

Әбулгасим Абдулла бин Әли әл-Кашанинин Солтан Мәһәммәд Улчајтуја һәср етдији „Тарих-и Солтан Улчајту“ әсәри<sup>1</sup> XIV әсрин әввәли үчүн јекәнә гижмәтли мәнбә һесаб едилә биләр. Она көрә ки, Рәшидәддинниң „Чами-әт-тәварих“ әсәри Газан ханын (1295—1304) өлүмү илә сонә чатыр, Абдулла бин Фәзлулла Ширазиниң „Тарих-и Вәссаф“ әсәри исә бу дөвр һаггында чох сәтһи мә’лумат верир. Бундан әлавә, бәһс етдијимиз әсәрин мүүллифи Улчајту Солтан Мәһәммәдин сарајында вағиәнәвис олдуғундан һәмнин дөврүн һадисәләрини конкрет, дәгиг вә күндәлик шәрһ етмишдир.

Кашани пешәкар тарихчи кими шөһрәт тапмышды. О, һәм дә „Зүбдәт-үт-тәварих“ әсәриниң<sup>2</sup> мүүллифидир. Бундан әлавә, о, иддиә едир ки, „Чами-әт-тәварих“ әсәрини Рәшидәддин дејил, о өзү јазмышдыр. Лакин Рәшидәддин һәмнин әсәри өз адына чыхараг һ. 706-чы ил шәғвал ајынын 10-да (15. IV 1307) Улчајту Султан Мәһәммәдә тәгдим етмиш, мугабилиндә 50 түмән ән’ам елмыш вә һәр ил дә 8 түмән онә верилмишдир. Кашани гејд едир ки, мәнә вә’д етмәсинә бахмајараг, бир динар белә вермәди. Мүүллиф бу һагда ики мисра ше’р дә јазмышды:

رنج من بردم ولی فحلوم من آن به نام خویشان بر کار کود.

Тәрчүмәси: Әзијјәти мән чәкдим, лакин мәни ағам ону өз адына ишә салды<sup>3</sup>.

Биз бурада Кашаниниң „Чами-әт-тәварих“ әсәриниң мүүллифи вә ја мүүллифләриндән бириси олмасы һаггында изаһат вермәји ләзым билмирик. Она көрә ки, М. Катрмер, Е. Блошее, сон заманлар исә Тәбриз университетиниң профессору Мәнучеһр Мортәзәви бу һагди әтрафлы мә’лумат вермишләр. Онларын тәдгигатларынын јекунунда белә бир нәтичәјә кәлмәк олур ки, Кашани „Чами-әт-тәварих“ әсәриниң мүүллифи дејил, бәлкә мүүллифләриндән бири олмуш вә ја дикәр шәхсләр илә бирликдә һәмнин әсәр үчүн материал топламышдыр<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> تاریخ اولجايتو تأليف ابوالقاسم عبدالله بن علي بن محمد القاشاني، به التمام

<sup>2</sup> Ч. А. Стори. Персидская литература. Перевел с английского, переработан и дополнил Ю. Э. Брегель, ч. I, М., 1972, сәһ. 321—322.

<sup>3</sup> Тарих-и Улчајту, сәһ. 54—55, 240—241.

<sup>4</sup> Әтрафлы мә’лумат әлмәг үчүн бах: اکثر متوجه برتضوی، جامع التواريخ، سال سیزدهم، 1340 شماره 1 ص 93—31

Әбулгасим Кашаниниң һәјәти һаггында ләзымы гәдәр мә’лумат јохдур. Лакин Јухарыда гејд етдијимиз кими, маһир вә пешәкар тарихчи олмушдур.

„Тарих-и Солтан Улчајту“, әсәри ики нүсхәдән ибарәтдир. Биринчи вә ән гәдим нүсхә Истамбулда Аја софија китабханасында 3019, икинчи исә Парис Милли китабханасында 1419 нөмрә алтында мугафизә олунур. Биринчи нүсхә мүүллифин вәфатындан 14 ил сонра, јә’ни һ. 752-чи ил рәбиулахәр ајында (1351-чи илин мајында) Әһмәд ибн әл-Һүсејни бин Сатаг тәрәфиндән көчүрүлмүшдүр<sup>5</sup>. Әсәр һәмнин нүсхә әсасында Иран алими Мәһин һәмбәли тәрәфиндән 1969-чу илдә Тегһанда нәшр едилмишдир. Икинчи нүсхә биринчи нүсхә әсасында XIX әсрдә Шеффер үчүн көчүрүлмүш вә хејли сәһвләр олмагла бәрәбәр чох һагисдир<sup>6</sup>. И. П. Петрушевски биринчи нүсхәјә тәсадүф етмәдијиндән икинчи нүсхәни „гијмәтли нүсхә“ һесаб едир<sup>7</sup>.

Бу әсәр вә онун әһәмијјәти һаггында мә’лумат вермәји она көрә ләзым билирик ки, индијә гәдәр XIII—XIV әср Иран вә Азәрбајчан тарихи илә мәшғул олан тәдгигатчыларымыз бу әсәрдән истифадә етмәмишләр. Һалбуки, бу әсәрин тәдгигата чәлб олунмасы XIV әсрин әввәлиндә Иран вә Азәрбајчан тарихшүнәслығы бахымындан чох фәјдалы ола биләр.

Әсәрин әһәмијјәти ашағыдакылардан ибарәтдир:

1. Әсәрин мүүллифи, Улчајту Солтан Мәһәммәдин һакимијјәтә кәчмәсиндән (1304. VII—1316. 14. XII), Солтан Әбу Сәидин (1316—1335) һакимијјәтинин биринчи илинә гәдәр о’ан һадисәләри күндәлик гејдә алараг салнамә шәклинә салмышды. О, бир чох һадисәләрини мугаһидәчиси, бәлкә дә иштиракчысы олмушдур.

2. Вәссаф һадисәләри сәтһи вә чәтин баша дүшүлән сәпкидә јаздығы һалда, Кашани һадисәләри тәфсиләти илә садә дилдә шәрһ етмишдир.

3. „Тарих-и Вәссаф“ әсәриндән фәргли олараг Кашаниниң әсәриндә Азәрбајчанын сијәси, ичтимай вә иғтисади вәзијјәтинә аид чохлу материал раст кәлирик. Бурада Тәбриз, Әрдәбил, Мараға, Пиләсувар, Гавбари маһалында јерләшән Маһмудабәд, Күштасби һаггында хејли мә’лумат вардыр<sup>8</sup>. Мүүллиф Султанијјә һаггында да марағлы гејдләр верир. Әсәрин бир фәсли Киланын тарихи, чоғрафијасы вә еләчә дә Улчајту Солтан Мәһәммәдин Килаға һүчүмунә һәср едилмишдир<sup>9</sup>.

4. „Тарихи-и Солтан Улчајту“ әсәриниң дөврүн дикәр фарсдилли мәнбәләриндән фәргләндирән чәһәти ондадыр ки, бу әсәрин фарс дилиндә јазылмасына бахмајараг, орада чохлу азәрбајчанча сөзләр ишләдилмишди. Онлардан „ағсағгал“, „оду горумуш“, „ајран“, „ев оғланы“, „овчу“, „чөл“, „јурт“, „Алмалыг“, „доғба“ (довға нәзәрдә тутулур.—С. О.), „јаз“, „Јүз ағач“, „горнуғ“ (говруг), „чағ“, гәзған (газан), „тој“, „чуха“, „тотуг“ вә с. сөзләри кәстәрмәк олар. Бундан әл’вә мүүллиф һ. 715 (1315—16)-чи ил һадисәләриндән бәһс едәркән Баба оғул адлы бир шәхсин дөрд дилдә гәсидә јаздығыны билдирир вә кәстәрир ки, о, гәсидәни монгол, әрәб фарс вә түрк (Азәрбајчан дили нәзәрдә тутулур.—С. О.) дилиндә јәзырды<sup>10</sup>. Беләликлә, Иранын мүасир буржуа алимләриниң Азәрбајчан дилиниң тарихини сахталашдырмаға чәһд кәстәрмәләринә бахмајараг, тәкчә Хагани вә Низаминиң

<sup>5</sup> Ч. А. Стори. Кәстәрилән әсәри. сәһ. 763.—Тарих-и Улчајту, мугәддимә, сәһ. 17—18.

<sup>6</sup> Јенә орада.

<sup>7</sup> История Ирана с древнейших времен до конца 13 века. Ленинград, 1938, сәһ. 169.

<sup>8</sup> Тарих-и Улчајту, сәһ. 15—241.

<sup>9</sup> Јенә орада, сәһ. 45—225; 55—73.

<sup>10</sup> Јенә орада, сәһ. 176.

эдәби әсәрләриндә дејил, XIV әсрин әввәлиндә фарс дилиндә јазылмыш тарихи әсәрләрдә белә азербайҗанча чохлу сөзләр ишләдилмиш, һәтта Азербайҗан дилиндә гәсидә дә јазылмышдыр.

5. һаггында бәһс етдијимиз әсәр Улҗайту Солтан Мәһәмәдин һакимијјәт дөврү үчүн әсил мәнбә, һафиз Әбрунун „Зејли Чами-әт-тәварих-и Рәшиди“ әсәри үчүн исә јекәнә мә'хәз олмушдыр.

Әлјазманын әһәмијјәтини ајдынлашдырмағ үчүн Азербайҗан тарих-шүнәслығы үчүн фәјдалы олан бә'зи мүнһүм һадисәләри гыса шәрһ едирик.

Азербайҗанда вә Тәбриздә баш верән шиддәтли зәлзәләдән бәһс едән мүүллиф кәстәрир ки, һ. 704-чү ил рәбиулаһәр ајынын 7-дә (8. XI 1304) Тәбриздә шиддәтли зәлзәлә баш верди вә чохлу тәләфата сәбәб олду. 5 ај сонра Азербайҗанда јенидән дәһшәтли зәлзәлә олду<sup>11</sup>.

О дөврдә Азербайҗанда тез-тез баш верән гытлығ, саһалығ, јолухучу хәстәликләр мәнсуллар гүввәләрин мәнв олмасына сәбәб олурлу. Мүүллиф һәмин һадисәләрдән дағышарағ јазыр: „һ. 707-чи илдә (1307—8) Тәбриздә баш верән гытлығ вә саһалығ нәтичәсиндә мөһтәкирләр јохсуллары, вар-јохдан чыхартды“. Сонрақы ил јағыш јағмасы нәтичәсиндә баһалығ вә гытлығ бәртәрәф олду: „8 ил сонра һ. 715-чи ил рәсәб ајында (октябр 1315) Тәбриздә баш верән јолухучу соғаз хәстәлијиндән хејли адам тәләф олду“<sup>12</sup>.

Газан хан (1295—1304) өлдүкдән сонра пајтахтын Тәбриздән Султанијјә көчүрүлмәсинә бахмајарағ, Тәбриз өзүнүн кечмиш әзәмәт вә шөһрәтини итирмир. Белә ки, мүүллиф Тәбризи „чәннәт абад“, „Фирдовсабад“, „Шәкәр риз“ (шәкәр төкән—С. О.) адландырмышды<sup>13</sup>. Бу дөврдә Рәшидәддин, Сә'дәддин, Тачәддин, Әлишаһ Тәбризи кими вәзирләр Тәбриздә јашаырды. Шәһәрдә мөһкәм гала вар иди<sup>14</sup>. Тәбриз кәнарында Јерләшән Рәб'и Рәшиди дә хејли абад иди. һ. 710 (1310—11)-чү илдә Саравруддан ораја чәкилән арх нәтичәсиндә Рәб'и Рәшидидә вә Тәбризин әтраф рајонларында әкинчилик хејли инкишаф едир. Кәнд тәсәррүфат мәнсуллары ики гат артыр. Бундан әләвә Тәбриздә 20 мәнәлләдә кәһриз чәкилир. Кашани Рәб'и Рәшидини Султанијјә кими „бөјүк, кениш вә абад“ шәһәр адландырыр. О, гејд едир ки, Рәб'и Рәшидидә Јерләшән „Рәшид абад“ вә „Фәтһ абад“ кәндләриндә хејли мејвә ағачлары вә с. әкилмишди<sup>15</sup>.

Әсәрдә Гавбары маһалы (Муғанда), Маһмудабад вә Күштасби һаггында да бир сыра зәнкин мә'лумата тәсадүф едирик. Кашани Маһмудабады кәнд адландырыр вә гејд едир ки, Маһмудабад Араз чајынын кәнарында Јерләшир. Гавбары маһалында һәмишә гытлығ вә гурағлығ олдуғуну кәстәргән мүүллиф јазыр ки, Улҗайту Солтан Мәһәмәдин әмрилә Араз чајындан Күштасбијә су архы чәкилир. Ораја су кәтирилмәси нәтичәсиндә әкин саһәләри суварылыр вә абадлашыр<sup>16</sup>.

Кашани о дөврдә јашајыб-јаратмыш Азербайҗанын бир сыра көркәмли шәхсијјәтләри һаггында да мә'лумат верир. Онлардан дөврүнүн мәшһүр философ, ријазиијатчы вә кимјакәр, „Рисаләт-үл-һесаб“ (һесаб китабы) әсәринин мүүллифи Мовлана Шәмсәддин Үбејд Тәбризини, мәшһүр шаир һүмамәддин Тәбризини вә Гази Нәсирәддин Тәбризини кәстәрмәк олар. Мүүллиф гејд едир ки, Мовлана Шәмсәддин Үбејд Тәбризи һ. 707-чи илин зүлгәдә ајында (1308-чи илин мајында), һүмамәддин Тәбризи исә һ. 714-чү ил сәфәр ајынын 25-дә (13. VI 1315) вәфат етдиләр<sup>17</sup>.

<sup>11</sup> Тарихи-и Улҗайту. Кәстәрилән нәшри, сәһ. 41, 43.

<sup>12</sup> Јенә орада, сәһ. 74, 178.

<sup>13</sup> Јенә орада, сәһ. 41, 44, 52.

<sup>14</sup> Јенә орада, сәһ. 83.

<sup>15</sup> Тарихи-и Улҗайту, сәһ. 116, 117.

<sup>16</sup> Јенә орада, сәһ. 179, 238.

<sup>17</sup> Јенә орада, сәһ. 42, 76, 165—166.

Әсәрдә Азербайҗан шәһәрләриндән әләвә, Султанијјә һаггында да кениш мә'лумат верилир. Мүүллиф һ. 705 (1305—6)-чи илдә Султанијјә шәһәринин әсасынын гојулмасындан бәһс едәрәк јазыр: „Мәшһүр мүнәндис ме'мар вә рәссамлар тәрәфиндән Тәбриз кими бөјүк вә кениш саһәни әһатә едән дикәр бир шәһәрин әсасы гојулду вә Султанијјә адланды. 30 кәһриз чәкилди, 10 мин дүкан вар иди. Орада 100 мин нәфәр түрк (азербайҗанлы—С. О.) вә тазик (фарс) јашајырды“<sup>18</sup>. Бундан әләвә вәзир Тачәддин Әлишаһ Тәбризи дә орада хејли кәзәл биһалар тикдирир вә илдә 100 түмән гызыл кәлир әлдә едир<sup>19</sup>.

Чохчилли „Азербайҗан тарихи“нин јенидән чапа һазырланмасы илә әлағәдар XIV әсрин әввәлләриндә Азербайҗанын ичтиман-игтисади вә сијаси вәзијјәтини дәриндән тәдгиг етмәк үчүн „Тарих-и Солтан Улҗайту“ әсәриндән истифадә едилмәси тәдгигатчыларымыза хејли фәјда верә биләр.

Тарих институту

Алынмышдыр 23. III 73

С. М. Онуллахи

#### ИСТОЧНИК, НЕ ИСПОЛЬЗОВАННЫЙ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ПЕРИОДА ЭЛЬХАНИДОВ

Труд Абулгасима Абдуллы Кашани „Тарих-и Солтан Улҗайту“ является единственным ценным источником в начале XIV в. Абулгасим, пребывая во дворце Улҗайту Солтан Мухамеда и описывая ежедневные события, создал исторический труд, изданный в последнее время в Тегеране. Написанный на основе экземпляра, переписанного в 1351 г., он содержит целый ряд интересных сведений для истории Азербайджана. В этом произведении имеется богатый материал о событиях в Тегризе Ардебиле, Мараге, Пилясуваре, Махмудабаде, Куштасби, краткая история Гилянско-го мағала, а также, сведения о городе Султанийе и др.

Несмотря на то, что произведение написано на фарсидском языке, в нем встречаются слова, употребляемые также и в азербайджанском.

S. M. Onullahi

#### AN UNUSED SOURCE FOR LIGHTNING THE ILHAMI PERIOD

The work of Abulgasim Abdulla Kashani „Tarihi—Soltan Uljaitu“ is the only, valuable source of the beginning of XIV century. Abulgasim who lived in the yard of Uljaitu Soltan Mohammed described every day events, and created the historical work issued some times ago, in Teheran.

This work written on the base of the copy which was recopied in 1351 contents quite a number of questions on the history of Azerbaijan. In this work we may find a rich material about the events, which had place in such cities as Tebriz, Ardebil, Maraga, Pillsavar, Mahmudabad, Cushtabst and history of Gilan province, and the information about Sultanye city. Notwithstanding the work was written in Persian language, we can find the words used in Azerbaijan language, too. The work will render a big assistance for the scientists of this period.

<sup>18</sup> Тарих-и Улҗайту, сәһ. 45—48.

<sup>19</sup> Јенә орада, сәһ. 47.

МҮНДЭРИЧАТ

Ријазит

С. С. Нахијев. Лагранж вургуун чэмлэрэ ајрылмасы үсулу . . . . . 3

Кибернетика

З. И. Османова. Соңлу вэ сонсуз хэтти ардычыллыг машыналарынын инвариантлыг нэзэријјэсинэ даир . . . . . 7

Полимерлэр физикасы

С. А. Абасов, Ш. В. Мамедов, С. И. Мехдијева, И. М. Исмајлов, Е. Ј. Јусифов. Селен элавэсинин полиетиленни инфра-тырмызы спектринэ тэ'сири . . . . . 12

Үзви кимја

К. Ј. Әлијева, Ч. З. Сэмедова, С. С. Аванесова, Х. М. Начыјева, Т. Н. Шахтагински. *N*-үчлү бутилсетамидин чы-хымына верилэн изобутиленни вэ реаксия мүддэтинни тэ'сири . . . . . 18

С. Ч. Мехдијев, Е. Т. Сулейманова, М. Ф. Аббасов.  $C_6-C_{10}$  алфа-олефинлэрин алифатик алдегидлэрэ үчлү бутил пероксидни ишти-ракы илэ радикал бирлэшмэ реаксиясынын тэдгиги . . . . . 21

Кеолокија

Ә. М. Мамедов. Чәнуби Хэзэр чөкөклијиндэ палчыг вулканларынын пүсүрмэ нөвлэри . . . . . 25

Г. В. Мустафајев. Кичик Гафгазын Мезозой гранитоидлэринни дэ-ринлик фасијалары . . . . . 30

Автоматик идарэетмэ

М. В. Мејеров, М. Л. Литвак, А. М. Байрамов. Чохлајлы нефт јатагларында нефтчыхарманын оптимал идарэ олунмасы . . . . . 34

Стратиграфија

М. М. Әлијев, Ј. А. Гофман, В. М. Мазур, М. К. Роди-нова. Гэрби Сибирдэ Уст Јура вэ Алт Тэбашир дөврлэриндэ чөкүнтү топлан-манын ритмиллији илэ фораминиферлэрин инкишафы арасындакы элагэ мәсэлэ-лэринэ даир . . . . . 39

Даг сүхурларынын физикасы

Ф. К. Гасымов. Зэјлик јатағы алушитинин физики-механики хүсусијјэт-лэри вэ партлајчылыг габиліјјэти . . . . . 44

Кеокимја

М. Ә. Гашгај, Ә. А. Мэрриби. Гашгачај јатағы мис вэ күкүрд колчеданы филизлэринин кеокимјасы наггында (Дашкэсэн рајону) . . . . . 48

Торпагшүнаслыг

О. Г. Пенков. Кур-Араз овалыгынын бэ'зи шорлашмыш торпагларында зол элементлэринин биоложи дөвранынын өјрөнилмэсинэ даир . . . . . 53

Тарих

С. М. Онуллаһи. Елханилэр дөврүнэ анд истифаде эдилмэмниш мәнбэ . . . . . 58

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

С. С. Ахиев. Способ разделения множителя Лагранжа на слагаемые . . . . . 3

Кибернетика

З. И. Османова. К теории инвариантности конечных и бесконечных линейных последовательностных машин . . . . . 7

Физика полимеров

С. А. Абасов, Ш. В. Мамедов, С. И. Мехтнева, И. М. Исмаи-лов, Ә. Ю. Юсифов. Влияние добавок селена на ИК-спектр полиэтилена . . . . . 12

Органическая химия

К. Я. Аллева, Д. З. Самедова, С. С. Аванесова, Х. М. Гаджие-ва, чл.-корр. Т. Н. Шахтагинский. Влияние количества подаваемого изо-бутилена и продолжительности реакции на выход *N*-трет-бутилацетамида . . . . . 18

Акад. С. Д. Мехтнев, Ә. Т. Сулейманова, М. Ф. Аббасов. Ис-следование реакции и радикального присоединения альфа-олефинов  $C_6-C_{10}$  к алифатическим альдегидам в присутствии перекиси трет-бутила . . . . . 21

Геология

А. М. Мамедов. Виды проявления грязевых вулканов в Южно-Каспий-ской впадине . . . . . 25

Г. В. Мустафаев. Фации глубинности мезозойских гранитоидов Малого Кавказа . . . . . 30

Автоматическое управление

М. В. Мееров, М. Л. Литвак, А. М. Байрамов. Оптимальное управление нефтедобычей на многопластовых месторождениях . . . . . 34

Стратиграфия

Акад. М. М. Алнев, Е. А. Гофман, В. М. Мазур, М. К. Роди-нова. К вопросу о связи ритмичности осадконакопления с развитием фора-минифер в позднеюрское и раннемеловое время в Западной Сибири . . . . . 39

Физика горных пород

Ф. К. Касумов. Физико-механические свойства и взрываемость алушитов Загликского месторождения . . . . . 44

Геохимия

Акад. М. А. Кашкай, А. А. Магриби. К геохимии медно- и сернокол-чеданных руд Кашкачайского месторождения (Дашкесанский район) . . . . . 48

Почвоведение

О. Г. Пенков. Биологический круговорот зольных элементов в некото-рых засоленных почвах Кура-Араксинской низменности . . . . . 53

История

С. М. Онуллаһи. Источник, не использованный для освещения периода Эльханидов . . . . . 58

## 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 неприципиальные, 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 на оборот.

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 (вподбор), в алфавитном порядке (по фамилии автора), в конце статьи с обозначением ссылки в тексте порядковой цифрой. Список литературы должен быть оформлен следующим образом:

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

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

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

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

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

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

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

Ввиду небольшого объема статей выводы помещаются лишь в необходимых случаях.

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

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

15. Редакция выдает автору бесплатно 15 отдельных оттисков статьи.

Сдано в набор 3/IV 1976 г. Подписано к печати 2/VIII 1976 г. Формат бумаги 80×108<sup>1/16</sup>. Бум. лист. 2,00. Печ. лист. 5,60. Уч.-изд. лист. 5,82. ФГ 18635. Заказ 124. Тираж 750. Цена 40 коп.

Издательство „Элм“, 370073, Баку-73, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание.

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

