



ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

SCIENTIFIC JOURNAL

2018-yil, 1-son (107) ANIQ VA TABIIY FANLAR SERIYASI

Matematika. Informatika.

Fizika. Kimyo. Biologiya. Geografiya. O'qitish metodikasi

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro'yxatdan o'tish tartibi 09-25.
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro'yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR

BOSH MUHARRIR O'RINBOSARLARI:

R. I. XALMURADOV, t.f.d. professor

H.A. XUSHVAQTOV, f-m.f.n., dotsent

A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

M. X. ASHUROV

T. M. MO'MINOV

SH.A.ALIMOV

S.N. LAKAYEV

T.RASHIDOV

S. S. G'ULOMOV

N. N. NIZAMOV

A. S. SOLEEV

I. A. IKROMOV

B. X. XO'JAYAROV

I. I. JUMANOV

E. A. ABDURAXMONOV

N. K. MUXAMADIYEV

J. X. XO'JAYEV

Z. I. IZZATULLAYEV

Z. F. ISMAILOV

S. B. ABBOSOV

L. A. ALIBEKOV

- O'zFA akademigi

- f.-m.f.d., professor

- k.f.d., professor

- k.f.d., professor

- b.f.d., professor

- b.f.d., professor

- b.f.d., professor

- geogr.f.d., professor

- geogr.f.d., professor

A. A. ABULQOSIMOV

J. D. ELTAZAROV

D. I. SALOHIY

S. A. KARIMOV

T. SH. SHIRINOV

M.D.DJURAKULOV

I. M. SAIDOV

B. O. TO'RAYEV

O.M. G'AYBULLAYEV

J.YA.YAXSHILIKOV

M. Q. QURONOV

X. I. IBRAGIMOV

N. SH. SHODIYEV

E. G'. G'OZIYEV

SH. R. BARATOV

B. Q. QODIROV

R. A. SEYTMURATOV

B. X. TO'RAYEV

- geogr.f.d., professor

- fil.f.d., professor

- fil.f.d., professor

- fil.f.d., professor

- tar.f.d., professor

- tar.f.d., professor

- fals.f.d., professor

- fals.f.d., professor

- fals.f.d., professor

- ped.f.d., professor

- ped.f.d., professor

- ped.f.d., professor

- psixol.f.d., professor

- psixol.f.d., professor

- psixol.f.d., professor

- i.f.d., professor

- i.f.d., professor

MUNDARIJA/СОДЕРЖАНИЕ/CONTENTS

MATEMATIKA / МАТЕМАТИКА / MATHEMATICS		
Malikov Z., Xudoyberdiyev X.	Chegaralangan sohada birinchi tartibli elliptic sistema uchun Koshi masalasi	5
Турсунов Ф.Р.	Интегральная формула для систем эллиптического типа первого порядка с постоянными коэффициентами в неограниченной области	8
Ходизода П.Д.	О проблемах различия для исключительных направлений в особой точке	13
Халикулов И.Б., Халикулов С.И.	О сильной состоятельности среднеарифметической оценки неизвестного среднего однородного случайного поля, наблюдаемого на кресте	20
Khatamov A.	On the some generalizations and improvements of the best polynomial approximations of functions of many real variables	22
Bo‘riyev T.E., Turdimurodov O.F.	Yirtqich-qurbon sistemasi dinamikasining modelini xosqiyatlarining bifurkatsiyasining tadqiqi	26
МЕХАНИКА/ МЕХАНИКА /		
Холмурадов Р.И., Худойназаров Х., Худойбердиев З.Б.	Нестационарные колебания трёхслойной вязкоупругой пластинки	30
Джалилов Ш.А., Каландаров У.Х., Худойбердиев С.И.	Крутильные колебания цилиндрического слоя, с вязкой несжимаемой жидкостью	39
FIZIKA / ФИЗИКА / PHYSICS		
Эшпулатов Б., Кувандиков Ш., Мустафаев Т.	Волновые функции и энергетические уровни частиц в квантовой точке с потенциалом Морса	44
Pardayev O., To‘xtayev U., Umirzakov E.	Kompensatsiyalangan yarim o‘tkazgichlarda erkin zaryad tashuvchilar tomonidan tovushning yutilishi haqida 1. Kuchsiz legirlangan yarim o‘tkazgich holi	47
Pardayev O., To‘xtayev U., Yo‘ldashev S.	Kompensatsiyalangan yarim o‘tkazgichlarda erkin zaryad tashuvchilar tomonidan tovushning yutilishi haqida 2. Kuchli legirlanganyarimo‘tkazgich holi	52
Эшпулатов Б.Э., Убайдуллаев М.Ш., Игамбердиев С.Х.	Коэффициент поглощения света в квантовой проволоке в поперечном магнитном поле	54
Axmedova G., Majidova M., Yo‘ldashev S.K., Nasriev O.	O‘simliklarda kaliy elementining to‘planishini aniqlash	57
Низомов Н., Курталиев Э.Н.. Джамалова А.А., Ярмухamedов А.Ш.	Фотостабильность растворов некоторых родаминовых красителей с карбоксильной группой	60
KIMYO / ХИМИЯ / CHEMISTRY		
Тожиев П.Ж., Нормуродов Б.А., Тураев Х.Х., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т., Мингкулова З.А.	Свойства полимерно-композиционных материалов наполненных вермикулитом	66
Kasimov Sh.A., Turayev X.X.	Mis (II) ning poliglisidil-n,n-(diaminoetil)- kaliy ditiofosfat bilan koordinasion birikmasining tadqiqoti	69

Nasimov. X.M., Fayzullaev N.I.	Catalytic acetylation of acetylene in vapor phase	73
Нурбаев Х.И., Каржавов А.Р., Рузиев Э.А.	Получение биологически активных соединений пиримидиновых основанийХН-21, ХН-22, ХН-23, ХН-24	77
Тробов Х.Т., Ферапонтов Н.Б., Курбанов А.М., Турсунова Г.Х.	Извлечение бромида калия на полимерном сорбенте КУ-2*8 в условиях необменного поглощения	80
Эркабаев Ф.И., Урозов Т.С.	Получение пигмента для лакокрасочных материалов на основе отработанных растворов гальванического цеха	84
Tuxbayev D.B., Saidov A.Sh., Murtazayeva Z., Yusupov A.B. Alimova M.	N-((6,7-dimetoksi-1,2,3,4-tetragidroizoxinolin-1-il) metilen)benzamidning sintezi va biologik faolligini pass dasturida baholash	88
Васина С.М.	Получение электрохромовых покрытий на основе оксидов переходных металлов и их применение	93
Xoliqov T.S. Abrayev X.Sh. Abduvoxidov D.I.	Dikaliyftalatning xlorsirkakislotsietil- vabutil- efirlaribilanreaksiyasi	98
Taxirov Y.R., Kuryazov R.Sh., Sodikova S.B.	6-brombenzoksazolin-2- onniaromatikkislotaxlorangidridlaribilankatalitikatsillash	100
Ishankulov A.F., Saidov A.Sh., Toʻxtayev D.B., Muxamadiev N.Q., Xolmurodov T.A.	Gomoveratrilamin bilan triptofan oʻrtasidagi kondensatlanish va sikllanish reaksiyalarining borishini kvant-kimyoviy oʻrganish	104
Fayzullaev N.I., Jumanazarov R.B., Norqulov U.M., Omanov B.Sh.	Vinilatsetat ishlab chiqarishning ixchamlashtirilgan texnologiyasi	107
Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М.	Тенденции развития и применения биосорбционных технологий в решении экологических проблем	115
Ruziyev J.E., Ergashev I.M., Ruziyev E.A.	Yer usti suvlarining analistik monitoringi xususida	121
Sayitqulov Sh.M., Muhamadiyev N.Q.	Mezogʻovak kremniy (IV)-oksidini gidrotermal sintez usulida olish	126
Мурадова З.Б., Бегимкулов Ж., Абдурахманов Э.	Сенсор для мониторинга ацетона и ацетальдегида из состава смеси газов	130
Eshqobilova M.E., Beginqulov J.N., Nasimov A.M.	Metanni aniqlovchi termokatalitik sensorning ayrimmetrologik tavsiflari	136
Nasimov A.M., Buronov A.O., Tashpulatov X.Sh., Mamatov A.S., Mirzayev Sh.	Ammiakni aniqlovchi sensor uchun zol-gel texnologiyasi asosida nanogibrid materiallar tayyorlash	140
Buvrayev E.R., Kadirova Sh.,	Kobalt(II) atsetatning melamin va glitsin bilan hosil qilgan aralash ligandli komplekslarini iq spektroskopiya usulida tahlil qilish	144

Tillayev S.U., Normurodov Z.N., Xushnazarov Z.		
Захидов К.А., Уринов О.И., Эшмурадова Г.	Влияние различных факторов на направление реакции алкилирования 6-метил-2-оксопиримидин-4-она	147
BIOLOGIYA / БИОЛОГИЯ / BIOLOGY		
Maxmatkulova M.R., Ismoilov Z.F.	Meva sharbatlari ishlab chiqarish korxonalari chiqindilarining uglevodlar tarkibi	154
GEOGRAFIYA / ГЕОГРАФИЯ /GEOGRAPHY		
Jo'raqulov X.X., Nishonov S.T.	Jizzax viloyati shamol resusrlaridan elektr energiyasiishlab chiqarish masalalari	156
Jurakulov K.H., Jurakulova D.	The feature of vertical and spatial development of exogenous morphogenesis processes of Zarafshan and Kashkadaryainterfluves	159
O'QITISH METODIKASI/ TEACHING METHODOLOGY		
Злоцкий Г.	Три формулы рамануджана	164
Qarshiyeva D.	Ta'linda yangi axborot texnologiyalarini qo'llash - o'qituvchi va o'quvchi shaxsini rivojlantiruvchi omil	168
Abdirashidov A., Arziqulov A., Aminov B.	Pedagogik konsepsiya va talabaning mustaqil ishiga oid ba'zi uslubiy tavsiyalar	172
Ibragimov N. Sh.	Talabavao'quvchilarning matematikqobiliyatlarini rivojlantirishusullari haqida	177
Ibadov R.M., Umarova X.N.	Ixtisoslash gan o'quv-ishlab chiqarish majmularida geometriyalarning roli	182
UNIVERSITET HAYOTIDAN		
Arziqulov E.U.	Ilmgan baxshida umr	186
Ikromov I.A., Abdullahayev J.I., Xalxo'jayev A.M.	Akademik S.N.Lakayev va uning ilmiy-pedagogik faoliyati	187
Safarov B., Nasimov D.	Samarqand turizm iqtisodiyot mакtabining yetakchi namoyondasi	192
Mualliflarga		

UDK: 517.946**CHEGARALANGAN SOHADA BIRINCHI TARTIBLI ELLIPTIK SISTEMA UCHUN****KOSHI MASALASI****Z. Malikov, X. Xudoyberdiyev***Samarqand davlat universiteti*E-mail: hayotjon_2012@mail.ru

Annotatsiya. Bu ishda chegaralangan yarim sharda birinchi tartibli elliptik sistema uchun Koshi masalasi yechimi keltirilgan.

Kalit so zlar: Chegaralangan soha, Gelmgols tenglamasi, integral formula, Koshi masalasi.

Задача Коши для эллиптической системы первого порядка в ограниченной области

Аннотация. В данной работе приведено решение задачи Коши для эллиптической системы первого порядка в ограниченном пространстве полу шара.

Ключевые слова: Ограниченнная область, уравнения Гельмгольца, Интегральная формула, задача Коши.

The Cauchy problem for the first order elliptic equation system in a bounded domain

Abstract. In this work we give a solution of the Cauchy problem for the first order elliptic system in bounded of half-ball.

Keywords: Bounded domain, the Helmholtz equation, integral formula, Cauchy problem.

Bu ishda birinchi tartibli elliptik tipli Ge'lmgol's operatori bilan faktorizatsiyalanuvchi tenglamalar sistemasi uchun Koshi masalasi qaralagan.

Ma'lumki, Koshi masalasi elliptik tipli tenglamalar sistemasi uchun korrekt bo'lmagan masalalar qatoriga kiradi. Bunday masalalarning yechimi turg'un bo'lmaydi. Uning turg'unlik darajasi xuddi Laplas tenglamasi uchun qo'yilgan Koshi masalasidek bo'ladi. Bunga misol sifatida Adamar misolini keltirish mumkin. Agar masalaning yechimini kompakt to'plamgacha qisqartirsak u holda masalani yechimi shartli korrekt masalalar hisoblanadi. Bunday masalalarni yechish uchun Karleman funksiyasini tuzish lozim, bu funksiyaga Koshining berilganlaridagi soha chegarasining qolgan qismida o'zi va uning hoslasi cheksiz kichik bo'lishi lozim. Bunday funksiyalar tuzilsa yechim integral formada oshkor ko'rinishda ifodalanadi.

Analitik funksiyalar uchun Koshi masalasini Adamar, Goluzin, Krilovlar tomonidan yechilgan. Laplas tenglamasi uchun qo'yigan Koshi masalasini

V.K. Ivanov, M.M. Lavrent'ev, L.A. Ayzenberg, Sh. Yarmuxamedov, N.N. Tarhanov va boshqalar tomonidan yechilgan. Prof. Sh. Yarmuxamedov tomonidan oshkor ko'rinishida Karleman funksiyasini tuzish yo'lidan foydalanib elliptik tipli tenglamalar sistemasi uchun Koshi masalasining yechimini keltirilgan.

Faraz qilaylik $G \subset R^3$ uch o'lchovli Evklid fazosidan olingan chegaralangan soha bo'lsin.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$x = (x_1, x_2, x_3), y = (y_1, y_2, y_3) \in R^3, x' = (x_1, x_2, 0), y' = (y_1, y_2, 0) \in R^2$$

$$\alpha^2 = (y_1 - x_1)^2 + (y_2 - x_2)^2, r^2 = \alpha^2 + (y_3 - x_3)^2 = |y' - x'|$$

$$E(t) = \begin{pmatrix} t_1 & 0 & 0 & \cdot \\ 0 & t_2 & 0 & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & t_n \end{pmatrix}$$

Berilgan $E(t)$ diogonal matritsa, u^0 – birlik vektor $u^0 \in R^n, n \geq 3$.

Faraz qilaylik G soha R^3 fazodan olingan chegaralangan, chegarasi silliq sirdan iborat bo'lgan soha bo'lsin.

$A_{l \times n}(x)$ orqali shunday $D(x^T)$ matritsalar sinfini belgilaymizki, bu matritsaning har bir elementi chiziqli funksiyadan iborat bo‘lib, koeffitsiyentlari haqiqiy yoki kompleks sonlardan tashkil topib, quydagi sharni qanoatlantirsin.

$$D^*(x^T)D(x^T) = E[(x^2 + \lambda^2)u^0]$$

Bu yerda $D^*(x^T)$ matritsa $D(x^T)$ matritsaga ermitli qo‘shma bo‘lgan matritsadan iborat.

Faraz qilaylik, G soha yarim shardan ya’ni

$$G = \{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 < R^2, y_3 > 0\} \quad (1)$$

dan iborat bo‘lsin. G sohaning chegarasi yarim sfera S sirtidan va $y_3 = 0$ tekislikning bir qismidan iborat bo‘lsin.

Bu sohada quydagi tenglamalar sistemasini qaraymiz:

$$D\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)u(x) = 0 \quad (2)$$

Bu sistemaning xarakteristik matritsasi $D(x^T) \in A_{l \times n}(x)$ iborat bo‘lgan matritsa, (2) sistema koeffitsiyentlari o‘zgarmas bo‘lgan Ge’lmogol’s tenglamasi bilan faktorizatsiyalanuvchi elliptik sistema bo‘ladi.

Masalaning qo‘yilishi: G sohada shunday $u(x)$ – vektor funksiyani topish lozimki, u vektor funksiya G soha ichida (2) sistemani qanoatlantirib $G \cup \partial G$ uzlusiz bo‘lib, quydagi chegaraviy shartni qanoatlantirsin.

$$u(x)|_S = f(x) \quad (3)$$

(bu yerda $f(x)$ uzlusiz berilgan vektor funksiyadan iborat), $u(x)$ vektor funksiyani G sohada tiklash masalasiga (2) sistema uchun Koshi masalasi deyiladi.

Agar $u(x) \in C^1(G) \cap C(\bar{G})$ sinfdan olingan vektor funksiya bo‘lib, (2) sistemani qanoatlantirsa, u holda quydagi integral formula o‘rinli bo‘ladi [3]:

$$u(x) = \int_{\partial G} M(x, y) ds, x \in G \quad (4)$$

$$M(x, y) = E\left(4\pi e^{-ix\lambda} \frac{1}{r}\right) D^*\left(\frac{\partial}{\partial x}\right) D(t^T)$$

$t = (\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma)$ sohaning chegarasida o‘tkazilgan tashqi birlik normalidan iborat.

Faraz qilaylik, $K(w)$, $w = u + iv$ butun funksiya bo‘lib w ning haqiqiy qiymatlarida haqiqiy qiymat qabul qilsin.

$$K(u) \neq 0, \sup_{v \geq 1} |v^p k^p(u + iv)| = M(u) < \infty$$

(2), (3)- Koshi masalasini, yechish uchun Sh.Yarmuxamedov [5] usulidan foydalanib $\Phi(y, x)$ funksiyani quydagicha tanlab olamiz.

$$C_3 K(x_3) \Phi(y, x) = \int_0^\infty \text{Im} \frac{K(w)}{iv + y_3 - x_3} \frac{u \cos \lambda u}{\sqrt{u^2 + \alpha^2}} du \quad (5)$$

$$v^2 = u^2 + \alpha^2$$

[5]ishda $\Phi(y, x)$ funksiyani quydagi ko‘rnishda ifodalash ko‘rsatilgan:

$$\Phi(y, x) = \frac{1}{4\pi} \frac{e^{ix\lambda}}{r} + g(y, x)$$

Bu yerda $g(y, x)$

$$\Delta g + \lambda^2 g = 0, \lambda^2 = c > 0$$

tenglamani qanoatlantiradi.

(5) formulada $K(w) = e^{\sigma w^2}$ ko‘rnishda tanlab olamiz, u holda $\Phi_\sigma(y, x)$ quydagicha aniqlanadi

$$\Phi_\sigma(y, x) = \frac{1}{4\pi} e^{-\alpha x_3^2} \int_0^\infty \text{Im} \frac{e^{\sigma w^2}}{w - x_3} \frac{u \cos \lambda u}{\sqrt{u^2 + \alpha^2}} du \quad (6)$$

Buni hisobga olsak (4) formula quyidagicha ko‘rnishni oladi.

$$u_\sigma(x) = \int_S M_\sigma(x, y) f(y) ds, x \in G \quad (7)$$

bu yerda

$$M_\sigma(x, y) = E(\Phi_\sigma(y, x) D^*(\frac{\partial}{\partial x}) D(t^T))$$

Quydagi teorema o‘rinli.

Teorema. Agar $u(y)$ vektor funksiya $C'(G) \cap C(\bar{G})$ sinflardan iborat bo‘lib (1) sistemani va $|u(y)| \leq 1, y_3 = 0$ (8)

shartni qanoatlantirsa, u holda

$$|u(x) - u_\sigma(x)| \leq C(x) \sigma e^{-\alpha x_3^2}, x \in G \quad (9)$$

tengsizliko‘rnlidir.

Isbot: Teoremaning isboti

$$u(x) - u_\sigma(x) = \int_{y_3=0} M_\sigma(x, y) u(y) ds, x \in G$$

ni baholashdan kelib chiqadi.

Agar $|u(y)| \leq 1$ tengsizlikdan foydalansak u holda $M_\sigma(y, x)$ ni baholash yetarlidir. $M_\sigma(y, x)$ esa $\Phi_\sigma(y, x)$ va $\frac{\partial \Phi}{\partial y_i}, (i=1,2,3)$ larni baholashga olib keladi.

Teoremaning isboti quydagagi tenglikdan kelib chiqadi:

$$u(x) - u_\sigma(x) = \int_{\partial G} M_\sigma(y, x) u(y) ds_y - \int_S M_\sigma(y, x) u(y) ds$$

Bu tenglikni baholashda

$$|u(y)| \leq 1 < \infty$$

dan foydalanamiz.

Bunda $\Phi_\sigma(y, x)$ ni quydagicha aniqlaymiz.

$$\begin{aligned} \Phi_\sigma(y, x) &= \frac{1}{4\pi} e^{-\alpha x_3^2} \int_0^\infty \text{Im} \frac{e^{\sigma(i\sqrt{u^2 + \alpha^2} + y_3)^2}}{(i\sqrt{u^2 + \alpha^2} + y_3 - x_3)} \frac{u \cos \lambda u}{\sqrt{u^2 + \alpha^2}} du = \\ &= \frac{1}{4\pi} e^{-\alpha x_3^2} \int_0^\infty \text{Im} \frac{e^{\sigma(y_3^2 - u^2 - \alpha^2)} (\cos 2\sigma y_3 \sqrt{u^2 + \alpha^2} + i \sin 2\sigma y_3 \sqrt{u^2 + \alpha^2})}{(i\sqrt{u^2 + \alpha^2} + y_3 - x_3)} \frac{u \cos \lambda u}{\sqrt{u^2 + \alpha^2}} du = \\ &= \frac{1}{4\pi} e^{-\alpha x_3^2} \int_0^\infty e^{\sigma(y_3^2 - u^2 - \alpha^2)} \left(-\frac{\cos 2\sigma y_3 \sqrt{u^2 + \alpha^2}}{u^2 + r^2} \right) u \cos \lambda u du + \\ &\quad \frac{1}{4\pi} e^{-\alpha x_3^2} \int_0^\infty e^{\sigma(y_3^2 - u^2 - \alpha^2)} \frac{(y_3 - x_3) \sin 2\sigma y_3 \sqrt{u^2 + \alpha^2}}{(u^2 + r^2) \sqrt{u^2 + \alpha^2}} u \cos \lambda u du \end{aligned}$$

$$\int_T |\Phi(y, x) dx| \leq \frac{1}{4\pi} e^{-\alpha x_3^2} \int_T \int_0^\infty \frac{e^{-(u^2 + \alpha^2)}}{u^2 + r^2} u du ds$$

Shu yo'1 bilan

$$\left| \int_T \frac{\partial \Phi_\sigma}{\partial y_3} dx \right| \leq \frac{1}{4\pi} e^{-\alpha x_3^2} \int_T \int_0^\infty \left(\frac{2\sigma x_3}{u^2 + \alpha^2 + x_3^2} + \frac{x_3}{(u^2 + \alpha^2 + x_3^2)^2} \right) e^{-\sigma(u^2 + \alpha^2)} du ds$$

$$\int_T \frac{\partial \Phi}{\partial y_i} ds = \int_T \frac{1}{4\pi} e^{-\alpha x_3^2} \left[\int_0^\infty \frac{2\sigma(y_1 - x_1)}{u^2 + r^2} e^{-\sigma(u^2 + \alpha^2)} u \cos \lambda u du + \int_0^\infty \frac{2(y_1 - x_1)^2}{(u^2 + r^2)^2} e^{-\sigma(u^2 + \alpha^2)} u \cos \lambda u du \right] ds$$

$$\int_T \left(|\Phi_\sigma(y, x)| + \left| \frac{\partial \Phi_\sigma}{\partial y_3} \right| \right) ds \leq \frac{e^{-\alpha x_3^2}}{2\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{\sqrt{\sigma}} + \frac{2+\pi}{2\sqrt{\pi}} \right).$$

Yuqori tenglikdan foydalanib quyidagi integrallarni baholaymiz.

$$\int_T \left| \frac{\partial \Phi}{\partial y_i} \right| ds = \frac{1}{4\pi} e^{-\alpha x_3^2} C(x_3)$$

Bu integrallarni baholashdan teoremaning isboti kelib chiqadi.

Bu tengsizliklarni $\Phi_\sigma(y, x)$ va $\frac{\partial \Phi}{\partial y_i}$ larga qo'llab,

$$|u(x) - u_\sigma(y)| \leq C(x_3) \sigma e^{-\alpha x_3^2}, x \in G, \sigma \geq 1$$

ni hosil qilamiz.

Natija: Quydag'i limit

$$\lim_{\sigma \rightarrow \infty} u_\sigma(x) = u(x), x \in G.$$

G sohaning har bir kompakt qismida tekis yaqinlashadi.

Adabiyotlar

1. Тихонов А. Н. и Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М., 1972.
2. Салохиддинов М.С. Математик физика тенгламалари.– Т.: Ўзбекистон, 2002. – 448 б.
3. Тарханов Н.Н. Об интегральном представлений решений систем линейных дифференциальных уравнений первого порядка в частных производных и некоторых его приложениях. – Красноярск, 1980. – стр 147-160.
4. Лаврентьев М.М.. О некоторых некорректных задачах математической физики. – Новосибирск: Изд. СО АН СССР, 1962.
5. Ярмухамедов Ш., Абдукаримов А., Маликов З.. О Задачи Коши для системе эллиптического типа первого порядка. Докл. Росс. -Акад. Наук. Том 323 (1992) №1.

УДК 517.946

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ФОРМУЛА ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТИПА ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ПОСТОЯННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ В НЕОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ

Ф.Р. Турсунов

Самарканский государственный университет

E-mail: farhod.tursunov.76@mail.ru

Аннотация. В работе предлагается интегральная формула для линейных систем эллиптического типа первого порядка с растущими вектор - функциями удовлетворяющими данной системе в неограниченной области.

Ключевые слова: Неограниченная область, интегральная формула, вектор – функция.

**Birinchi tartibli o‘zgarmas koeffisientli elliptik tipdagi tenglamalar sistemasi uchun
chegaralanmagan sohada integral formula**

Annotatsiya. Ishda birinchi tartibli o‘zgarmas koeffisientli elliptik tipdagi tenglamalar sistemasi uchun chegaralanmagan sohada o‘suvchi vektor - funksiyalar uchun integral formulaning o‘rinli ekanligi keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Chegaralanmagan soha, integral formula, vektor - funksiya.

The integral formula for first-order elliptic systems with constant coefficients in an unbounded domain

Abstract. In this note we present a formula for the solutions of systems of first-order differential equations of elliptic type of a special class in an unbounded domain.

Keywords: Unbounded domain, integral formula, vector- function.

В работе предлагается интегральная формула для системы эллиптического типа первого порядка с растущими вектор функциями удовлетворяющими данной системе в неограниченной области.

Пусть G односвязную область в R^m , $m \geq 2$ с кусочной-гладкой границей ∂G .

Пусть, $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ и $y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ точки m мерного Евклидового пространства R^m , $m \geq 3$ и $x^T = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ транспонированный вектор x .

Вводим следующее обозначение:

$$y' = (y_1, y_2, \dots, y_{m-1}), \quad x' = (x_1, x_2, \dots, x_{m-1}),$$

$$r = |y - x|, \quad \alpha = |y' - x'|, \quad \alpha^2 = s, \quad w = i\sqrt{u^2 + \alpha^2} + y_m, \quad u \geq 0, \quad w_0 = i\alpha + y_m,$$

$$\frac{\partial}{\partial x} = \left(\frac{\partial}{\partial x_1}, \frac{\partial}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial}{\partial x_n} \right)^T, \quad u(x) = (u_1(x), u_2(x), \dots, u_n(x))^T, \quad u^0 = (1, 1, \dots, 1) \in R^n.$$

$E(x)$ - диагональная матрица, ω_m - площадь поверхности единичной сферы R^m .

Через $A_{l \times n}(x)$ обозначим класс матриц $D(x^T)$, элементами которых являются линейными формами с постоянными коэффициентами из C удовлетворяющие условию:

$$D^*(x^T)D(x^T) = E(|x|^2 u^0)$$

где $D^*(x^T)$ - сопряженная матрица к $D(x^T) \in A_{l \times n}(x)$

В области G рассмотрим эллиптической системой дифференциальных уравнений

$$D\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)u(x) = 0 \tag{1}$$

Обозначим через $H(G)$ класс вектор - функций непрерывных в $\bar{G} = G \cup \partial G$ и имеющих непрерывную производную первого порядка, удовлетворяющую в G системе (1).

Если $u(y) \in H(G)$, то верна следующая интегральная формула типа Коши [1] т.е.

$$u(x) = \int_{\partial G} M(y, x)u(y)dS_y, \quad x \in G \tag{2}$$

где

$$M(y, x) = \left(E\left(\frac{C_m}{r^{m-2}}u^0\right) D^*\left(\frac{\partial}{\partial x}\right) \right) D(t^T), \quad C_m = \frac{1}{(m-2)\omega_m}$$

$t = (t_1, t_2, \dots, t_m)$ - единичная внешняя нормаль, проведенная в точке y на поверхности ∂G .

В работе [2] для гармонических функций в неограниченной области приведена интегральная формула со специальным ядром. В статье используя метод, приведенный в [2] получено интегральное представление для рассматриваемая система.

Формула (2) верна, если вместе $\frac{C_m}{r^{m-2}}$ подставим функцию вида:

$$\Phi(y, x) = \frac{C_m}{r^{m-2}} + g(y, x), \quad (3)$$

где $g(y, x)$ гармоническая функция при $y \neq x$. Формула (3) доказано в работе [2].

Используя методику работы [3], [4] функцию $\Phi_\sigma(y, x)$ определяем следующим образом.

$$\Phi_\sigma(y, x) = \frac{\varphi_\sigma(y, x)}{C_m K(x_m)}, \quad C_m = \begin{cases} (-1)^k 2^{-k} (2k-1)! \pi / \overline{C_m}, & m = 2k+1 \\ (-1)^k (k-1)! / \overline{C_m}, & m = 2k \end{cases}$$

где $K(x_m) = \exp \sigma x_m$ и $\varphi_\sigma(y, x)$ определяется формулой:

$$\varphi_\sigma(y, x) = \begin{cases} \frac{\partial^{k-1}}{\partial S^{k-1}} \int_0^\infty \text{Im} \frac{K(w)}{(w-x_m)\sqrt{u^2-a^2}} du, & x \neq y, \text{ если } m = 2k+1, k \geq 1 \\ \frac{\partial^{k-2}}{\partial S^{k-2}} \text{Im} \frac{K(w)}{\alpha(w_0-x_m)}, & x \neq y, \text{ если } m = 2k, k \geq 2 \end{cases} \quad (4)$$

Пусть $K(w)$, $w = u + iv$ целая функция вещественная при вещественном w и удовлетворяющая условиям $K(u) \neq 0$,

$$\sup_{u \in R} |v^p K^p(u + iv)| = M(p, u) < \infty, \quad p = 0, 1, 2, \dots$$

При обозначениях формулу (2) можно написать в виде

$$u(x) = \int_{\partial G} N_\sigma(x, y) u(y) ds_y, \quad x \in G \quad (5)$$

где $N_\sigma(y, x) = \left(E(\Phi_\sigma(y, x) u^0) D * \left(\frac{\partial}{\partial x} \right) \right) D(t^T) \cdot$

Пусть G конечносвязная неограниченная область в R^m , $m \geq 2$ с кусочно –гладкой границей ∂G . Предположим , что для $u(y) \in H(G)$ при каждом фиксированном $x \in G$ выполняется условие

$$\lim_{R \rightarrow \infty} \int_{\partial G_R^\infty} N_\sigma(y, x) u(y) ds_y = 0 \quad (6)$$

где $G_R = G \cap \{y : |y| < R\}$, $G_R^\infty = G \setminus G_R$, $R > 0$ тогда верна формула (5).

Действительно, для области G_R верна формула (5), т.е.

$$u(x) = \int_{\partial G_R} N_\sigma(x, y) u(y) ds_y, \quad x \in G_R.$$

$$\text{Но } \int_{\partial G_R} N_\sigma(x, y) u(y) ds_y = \int_{\partial G} N_\sigma(x, y) u(y) ds_y - \int_{\partial G_R^\infty} N_\sigma(x, y) u(y) ds_y.$$

Учитывая условие (6), при $R \rightarrow \infty$ получим

$$u(x) = \int_{\partial G} N_\sigma(x, y) u(y) ds_y, \quad x \in G.$$

Теперь приведем интегральную формулу для конкретной неограниченной области. Пусть $G \subset R^m (m \geq 3)$ неограниченная область, лежащая внутри слоя наименьшей ширины, определяемой неравенством

$$0 < y_m < h, h = \frac{\pi}{\rho}, \quad \rho > 0,$$

причем граница области G гладкая и простирается до бесконечности. Предположим, что для некоторых $b_0 > 0$ площадь поверхности ∂G удовлетворяет условию

$$\int_{\partial G} \exp \{-b_0 ch \rho_0 |y'|\} ds_y < \infty, \quad (7)$$

для произвольной $0 < \rho_0 < \rho$.

Пусть $u(y) \in H(G)$ удовлетворяет условию роста

$$|u(y)| \leq C \exp [\exp \rho_2 |y'|], \quad \rho_2 < \rho, \quad y \in G, \quad |y'|^2 = y_1^2 + \dots + y_{m-1}^2 \quad (8) \quad \text{При}$$

$\sigma \geq 0$ в (4) положим:

$$K(w) = (w - x_m + 2h)^{-k} \exp \left[\sigma w - b \operatorname{chi} \rho_1 \left(w - \frac{h}{2} \right) - b_1 \operatorname{chi} \rho_0 \left(w - \frac{h}{2} \right) \right] \quad (9)$$

где

$$w = i\sqrt{u^2 + \alpha^2} + y_m, \quad 0 < \rho_1 < \rho, \quad 0 < x_m < h, \quad b > 0, \quad b_1 > b_0 \left(\cos \rho_0 \frac{h}{2} \right)^{-1} + \varepsilon, \quad \varepsilon > 0, \quad \sigma = \frac{1}{h} \ln \frac{1}{\delta},$$

k -натуральное число, p - целое неотрицательное число.

Тогда верно интегральное представление (5). Действительно,

$$\begin{aligned} & \left| \exp \left[\sigma w - b \operatorname{chi} \rho_1 \left(w - \frac{h}{2} \right) - b_1 \operatorname{chi} \rho_0 \left(w - \frac{h}{2} \right) \right] \right| = \\ & = \left| \exp \operatorname{Re} \left[\sigma w - b \operatorname{chi} \rho_1 \left(w - \frac{h}{2} \right) - b_1 \operatorname{chi} \rho_0 \left(w - \frac{h}{2} \right) \right] \right| = \\ & = \exp \left[\sigma y_m - b \operatorname{ch} \rho_1 \sqrt{u^2 + \alpha^2} \cdot \cos \rho_1 \left(y_m - \frac{h}{2} \right) - b_1 \operatorname{ch} \rho_0 \sqrt{u^2 + \alpha^2} \cdot \cos \rho_0 \left(y_m - \frac{h}{2} \right) \right], \end{aligned}$$

$$-\frac{\pi}{2} \leq -\frac{\rho_1}{\rho} \cdot \frac{\pi}{2} \leq \frac{\rho_1}{\rho} \cdot \frac{\pi}{2} < \frac{\pi}{2},$$

так как

$$-\frac{\pi}{2} \leq -\frac{\rho_1}{\rho} \cdot \frac{\pi}{2} \leq \rho_0 \left(y_m - \frac{h}{2} \right) \leq \frac{\rho_1}{\rho} \cdot \frac{\pi}{2} < \frac{\pi}{2}$$

Следовательно

$$\cos \rho_1 \left(y_m - \frac{h}{2} \right) \geq \cos \rho_1 \frac{h}{2} \geq \delta_0 > 0,$$

$$\cos \rho_0 \left(y_m - \frac{h}{2} \right) \geq \cos \rho_0 \frac{h}{2} \geq \delta_0 > 0,$$

и $w - x_m + 2h$ не обращается в нуль в области G то при фиксированном $x \in G$ и $y \rightarrow \infty$,

$y \in G \cup \partial G$ для $\Phi_\sigma(y, x)$ получим асимптотическую оценку

$$|\Phi_\sigma(y, x)| + \left| \frac{\partial \Phi_\sigma(y, x)}{\partial y_i} \right| = O \left(\exp [-\varepsilon_1 ch \rho_1 |y'| - b_0 ch \rho_0 |y'|] \right), \quad \varepsilon_1 > 0.$$

Тогда выполняется условие (6) и верна интегральная формула (5).

Справедлива следующая теорема:

Теорема 1. Пусть $u(y) \in H(G)$ удовлетворяет условию роста

$$|u(y)| \leq \exp[\delta(\exp \rho |y'|)], \quad y \rightarrow \infty, \quad y \in G, \quad (10)$$

и граничному условию роста

$$|u(y)| \leq C \exp\left[a \cos \rho_1 \left(y_m - \frac{h}{2}\right) \exp \rho_1 |y'|\right], \quad a > 0, \quad y \in \partial G. \quad (11)$$

Тогда, если $0 < \rho_1 < \rho$, то справедлива интегральная формула (5).

Доказательство. Рассечем область G плоскостью $y_m = \frac{h}{2}$ на две области

$$G_1 = \left\{ y : y_m > 0, 0 < y_m < \frac{h}{2} \right\}, \quad G_2 = \left\{ y : y_m > 0, \frac{h}{2} < y_m < h \right\}.$$

Для области G_1 определяем $K_1(w)$ формулой:

$$K_1(w) = K(w) \exp\left[-\delta \operatorname{ch} i \tau \left(w - \frac{h}{4}\right) - \delta_1 \operatorname{ch} i \rho \left(w - \frac{h}{4}\right)\right], \quad (9')$$

где $K(w)$ определяется формулой (9), $\delta > 0$, $\delta_1 > 0$, $\rho < \tau < 2\rho$, $0 < x_m < \frac{h}{2}$. При этих

обозначениях верна оценка (8). Действительно,

$$\begin{aligned} \left| \exp\left[-\delta \operatorname{ch} i \tau \left(w - \frac{h}{4}\right) - \delta_1 \operatorname{ch} i \rho \left(w - \frac{h}{4}\right)\right] \right| &= \exp\left[-\delta \operatorname{ch} \tau \sqrt{u^2 + \alpha^2} - \cos \tau \left(y_m - \frac{h}{4}\right)\right] = \\ &= \exp\left[-\delta \operatorname{ch} \tau \sqrt{u^2 + \alpha^2}\right] \leq \exp[-\delta \exp \tau |y'|], \end{aligned}$$

так как $-\frac{\pi}{2} \leq -\tau \cdot \frac{\pi}{4} \leq \tau \left(y_m - \frac{h}{2}\right) \leq \tau \frac{\pi}{2} < \frac{h}{2}$, и $\cos \tau \left(y_m - \frac{h}{4}\right) \geq \cos \tau \frac{h}{4} \geq \delta_0 > 0$,

то при $i = 1, 2, \dots, m$ и для фиксированного $x \in G$ получим:

$$|\Phi_\sigma(y, x)| + \left| \frac{\partial \Phi_\sigma(y, x)}{\partial y_i} \right| = O\left(\exp[-\delta_0 \exp \tau |y'|]\right), \quad y \rightarrow \infty, \quad y \in G \cup \partial G. \quad (12)$$

Пусть $u(y) \in H(G)$ и

$$|u(y)| \leq C \exp[\exp(2\rho - \varepsilon) |y'|], \quad \varepsilon > 0. \quad (13)$$

Выберем τ из неравенства $2\rho - \varepsilon < \tau < 2\rho$. Тогда для области G_1 выполняется условие (6), следовательно, верна следующая интегральная формула:

$$u(x) = \int_{\partial G_1} N_\sigma(y, x) u(y) dS_y, \quad x \in G_1 \quad (14)$$

Теперь для области G_2 выбираем $K_2(w)$ в следующем виде:

$$K_2(w) = K(w) \exp\left[-\delta \operatorname{ch} i \tau \left(w - h_1\right) - \delta_1 \operatorname{ch} i \rho \left(w - \frac{h}{2}\right)\right],$$

где $h_1 = \frac{h}{2} + \frac{h}{4}$, $\delta > 0$, $\delta_1 \geq 0$. Проводя аналогичные выкладки, можно убедиться в

справедливости интегральной формулы для области G_2

$$u(x) = \int_{\partial G_2} N_\sigma(y, x) u(y) dS_y, \quad x \in G_2 \quad (15)$$

Пусть вектор функция $u(y) \in H(G)$ удовлетворяет граничному условию роста (11), тогда верны формулы (14) и (15), при этом при наличии условия (11) интегралы в (14) и (15) сходятся равномерно относительно параметра $\delta \geq 0$ для всех $x \in G$ и $\sigma > 0$. Положим в этих формулах $\delta = 0$, и объединяя полученные формулы найдем

$$u(x) = \int_{\partial G} N_\sigma(y, x) u(y) dS_y, \quad x \in G \quad (16)$$

причем $\hat{O}_\sigma(y, x)$ определяется формулами (4), в которых $K(w), w = iv + y_m$ определяется из (9') где положено $\delta = 0$. Формула (16), доказанная при $x_m \neq \frac{h}{2}$, согласно принципу гармонического продолжения верна для $\forall x \in G$. При условии (11) формула (16) верна для $\forall \delta_1 \geq 0$. Полагая $\delta_1 = 0$ придем к доказательству теоремы.

Литература

1. Тарханов Н.Н.. Об интегральном представлении решений систем линейных дифференциальных уравнений первого порядка в частных производных и некоторые приложениях. Некоторые вопросы многомерного комплексного анализа. –Красноярск, 1980. – стр. 147- 160.
2. Ярмухамедов Ш.. О задаче Коши для уравнения Лапласа. -Докл. АН СССР, Т.235, № 2, 1977. – 281-283 стр.
3. Ярмухамедов Ш.. Интегральные представления гармонических функций многих переменных. ДАН СССР, Т.204, № 4, 1972. – 799-802 стр.
4. Ярмухамедов Ш., Абдукаримов А., Маликов З.. О задачи Коши для системы эллиптического типа первого порядка. Докл. Росс. Акад. Наук. Том 323 (1992) №1.

УДК 517.925.11

О ПРОБЛЕМАХ РАЗЛИЧЕНИЯ ДЛЯ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В ОСОБОЙ ТОЧКЕ

П.Д. Ходизода

Самаркандинский государственный университет

Аннотация. В работе рассматривается дифференциальное уравнение специального вида. К этому уравнению приводится квазиоднородное автономная система обыкновенных дифференциальных уравнений заданных на плоскости. Изучается вопрос о существовании у данного уравнения ТО-кривых и о структуре множества таких кривых.

Ключевые слова: Нормальная область, исключительное направление, О-кривые, ломаная Фроммера, мера кривизны, порядок кривизны.

Maxsus nuqtada qattiy yo‘nalishlarning muammosi haqida

Annotatsiya. Maqolda maxsus ko‘rinishdagi differentials tenglama qarab chiqilgan. Bu kabi tekislikda aniqlangan kvazibirjinsli avtonom sistemaning oddiy differentials tenglamalari keltiriladi. Tenglanamaning O-ga intiluvchi integral chiziqlarining mavjudligi va ularning strukturasi o‘rganiladi.

Kalit so‘zlar: Normal soha, yo‘nalish, TO-egri chiziq, Frommer siniq chizig‘i, sifat kartina, egri chiziq tartibi, egri chiziq o‘lchovi, normal sektor.

About problems of differences for exclusive directions in a particular point

Abstract. A differential equation of a special type is considered. A quasi-homogeneous autonomous system of ordinary differential equations given on the plane is reduced to this equation. We study the question of the existence of TO-curves for this equation and the structure of the set of such curves.

Keywords: Normal domain, exceptional direction, O-curves, Frommer's broken line, measure of curvature, order of curvature.

Введение

Рассматривается дифференциальное уравнение:

$$r \frac{d\varphi}{dr} = \frac{F(\varphi) + f(r, \varphi)}{G(\varphi) + g(r, \varphi)} \quad (1)$$

в области

$$D\rho = \{(r, \varphi): 0 < r < \rho, -\infty < \varphi < +\infty\}.$$

$F(\varphi), G(\varphi), g(r, \varphi), f(r, \varphi)$ – аналитические функции в $D\rho$ от всех своих аргументов $f(r, \varphi), g(r, \varphi) = 0(1)$ при $r \rightarrow 0$.

$\varphi = \varphi_0$ – изолированное особое исключительное направление в точке $O(0, 0)$, которое можно заключить в нормальную область второго типа – N_2 , т.е.

$$F(\varphi) \not\equiv 0, F(\varphi_0) = 0$$

$$F(\varphi) = F_k(\varphi - \varphi_0)^k + F_{k+1}(\varphi - \varphi_0)^{k+1} + \dots,$$

$$F_k \neq 0, \quad k = 2m_1 + 1, \quad m_1 = 0, 1, \dots$$

$$G(\varphi_0) = 0$$

$$G(\varphi) = G_l(\varphi - \varphi_0)^l + G_{l+1}(\varphi - \varphi_0)^{l+1} + \dots,$$

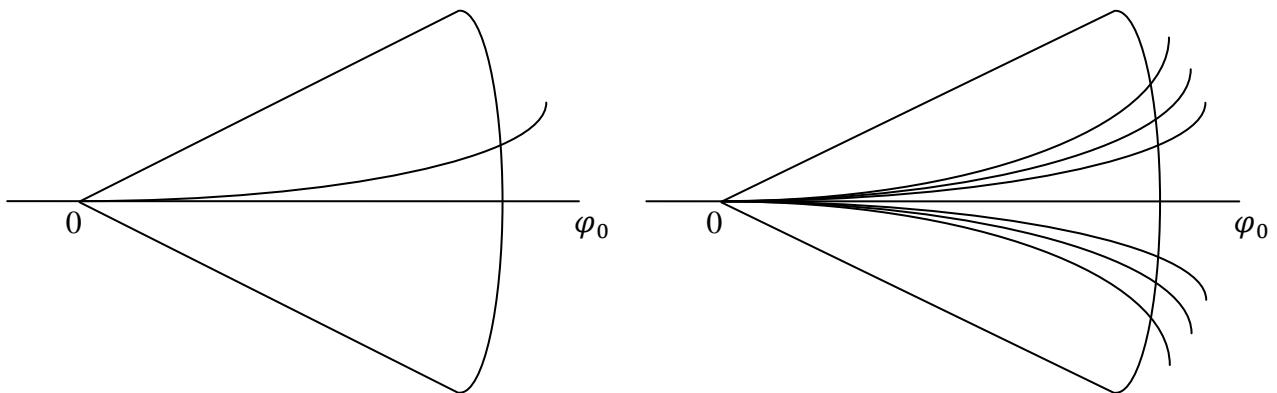
$$G_l \neq 0, \quad l = 2m_2, \quad m_2 = 1, 2, \dots$$

$$G(\varphi) + g(r, \varphi) \neq 0 \text{ в } N_2$$

$$F_k \cdot G_l < 0$$

Не исключая общности, можно считать, что $\varphi_0 = 0$

В нормальной области второго типа – N_2 возникает проблема различения:



а) существует единственная 0_+ – кривая, примыкающая к особой точке по направлению φ_0 .

б) существует бесконечно много 0_+ – кривых, примыкающих к особой точке по направлению φ_0 :

Постановка задачи и метод исследования. В работе исследуется проблема различения в нормальной области второго типа – N_2 для уравнения (1) методом Фроммера, описанного в работе [1].

С помощью метода Фроммера решается вопрос о том, существует ли 0 – кривые, примыкающие к началу координат с определенной касательной, число этих кривых и их аналитическое представление. Так как всякая такая, не совпадающая с полуосями координат, вблизи точки $O(0,0)$ лежит в одной из координатных четвертей, то можно рассматривать только 0_+ – кривые (т.е. примыкающие к точке O из полуплоскости $x > 0$).

Метод Фроммера основывается на исследовании порядков и мер кривизны 0_+ – кривых уравнения (1).

Основная часть

Уравнение (1) можно записать в виде:

$$\frac{d\varphi}{dr} = \frac{\varphi^k(F_k + F_{k+1}\varphi + \dots) + r^{m_0}(p_0(\varphi) + p_1(\varphi)r^{m_1-m_0} + \dots)}{\varphi^l(G_l + G_{l+1}\varphi + \dots) + r^{p_0}(q_0(\varphi) + q_1(\varphi)r^{p_1-p_0} + \dots)}, \quad (2)$$

где $1 \leq m_0 < m_1 < \dots$, $1 \leq p_0 < p_1 < \dots$, $p_0(\varphi) = a\varphi^{n_0} + \dots$ члены высшего порядка относительно φ ,

аналогично, $q_0(\varphi) = b\varphi^{q_0} + \dots$ члены высшего порядка.

Сделаем в выражениях $r(F + f)$ и $r\varphi(G + g)$ подстановку $\varphi = r^\nu$.

$$\begin{aligned} r(F(\varphi) + f(r, \varphi)) &= F_k r^{\nu_k+1} + F_{k+1} r^{\nu_k+2} + \dots + ar^{n_0\nu+m_0+1} + \dots \\ r\varphi(G(\varphi) + g(r, \varphi)) &= G_l r^{\nu l+1+\nu} + G_{l+1} r^{\nu(l+1)+\nu+1} + \dots + br^{q_0\nu+\nu+p_0+1} + \dots \end{aligned} \quad (3)$$

Рассмотрим случай, когда $n_0 = 0$, $q_0 = 0$, то есть ряды $P_0(\varphi)$ и $Q_0(\varphi)$ начинаются со свободных членов, причём $a \cdot b \neq 0$.

Тогда младшие степени относительно r в выражениях (3) содержат члены вида:

$$F_k r^{\nu_k+1}, \quad ar^{m_0+1}, \quad G_l r^{\nu(l+1)+1}, \quad br^{\nu+p_0+1}.$$

Рассмотрим прямые

$$\begin{aligned} \mu &= \mu_I(\nu) = \nu_k + 1 \\ \mu &= \mu_{II}(\nu) = m_0 + 1 \\ \mu &= \mu_{III}(\nu) = \nu(l+1) + 1 \\ \mu &= \mu_{IV}(\nu) = \nu + p_0 + 1 \end{aligned} \quad (4)$$

При различных соотношениях коэффициентов k и $l+1$ и чисел m_0, p_0 можно составить из отрезков этих прямых ломаную Фроммера.

По теоремам 1 и 2 [1] каждая 0_+ – кривая уравнения (1) имеет в точке $O(0,0)$ определенных порядок кривизны V : $0 \leq V \leq +\infty$.

Проверим условия теорем 3 и 4 [1], чтобы выяснить, имеет ли уравнение (1) 0_+ – кривые с нулевым и бесконечным порядком кривизны.

Представим уравнение (1) в форме

$$\frac{d\varphi}{dr} = \frac{F_k \varphi^k (1 + \alpha(\varphi)) + r^{m_0} (a + j(r, \varphi))}{G_l r \varphi^l (1 + \beta(\varphi)) + r^{p_0+1} (b + \delta(r, \varphi))} \quad (5)$$

здесь $\alpha(\varphi), j(r, \varphi), \beta(\varphi), \delta(r, \varphi)$ – ряды по степеням φ и r и φ , сходящиеся в окрестности точки O , причём $\alpha(0) = \beta(0) = 0$.

Наличие у уравнения (1) 0_+ – кривых с нулевым порядком кривизны равносильно выполнению условий:

$$k > l + 1, \quad m_0 > 0, \quad p_0 > 0, \quad F_k \cdot G_l > 0$$

Последние условие в нашем случае не выполняется, так как рассматривается нормальная область второго типа – N_2 .

Из теоремы 4 [1] следует, что 0_+ – кривых с бесконечным порядком кривизны наше уравнение не имеет.

Итак, порядками кривизны 0_+ – кривых уравнения (1) могут быть лишь характеристические числа ломаной Фроммера и особые числа.

Будем рассматривать случай $k < l + 1$. В зависимости от ординаты точки пересечения прямых μ_{II} и μ_I (обозначенной M_*) ломаная Фроммера может иметь 2 или 3 звена.

Координаты

$$M_* \left(\frac{p_0}{k-1}, \quad \frac{p_0 k}{k-1} + 1 \right)$$

I. Предположим, что

а) $k = 1$ или

б) M_* лежит выше прямой μ_{II} .

Это значит, $\frac{p_0 k}{k-1} > m_0$ то ломаная Фроммера состоит из двух звеньев, отрезков прямых

μ_I и μ_{II}
 $V_0 = \frac{m_0}{k}$ – характеристическое число.

По теореме 5 [1] O_+ – кривая уравнения (1), имеющая в точке O определенный конечный порядок кривизны, имеет определенную меру кривизны. Выясняем, какие меры кривизны может иметь O_+ – кривая с порядком кривизны $V_0 = \frac{m_0}{k}$. Положим $\varphi(r) = u(r) \cdot r^v$. Рассмотрим следующее уравнение, которому удовлетворяет функция $u(r)$:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dr} &= \frac{r(F + f) - V \cdot ur^v(G + g)r}{r^{v+1}(G + g)r} = \\ &= \frac{u^k r^{vk} (F_k + F_{k+1}ur^v + \dots) + r^{m_0} [a(1 + j_1(r, ur^v))] - Vur^v \{r^{vl}u^l(G_l + \\ &\quad r^{v+1}\{r^{vl}u^l(G_l + G_{l+1}ur^v + \dots) + \\ &\quad + G_{l+1}ur^v + \dots\} + r^{p_0}[b(1 + \delta_1(r, ur^v))]\}}{r^{v+1}\{r^{vl}u^l(G_l + G_{l+1}ur^v + \dots) + \\ &\quad + r^{p_0}[b(1 + \delta_1(r, ur^v))]\}} = \\ &= \frac{u^k r^{vk} F_k - Vu^{l+1}r^{v(l+1)}G_l + r^{m_0}a - Vur^{v+p_0}b + u^{k+1}r^{v(k+1)}T_1(u, r) +}{u^l r^{v(l+1)+1}G_l + r^{p_0+v+1}b + u^{l+1}r^{V(l+2)+1}T_2(u, r) +} \\ &\quad + r^{m_0}R_1(u, r) - Vu^{l+1}r^{v(l+2)}T_2(u, r) - Vur^{V+p_0}R_2(u, r) \\ &\quad + ur^{v+p_0+1}R_2(u, r) \end{aligned} \quad (6)$$

$T_1(u, r) = F_{k+1} + F_{k+2}ur^v + \dots; \quad T_2(u, r) = G_{l+1} + G_{l+2}ur^v + \dots;$
 $R_1(u, r) = a + \gamma(r, ur^v); \quad R_2(u, r) = b + \delta(r, ur^v).$

Возьмём

$$V = V_0 = \frac{m_0}{k}$$

Уравнение (6) примет вид:

$$\frac{du}{dr} = \frac{u^k r^{m_0} F_k - \frac{m_0}{k} u^{l+1} r^{m_0 \frac{(l+1)}{k}} G_l + r^{m_0} \cdot a - \frac{m_0}{k} u r^{\frac{m_0}{k} + p_0} b + \dots}{u^l r^{\frac{m_0}{k} (l+1)+1} G_l + r^{p_0 + \frac{m_0}{k} + 1} b + \dots}$$

В числителе младшая степень относительно $r = m_0$. Надо выяснить младшую степень r в знаменательном члене.

- 1) Пусть $\frac{m_0}{k}(l+1) > p_0 + \frac{m_0}{k}$, то есть $m_0 l > p_0 k$, тогда уравнение (7) будет выглядеть таким образом:

$$\frac{du}{dr} = \frac{r^{m_0} [F_k u^k + a + r^{\lambda_1} Q_1(r, u)]}{r^{p_0 + \frac{m_0}{k} + 1} [b + r^{\lambda_2} Q_2(r, u)]}, \quad (8)$$

здесь $\lambda_1, \lambda_2 > 0$, $Q_1(r, u)$ и $Q_2(r, u)$ – ряды по целым неотрицательным степеням r и u , сходящиеся в окрестности точки $O(0,0)$.

В общем виде уравнение (8) имеет вид:

$$\frac{du}{dr} = \frac{P_1(u) + r^{\lambda_1} Q_1(r, u)}{r^{\bar{e}} [P_2(u) + r^{\lambda_2} Q_2(r, u)]} \quad (9)$$

причём, $\bar{e} = p_0 + \frac{m_0}{k} + 1 - m_0 > 1$ (следует из предположения о том, что $(\cdot)M_*$ лежит выше прямой $M_{II}V_0$ – обыкновенный порядок кривизны).

По теореме 9 [1], единственными возможными мерами кривизны O_+ – кривых с порядком $V_0 = \frac{m_0}{k}$ являются ненулевые корни многочлена $P_1(u)$.

$P_1(u) = F_k u^k + a = 0$, корень $u_0^k = -\frac{a}{F_k}$, k – нечётное, следовательно, многочлен $P_1(u)$ имеет единственный корень (в зависимости от знака $a \cdot F_k$ он будет или положительный или отрицательный).

$$u_0 = \sqrt[k]{-\frac{a}{F_k}} \text{ – возможная мера кривизны.}$$

Проверим, имеет ли уравнение (8) решение:

$$u = u(r): u(r) \rightarrow u_0 \text{ при } r \rightarrow 0.$$

u_0 – обыкновенная мера кривизны, так как $P_0(u_0) = b \neq 0$.

Сделаем в уравнении (8) замену $u = u_0 + v$.

$$\frac{dv}{dr} = \frac{kF_k u_0^{k-1} v + c_2 v^2 + \dots + F_k v^k + r^{\lambda_1} \bar{Q}_1(r, v)}{r^{\bar{e}} [b + r^{\lambda_2} \bar{Q}_2(r, v)]} \quad (10)$$

$\bar{Q}_1(r, v) = Q_1(r, u_0 + v)$ –аналитические от $r^{\frac{1}{k}}$ и v .
 $\bar{Q}_2(r, v) = Q_2(r, u_0 + v)$

Так как $b \neq 0$, то уравнение (10) приводится к виду:

$$r^{\bar{e}} \frac{dv}{dr} = \frac{kF_k u_0^{k-1} v}{b} + \bar{c}_2 v^2 + \dots + r^{\lambda_1} V(r, v) \quad (11)$$

$V(r, v)$ – аналитическая функция от $r^{\frac{1}{k}}$ и v .

Имеем: $\bar{e} > 1$ и $bF_k < 0$ (так как $G(\varphi) + g(r, \varphi)$, в области N_2 , то следовательно $G(\varphi) \cdot g(r, \varphi) > 0$, поэтому $G_e \cdot b > 0$, а $F_k \cdot b < 0$).

Для уравнения (11) известно [1], что существует лишь одна O_+ – кривая, отсюда следует, что уравнение (9) имеет единственное решение $u(r) \rightarrow u_0$ при $r \rightarrow 0$.

2) Пусть $\frac{m_0}{k}(l+1) < p_0 + \frac{m_0}{k}$, то есть $m_0 L < p_0 k$. Уравнение (7) имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{du}{dr} &= \frac{F_k u^k + a + r^{\lambda_1} Q_1(u, r)}{r^{\frac{m_0(l+1)+1-m_0}{k}} [u^e G_e + r^{\lambda_2} Q_2(u, r)]} \\ \bar{e} &= \frac{m_0}{k}(l+1) + 1 - m_0 > 1, \text{ т. к. } l+1 > k \end{aligned}$$

V_0 – обыкновенный порядок кривизны.

Возможная мера кривизны $u_0 = \sqrt[k]{-\frac{a}{F_k}}$

u_0 – обыкновенная мера, так как $P_2(u_0) = u_0^e G_e \neq 0$. Уравнение (10) будет иметь вид:

$$\frac{dv}{dr} = \frac{kF_k u_0^{k-1} v + c_2 v^2 + \dots + F_k v^k + r^{\lambda_1} \bar{Q}_1(r, v)}{r^{\bar{e}} [u_0^e G_e + \dots + r^{\lambda_2} \bar{Q}_2(r, v)]}$$

Уравнение (11) будет таким:

$$r^{\bar{e}} \frac{dv}{dr} = \frac{kF_k u_0^{k-1}}{u_0^e G_e} v + \bar{c}_2 v^2 + \dots + r^{\lambda_1} V(r, v)$$

Здесь $\frac{kF_k u_0^{k-1}}{u_0^e G_e} < 0$, т.к. $F_k G_e < 0$ и $k-1, l$ – чётный, поэтому существует единственная

O_+ – кривая, а следовательно и единственное решение $u(r) \rightarrow u_0$.

3) $\frac{m_0}{k}(l+1) = p_0 + \frac{m_0}{k}$, т.е. $m_0 L = p_0 k$.

Уравнение (7) примет вид:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dr} &= \frac{F_k u^k + a + r^{\lambda_1} Q_1(r, u)}{r^{\frac{m_0(l+1)+1-m_0}{k}} [u^e G_e + b + r^{\lambda_2} Q_2(r, u)]} \\ \bar{e} &= \frac{m_0}{k}(l+1) + 1 - m_0 > 1 \end{aligned}$$

Возможная мера кривизны $u_0 = \sqrt[k]{-\frac{a}{F_k}}$

$P_2(u) = u^e G_e + b \neq 0$, так как $G_e b > 0$

u_0 – обыкновенная мера кривизны.

Тогда

$$\frac{dv}{dr} = \frac{kF_k u_0^{k-1} v + c_2 v^2 + \dots + F_k v^k + r^{\lambda_1} \bar{Q}_1(r, v)}{r^{\bar{e}} [u_0^e G_e + \dots + r^{\lambda_2} \bar{Q}_2(r, v)]}$$

Уравнение (11):

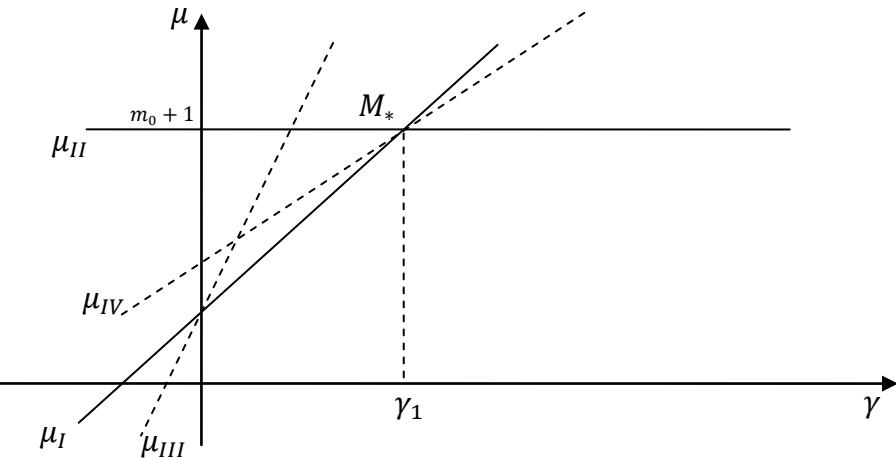
$$r^{\bar{e}} \frac{dv}{dr} = \frac{kF_k u_0^{k-1}}{u_0^e G_e + b} v + \bar{c}_2 v^2 + \dots + r^{\lambda_1} V(r, v);$$

Рассмотрим коэффициент

$$\frac{kF_k u_0^{k-1}}{u_0^e G_e + b} = \frac{k u_0^{k-1} \frac{F_k}{b}}{u_0^e \frac{G_e}{b} + 1} < C$$

Для уравнения (11) существует единственная O_+ – кривая, а значит, существует единственное решение $u(r) \rightarrow u_0$.

Итак, наше исходное уравнение (1) имеет единственную O_+ – кривую с порядком кривизны $V_0 = \frac{m_0}{k}$ и мерой кривизны $u_0 = \sqrt[k]{-\frac{a}{F_k}}$ при условиях и а) $k = 1$ или б) $p_0 k > m_0(k - 1)$.



II. Предположим, что M_* лежит на прямой M_{II} . Это значит, $p_0 k > m_0(k - 1), k > 1$. Ломаная Фроммера состоит из двух звеньев, $V_0 = \frac{m_0}{k}$

1) Пусть $m_0 L > p_0 k$

Тогда имеем уравнение (8) вида:

$$\frac{du}{dr} = \frac{r^{m_0} \left[F_k u^k - \frac{m_0}{k} u \cdot b + a + r^{\lambda_1} Q_1(r, u) \right]}{r^{p_0 + \frac{m_0}{k} + 1} [b + r^{\lambda_2} Q_2(r, u)]}$$

$$\bar{e} = p_0 + \frac{m_0}{k} + 1 - m_0 = 1, \text{ так как } p_0 k = m_0(k - 1)$$

V_0 – обычный порядок кривизны.

Возможные меры кривизны – корни уравнения

$$F_k u^k - \frac{m_0}{k} b \cdot u + a = 0$$

(поскольку $a \neq 0$, то нулевых корней нет).

Рассмотрим уравнение:

$$u_0^k - \frac{m_0 b}{F_k k} u + \frac{a}{F_k} = 0$$

Оно имеет один простой корень, т.к.

$$P'_1(u) = k u^{k-1} - \frac{m_0 b}{F_k k} > 0$$

Дифференциальное уравнение (10) имеет вид:

$$\frac{dv}{dr} = \frac{\left(-\frac{m_0}{k} b + k u_0^{k-1} F_k \right) v + c_2 v_2 + \dots + r^{\lambda_1} \bar{Q}_1(r, v)}{r(b + r^{\lambda_2} \bar{Q}_2(r, v))},$$

а уравнение (11) примет вид:

$$r \frac{dv}{dr} = \frac{k u_0^{k-1} F_k - \frac{m_0}{k} b}{b} v + \bar{c}_2 v^2 + \dots + r^{\lambda_1} V(r, v)$$

Определим знак выражения:

$$\frac{k u_0^{k-1} F_k - \frac{m_0}{k} b}{b} = \frac{k u_0^{k-1} - \frac{m_0 b}{k F_k}}{\frac{b}{F_k}} < 0$$

т.к. числитель положительный, а $b F_k < 0$.

Поэтому уравнения (11) имеет единственную O_+ – кривую, а следовательно существует единственное решение уравнения (8), такое, что $u(r) \rightarrow u_0$ при $r \rightarrow 0$.

2) Пусть $m_0 L < p_0 k$.

Уравнение (8) будет таким:

$$\frac{du}{dr} = \frac{r^{m_0} \left[F_k u^k - \frac{m_0}{k} u b + a + r^{\lambda_1} Q_1(r, u) \right]}{r^{\frac{m_0}{k}(l+1)+1} [u^e G_e + r^{\lambda_2} Q_2(r, u)]}$$

$$\bar{e} = \frac{m_0}{k} (l+1) + 1 - m_0 > 1, \quad \text{т. к. } k < l+1$$

Возможные меры кривизны – корни уравнения

$$F_k u^k - \frac{m_0}{k} u b + a = 0$$

Имеем у этого уравнения – один простой корень, т.к. $bF_k < 0$.

$$\frac{dv}{dr} = \frac{\left(-\frac{m_0}{k} b + k u_0^{k-1} F_k \right) v + c_2 v_2 + \dots + r^{\lambda_1} \bar{Q}_1(r, v)}{r(u_0^e G_e + \dots + r^{\lambda_2} \bar{Q}_2(r, v))} \quad (10)$$

Уравнение (11):

$$r \frac{dv}{dr} = \frac{k u_0^{k-1} F_k - \frac{m_0}{k} b}{u_0^e G_e} v + \bar{c}_2 v^2 + \dots + r^{\lambda_1} V(r, v)$$

Выясним знак:

$$\frac{k u_0^{k-1} F_k - \frac{m_0}{k} b}{u_0^e G_e} = \frac{k u_0^{k-1} F_k - \frac{m_0}{k} b}{u_0^e \frac{G_e}{F_k}} < 0$$

(т.к. числитель положителен, знаменатель отрицателен).

Итак, уравнение (8) имеет единственное решение $u(r) \rightarrow u_0$, где u_0 – корень $F_k u^k - \frac{m_0}{k} u b + a = 0$.

3) Пусть $m_0 L = p_0 k$.

Уравнение (8) имеет вид:

$$\frac{du}{dr} = \frac{r^{m_0} \left[F_k u^k - \frac{m_0}{k} u b + a + r^{\lambda_1} Q_1(r, u) \right]}{r^{\frac{m_0}{k}(l+1)+1} [u^e G_e + b + r^{\lambda_2} Q_2(r, u)]}$$

$$\bar{e} = \frac{m_0}{k} (l+1) + 1 - m_0 = p_0 + \frac{m_0}{k} + 1 - m_0 = 1$$

Возможные меры кривизны – корни уравнения

$$F_k u^k - \frac{m_0}{k} u b + a = 0$$

$$P_2(u_0) = u_0^e G_e + b \neq 0$$

В этом случае существует единственное решение уравнения (8) $u(r) \rightarrow u_0$.

Итак, если $1 < k < l+1$ и $p_0 k = m_0(k-1)$, то существует единственная O_+ – кривая уравнения (1).

Литература

1. А.Ф. Андреев «О проблемах различия для исключительных направлений Р2 – системы в особой точке, Нелинейные динамические системы». Вып. 1. СПб., 1998, с.13-31
2. А.Ф. Андреев «Введение в локальную качественную теорию дифференциальных уравнений». Учеб. пособие СПб. Издательство С.-Петербургского университета 2001. 160с.
3. В.В. Немыцкий, В.В. Степанов «Качественная теория дифференциальных уравнений». М. 1949. 550с.

УДК 519.21

**О СИЛЬНОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СРЕДНЕАРИФМЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ
НЕИЗВЕСТНОГО СРЕДНЕГО ОДНОРОДНОГО СЛУЧАЙНОГО ПОЛЯ,
НАБЛЮДАЕМОГО НА КРЕСТЕ**

И.Б.Халикулов, С.И.Халикулов

Самаркандинский государственный университет

Аннотация. В данной статье рассматривается вещественное однородное случайное поле

$$\xi(t_1, t_2) = \alpha + \eta(t_1, t_2)$$

где α – неизвестная постоянная и $M\eta(t_1, t_2) = 0$ наблюдается на кресте

$$K_{T_1, T_2} = \{(t_1, t_2): |t_1| \leq T_1, t_2 = 0\} \cup \{(t_1, t_2): t_1 = 0; |t_2| \leq T_2\}$$

Изучается асимптотическое поведение дисперсии среднеарифметической оценки параметра α .

Ключевые слова: (случайное поле, крест, дисперсия, асимптотическое поведение, среднеарифметическая оценка, спектральная плотность)

Krestda kuzatiluvchi bir jinsli tasodify maydonning noma'lum o'rta qiymatining o'rta arifmetik bahosining holati haqida

Annotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada haqiqiy bir jinsli tasodify

$$\xi(t_1, t_2) = \alpha + \eta(t_1, t_2)$$

maydon qaraladi, bu yerda α – noma'lum o'zgarmasva

$$K_{T_1, T_2} = \{(t_1, t_2): |t_1| \leq T_1, t_2 = 0\} \cup \{(t_1, t_2): t_1 = 0; |t_2| \leq T_2\}$$

krestda $M\eta(t_1, t_2) = 0$. α parametrning o'rta arifmetik bahosi dispersiyasining asimptotik holatlar o'rganiladi.

Tayanch so'zlar: (tasodify maydon, krest, dispersiya, asimptotik holat, noma'lum, o'rta arifmetik baho, spektral zichlik)

The strong behavior of arithmetic mean of estimate of unknown homogenous random field observed on the cross

Abstract. In this article it is considered homogenous random field

$$\xi(t_1, t_2) = \alpha + \eta(t_1, t_2)$$

where α -unknown constant and $M\eta(t_1, t_2) = 0$ on the cross

$$K_{T_1, T_2} = \{(t_1, t_2): |t_1| \leq T_1, t_2 = 0\} \cup \{(t_1, t_2): t_1 = 0; |t_2| \leq T_2\}$$

It is studied the asymptotical behavior of dispersion of arithmetic mean of estimate of parameter α .

Keywords: (random, field, cross, dispersion, asymptotical behavior, unknown, arithmetic mean of estimate, spectral density).

Предположим, что однородное случайное поле

$$\xi(t_1, t_2) = \alpha + \eta(t_1, t_2), \quad (1)$$

где, α – неизвестная постоянная, а $M\eta(t_1, t_2) = 0$ наблюдается на кресте

$$K_{T_1, T_2} = \{(t_1, t_2): -T_1 \leq t_1 \leq T_1, t_2 = 0\} \cup \{(t_1, t_2): t_1 = 0, -T_2 \leq t_2 \leq T_2\}.$$

Рассмотрим в качестве оценки неизвестного среднего арифметического оценку

$$\tilde{\alpha}_{T_1, T_2} = \frac{1}{2(T_1 + T_2)} \left\{ \int_{-T_1}^{T_1} \xi(u, 0) du + \int_{-T_2}^{T_2} \xi(0, v) dv \right\} \quad (2)$$

Заметим также, что оценку (2) можно представить в виде

$$\tilde{\alpha}_{T_1, T_2} = \alpha + \frac{1}{2(T_1 + T_2)} \left\{ \int_{-T_1}^{T_1} \eta(u, 0) du + \int_{-T_2}^{T_2} \eta(0, v) dv \right\} \quad (3)$$

Представляет интерес изучение условий при которых

$$d_{T_1, T_2} = \tilde{\alpha}_{T_1, T_2} - \alpha \rightarrow 0, \text{ при } T_1 \rightarrow \infty, T_2 \rightarrow \infty$$

т. е. условий состоятельности оценки (2) с вероятностью единица.

Предположим дополнительно, что случайные поля $\xi(t_1, t_2)$ имеет спектральную плотность $f(\lambda_1, \lambda_2)$. Сечения случайного поля $\xi(t_1, t_2)$ $\xi(t_1, 0)$, и $\xi(0, t_2)$ является стационарными процессами со спектральными плотностями $f(\lambda_1)$ и $f(\lambda_2)$, где

$$f_1(\lambda_1) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\lambda_1, \lambda_2) d\lambda_2, \quad (4)$$

$$f_2(\lambda_2) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\lambda_1, \lambda_2) d\lambda_1, \quad (5)$$

Этот факт следует, например, из спектрального представления однородного случайного поля

$$\eta(t_1, t_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{i(\lambda_1 t_1 + \lambda_2 t_2)} Z(d\lambda) \quad (6)$$

где $Z(\cdot)$ – ортогональная случайная мера, определенная на борелевских множествах плоскости, такая, что

$$MZ(S_1)\bar{Z}(S_2) = \iint_{S_1 \cap S_2} f(\lambda_1, \lambda_2) d\lambda_1 d\lambda_2 \quad (7)$$

для любых двух борелевских множеств S_1 и S_2 [1].

Можно показать, что дисперсия оценки $\tilde{\alpha}_{T_1, T_2}$ определяется следующим соотношением

$$D\tilde{\alpha}_{T_1, T_2} = \frac{1}{(T_1 + T_2)^2} \iint_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{\sin \lambda_1 T_1}{\lambda_1} + \frac{\sin \lambda_2 T_2}{\lambda_2} \right]^2 f(\lambda_1, \lambda_2) d\lambda_1 d\lambda_2 \quad (8)$$

Рассмотрим среднеарифметическую оценку для неизвестного среднего значения

$$\begin{aligned} \tilde{\alpha}_{T_1, T_2} &= \frac{1}{2(T_1 + T_2)} \left\{ \int_{-T_1}^{T_1} \xi(t_1, 0) dt_1 + \int_{-T_2}^{T_2} \xi(0, t_2) dt_2 \right\} = \\ &= \frac{1}{2(T_1 + T_2)} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \int_{-T_1}^{T_1} e^{-i\lambda_1 t_1} dt_1 + \int_{-T_2}^{T_2} e^{-i\lambda_2 t_2} dt_2 \right\} Z(d\lambda_1, d\lambda_2) + \alpha . \end{aligned}$$

Предположим, что спектральная плотность $\xi(t_1, t_2)$ существует и равна $f(\lambda_1, \lambda_2)$. Используя равенство [2]

$$\int_{-T_1}^{T_1} e^{i\lambda_1 t_1} dt_1 + \int_{-T_2}^{T_2} e^{i\lambda_2 t_2} dt_2 = \frac{2 \sin \lambda_1 T_1}{\lambda_1} + \frac{2 \sin \lambda_2 T_2}{\lambda_2}.$$

Имеет место соотношение

$$D\tilde{\alpha}_{T_1, T_2} = \frac{4}{(T_1 + T_2)^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} K_{T_1, T_2}(\lambda_1, \lambda_2) f(\lambda_1, \lambda_2) d\lambda_1 d\lambda_2 ,$$

где

$$\begin{aligned} K_{T_1, T_2}(\lambda_1, \lambda_2) &= \frac{\sin^2 \lambda_1 T_1}{\lambda_1^2} + \frac{\sin^2 \lambda_2 T_2}{\lambda_2^2} + 2 \frac{\sin \lambda_1 T_1 \sin \lambda_2 T_2}{\lambda_1 \lambda_2} = \\ &= \left[\frac{\sin \lambda_1 T_1}{\lambda_1} + \frac{\sin \lambda_2 T_2}{\lambda_2} \right]^2 . \end{aligned}$$

Отсюда и следует (8).

Теорема 1. Пусть

$$\int_{|\lambda_1| < \delta_1} f_1(\lambda_1) = O(\delta^{-\alpha_1})$$

при $\delta^i \rightarrow 0$ ($i = 1, 2$). Тогда при $T_1 \rightarrow \infty, T_2 \rightarrow \infty$ для любого $\varepsilon > 0$ справедливы с вероятностью единица следующие оценки:

1) Если $0 < \alpha_1 < 1, 0 < \alpha_2 < 1$, то

$$d_{T_1, T_2} = o\left(T_1^{-\frac{\alpha_1}{2}} (\ln T_1)^{\frac{1}{2} + \varepsilon}\right) + o\left(T_2^{-\frac{\alpha_2}{2}} (\ln T_2)^{\frac{1}{2} + \varepsilon}\right);$$

2) Если $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1$, то

$$d_{T_1, T_2} = o\left(T_1^{-\frac{1}{2}}(\ln T_1)^{\frac{3}{2}+\varepsilon}\right) + o\left(T_2^{-\frac{1}{2}}(\ln T_2)^{\frac{3}{2}+\varepsilon}\right);$$

3) Если $\alpha_1 > 1, \alpha_2 > 1$, то

$$d_{T_1, T_2} = o\left(T_1^{-\frac{1}{2}}(\ln T_1)^{\frac{1}{2}+\varepsilon}\right) + o\left(T_2^{-\frac{1}{2}}(\ln T_2)^{\frac{1}{2}+\varepsilon}\right);$$

4) Если $\alpha_1 < 1, \alpha_2 > 1$, то

$$d_{T_1, T_2} = o\left(T_1^{-\frac{\alpha_1}{2}}(\ln T_1)^{\frac{1}{2}+\varepsilon}\right) + o\left(T_2^{-\frac{1}{2}}(\ln T_2)^{\frac{1}{2}+\varepsilon}\right).$$

Утверждение теоремы следует из представления

$$d_{T_1, T_2} = \frac{T_1}{T_1 + T_2} \frac{1}{2T_1} \int_{-T_1}^{T_1} \xi(u, 0) du + \frac{T_2}{T_1 + T_2} \frac{1}{2T_2} \int_{-T_2}^{T_2} \xi(0, v) dv$$

и результатов В.Ф.Гапошкина [3].

Литература

- Гихман И.И. Скороход А.В. Ядренко М.И. "Теория вероятностей и математическая статистика". Киев: Выща школа, 1988. - 438с.
- Ядренко М.И. "Спектральная теория случайных полей ". Киев: Выща школа. 1980. - 208с.
- Гапошкін В.Ф. "Оценки средних для почти всех реализаций стационарных процессов ". //Сибирский мат. журнал. 1979. Т.20, №5, с.978-979.

UDK: 517.51

ON THE SOME GENERALIZATIONS AND IMPROVEMENTS OF THE BEST POLYNOMIAL APPROXIMATIONS OF FUNCTIONS OF MANY REAL VARIABLES

A.Khatamov

Samarkand State University

E-mail: khatamov@rambler.ru

Abstract. The paper is devoted to some generalizations and improvements of results obtained in the paper [1] of the best joint polynomial approximations in uniform and integral metrics on a given bounded closed convex domain of the functions of many real variables (FMRV) from the semi-normalized Sobolev space with last derivative of integrable on nonempty intersections of each straight line with this domain.

Keywords: some generalization and improvement, the best joint polynomial approximation, a given bounded closed convex domain, the functions of many real variables, from the semi-normalized Sobolev space, the last derivative of integrable, on nonempty intersection of each straight line with this domain, in uniform and integral metrics.

Haqiqiy ko‘p o‘zgaruvchili funksiyalarni birligida eng yaxshi ko‘p hadli yaqinlashtirish baholarining ba’zi umumlashmalari va yaxshilanishlari haqida

Annotatsiya. Maqola chegaralangan yopiq qavariq sohalarga tekis va integral merikalarda [1], maqoladan olingan natijalarining ba’zi umumlashmalarini va yaxshilanishlarini ko‘p o‘zgaruvchili yarim normalashtirilgan Sobolev fazolariga qarashli har bir to‘gri chiziqning shu soha bilan bo‘sh bo‘lmagan kesishmalarida oxirgi hosilasi integrallanuvchi funksiyalarni eng yaxshi yaqinlashtirish baholariga bag’ishlangan.

Kalit so‘zlar: ba’zi umumlashmalar va yaxshilanishlar, eng yaxshi birligida polynomial yaqinlashtirish, berilgan chegaralangan yopiq qavariq soha, ko‘p haqiqiy o‘zgaruvchli funksiya,

yarim-normalashtirilgan Sobolev fazosidan, har bir to'gri chiziqning shu soha bilan bo'sh bo'lmanan kesishmasida oxirgi hosilasi integrallanuvchi, tekisva integral metrikalarda.

О некоторых обобщениях и улучшениях оценок совместных наилучших полиномиальных приближений функций многих действительных переменных

Аннотация. Статья посвящена некоторым обобщениям и улучшениям результатов работы [1], связанные с совместными полиномиальными приближениями в равномерной и в интегральных метриках в данной ограниченной замкнутой выпуклой области функций многих действительных переменных из полуформированных пространств Соболева и на каждом непустом пересечении каждой прямой линии с этой областью последняя производная которой интегрируема на этих пересечениях.

Ключевые слова: некоторое обобщение и улучшение, наилучшее совместное полиномиальное приближение, данная ограниченная замкнутая выпуклая область, функция многих действительных переменных, из полуформированного пространства Соболева, с интегрируемой последней производной, на непустое пересечение каждой прямой линии с этой областью, в равномерной и в интегральной метриках.

Introduction.

In the paper [1] of author some generalizations of the results of paper [2], related with joint polynomial approximations in uniform and integral metrics on a given bounded closed convex domain of the FMRV of from the semi-normalized Sobolev space with last derivative of bounded variation on the nonempty intersections of each straight line with this domain are proved.

The present paper is devoted to further generalizations and improvements of the results of paper [1] for the joint polynomial approximations in uniform and integral metrics on given bounded closed convex domain of the FMRV from the semi-normalized Sobolev space with last derivative of integrable on nonempty intersections of each straight line with this domain.

1. Some definitions and notations. In order to detail expound of these results we need in some definitions and notations. Let \mathbb{N} be the set of all natural numbers, $\mathbb{Z}_+ = \mathbb{N} \cup \{0\}\mathbb{R}^n$ is n -dimensional Euclidean space equipped with the usual norm $\|\cdot\|$ ($n \geq 1$), G is bounded closed convex domain in \mathbb{R}^n , e is n -dimensional unit vector, $L_p(G)$ is the quasi-normalized space of measurable real-valued functions with respect to n -dimensional Lebesque measure on G whose p th power is integrable; this space is equipped with the quasi-norm

$$\|f\|_{p,G} := (\int_G |f(x)|^p dx)^{1/p} \quad (0 < p < \infty), \quad \|f\|_{\infty,G} := \text{ess sup } \{|f(x)| : x \in G\}.$$

For $(0 < p \leq \infty)$ and integer $l \geq 0$, by $W_p^{(l)}(G)$ we denote the isotropic Sobolev space of functions $f \in L_p(G)$ on G that possess generalized (in the sense of Sobolev) l th-order partial derivatives $D^{(l)}(e)f$ ($D^{(l)}(e)f \equiv f$) in the direction of each; this space is equipped with the finite quasi-semi-norm (see [12]):

$$\|f\|_{w_p^{(l)}(G)} = \sup \left\{ \|D^{(l)}(e)f\|_{p,G} : e \in \mathbb{R}^n, \|e\| = 1 \right\}.$$

For $l \in \mathbb{Z}_+$ by $C^{(l)}(G)$ we denote the set of all functions f having for each e the derivative $D^{(l)}(e)f$ which continuous on G and $\|f\|_{C^{(l)}(G)} = \sup \left\{ \|D^{(l)}(e)f\|_{C(G)} : e \in \mathbb{R}^n, \|e\| = 1 \right\} < \infty$.

For integer $k \geq 0$, the symbol $\Delta^{(k)}(\varepsilon e)f$ denotes the k th difference of the function f with step $\varepsilon \geq 0$ in the direction of the unit vector

$$e: \Delta^{(0)}(\varepsilon, e)f(x) = f(x), \quad \Delta^{(k)}(\varepsilon, e)f(x) := \sum_{i=0}^k (-1)^{k-i} C_k^i f(x + i\varepsilon e) \quad (k \geq 1).$$

If for each e and some integer $l \geq 0$ the derivative $D^{(l)}(e)f \in L_p(G)(C(G))$ exists on the set G , then for $\delta \geq 0$ we define isotropic k th-order module of smoothness for the l th-order derivatives as follows:

$$\omega_k^{(l)}(f, \delta)_p = \sup \left\{ \sup \left\{ \|\Delta^{(k)}(\varepsilon e)D^{(l)}(e)f\|_{p,G_{kx}} : 0 \leq \varepsilon \leq \delta \right\} : e \in \mathbb{R}^n, \|e\| = 1 \right\}$$

$$\left(\omega_k^{(l)}(f, \delta) := \sup \left\{ \sup \left\{ \|\Delta^{(k)}(\varepsilon e) D^{(l)}(e)f\|_{C,G_{kx}} : 0 \leq \varepsilon \leq \delta \right\} : e \in \mathbb{R}^n, \|e\| = 1 \right\} \right),$$

where G_{kx} is the subset of G consisting of all points $x \in G$ such that the intervals $[x, x + k\varepsilon e]$ of the line entirely lie in G . The superscript (subscript) on $\omega_k^l(\cdot)$ is omitted if this variable is zero (unit).

If $D^{(l)}(e)f \in L_\infty(G) (C(G))$ for any e and for some positive numbers K, a we have inequality $\omega^{(l)}(f, \delta)_\infty \leq K\delta^a$ ($\omega^{(l)}(f, \delta) \leq K\delta^a$) then we write

$f \in W^l KH_\infty^a(G)$ ($f \in W^l KH^a(G)$). By $Conv_n^{(l)}(G)$ we denote the set of all functions f , such that for any vector e $D^{(l)}(e)f$ is continuous on G and convex (up or down) on the not empty intersection of each parallel to vector straight line $L \subset \mathbb{R}^n$ with domain G . Let be

$$M^{(l)}(f, G) := \sup \left\{ \|D^{(l)}(e)f\|_{c(G)} : e \in \mathbb{R}^n, \|e\| = 1 \right\}.$$

For some $M = const > 0$ by $Conv_n^{(l)}(M, G)$ we denote the set of all functions $f \in Conv_n^{(l)}(G)$, which satisfy inequality $M^{(l)}(f, G) \leq M$.

The set of all functions f having for each vector the derivative $D^{(l)}(e)f \in KH_\infty^a(G)$ which convex (up or down) on the not empty intersection of any parallel to vector straight line $L \subset \mathbb{R}^n$ with domain G we denote by $Conv_n^{(l)}(K, G)$

Let $V_n^{(l)}(M, G)$ be the set of all functions f having for each vector a finite derivative $D^{(l)}(e)$ on not empty intersection of each parallel to vector straight line $L \subset \mathbb{R}^n$ with domain G the total variations of which on these intersections are bounded with one and only one number $M > 0$ for all vectors e .

For integers $N \geq 0$ and $n \geq 1$, by $\mathbb{P}_{N,n}$ we denote the set of all algebraic polynomials $g(x) = \sum C_\lambda x^\lambda$ of degree $\leq N$ with respect to all n variables, where $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ is a multi-index with integer nonnegative components $\lambda_i, x^\lambda = x_1^{\lambda_1}, \dots, x_n^{\lambda_n}, C_\lambda$ are real numbers, and the sum is taken over all λ such that $|\lambda| := \lambda_1 + \dots + \lambda_n \leq N$. By $E_N(f, G)_p, (E_N^{(s)}(f, G)_p)$ we denote the least deviation of the

Function $f \in L_p(G)$ ($f \in W_p^{(l)}(G)$) from the polynomials $g \in P_{N,n}$ with respect to the quasi-norm (quasi-semi-norm) of the space $L_p(G), (W_p^{(s)}(G))$ i.e.,

$$E_N(f, G)_p := \inf \left\{ \|f - g\|_{p,G} : g \in \mathbb{P}_{N,n} \right\} \quad (E_N^{(s)}(M, G)_p := \inf \left\{ |f - g|_{w_p^{(s)}(G)} : g \in P_{N,n} \right\})$$

If here $\mathbb{P}_{N,n}$ to replace by $\mathbb{R}_{N,n}$ - the set of all rational functions R of degree $\leq N$ with respect to all n variables, then we get the definition of $R_N(f, G)_p$ - the best approximation of functions $f \in L_p(G)$ by rational functions $r \in \mathbb{R}_{N,n}(G)$ with respect to the quasi-norm of the space

$L_p(G)$,

$$E_N^{(s)}(X) = \sup \left\{ E_N^{(s)}(f, G)_p : f \in X \right\}.$$

Everywhere below $C(\beta_1, \beta_2, \dots), C_1(\beta_1, \beta_2, \dots), \dots$ denote positive variables depending on the parameters given in parenthesis and on the subscripts.

Theorem 1. If G is bounded closed convex domain in \mathbb{R}^n ($n \geq 2$), $l \in \mathbb{Z}_+, k \in \mathbb{N}, M = const > 0, 1 < p \leq \infty$ and $f \in C^{(l)}(G) \cap V_n^{(l)}(M, G)$ then at all $s = 0, 1, \dots, l$ and at all natural numbers $N \geq \max \{1, l\}$ the estimates

$$E_N^{(s)}(f, G)_p \leq C(n, l, k, s, p, G) M^{1/p} N^{-l-1/p+s} \left(\omega^{(l)} \left(f, \frac{1}{N} \right) \right)^{l-1/p}$$

hold, i.e. for each individual function $f \in C^{(l)}(G) \cap V_n^{(l)}(M, G)$

$$E_N^{(s)}(f, G)_p = \bar{O}(N^{-l-1/p+s}) \text{ as } N \rightarrow \infty.$$

Corollary 1. If G is bounded closed convex domain in \mathbb{R}^n ($n \geq 2$), $l \in \mathbb{Z}_+, k \in \mathbb{N}, M = const > 0, 1 < p \leq \infty$ and $f \in W^l KH_\infty^a(G) \cap V_n^{(l)}(M, G)$ then at all $s = 0, 1, \dots, l$ and all natural numbers $N \geq \max \{1, l\}$ the estimates

$$E_N^{(s)}(f, G)_p \leq C(n, l, k, s, p, G) M^{1/p} K^{1-1/p} N^{-l-1/p-\alpha(1-1/p)+s}$$

are true.

2. Main results. Main result of the paper is following theorem which are some generalizations and

improvements of results obtained in the paper[1].

Theorem 2. If G is bounded closed convex domain in $\mathbb{R}^n (n \geq 2)$, $l \in \mathbb{Z}_+, k \in \mathbb{N}, f \in C^{(l)}(G) \cap W_1^{(l+1)}(G), s = 0, 1, \dots, l$, natural numbers $N \geq \max\{1, l\}$ the at $1 \leq p \leq \infty$

$$E_N^{(s)}(f, G)_p \leq C(n, l, k, s, G) N^{-l-1/p+s} \left(\omega_k^{(l)} \left(f, \frac{1}{N} \right)_\infty \right)^{l-1/p} \left(\omega_{k-1}^{(l+1)} \left(f, \frac{1}{N} \right)_1 \right)^{l/p}$$

but at $0 < p < 1$

$$E_N^{(s)}(f, G)_p \leq C(n, l, k, s, G) N^{-l-1+s} \omega_{k-1}^{(l+1)} \left(f, \frac{1}{N} \right)_1$$

Proof of Theorem 2. Proof of Theorem 2 based on using of several auxiliary propositions and its proofs and using Konovalov's theorem.

Proposition 1. If G be bounded closed domain in \mathbb{R}^n and $s = 0, 1, \dots, l$ the estimate $\omega_{l-s+k}^{(s)}(f, \delta)_p \leq \delta^{l-s} \omega_k^{(l)}(f, \delta)_p$

holds.

Proof. from the definition of the isotropic module of smoothness of the $l-s+k$ th order, the hebeguet theorem on representation of an absolutely continuous function as the indefinite integral of its derivative up to a constant summand and generalized Minkowski inequality we get

$$\begin{aligned} \omega_{l-s+k}^{(s)}(f, \delta)_p &:= \sup_e \sup_{0 \leq h \leq \delta} \left\| \Delta^{(k)}(he) \Delta^{(l-s)}(he) D^{(s)}(e) f(x) \right\|_{p, G(l-s+k)he} \\ &= \sup_e \sup_{0 \leq h \leq \delta} \left\| \Delta^{(k)}(he) \int_{[0, h]^{l-s}} D^{(l)}(e) f \left(x + \sum_{j=1}^{l-s} t_j x \right) \prod_{j=1}^{l-s} dt_j \right\|_{p, G(l-s+k)he} \\ &\leq \sup_e \sup_{0 \leq h \leq \delta} \int_{[0, h]^{l-s}} \left\{ \int_{G(l-s+k)he} \left| \Delta^{(k)}(he) f \left(x + \sum_{j=1}^{l-s} t_j e \right) \right|^p dx \right\}^{1/p} \prod_{j=1}^{l-s} dt_j \\ &= \delta^{l-s} \omega_k^{l-s} \omega_k^{(l)}(f, \delta)_p. \end{aligned}$$

Proposition 1 is proved.

Proposition 2. If G be bounded closed convex domain in $\mathbb{R}^n (n \geq 2)$, $l \in \mathbb{Z}_+, K \in \mathbb{N}, f \in C^{(l)}(G) \cap W_1^{(l+1)}(G)$, then at $1 \leq p \leq \infty$ we

have estimate $\omega_k^{(l)}(f, \delta)_p \leq C(p, n, G) \delta^{1/p} \omega_k^{(l)}(f, \delta)_\infty^{1-1/p} (\omega_{k-1}^{(l+1)}(f, \delta)_1)^{1/p}$.

Proof. Using definition of isotropic module of smoothness of kth-order ,Lebegue theorem mentioned above and Fubini theorem we have

$$\begin{aligned} \omega_k^{(l)}(f, \delta)_1 &= \sup_e \sup_{0 \leq h \leq \delta} \int_{Gkhe} \left| \Delta^{(k-1)}(he) \int_0^h D^{(l+1)}(e) f(x+te) dt \right| dx \leq \\ &\leq \sup_e \sup_{0 \leq h \leq \delta} \int_0^h \left(\int_{Gkhe} |\Delta^{(k-1)}(he) D^{(l+1)}(e) f(x+te)| dx \right) dt = \delta \omega_{k-1}^{(l+1)}(f, \delta)_1. \\ \text{From the last estimate it follows that for } 1 \leq p \leq \infty \text{ we easily have} \\ \omega_k^{(l)}(f, \delta)_p &= \sup_e \sup_{0 \leq h \leq \delta} \left\{ \int_{Gkhe} |\Delta^{(k)}(he) D^{(l)}(e) f(x)|^p dx \right\}^{1/p} \\ &\leq \sup_e \sup_{0 \leq h \leq \delta} \left(\omega_k^{(l)}(f, \delta)_\infty \right)^{1-1/p} \left\{ \int_{Gkhe} |\Delta^{(k)}(he) D^{(l)}(e) f(x)| dx \right\}^{1/p} \\ &= \omega_k^{(l)}(f, \delta)_\infty^{1-1/p} \left(\omega_k^{(l)}(f, \delta)_1 \right)^{1/p} \leq \delta^{1/p} \left(\omega_k^{(l)}(f, \delta) \right)^{1-1/p} \left(\omega_{k-1}^{(l+1)}(f, \delta)_1 \right)^{1/p}. \end{aligned}$$

Proposition 2 is proved.

Further we need the following theorem of V.N.Konovalov [3] .

Theorem 3.(V.N.Konovalov).If G is a bounded domain in $\mathbb{R}^n(n \geq 2)$ with Lipschitzian boundary, $1 \leq p \leq \infty$, l and k are nonnegative integers such that $l + k > 0$, and $f \in W_p^{(l)}(G)$, then for each natural number $N \geq l + k - 1$ there exists a polynomial $g \in P_{N,n}$ such that the inequality

$$|f - g|_{W_p^{(s)}(G)} \leq C(n, l, k, s, G) w_{l-s+k}^{(s)}(f, \frac{1}{N})_p$$

holds for $s = 0, 1, \dots, L$.

Theorem 2 for $1 \leq p \leq \infty$ directly follow from Konovalov theorem with using of Proposition 1 and 2 and for $0 < p < 1$ we get their using Hölder integral inequality, Konovalov theorem and Proposition 1.

References

1. A. Khatamov, On the best Polynomial Approximations of Functions of Many Real Variables From the Sobolev Space with Derivatives of bounded Variation, TWMS Journal of Pure and Applied Math. V.2, N.2, pp. 236-246, 2011.
2. A. Khatamov, Polynomial and Rational Approximations of Functions in Many Variables with Convex Derivatives in $L_p(0 < p \leq \infty)$ Metrics, Rossiyskaya Akad. Nauk, Seriya Matem. [Russian Academy of Sciences, Math. Series], 58, No. 1, 167-181, 1994.
3. V.N. Konovalov, , approximation of functions of several variables by polynomials preserving the difference-differential properties, Ukrainian Math. Zh. [Ukrainian Math. J.], 36 (2), pp. 154-159, 1984.

UDK: 517.9

YIRTQICH-QURBON SISTEMASI DINAMIKASINING MODELINI XOS QIYMATLARINING BIFURKATSIYASINING TADQIQI

T.E.Bo‘riyev, O.F.Turdimurodov

Samarqand davlat universiteti

E-mail: tolibjon@yahoo.com

Annotatsiya. Taqdim etilayotgan maqola Yirtqich-qurban prinsipi asosida o‘zaro munosabatda bo‘lgan 3-ta populyatsiyalar dinamikasini matemetik modeli bo‘lgan umumlashgan Lotka-Volterra sistemasining sifat tadqiqotiga bag‘ishlangan. Sistema 12 ta parametrdan iborat. Maqlada parametrlar fazosida shunday sohalar mayjudki ularda sistemani 3-o‘lchovli limitik sikli mayjudligi isbotlangan. Tadqiqotlar oddiy differensial tenglamalarning sifat va bifurkatsiya nazariyalariga asoslangan hamda sonli tadqiqotlar kompyuter algebrasi tizimlari va differensial tenglamalarning taqribiy yechimlarini hisoblash usullari yordamida EHMLarda o‘tkazildi.

Kalit so‘zlar: Differensial tenglamalar sistemasi, maxsus nuqta, limitik sikl, Yirtqich-qurban, populyatsiya bifurkatsiya.

Исследование бифуркации собственных значений о модели динамики системы хищники-жертва

Аннотация. Настоящая работа посвящена качественному -численному исследованию модели динамики численности трех популяций взаимодействующих по принципу хищник-жертва, с учетом внутривидовой конкуренции. Модель является обобщенной системой Лотка-Вольтерра зависящим от 12-ти параметров. В работе доказано существования областей в пространстве параметров системы точкам которых соответствует существования трехмерных предельных циклов (автополебательный режим поведения популяций).

Ключевые слова: система дифференциальных уравнений, особые точки, предельный цикл популяции, хищник-жертва, бифуркация

Bifurcations of eigenvalues in models of dynamic predator-prey system.

Abstract. The purpose of the present work is to study model of dynamics of three populations interacting by a principle a predator-prey with the additional count of affects of intraspecific

competition. Results of analytic investigations and computer experiments show that, in parameter space of system there are regions of the point of which there corresponds the existence of three dimensions limited cycle (Self-Osci clattery regimes of behavior). The investigations has been carried out qualitatively based on the bifurcation theory of ODE, as well as by means of computer experiments.

Keywords: ordinary differential equations, equilibrium points, limit cycle, populations, predator-prey, bifurcation.

Yirtqich-qurban sistemasi dinamikasining modelini xos qiymatlarining bifurkatsiyasining tadqiqi

Taqdim etilgan maqolaning asosiy maqsadi quyidagi uchta oddiy differensial tenglamalar sistemasining sifat tadqiqidan iborat:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = c_1 x_1 - c_{11} x_1^2 - c_{12} x_1 x_2 + c_{13} x_1 x_3 \\ \dot{x}_2 = c_2 x_2 + c_{21} x_1 x_2 - c_{22} x_2^2 - c_{23} x_2 x_3 \\ \dot{x}_3 = c_3 x_3 - c_{31} x_1 x_3 + c_{32} x_2 x_3 - c_{33} x_3^2 \end{cases} \quad (1)$$

Bu tipdag'i sistemalar yirtqich-qurban prinsipi asosida o'zaro bog'langan populyatsiyalarning zichligining dinamikasini tasvirlaydi, bu yerda $x_i(t)$ –populyatsiyalar soni (zichligi), c_i –koeffitsientlar populyatsiyalarining aftotrofligi (agar $c_i < 0$) yoki geteretrofligini (agar $c_i > 0$) tasvirlaydi, c_{ij} –koeffitsientlari $\neq j$ bo'lganda populyatsiyalar orasidagi bog'lanishlarni (o'zarota'sirini) tasvirlaydi, c_{ii} –koeffitsientlar esa har bir populyatsiyalar ichidagi o'zaro raqobatni tasvirlaydi.

Sistemadagi hamma parametrlarni biologic nuqtayi nazarga ko'ra musbat deb olamiz, shuning uchun ham har bir populyatsiya o'z navbatida ham yirtqich va ham qurban bo'ladi.

Agar sistemada populyatsiyalar ichki raqobati mavjud bo'lmasa, ya'ni $c_{ii} = 0$ bo'lsa sistema uchun Volterra teoremasi o'rinni bo'ladi. Teoremaga ko'ra vaqt o'zgarishi bilan, ixtiyoriy boshlang'ich shartlar uchun populyatsiyalar soni (zichligi) cheksiz oshib boraveradi. Bu esa tabiiy populyatsiyalar sharoitida ro'y bermaydigan holatdir. Shuning uchun biz sistemaning $c_{ii} \neq 0$ deb tadqiq etamiz va sistemada davriy yechim (uch o'lchovli limit sikl) mavjudligini isbot qilamiz va parametrlarning shunday qiymatlar sohasi borligini ko'rsatamiz.

Buning uchun avval sistemada "o'lchovsiz" o'zgaruvchilarga o'tib sistemaning quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$\begin{cases} \dot{x} = x(1 - a_1 x - b_1 y + d_1 z) \\ \dot{y} = y(1 + b_1 x - b_2 y - d_2 z) \\ \dot{z} = z(1 - d_1 x + d_2 y - d_3 z) \end{cases} \quad (2)$$

Sistemaning maxsus nuqtalarini topamiz: 1) koordinata boshi $O(0,0,0)$ egar tipdag'i maxsus nuqta. 2) Koordinata o'qlarida yotgan maxsus nuqtalar:

$$A_x \left(\frac{1}{a_1}, 0, 0 \right), \quad A_y \left(0, \frac{1}{b_2}, 0 \right), \quad A_z \left(0, 0, \frac{1}{d_3} \right),$$

3) koordinata tekisligida yotgan maxsus nuqtalar:

$$B \left(\frac{b_2 - b_1}{b_1^2 + a_1 b_2}, \frac{a_1 + b_1}{b_1^2 + a_1 b_2}, 0 \right) C \left(\frac{d_1 + d_3}{d_1^2 + a_1 d_3}, 0, \frac{a_1 - d_1}{d_1^2 + a_1 d_3} \right) D \left(0, \frac{d_3 - d_2}{d_2^2 + b_2 d_3}, \frac{d_2 - b_2}{d_2^2 + b_2 d_3} \right) \quad (3)$$

4) Fazoning 1-chi oktantasida joylashgan $B^*(x^*, y^*, z^*)$ maxsus nuqta bu nuqtaning koordinatalari quyidagi chiziqli algebraik tenglamalar sistemasidan topiladi.

$$\begin{cases} 1 - a_1 x - b_1 y + d_1 z = 0 \\ 1 + b_1 x - b_2 y - d_2 z = 0 \\ 1 - d_1 x + d_2 y - d_3 z = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Bu sistemadan $B(x^*, y^*, z^*)$ maxsus nuqtaning koordinatalari quyidagicha hisoblanadi:

$$x^* = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{b_2 d_3 + d_1 d_2 + b_1 d_2 + b_2 d_1 - b_1 d_3 + d_2^2}{a_1 b_2 d_3 - b_1 d_1 d_2 + b_1 d_1 d_2 + b_2 d_1^2 + b_1^2 d_3 + a_1 d_2^2}$$

$$y^* = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{a_1 d - 3 + b_1 d_1 + d_1 d_2 + d_1^2 + b_1 d_3 - a_1 d_2}{a_1 b_2 d_3 - b_1 d_1 d_2 + b_1 d_1 d_2 + b_2 d_1^2 + d_1^2 d_3 + a_1 d_2^2}$$

$$z^* = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{a_1 b_2 + b_1 d_2 + d_1 b_1 + b_1 d_1 - b_2 d_1 + b_1^2 + a_1 d_2}{a_1 b_2 d_3 - b_1 d_1 d_2 + b_1 d_1 d_2 + b_2 d_1^2 + b_1^2 d_3 + a_1 d_2^2}$$

Endi bu maxsus nuqtani xarakterini aniqlaymiz. Buning uchun sistemaning Yakobian-matrictsasini tuzamiz: $B(x^*, y^*, z^*)$ maxsus nuqtada sistemaning Yakobian-matrictsasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$C = \begin{pmatrix} -a_1 x & -b_1 x & d_1 x \\ b_1 y & -b_2 y & -d_2 y \\ -d_1 z & d_2 z & -d_3 z \end{pmatrix} \quad (5)$$

Maxsus nuqtaning xarakteri bu matritsaning xarakteristik sonlarining qiymatlariga bog‘liq bo‘ladi. Xarakteristik tenglamani tuzamiz va uning ildizlarini tekshiramiz: xarakteristik tenglama quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\det|C - \lambda E| = \begin{vmatrix} -a_1 x - \lambda & -b_1 x & d_1 x \\ b_1 y & -b_2 y - \lambda & -d_2 y \\ -d_1 z & d_2 z & -d_3 z - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad (6)$$

Yoki

$$\begin{aligned} \lambda^3 + (a_1 x + b_2 y + d_3 z) \lambda^2 + (a_1 b_2 x y + a_1 d_3 x z + b_2 d_3 y z + d_1^2 z x + b_1^2 x y + d_2^2 z y) \lambda + \\ + (a_1 b_2 d_3 + b_1 d_1^2 + b_1^2 d_3 + a_1 d_2^2) x y z = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Bu 3-chi darajali (kubik) tenglama bo‘lib, koeffitsientlari 9-ta parametrlarga bog‘liq bo‘lgan ifodalardan iboratdir. Shuning uchun umumiy holda xarakteristik sonlarning qiymatlari va xarakterini aniqlash mumkin emas.

Bizning maqsadimiz xarakteristik tenglanamaning ildizlarini tadqiq etib, parametrlarning shunday qiymatlarini izlaymizki, bu qiymatlarda sistemada B^* nuqta atrofida uch o‘lchovli davriy echim (limitik sikl) mavjudligini isbotlaymiz. Davriy yechimning mavjudligini isbotlash uchun uch o‘lchovli oddiy differensial tenglamalar sistemasi uchun Andronov-Xopf bifurkatsiyasi haqidagi teoremasidan foydalanamiz.

Sistemaning $B^*(x^*, y^*, z^*)$ maxsus nuqtasidagi Yakobian matritsasining xaracteristik sonlarini tekshiramiz, Ya’ni (7) xaracteristik tenglanamaning ildizlarini tatqiq etamiz. Umumiy holda (7)-tenglanamaning ildizlari soni va uning ishoralarini tekshirish iloji yo‘q. Shuning uchun biz avval sistema parametrlarini maxsus qiymatlari tanlaymiz va Yakobi matritsasining quyidagi xususiy ko‘rinishda tuzamiz:

$$C = \begin{pmatrix} 1+d & -2 & -d \\ -d & 1+d & -2 \\ -2-d & 1+d \end{pmatrix} \text{bu yerda } d < -1 \text{ parametr.} \quad (8)$$

Parametrlarning bunday qiymatlarda B^* -maxsus nuqtaning kordinatalari bir xil bo‘lib 1-ga teng bo‘ladi, yani $x_0^* = y_0^* = z_0^* = 1$

Xarakteristik tenglama bu nuqtada quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\lambda^3 - 3(d+1)\lambda^2 + 3(1+d^2)\lambda + 3d^2 + 3d + 7 = 0 \quad (9)$$

d –parametrning bifurkatsion qiymatini topish uchun algebraik tenglamalarning ildizlari haqidagi Raus-Gurvits kriteriyasidan foydalanamiz:

Haqiqiy koeffitsiyentli 3-darajali ko‘phad berilgan bo‘lsin:

$$P(x) = x^3 + ax^2 + bx + c \quad (10)$$

Bu ko‘phad uchun quyidagi natijalar o‘rnli:

1) Bu ko‘phadning barcha ildizlarining haqiqiy qismlari faqat va faqat shu vaqt manfiy bo‘ladi, agar $a, b, c > 0$ va $ab - c > 0$ bo‘lsa

2) Agar $c > 0$ va $ab - c < 0$ bo‘lsa, ko‘phadning ikkita ildizi musbat haqiqiy qismga ega bo‘ladi va bitta manfiy ildiz mavjud bo‘ladi

3) Agar $a, b, c > 0$ va $ab - c = 0$ bo‘lsa, u holda ko‘phad bitta manfiy haqiqiy ildizga va bir juft so‘f mavhum kompleks ildizlarga ega bo‘ladi.

Bu shartlarga Raus-Gurvits kriteriyasi deyiladi. (9) xarakteristik tenglanamaning hamma koeffitsiyentlari $d < -1$ bo‘lganda musbat bo‘ladi. Raus-Gurvits kriteriyasining 3-shartini tekshiramiz ya’ni, $ab - c = 0$.

Bu kriteriyaga ko‘ra agar $9d^3 + 12d^2 + 12d + 16 = 0$ (11)

tenglamaga ega bo‘lamiz. Bu tenglama bitta haqiqiy manfiy $d = -\frac{4}{3}$ ildizga ega bo‘lganda sistemaning xarakteristik tenglamasi (9) quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$(\lambda + 1)\left(\lambda^2 + \frac{25}{3}\right) = 0 \quad (12)$$

Xarakteristik ildizlar $\lambda_1 = -1$, $\square a \lambda_{2,3} = \pm \sqrt{\frac{25}{3}} i$

Shunday qilib $B^*(1,1,1)$ maxsus nuqtada $d < -1$ bo‘lgan hamma qiymatlarda xarakteristik tenglama bitta manfiy haqiqiy ildizga ega $\lambda_1 < 0$ va $d < -\frac{4}{3}$ qiymatlarda bir juft xaqiqiy qismi manfiy bo‘lgan qo‘shma kompleks ildizlarga ega bo‘ladi. Shuning uchun B^* maxsus nuqta $d = -\frac{4}{3}$ bo‘lganda murakkab ega r-fokus tipidagi maxsus nuqta bo‘ladi va bitta turg‘un $W''(B)$ ko‘plik mavjud. Demak Andronov – Xopf teoremasiga ko‘ra $d \neq -\frac{4}{3}$ bo‘lganda B^* nuqta atrofida limit sikl (davriyechim) paydo bo‘lishi mumkin. Hosil bo‘ladigan limitik siklning xarakterini va d – parametrining sikl mavjudligi qiymatlar sohasini aniqlash uchun birinchi Lyupunov (3-chifokusqiyomat) qiymatini hisoblash zarurdir. Lyapunov kattaligini ~~ni~~ⁿⁱ[3] kitobda berilgan formula bo‘yicha hisoblaganda $d = -\frac{4}{3}$ bo‘lganda $L_1 < 0$ ekanligi aniqlandi (L_1 – hisoblash formulasi juda murakkab va yirik bo‘lgani uchun buyerda biz xisoblashlarni keltirmadik). Demak Andronov-Xopf teoremasiga ko‘ra $d = -\frac{4}{3}$ da turg‘un murakkab focus bo‘lgan B^* nuqta atrofida $d > -\frac{4}{3}$ qiymatlarda turg‘un limitik sikl paydo bo‘ladi. Shunday qilib sistemada parametrlearning ma’lum qiymatlarida 3-o‘lchovli turg‘un limitik sikl mavjudligi isbot bo‘ldi. Parametrlearning boshqa qiymatlarida limitik sikllarning mavjudligini differensial tenglamalar sistemasining sifat-sonli metodlari yordamida va kompyuter algebrasi tizimlari yordamida isbotlaymiz. Sonli eksperimentlar kompyuterda MAPLE kompleks programmasi bilan va ODT-larni EBM da taqribiy integrallash metodlari yordamida olib boriladi [4,5]. Sifat-sonli eksperimentlari shuni ko‘rsatdiki, sistemaning parametrлари fazosida shunday soxa mayjudki bu soxadagi parametrlearning qiyatlarida sistemada B^* maxsus nuqta atrofida uch o‘lchovli limitik sikl mavjud. Demak bu sohada xar uchchala populatsiyalar oilasi turg‘un avto tebranishlar rejimida mavjud bo‘ladi.

Adabiyotlar

1. A. D. Bazikin. Mathematical biophysics of interacting populations. Moscov, Science 1985, 185p.
2. А.Д. Базикин, Ф.С.Березовская, Т.Е.Буриев. Динамика системы хищник-жертва с учетом эффекта насищения и конкурентии. в книге фактори разнообразия в математической экологии и популяционной генетике. Пушкино, НИВИ 1978. 2-32стр.
3. Н.Н.Баутин, Э.А.Леонович Методии и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости Москва “Наука” 1975 г. 322стр.
4. I.Khibnik, V.N.Levitin, E. Nikolaev. LOCBIF: interactive Lokal Bifurcation Analyzer. Pushino (Moscow reg.), 1992 y.
5. V.N.Levitin. The map of a pathway of dynamic systems on a computer of a type IBM PC/XT-TRAX. Pushino (Moscow reg.) 1990 y.

UDK: 539.3

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ ВЯЗКОУПРУГОЙ ПЛАСТИНКИ.

Халмурадов Р.И., Худойназаров Х., Худойбердиев З.Б.

Самаркандинский государственный университет

Аннотация. Разработана теория нестационарных колебаний трехслойной вязкоупругой пластиинки исходя из плоской постановки задачи на основе точных решений уравнений линейной теории вязкоупругости в преобразованиях. Получены уравнения колебания симметричных колебаний бесконечной в плане трехслойной пластиинки относительно двух вспомогательных функций, являющихся главными частями перемещений некоторой промежуточной поверхности срединного слоя. Предложен алгоритм, позволяющий по полю искомых функций однозначно определить НДС произвольного слоя пластиинки.

Ключевые слова: колебания, нестационарный, вязкоупругость, слой, линейная теория.

Uch qatlamlari qovushqoq-elastik plastinkaning nostatsionar tebranishlari

Annotatsiya. Qovushqoq-elastiklik chiziqli nazariyasi tenglamalarining almashtirishlardagi aniq yechimlari asosida hamda masalaning tekis masala qilib qo'yilishdan kelib chiqib, uch qatlamlari qovushqoq-elastik plastinkaning nostatsionar tebranishlari nazariyasi ishlab chiqilgan. O'lchamlari cheksiz uch qatlamlari plastinkaning simmetrik tebranishlari tenglamalari, o'rta qatlam oraliq sirti ko'chishlarininmg bosh qismlari bo'lgan ikkita yordamchi funksiyalarga nisbatan keltirib chiqarilgan.Izlanuvchi funksiyalar vositasida plastinka ixtiyoriy qatlamidagi KDH ni bir qiymatli aniqlashga imkon beruvchi algoritm taklif etilgan.

Kalitso'zlar: tebranish, nostatsionar, qovushqoq-elastik, qatlam, chiziqlinazariya.

Non-stationary vibrations of three-layered viscoelastic plate

Abstract. Theory of non-stationary vibrations of three-layered viscoelastic plate from 2D statement of problem on the basis of exact solutions of the equations of the linear viscoelasticity theory in transformations is developed. The equations of symmetric vibration infinite three-layered plate concerning two principal functions which are bodies of displacements of some intermediate surface of a middle layer are received. The algorithm allowing to define of SSS by required functions unequally the of arbitrary layer of the plate is offered.

Keywords: vibration, non-stationary, viscoelastic, layer, linear theory.

1. Введение

В различных областях техники и строительства широко применяются многослойные, в частности трехслойные пластиинки. При этом во многих случаях динамические расчеты пластиин основываются на классические теории опирающихся на гипотезы Кирхгофа. К таким принадлежать немало работ, в числе которых можно указать на исследования [1,2]. Дальнейшее развитие и уточнение классической теории осуществлялось многими авторами [3,4], исследования которых, можно разделить на два направления: разработка асимптотических теорий и теорий типа Тимошенко и Рейсснера. За последние несколько десятилетий разработаны теории колебания пластиин, основанные на методе точных решений в преобразованиях [5].

Указанным методом точных решений разработаны различные варианты однородных и трехслойных пластиин в упругой и вязкоупругой постановках И.Г.Филипповым и его учениками [3,6]. В них при выводе уравнений колебания трехслойных пластиин допущены следующие недостатки: 1) рассматриваются трехслойные пластиинки только симметричной структуры; 2) в качестве неизвестных берутся главные части составляющих перемещений точек срединной поверхности заполнителя, количество которых в общем случае равно шести. Если же, при этом, граничные условия сформулировать точно, то число неизвестных возрастет, по признанию самих авторов до двенадцати [3]; 3) граничные условия формулируются относительно главных частей перемещений срединной поверхности, что в принципе не верно; 4) указанные факторы в конечном итоге вынуждают авторов к выполнению существенных упрощений, приводящие к некоторым неточностям, приближая получаемые уравнения колебания трехслойной пластиинки

к уравнению колебания однородной пластиинки; 5) полученные уравнения колебания трехслойной пластиинки, в частном случае не переходят в уравнения колебания двухслойной пластиинки (из-за симметричности структуры рассматриваемой трехслойной пластиинки, отсутствие одного из внешних слоев влечет за собой отсутствие второго внешнего слоя, и в конечном итоге, останется однородная пластиинка, состоящая из заполнителя).

Данная работа посвящена разработке теории нестационарных колебаний трехслойной вязкоупругой пластиинки по тому же методу точных решений, но свободной от указанных выше недостатков.

2. Постановка задачи

В декартовой системе координат рассмотрим бесконечную трёхслойную пластиинку $-\infty < x, y < +\infty$. Считается, что рациональная конструкция пластиинки с точки зрения его работы на изгиб будет такой, когда основная масса жесткого материала в виде двух слоев (назовем их несущими слоями) разнесена на некоторое расстояние с помощью (тонкой стенки) третьего слоя из того же материала, или когда пространство между жесткими слоями заполнено более лёгким, а следовательно, менее жестким материалом(заполнителем), удерживающим слои на этом расстоянии и осуществляющим их совместную работу. Если рассматривается задачи, отличные от задач чистого изгиба пластины, то нетрудно понять, что совместная работа несущих слоев зависит от способности заполнителя сопротивляться их относительному сдвигу. Исходя из этих соображений, будем считать, что контакты между несущими слоями и заполнителем жесткие.

Учитывая неограниченность размеров пластиинки, в дальнейшем будем считать, что она находится в условиях плоской деформации, те отнесем её к системе прямоугольных координат Oxz (рис. 1). При этом ось Ox направим вдоль поперечного сечения Oxz по его среднему линию, а ось Oz – вверх. Пронумеруем слои пластиинки на рис.1, т.е. верхний несущий слой назовем первым слоем, нижний несущий слой – вторым, а заполнитель – нулевым слоем. Пусть h_1 , $2h_0$ и h_2 толщина первого, нулевого и второго слоев. λ_m, μ_m - упругие постоянные материалов слоев т.е. коэффициенты Ляме; ρ_m - объёмные плотности слоев. Считается, что вязкоупругие характеристики материалов слоев описываются интегральными операторами

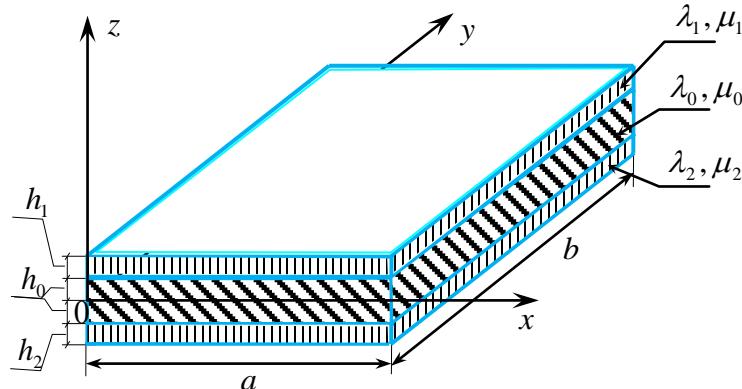


Рис.1

(2.1)

где вид ядер $K_{1m}(\tau), K_{2m}(\tau)$ зависят от свойств материалов слоев.

Зависимости напряжений $\sigma_{ij}^{(m)}$ от деформаций $\varepsilon_{ij}^{(m)}$ в точках слоев пластиинки описываются линейными операторами в виде Больцмановских интегральных соотношений [4]:

$$\begin{aligned}\sigma_{ii}^{(m)} &= L_{1m}(\varepsilon^{(m)}) + 2M_m(\varepsilon_{ii}^{(m)}) \quad (i, j = x, z) \\ \sigma_{ij}^{(m)} &= M_m(\varepsilon_{ij}^{(m)}) \quad (i \neq j),\end{aligned}\tag{2.2}$$

Как известно, уравнения движения точек составляющих слоев в декартовой системе координат

$$\begin{aligned}L_{1m}(\zeta) &= \lambda_m \left[\zeta(t) - \int_0^t K_{1m}(t-\tau) \zeta(\tau) d\tau \right]; \\ M_m(\zeta) &= \mu_m \left[\zeta(t) - \int_0^t K_{2m}(t-\tau) \zeta(\tau) d\tau \right],\end{aligned}$$

$$\sigma_{ij,j}^{(m)} = \rho_m \ddot{U}_i^{(m)} \quad (2.3)$$

при зависимости (2.2) значительно упрощаются введением потенциалов Φ_m и ψ_m продольных и поперечных волн по формуле

$$\vec{U}^{(m)} = \text{grad}\Phi_m + \text{rot}\vec{\psi}_m \quad (2.4)$$

и принимают вид волновых уравнений.

$$\begin{cases} L_m(\Delta\Phi_m) = \rho_m \ddot{\Phi}_m; \\ M_m(\Delta\psi_m) = \rho_m \ddot{\psi}_m; \end{cases} \quad (2.5)$$

где Δ - дифференциальный оператор Лапласа.

В случае плоской деформации учитывая, что векторы перемещений точек слоев равны

$$\vec{U}^m = U_m \cdot \vec{i} + W_m \cdot \vec{k}, \quad U_m = U_m(x, z, t); \quad W_m = W_m(x, z, t), \quad (2.6)$$

где \vec{i} , \vec{k} – единичные орты осей координат достаточно положить

$$\vec{\Phi}_m = \varphi_m(x, z, t); \quad \vec{\psi}_m = \psi_m(x, z, t) \vec{j} \quad (2.7)$$

где \vec{j} – единичный орт оси Oy , чтобы уравнения движения точек пластинки приобрели вид

$$L_m(\Delta\varphi_m) = \rho_m \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial t^2}; \quad M_m(\Delta\psi_m) = \rho_m \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial t^2}, \quad (2.8)$$

где $\Delta = \partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial z^2$. (2.9)

В силу теоремы Гельмгольца [3] при отсутствии внутренних источников векторные потенциалы $\vec{\psi}_m$ поперечных волн должны удовлетворять условиям соленоидальности векторных полей

$$\text{div}\vec{\psi}_m = 0, \quad m = 0, 1, 2.$$

которые в случае (2.7) выполняются автоматически.

Предполагается, что при $t < 0$ пластинка находилась в покое, а в момент $t = 0$ к её граничным поверхностям прикладываются динамические воздействия [5]

$$\begin{aligned} \sigma_{xz}^{(i)}(x, z, t) \Big|_{z=\pm h_i^*} &= \pm F_x^{(i)}(x, t); & \sigma_{zz}^{(i)}(x, z, t) \Big|_{z=h_i^*} &= \pm F_z^{(i)}(x, t); \\ \sigma_{yz}^{(i)}(x, z, t) \Big|_{z=\pm h_i^*} &= 0; & h_i^* &= h_0 + h_i \end{aligned} \quad (2.10)$$

Кроме того, на поверхностях заполнителя $z = \pm h_0$ имеют места динамические и кинематические контактные условия

$$\begin{aligned} \sigma_{zz}^{(0)}(x, z, t) \Big|_{z=\pm h_0} &= \begin{cases} \sigma_{zz}^{(1)}(x, z, t) \Big|_{z=h_0}, \\ \sigma_{zz}^{(2)}(x, z, t) \Big|_{z=-h_0}; \end{cases} & \sigma_{xz}^{(0)}(x, z, t) \Big|_{z=\pm h_0} &= \begin{cases} \sigma_{xz}^{(1)}(x, z, t) \Big|_{z=h_0}, \\ \sigma_{xz}^{(2)}(x, z, t) \Big|_{z=-h_0}; \end{cases} \\ \sigma_{yz}^{(0)}(x, z, t) \Big|_{z=\pm h_0} &= 0, \end{aligned} \quad (2.11)$$

и

$$U_0(x, z, t) \Big|_{z=\pm h_0} = \begin{cases} U_1(x, z, t) \Big|_{z=h_0}; \\ U_2(x, z, t) \Big|_{z=-h_0}, \end{cases} \quad W_0(x, z, t) \Big|_{z=\pm h_0} = \begin{cases} W_1(x, z, t) \Big|_{z=h_0}; \\ W_2(x, z, t) \Big|_{z=-h_0}. \end{cases} \quad (2.12)$$

Начальные условия задачи считаются нулевыми, т.е. при $t = 0$

$$\varphi_m = \psi_m = 0, \quad \frac{\partial \varphi_m}{\partial t} = \frac{\partial \psi_m}{\partial t} = 0. \quad (2.13)$$

Таким образом, решение задачи о нестационарных колебаниях трехслойной пластинки приводится к решению шести интегро-дифференциальных уравнений второго порядка (2.8) с двенадцатью граничными и контактными условиями (2.10), (2.11), (2.12), а также нулевыми начальными условиями.

Теперь, выразим компоненты векторов перемещений, а также тензоров напряжений и деформаций слоев через введенные потенциальные функции (2.7). Подставляя (2.7) и (2.6) в формулы (2.4) легко получить

$$U_m = \frac{\partial \varphi_m}{\partial x} - \frac{\partial \psi_m}{\partial z}; \quad W_m = \frac{\partial \varphi_m}{\partial z} + \frac{\partial \psi_m}{\partial x}, \quad (m = 0,1,2). \quad (2.14)$$

Аналогично, нетрудно вывести формулы для компонент деформаций

$$\varepsilon_{xx}^{(m)} = \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial x \partial z}; \quad \varepsilon_{zz}^{(m)} = \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial x \partial z}; \quad \varepsilon_{xz}^{(m)} = 2 \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial x \partial z} - \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial x^2}. \quad (2.15)$$

и напряжений

$$\begin{aligned} \sigma_{xx}^{(m)} &= L_{1m}(\Delta \varphi_m) + 2M_m \left(\frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial x \partial z} \right); \quad \sigma_{xz}^{(m)} = M_m \left(2 \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial x \partial z} - \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial x^2} \right); \\ \sigma_{zz}^{(m)} &= L_{1m}(\Delta \varphi_m) + 2M_m \left(\frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial x \partial z} \right). \end{aligned} \quad (2.16)$$

3º. Симметричные (продольные) колебания трехслойной пластиинки.

В силу линейности теории вязкоупругости можно представить воздействия общего вида, а следовательно, соответствующего ему поля смещений (2.6), в виде наложения симметричной и антисимметричной частей [5]

$$\vec{U}_m = \vec{U}_m^s + \vec{U}_m^a, \quad (3.1)$$

где \vec{U}_m^s - симметричная (продольная), \vec{U}_m^a - антисимметричная (изгибная) части полей перемещений слоев пластины. При этом суммарное поле (3.1) удовлетворяет граничным условиям (2.10), а симметричная её часть должна удовлетворять условиям (2.10) при

$$\begin{aligned} f_x^{(1)}(x, t) &= -f_x^{(2)}(x, t) = \frac{1}{2}(F_x^{(1)} + F_x^{(2)}) \\ f_z^{(1)}(x, t) &= f_z^{(2)}(x, t) = \frac{1}{2}(F_z^{(1)} + F_z^{(2)}) \end{aligned} \quad (3.2)$$

т.е. граничные условия задачи (2.10) в этом случае имеют вид

$$\begin{aligned} \sigma_{xz}^{(i)}(x, z, t) \Big|_{z=(-1)^{i-1} h_i^*} &= f_x^i(x, t); \quad \sigma_{zz}^{(i)}(x, z, t) \Big|_{z=(-1)^{i-1} h_i^*} = f_z^i(x, t); \\ \sigma_{yz}^{(i)}(x, z, t) \Big|_{z=(-1)^{i-1} h_i^*} &= 0; \quad h_i^* = h_0 + h_i, (i = 1, 2) \end{aligned} \quad (3.3)$$

Таким образом, при продольных колебаниях трехслойной пластиинки задача приводится к решению уравнений (2.8) при граничных – (3.3), контактных – (2.11), (2.12) и начальных – (2.13) условиях. Для решения поставленной задачи необходимо задать выражения для прилагаемых к пластиинке функции внешних воздействий, т.е. функции $f_x^{(1,2)}(x, t)$ и $f_z^{(1,2)}(x, t)$ из (3.2). При задании этих функций необходимо наложить на них следующие условия [5]:

1) указанные функции должны принадлежать достаточно общему функциональному классу (G), представляющему по возможности любые реальные воздействия или позволяющему получать такие воздействия путем наложения функций из (G);

2) эти функции должны быть достаточно простой структуры, чтобы исследования не затруднялись несущественными выкладками;

3) исходя из этих соображений, функции внешних воздействий можно представить в виде

$$f_x^{(1,2)}(x, t) = \int_0^\infty \begin{cases} \cos kx \\ \sin kx \end{cases} dk \int_{(l)} \tilde{f}_x^{(1,2)}(k, p) e^{pt} dp, \quad f_x^{(1,2)}(x, t) = \int_0^\infty \begin{cases} \sin kx \\ -\cos kx \end{cases} dk \int_{(l)} \tilde{f}_x^{(1,2)}(k, p) e^{pt} dp, \quad (3.4)$$

где $f_x^{(1,2)}(k, p)$, $f_z^{(1,2)}(k, p)$ - функции, регулярные при $\operatorname{Re} p \geq 0$, имеющие конечное число полюсов, принимающие произвольные значения внутри некоторой области $\Omega(k, p)$, содержащий промежуток $(-i\omega_0, i\omega_0)$ мнимой оси, убывающие при $p \rightarrow \mp i\infty$ не медленнее, чем $|p|^{-n_0}$, где $n_0 >> 1$, и такие, что вне $\Omega(k, p)$ их значения пренебрежимо малы. Кроме того функции $\tilde{f}_x^{(1,2)}(k, p)$ и $\tilde{f}_z^{(1,2)}(k, p)$ - аналитические, принимающие произвольные значения в промежутки $(0, k_0)$, убывающие при $k \rightarrow \infty$, как k^{-n_0} , и пренебрежимо малые при $k > k_0$; (l) - контур $\operatorname{Re} p = \nu > 0$ на комплексной плоскости (p) , оставляющего область $\Omega(k, p)$ правее себя.

4⁰ Решение симметричной задачи.

В соответствие с принятыми представлениями для функции внешнего воздействия – (3.4) решение задачи (2.8) (3.3), (2.11), (2.12) и (2.13) будем искать в виде

$$\begin{aligned} \varphi_m(x, z, t) &= \int_0^\infty \begin{cases} \sin kx \\ -\cos kx \end{cases} dk \int_{(l)} \tilde{\varphi}_m(z, k, p) e^{pt} dp; \\ \psi_m(x, z, t) &= \int_0^\infty \begin{cases} \cos kx \\ \sin kx \end{cases} dk \int_{(l)} \tilde{\psi}_m(z, k, p) e^{pt} dp, \quad (m = 0, 1, 2). \end{aligned} \quad (4.1)$$

Подставляя (4.1) в (2.8) будем иметь

$$\frac{d^2 \tilde{\varphi}_m}{dz^2} - \alpha_m^2 \tilde{\varphi}_m = 0; \quad \frac{d^2 \tilde{\psi}_m}{dz^2} - \beta_m^2 \tilde{\psi}_m = 0; \quad (m = 0, 1, 2) \quad (4.2)$$

где

$$\begin{aligned} \alpha_m^2 &= k^2 + \rho_m p^2 \tilde{L}_m^{-1}; & \beta_m^2 &= k^2 + \rho_m p^2 \tilde{M}_m^{-1}; \\ \tilde{L}_m &= (\lambda_m + 2\mu_m) [1 - \tilde{K}_{1m}(p)]; & \tilde{M}_m &= \mu_m [1 - \tilde{K}_{2m}(p)]; \\ \tilde{K}_{im}(p) &= \int_0^\infty K_{im}(\tau) e^{-pt} d\tau; & \arg \alpha &= \arg \beta = 0, \text{ при } \rho > 0. \end{aligned} \quad (4.3)$$

Как известно, общие решения (4.2) имеют вид

$$\begin{aligned} \tilde{\varphi}_m(z, k, p) &= A_m^{(1)}(k, p) ch \alpha_m z + A_m^{(2)}(k, p) sh \alpha_m z; \\ \tilde{\psi}_m(z, k, p) &= B_m^{(1)}(k, p) sh \beta_m z + B_m^{(2)}(k, p) ch \beta_m z, \quad (m = 0, 1, 2). \end{aligned} \quad (4.4)$$

В случае симметричных воздействий в соответствии с (3.2),

$$f_x^{(2)} = -f_x^{(1)} \quad \text{и} \quad f_z^{(2)} = -f_z^{(1)}$$

что влечет за собой то, что в (4.4) следует полагать

$$A_m^{(2)} = 0, \quad B_m^{(2)} = 0, \quad (m = 0, 1, 2).$$

Тогда, решениями уравнений (4.2) в случае продольных колебаний пластины будут

$$\tilde{\varphi}_m(z, k, p) = A_m^{(1)}(k, p) ch \alpha_m z; \quad \tilde{\psi}_m(z, k, p) = B_m^{(1)}(k, p) sh \beta_m z, \quad (m = 0, 1, 2). \quad (4.5)$$

Перемещения U_m и W_m также представим в виде (3.4)

$$U_m(x, z, t) = \int_0^{\infty} \frac{\cos kx}{\sin kx} \left\{ dk \int_{(l)} \tilde{U}_m(z, k, p) e^{pt} dp \right\}, \quad (4.6)$$

$$W_m(x, z, t) = \int_0^{\infty} \frac{\sin kx}{-\cos kx} \left\{ dk \int_{(l)} \tilde{W}_m(z, k, p) e^{pt} dp \right\}.$$

Подставляя (4.2) и (4.6) в выражение перемещения (2.14), для преобразованных функций \tilde{U}_m и \tilde{W}_m будем иметь

$$\tilde{U}_m = k\tilde{\varphi}_m - \frac{\partial}{\partial z}\tilde{\psi}_m, \quad \tilde{W}_m = \frac{\partial}{\partial z}\tilde{\varphi}_m - k\tilde{\psi}_m. \quad (4.7)$$

Подстановка (4.5) в (4.7) дает выражение

$$\tilde{U}_m = kA_m^{(1)}ch\alpha_m z - \beta_m B_m^{(1)}ch\beta_m z; \quad \tilde{W}_m = \alpha_m A_m^{(1)}sh\alpha_m z - kB_m^{(1)}sh\beta_m z, \quad (m = 0, 1, 2)$$

(4.8)

Разложим правые части выражений (4.8) в степенные ряды по степеням αz и βz . Для этого используем стандартные разложения гиперболических функций в степенные ряды, получим

$$\begin{aligned} \tilde{U}_m &= \sum_{n=0}^{\infty} [k\alpha_m^{2n} \cdot A_m^{(1)} - \beta_m^{2n+1} B_m^{(1)}] \frac{z^{2n}}{(2n)!}; \\ \tilde{W}_m &= \sum_{n=0}^{\infty} [\alpha_m^{2n+2} \cdot A_m^{(1)} - k\beta_m^{2n+1} B_m^{(1)}] \frac{z^{2n+1}}{(2n+1)!} \end{aligned} \quad (4.9)$$

В качестве искомых функций в уравнениях колебания трехслойной пластинки примем главные части преобразованных перемещений \tilde{U}_0 и \tilde{W}_0 такой поверхности нулевого слоя, расстояние от поверхности $z = 0$ которой определяется формулой

$$\xi = \chi \cdot h_0 - 1 \leq \chi < 0; \quad 0 \leq \chi < 1 \quad (4.10)$$

где χ -постоянное число, удовлетворяющее неравенству $-1 \leq \chi \leq 1$. Для этого в уравнениях (4.19) примем $z = \xi$, $m = 0$ и $n = 0$. Тогда введя обозначения $\tilde{U}_0^{(0)}$ и $\tilde{W}_0^{(0)}$ получим

$$A_0^{(1)} = \frac{\frac{1}{\xi} \tilde{W}_0^{(0)} - k \tilde{U}_0^{(0)}}{\alpha_0^2 - k^2}; \quad \beta_0 B_0^{(1)} = \frac{\frac{k}{\xi} \tilde{W}_0^{(0)} - \alpha_0^2 \tilde{U}_0^{(0)}}{\alpha_0^2 - k^2}. \quad (4.11)$$

Введем обозначения

$$Q_m^{(n)} = \frac{\alpha_m^{2n} - \beta_m^{2n}}{\alpha_m^2 - \beta_m^2}; \quad q_m = 1 - L_m M_m^{-1} \quad (4.12)$$

где $Q_m^{(0)} = 0$, $Q_m^{(1)} = 1$, $Q_m^{(n)} = \alpha_m^2 + \beta_m^2$, $m = 0, 1, 2$; $n = 0, 1, 2, \dots$

Подставляя (4.11) в (4.9) при $m = 0$ с учетом (4.12) получим

$$\left. \begin{aligned} \tilde{U}_0 &= \sum_{n=0}^{\infty} \left[kq_0 Q_0^{(n)} \left(\frac{1}{\xi} \tilde{W}_0^{(0)} - k \tilde{U}_0^{(0)} \right) - \beta_0^{2n} \tilde{U}_0^{(0)} \right] \frac{z^{2n}}{(2n)!}; \\ \tilde{W}_0 &= \sum_{n=0}^{\infty} \left[kq_0 Q_0^{(n)} \left(\frac{k}{\xi} \tilde{W}_0^{(0)} - \alpha_0^2 \tilde{U}_0^{(0)} \right) + \frac{1}{\xi} \alpha_0^2 \tilde{W}_0^{(0)} \right] \frac{z^{2n+1}}{(2n+1)!} \end{aligned} \right\} \quad -h_0 \leq z \leq h_0, \quad (4.13)$$

Подставляя решения (4.8) в контактные условия (2.12) при $z = h_0$ получим систему

$$\begin{aligned} kA_1^{(0)}ch\alpha_0 h_0 - \beta_0 B_1^{(0)}ch\beta_0 h_0 &= kA_1^{(1)}ch\alpha_1 h_0 - \beta_1 B_1^{(1)}ch\beta_1 h_0; \\ \alpha_0 A_1^{(0)}sh\alpha_0 h_0 - kB_1^{(0)}sh\beta_0 h_0 &= \alpha_1 A_1^{(1)}sh\alpha_1 h_0 - kB_1^{(1)}sh\beta_1 h_0, \end{aligned} \quad (4.14)$$

которая, является системой двух алгебраических уравнений относительно двух неизвестных $A_1^{(1)}$ и $B_1^{(1)}$. Решив эту систему будем иметь

$$\begin{aligned} A_1^{(1)} &= \frac{1}{(\alpha_0^2 - k^2)\Delta_1^0} \left[\frac{1}{\xi} \left(\Delta_{11}^0 + \frac{k}{\beta_0} \Delta_{12}^0 \right) \tilde{W}_0^{(1)} - \left(k\Delta_{11}^0 + \frac{\alpha_0^2}{\beta_0} \Delta_{12}^0 \right) \tilde{U}_0^{(1)} \right]; \\ B_1^{(1)} &= \frac{1}{(\alpha_0^2 - k^2)\Delta_1^0} \left[\frac{1}{\xi} \left(\Delta_{21}^0 + \frac{k}{\beta_0} \Delta_{22}^0 \right) \tilde{W}_0^{(1)} - \left(k\Delta_{21}^0 + \frac{\alpha_0^2}{\beta_0} \Delta_{22}^0 \right) \tilde{U}_0^{(1)} \right], \end{aligned} \quad (4.15)$$

где

$$\Delta_1^0 = \begin{vmatrix} kch\alpha_1 h_0 & -\beta_1 ch\beta_1 h_0 \\ \alpha_1 sh\alpha_1 h_0 & -ksh\beta_1 h_0 \end{vmatrix} = \beta_1 \alpha_1 sh(\alpha_1 h_0) ch(\beta_1 h_0) - k^2 sh(\beta_1 h_0) ch(\alpha_1 h_0) \quad (4.16)$$

$$\begin{aligned} \Delta_{11}^0 &= \alpha_0 \beta_1 sh(\alpha_0 h_0) ch(\beta_1 h_0) - k^2 sh(\beta_1 h_0) ch(\alpha_0 h_0) \\ \Delta_{12}^0 &= k [\beta_0 ch(\beta_0 h_0) sh(\beta_1 h_0) - \beta_1 sh(\beta_0 h_0) ch(\beta_1 h_0)] \\ \Delta_{21}^0 &= k [\alpha_0 sh(\alpha_0 h_0) ch(\alpha_1 h_0) - \alpha_1 sh(\alpha_1 h_0) ch(\alpha_0 h_0)] \\ \Delta_{22}^0 &= \alpha_1 \beta_0 ch(\beta_0 h_0) sh(\alpha_1 h_0) - k^2 sh(\beta_0 h_0) ch(\alpha_1 h_0) \end{aligned} \quad (4.17)$$

С другой стороны, подставляя решения (4.8) в контактные условия (2.12) при $z = -h_0$, получим систему

$$\begin{aligned} kA_1^{(0)} ch\alpha_0 h_0 - \beta_0 B_1^{(0)} ch\beta_0 h_0 &= kA_1^{(2)} ch\alpha_1 h_0 - \beta_1 B_1^{(2)} ch\beta_1 h_0; \\ \alpha_0 A_1^{(0)} sh\alpha_0 h_0 - kB_1^{(0)} sh\beta_0 h_0 &= \alpha_1 A_1^{(2)} sh\alpha_1 h_0 - kB_1^{(2)} sh\beta_1 h_0. \end{aligned} \quad (4.18)$$

Отсюда, будем иметь

$$\begin{aligned} A_1^{(2)} &= \frac{1}{(\alpha_0^2 - k^2)\Delta_2^0} \left[\frac{1}{\xi} \left(\Delta_{31}^0 + \frac{k}{\beta_0} \Delta_{32}^0 \right) \tilde{W}_0^{(1)} - \left(k\Delta_{31}^0 + \frac{\alpha_0^2}{\beta_0} \Delta_{32}^0 \right) \tilde{U}_0^{(1)} \right]; \\ B_1^{(2)} &= \frac{1}{(\alpha_0^2 - k^2)\Delta_2^0} \left[\frac{1}{\xi} \left(\Delta_{31}^0 + \frac{k}{\beta_0} \Delta_{32}^0 \right) \tilde{W}_0^{(1)} - \left(k\Delta_{31}^0 + \frac{\alpha_0^2}{\beta_0} \Delta_{32}^0 \right) \tilde{U}_0^{(1)} \right]; \end{aligned} \quad (4.19)$$

где

$$\begin{aligned} \Delta_{31}^0 &= \alpha_0 \beta_2 sh(\alpha_0 h_0) ch(\beta_2 h_0) - k^2 sh(\beta_2 h_0) ch(\alpha_0 h_0) \\ \Delta_{32}^0 &= k [\beta_0 sh(\beta_2 h_0) ch(\beta_0 h_0) - \beta_2 sh(\beta_0 h_0) ch(\beta_2 h_0)] \\ \Delta_{41}^0 &= k [\alpha_0 sh(\alpha_0 h_0) ch(\alpha_2 h_0) - \alpha_2 sh(\alpha_2 h_0) ch(\alpha_0 h_0)] \\ \Delta_{42}^0 &= \alpha_2 \beta_0 sh(\alpha_2 h_0) ch(\beta_0 h_0) - k^2 sh(\beta_0 h_0) ch(\alpha_2 h_0) \end{aligned} \quad (4.20)$$

Представим напряжения $\sigma_{xz}^{(m)}$, также как (4.5) т.е.

$$\begin{aligned} \sigma_{xz}^{(m)}(x, z, t) &= \int_0^\infty \sin kx \left\{ dk \int_{(l)} \tilde{\sigma}_{xz}^{(m)}(z, k, p) e^{pt} dp \right\}, \\ \sigma_{zz}^{(m)}(x, z, t) &= \int_0^\infty \cos kx \left\{ dk \int_{(l)} \tilde{\sigma}_{zz}^{(m)}(z, k, p) e^{pt} dp \right\}, \quad (m = 0, 1, 2) \end{aligned} \quad (4.21)$$

Тогда для, преобразованных величин $\tilde{\sigma}_{xz}^{(m)}$ в соответствии с формулами для напряжений (2.16) будем иметь формулы

$$\begin{aligned}\tilde{\sigma}_{xz}^{(m)}(z, k, p) &= M_m \left[\left(2k \frac{\partial}{\partial z} \tilde{\varphi}_m(z, k, p) - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \tilde{\psi}_m(z, k, p) - k^2 \tilde{\psi}_m(z, k, p) \right) \right]; \\ \tilde{\sigma}_{zz}^{(m)}(z, k, p) &= L_{1m} \left(-k^2 \tilde{\varphi}_m(z, k, p) + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \tilde{\varphi}_m(z, k, p) \right) + \\ &+ 2M_m \left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} \tilde{\varphi}_m(z, k, p) - k \frac{\partial}{\partial z} \tilde{\psi}_m(z, k, p) \right).\end{aligned}\quad (4.22)$$

Постановка решения (4.5) в (4.22) приводит и выражениям

$$\begin{aligned}\tilde{\sigma}_{xz}^{(m)}(z, k, p) &= \tilde{M}_m \left(2k\alpha_m A_1^{(m)} \operatorname{sh}(\alpha_m z) - (\beta_m^2 + k^2) B_1^{(m)} \operatorname{sh}(\beta_m z) \right) \\ \tilde{\sigma}_{zz}^{(m)}(z, k, p) &= \tilde{L}_{1m} \left(\alpha_m^2 - k^2 \right) A_1^{(m)} \operatorname{ch}(\alpha_m z) + 2\tilde{M}_m \left(\alpha_m^2 A_1^{(m)} \operatorname{ch}(\alpha_m z) - k\beta_m B_1^{(m)} \operatorname{ch}(\beta_m z) \right).\end{aligned}\quad (4.23)$$

С учетом (4.21), (4.23) и (3.4) граничные условия (3.3) можно записать как

$$\begin{aligned}\tilde{M}_m \left(2k\alpha_m A_1^{(m)} \operatorname{sh}(\alpha_m z) - (\beta_m^2 + k^2) B_1^{(m)} \operatorname{sh}(\beta_m z) \right) &= \tilde{f}_x^{(m)}(k, p); \\ \tilde{L}_{1m} \left(\alpha_m^2 - k^2 \right) A_1^{(m)} \operatorname{ch}(\alpha_m z) + 2\tilde{M}_m \left(\alpha_m^2 A_1^{(m)} \operatorname{ch}(\alpha_m z) - k\beta_m B_1^{(m)} \operatorname{ch}(\beta_m z) \right) &= \tilde{f}_z^{(m)}(k, p).\end{aligned}\quad (4.24)$$

Учитывая (4.3) и в соответствии с указанными выше соображениями, относительно граничных условий в первом уравнении системы (4.24) положим $m = 1$,

а во втором $m = 2$. Получим

$$\begin{aligned}\tilde{M}_1 \left(2k\alpha_1 A_1^{(1)} \operatorname{sh}(\alpha_1(h_0 + h_1)) - (\beta_1^2 + k^2) B_1^{(1)} \operatorname{sh}(\beta_1(h_0 + h_1)) \right) &= \tilde{f}_x^{(1)}(k, p); \\ \tilde{L}_{12} \left(\alpha_2^2 - k^2 \right) A_1^{(2)} \operatorname{ch}(\alpha_2(h_0 + h_2)) + 2\tilde{M}_2 \left(\alpha_2^2 A_1^{(2)} \operatorname{ch}(\alpha_2 z) - k\beta_2 B_1^{(2)} \operatorname{ch}(\beta_2(h_0 + h_2)) \right) &= \tilde{f}_z^{(2)}(k, p).\end{aligned}\quad (4.25)$$

Подставляя сюда значения постоянных $A_1^{(1)}, B_1^{(1)}, A_1^{(2)}, B_1^{(2)}$ по формулам (4.15) и (4.19) и разлагая в степенные ряды по степеням толщины координаты гиперболические функции, входящие в выражения полученных таким образом уравнений, будем иметь общие уравнения симметричных колебаний трехслойной пластинки, имеющие бесконечно высокие порядки по производным. Считая выполнеными условия усечения бесконечных рядов, указанных в работе [7], будем ограничиваться нулевым или первыми членами разложений и получим уравнения колебания трехслойной пластинки, пригодные для применения при решении прикладных задач колебания пластин

$$\begin{aligned}\left(a_{11} \frac{\partial^4}{\partial t^4} + a_{12} \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial t^2} + a_{13} \frac{\partial^4}{\partial x^4} + a_{14} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) W_1 + \left(b_{11} \frac{\partial^4}{\partial t^4} + b_{12} \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial t^2} \right) U_1 = \\ = \left[c_{11} \frac{\partial^4}{\partial t^4} + c_{12} \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial t^2} + c_{13} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] M_1^{-1} f_x^{(1)}(k, p);\end{aligned}\quad (4.26)$$

$$\begin{aligned}\left(a_{21} \frac{\partial^4}{\partial t^4} + a_{22} \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial t^2} + a_{23} \frac{\partial^4}{\partial x^4} + \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) W_1 + \left(b_{21} \frac{\partial^4}{\partial t^4} + b_{22} \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial t^2} + b_{23} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) U_1 = \\ = \left[c_{21} \frac{\partial^4}{\partial t^4} + c_{22} \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial t^2} + c_{23} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] \tilde{f}_z^{(2)}(k, p).\end{aligned}$$

где

$$a_{11} = \rho_1^2 \left[(M_1^{-2} - 2N_1^{-2}) \frac{(h_0 + h_1)^3}{6} - (2 - M_0^{-1} N_0 + \rho_1 \rho_0^{-1} M_1^{-1} N_0) \frac{(h_0 + h_1) h_0^2}{2} N_1^{-1} M_1^{-1} \right];$$

$$a_{12} = \rho_1 \left[(2\rho_1 \rho_0^{-1} N_1^{-1} M_1^{-1} N_0 + 2M_1^{-1} - M_1^{-1} M_0^{-1} N_0 + \rho_1 \rho_0^{-1} M_1^{-2} N_0) \frac{(h_0 + h_1)h_0^2}{2} - \frac{(h_0 + h_1)^3}{6} (3M_1^{-1} - 4N_1^{-1}) \right]$$

$$a_{13} = -2\rho_1 \rho_0^{-1} M_1^{-1} N_0 \frac{(h_0 + h_1)h_0^2}{2}; a_{14} = \rho_1 (M_1^{-1} - 2N_1^{-1})(h_0 + h_1); b_{11} = \rho_1^2 N_1^{-1} M_1^{-1} (h_0 + h_1)$$

$$b_{12} = -\rho_1 M_1^{-1} (h_0 + h_1); c_{11} = \rho_1^2 M_1^{-1} N_1^{-1} \frac{h_0^2}{2}; c_{12} = -\rho_1 M_1^{-1} \frac{h_0^2}{2}; c_{13} = \rho_1 N_1^{-1};$$

$$a_{21} = \rho_2^2 \left[N_2^{-1} \frac{(h_0 + h_2)^2}{2} + \frac{h_0^2}{2} M_2^{-1} \right]; a_{23} = 2\rho_2 \rho_0^{-1} N_0 \frac{h_0^2}{2};$$

$$a_{22} = -\rho_2 \left[2M_2 (N_2^{-1} - M_2^{-1}) \frac{(h_0 + h_2)^2}{2} + \frac{(h_0 + h_2)^2}{2} + \left(M_0^{-1} N_0 \frac{h_0^2}{2} + 2M_2 N_2^{-1} M_0^{-1} N_0 - 2 - 2\rho_2 \rho_0^{-1} N_2^{-1} N_0 \right) \frac{h_0^2}{2} \right]$$

$$b_{21} = \rho_2 N_2^{-1} \left[\frac{(h_0 + h_2)^2}{2} - 2\rho_2 \frac{(h_0 + h_2)^2}{2} + \rho_0 M_0^{-1} (N_2 - 2M_2) \frac{h_0^2}{2} \right];$$

$$b_{23} = \rho_2 (N_2 - 2M_2) N_2^{-1};$$

$$b_{22} = \rho_2 \left[(h_0 + h_2)^2 - (N_2 - 2M_2) \frac{h_0^2}{2} M_0^{-1} N_0 N_2^{-1} \right]$$

$$c_{21} = \rho_2^2 M_2^{-1} N_2^{-1} \frac{h_0^2}{2}; c_{22} = -\rho_2 M_2^{-1} \frac{h_0^2}{2}; c_{23} = \rho_2 N_2^{-1};$$

Полученное уравнение в частных случаях переходят в уравнения колебания трехслойной упругой пластиинки, в уравнения колебания двухслойной вязкоупругой пластиинки и другие. Вместе с уравнениями колебания разработан алгоритм определения НДС рассматриваемой пластиинки. Например, формулы для некоторых напряжений и перемещений срединного слоя имеют вид

$$\begin{aligned} \sigma_{zz}^{(0)}(x, z, t) &= \frac{1}{\xi} \left[L_0 - \left(2(M_0 - L_0) \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \lambda_0 L_0 \right) \frac{z^2}{2} \right] W_0 - \left[2M_0 - L_0 + \lambda_0 L_0 \frac{z^2}{2} \right] \frac{\partial}{\partial x} U_0. \\ u_0(x, z, t) &= U_0 + \left[\frac{1}{\xi} (q-1) \frac{\partial W_0}{\partial x} + q\gamma_0 U_0 \right] \frac{z^2}{2}; w_0(x, z, t) = \frac{z}{\xi} W_0; \end{aligned} \quad (4.27)$$

где

$$\gamma_0 = \rho_0 L_0^{-1} \left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) - \frac{\partial^2}{\partial z^2}; \lambda_0 = \rho_0 M_0^{-1} \left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) - \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

Формулы (4.27) позволяют вычислить напряжения и перемещения в произвольном сечении срединного слоя пластиинки для любого момента времени. Легко могут быть выведены аналогичные формулы для всех компонент напряжений и перемещений в точках других слоев.

Литература

- Александров А.Я., Куршин Л.М. Трехслойные пластиинки и оболочки//Прочность, устойчивость, колебания. – М.: Машиностроение , 1968, т.2.- С.245-308.
- Григолюк Э.И., Селезов И.Т. Неклассические теории колебаний стержней, пластиин и оболочек// Итоги науки и техники. Сер. Механика деформ. твердых тел. – Т. 5 – М.: ВИНТИ, 1973. – 272с.
- Филиппов И.Г., Чебан В.Г. Математическая теория колебаний упругих и вязкоупругих пластиин и стержней.-Кишинев: «Штиинца», 1988.- 188 с.

4. Худойназаров Х. Х. Нестационарное взаимодействие цилиндрических оболочек и стержней с деформируемой средой.- Т. Изд-во мед.лит. имени Абу Али Ибн Сина, 2003, 325 стр.
5. Петрашень Г.И., Хинен Э.В. Об инженерных уравнениях колебаний неидеально-упругих пластин // Труды МИАН. Т. 95. – Л.: Наука, 1968. – С. 151 – 183.
6. Мирзакобилов Н.Х. Колебания трехслойных пластин частного вида// Дисс. на соис. уч. ст. канд. наук.- Москва, 1992 г.,- 139 с.
7. Петрашень Г.И., Хинен Э.В. Об условиях применимости инженерных уравнений неидеально-упругих пластин// Вопросы динамики теории распространения сейсмической волны. № 11. – М.: Наука, 1971. – С. 48-56.

УДК: 539.3

КРУТИЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СЛОЯ, С ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТЬЮ.

Ш.А.Джалилов, У.Х.Каландаров, С.И.Худойбердиев

Самаркандский институт экономики и сервиса

E-mail: d_shuxrat@mail.ru

Аннотация. В цилиндрической системе координат рассматривается однородный и изотропный круговой цилиндрический упругой слой с внутренним и внешним радиусами, не рассмотрена крутильные колебания цилиндрического слоя, с вязкой несжимаемой жидкостью. Решено конкретные задачи.

Ключевые слова: цилиндр, оболочка, жидкость, циркуляция, давление, вибрация, хруст, вязкой.

Silindrik qobiqning ichki qismida yopishqoq siqilmaydigan suyuqlik oqayotganda qobiqning aylanma tebranishlari

Annotatsiya. Ishda silindrik qobiqning ichki qismida yopishqoq siqilmaydigan suyuqlik oqayotganda, qobiqning ichki qismida suyuqlikning bosimi natijasida qobiqning o'qqa nisbatan aylanma tebranishlari o'r ganilgan va aniq masalalar yechilgan.

Kalitli so'zlar: silindr, qobiq, suyuqlik, aylanma, bosim, tebranish, siqilish, yopishqoq.

Torsion oscillations of a cylindrical layer, with a viscous incompressible liquid

Summary: In this study, when the viscous fluid flowing inside the cylindrical shell flows, the fluid pressure in the inside of the crust has been studied, and the tidal vibrations of the shell are investigated and specific issues are solved.

Keywords: cylinder, shell, liquid, circulation, pressure, vibration, crunch, viscous

В цилиндрической системе координат (r, θ, z) рассматривается однородный и изотропный круговой цилиндрический упругой слой с внутренним r_1 и внешним r_2 радиусами. При этом $r_1 = const$, $r_2 = const$, $r_2 > r_1$, а толщина слоя $h = r_2 - r_1$ принимает произвольные значения в зависимости от r_1 и r_2 . Кроме того предлагается, что цилиндрический слой, как трехмерное тело, строго подчиняется математической теории упругости и описывается ее трехмерными уравнениями. Считается, что внутренняя полость слоя заполнена вязкой несжимаемой покоящейся жидкостью, описываемой линеаризованными уравнениями Навье Стокса. [1, 2, 3].

Уравнения движения слоя

$$\sigma_{ij,j} = \rho \sum_{i=1}^3 (i, j = r, \theta, z), x_1 \in V_1 \quad (1)$$

используются в виде волновых уравнений

$$(\lambda + \mu) \Delta \Phi = \rho \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} ,$$

$$\mu \Delta \vec{\Psi} = \rho \frac{\partial^2 \vec{\Psi}}{\partial t^2} \quad x_i \in V_1 \quad (2)$$

для потенциалов продольных Φ и поперечных $\vec{\Psi}$ волн, введенных по формуле

$$\vec{U} = \text{grad}\Phi + \text{rot}[e_3\psi_1 + e_2\psi_2], \quad x_i \in V_1 \quad (a)$$

где Δ - оператор Лапласа в системе координат (r, θ, z) ; $\sigma_{ij,j}$, \cup , - компоненты тензора напряжений и вектора перемещений λ, μ - коэффициенты Ламе; ρ - плотность; V_1 - Объем, занимаемый слоем. [2].

Для вязкой несжимаемой жидкости, при ее малых колебаниях имеем следующие соотношения:

условие несжимаемости

$$\vec{\text{div}}v = 0, \quad x_i \in V_2 \quad (3)$$

уравнение Навье - Стокса с учетом (3)

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} - v \Delta \vec{v} + \frac{1}{\rho_0} \text{grad}p = 0, \quad x_i \in V_2 \quad (4)$$

Закон Навье-Стокса

$$P_{ij} = -P \delta_{ij} + \mu e_{ij}, \quad x_i \in V_2 \quad (5)$$

где \vec{v} - вектор скорости частиц жидкости; μ - коэффициент вязкости;

$v^1 = \mu / \rho$ - кинематический коэффициент вязкости; ρ_0 - плотность покоящейся жидкости; P - гидродинамическое давление; P_{ij} - компоненты тензора напряжений в жидкости; e_{ij} - компоненты тензора скоростей деформации.

Введением скалярного G и векторного $\vec{x} = \vec{x}(x_1, x_2)$ функции по формуле,

$$\vec{V} = \frac{\partial}{\partial t} \left\{ \text{grad}G + \text{rot}[\vec{e}_3 x_1 + \text{rot}(\vec{e}_3 x_2)] \right\} \quad (6)$$

уравнения (3), (4) приведены в виду

$$\Delta G = 0, \left(\frac{\partial}{\partial t} - v \Delta \right) x_1 = 0, \quad \left(\frac{\partial}{\partial t} - v \Delta \right) x_2 = 0, \quad (7)$$

В дальнейшем рассмотрим крутильные колебания слоя будем считать, что он загружен только вдоль оси OZ .

Для жидкости положим

$$V_r = V_z = 0, \quad V = V = (r, z, t), \quad p=0, \quad x_i \in V_2 \quad (8)$$

Тогда из условия неразрывности с учетом условия несжимаемости следует

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0, \quad x_i \in V_2 \quad (9)$$

Согласно (6) выражениям p и ρ через G , x_1 и x_2 условия (7) и (8) выполняются, если в 96) положить

$$G=0, x_2=0, x_1=x_1(r,z,t) \quad (10)$$

В случае (10) из (6) получаем для V_Θ представления

$$V_\Theta = -\frac{\partial^2 x_1}{\partial r \partial t}, \quad x_i \in V_2 \quad (11)$$

где функция x_1 является решением уравнения

$$\left[\frac{\partial}{\partial t} - V \cdot \left[\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] \right] x_1 = 0, \quad x_i \in V_2 \quad (12)$$

Для слоя примем следующее

$$U_r = U_z = 0, \quad U_o = U_o(r, z, t), \quad x_i \in V_1 \quad (13)$$

Условия (13) будет выполняться, если положить

$$U_\Theta = -\frac{\partial \psi_1}{\partial r}, \quad x_i \in V_1 \quad (14)$$

где функция ψ_1 на основании (2) удовлетворяет уравнению

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] \Psi_1 = \frac{1}{b^2} \psi_1, \quad x_i \in V_1 \quad (15)$$

Условия на поверхности слоя при $r=r_2$ и на границе раздела сред при $r=r_1$ имеют вид

$$\begin{aligned} \sigma_{r\Theta}(r_2, z, t) &= f_{r\Theta}(z, t), \\ \sigma_{r\Theta}(r_1, z, t) &= p_{r\Theta}(r_1, z, t), \\ V_\Theta(r_1, z, t) &= \frac{\partial}{\partial t} U_\Theta(r_1, z, t) \end{aligned} \quad (16)$$

Начальные условия нулевые.

Таким образом задача о крутильных колебаниях цилиндрического слоя с вязкой несжимаемой жидкостью приводится к решению уравнений (12), (15) с граничными (16) и нулевыми начальными условиями. [3].

Для решения уравнений (12) и (15) представим функции χ_1 и ψ_1 в виде

$$[\chi_1, \psi_1] = \int_0^\infty \left. \begin{array}{l} \sin kz \\ -\cos kz \end{array} \right\} dk \int [\chi_1, \Psi_{10}] e^{pt} dp. \quad (17)$$

Подстановка которых в (12) и (15) дает

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \psi_{10}}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d \psi_{10}}{dr} - \alpha^2 \psi_{10} &= 0, \quad \alpha^2 = k^2 + \frac{1}{b^2} p^2, \\ [\chi_1, \psi_1] &= \int_0^\infty \left. \begin{array}{l} \sin kz \\ -\cos kz \end{array} \right\} dk \int [\chi_{10}, \psi_{10}] e^{pt} dp. \end{aligned} \quad (17)$$

Подстановка которых в (12) и (15) дает

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \psi_{10}}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d \psi_{10}}{dr} - \alpha^2 \psi_{10} &= 0, \quad \alpha^2 = k^2 + \frac{1}{b^2} p^2, \\ \frac{d^2 \chi_{10}}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d \chi_{10}}{dr} - \beta^2 \chi_{10} &= 0, \quad \beta^2 = \kappa^2 + \frac{1}{v^2} p^2 \end{aligned} \quad (18)$$

Общие решения уравнений (18), ограниченные при $r \rightarrow \infty$ и $r = 0$ имеют вид

$$\begin{aligned}\psi_{10}(r) &= A_1 I_0(\alpha r) + A_2 K_0(\alpha r), \\ \chi_{10} &= B I_0(\beta r)\end{aligned}\quad (19)$$

Функцию внешний воздействий также представим как

$$f_{ro}(z, t) = \int_0^{\infty} \left\{ \frac{\sin kz}{-\cos kz} \right\} dk \int_{(I)} [\chi_{10}, \psi_{10}] e^{pt} dp. \quad (20)$$

Выразив напряжения σ_{ro} и p_{ro} через введенные потенциалы ψ_1 и χ_1 , а также представив их также как (20) из граничных условий (16), получим

$$\left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{\partial^2}{\partial r^2} \right] \psi_{10} = \frac{1}{\mu} f_{ro}^{(10)}, \text{ при } r = r_2, \quad (21)$$

$$\left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{\partial^2}{\partial r^2} \right] \psi_{10} = 2 \frac{\mu}{\mu} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{1}{2} \beta^2 \right] p \chi_{10}, \text{ при } r = r_1$$

Примем за искомые величины перемещения в точках некоторой промежуточной поверхности цилиндрического слоя, радиус которого определяется по формуле

$$\xi = \frac{r_1}{2} \left[v - \frac{r_1}{r_2} \right] \quad (22)$$

Выразив преобразованное перемещение $U_0^{(0)}$ через ψ_{10} и χ_{10} , подставив в него общие решения (19) и используя стандартные разложения модифицированные функции Бесселя в степенные ряды, полагая в расположениях $r = \xi$ и исходя из его общего вида введем новые функции, зависящие от параметров К и Р по формулам.

$$U^{(0)}_{0,0} = -\frac{1}{2} \alpha^2 \left\{ A_1 - A_2 \left[L n \frac{\alpha \xi}{2} - \psi(1) - \frac{1}{2} \right] \right\}, \quad U_{0,0}^{(0)} = \frac{1}{\xi} A_2. \quad (23)$$

Подставив решения (19) в граничные условия получим

$$\begin{aligned}\alpha^2 [A_1 I_1(\alpha r_1) + A_2 K_2(\alpha r_2)] &= -\mu^{-2} f_{ro}^{(0)}, \\ \frac{2}{r_1} [A_1 I_1(\alpha r_1) + A_2 K_2(\alpha r_2)] &= -\alpha [A_1 I_0(\alpha r_1) + A_2 K_0(\alpha r_2)] = -\frac{\mu}{4\mu} \beta^2 p r_1 \alpha^2 [A_1 I_1(\alpha r_1) + A_2 K_1(\alpha r_2)],\end{aligned}\quad (24)$$

Использую стандартные разложения функций Бесселя в степенные ряды по степеням r_1 и r_2 , а также подставляя выражения постоянных A_1 и A_2 по формулам (23) и вводя функции $U_{0,0}$ и $U_{0,1}$ и операторы λ^n по формулам

$$[U_{0,0}, U_{0,1}] = \int_0^{\infty} \left\{ \frac{\sin kz}{-\cos kz} \right\} dk \int_{(I)} [U_{0,0}^{(0)}, U_{0,1}^{(0)}] e^{pt} dp. \quad (25)$$

$$\lambda^n(\xi) = \int_0^{\infty} \left\{ \frac{\sin kz}{-\cos kz} \right\} dk \int_{(I)} [\lambda^{2n}(\xi)] e^{pt} dp. \quad (26)$$

Из условий (23) получим уравнения

$$C_{11} U_{0,0} + C_{12} U_{0,1} = \mu^{-1} f_{ro},$$

$$(C_{12} - R C_{31}) U_{0,0} + (C_{22} - R C_{32}) U_{0,1} = 0, \quad (27)$$

Где операторы C_{ij} имеют вид

$$C_{1i} = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(r_i/2)^{2n+2}}{n!(n+2)!} \lambda_2^n, \dots$$

Здесь R-представляет собой реакцию вязкой несжимаемой жидкости на колебания оболочки

$$R = \frac{r_i}{4} \frac{\mu}{\mu} \frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{1}{v} \frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] \quad (28)$$

исходя из выражения

$$\alpha^2 = k^2 + \frac{1}{b^2} p^2$$

нетрудно заключить, что операторы λ^n в переменных (z,t) равны

$$\lambda^n = \left[\frac{1}{b^2} \left[\frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right]^n, \quad n=1,2,3,\dots \quad (29)$$

В соответствии с (28) уравнения (26) являются дифференциальные уравнениям бесконечно высокого порядка относительно главных частей крутильного перемещения точек промежуточной поверхности цилиндрического упругого слоя с вязкой несжимаемой жидкостью.

Нетрудно выразить перемещение U_0 и напряжения $\sigma_{ro}, \sigma_{z,0}$ внутренних сечений слоя и давления $P_{r,0}$ через $U_{0,0}, U_{0,1}$, которые по результатам решения уравнений (26) позволяют определить напряженно-деформированное состояние произвольного сечения слоя и напряжения на поверхности жидкости. Заметим, что бесконечно высокий порядок уравнений делает их непригодными для решения прикладных задач. Поэтому, считая выполняемые условия полученные в более ранних работах налагаемые на частоту колебаний и волновое число распространяющихся волн можно ограничиться нулевым ($n=0$), первым ($n=1$) и другими приближениями можно получить уравнения колебания пригодные для решения инженерных задач.

Следует заметить, что ограничения налагаются как на частоту, так и на волновое число, которое означает, что усеченные уравнения не описывают высокочастотные и коротковолновые процессы, и что они пригодны лишь для низкочастотных внешних воздействий. Кроме того, получающиеся приближенные уравнения при любом приближении не применимы в случае сосредоточенных воздействий под системой.

Однако, из сказанного не следует, что эти уравнения применимы для очень узкого класса задач или вообще не применимы, ибо функции f_r , представимые в виде (20), представляет собой достаточно обширный класс и следовательно, усеченные уравнения имеют достаточно широкую область применимости.

Литература

1. Вольмир А.С. Оболочки в потоке жидкости и газа. Задачи гидроупругости. М.: Наука, 2009.-320с.
- 2.Худойназаров Х.Х. К теории продольно-радиальных колебаний круговой цилиндрической вязкоупругой оболочки с находящейся в ней сжимаемой жидкостью // Динамика и прочность тяжелых машин. - Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1989.-с.53-62.
3. Краскевич В.Е., Зленский К.Х., Гречко В.И., Численные методы в инженерных исследованиях. - Киев: Вища школа, 2007,--263с.

УДК: 538.112

**ВОЛНОВЫЕ ФУНКЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УРОВНИ ЧАСТИЦ В КВАНТОВОЙ
ТОЧКЕ С ПОТЕНЦИАЛОМ МОРСА**

Б. Эшпулатов, Ш. Кувандиков, Т. Мустафаев

Самаркандинский государственный университет

Аннотация. Теоретически рассмотрены электронные состояния в цилиндрической квантовой точке с ограничивающим потенциалом Морса при наличии внешнего однородного магнитного поля. Получены аналитические выражения для волновой функции и полной энергии частицы.

Ключевые слова: взаимодействие, потенциал, прямоугольной, параболическим, волновые функции, однородного, полупроводниковая, квантования, электрон, дырки, осцилляторные, калибровка, ширины, потенциальной ямы.

Mors potensiyalli kvant nuqtasidagi zarrachalarning to'lqin funksiyasi va energiyasathlari

Annotasiya. Bir jinsli magnit maydonidagi cheklovchi Mors potensiyalli silindrik kvant nuqtasidagi elektron holatlari nazariy o'rganilgan. Zarrachalar to'lqin funksiyasi va to'la energiyasi uchun analitik ifodalar olingan.

Kalit so'zlar: o'zaro ta'sir, potensial, to'g'ri burchakli, parabolik, to'lqin funksiyasi, bir jinsli, yarimo'tkazgich, kvantlanish, elektron, teshik, kalibrash, kenglik, potensial chuqurlik.

The wave function and energy levels of particle in a quantum dot with Morse potential

Abstract. Electronic states in the cylindrical quantum dot with Morse confining potential have been theoretically investigated. Analytical expressions for the energy and wave function of particle have been obtained.

Keywords: interaction, potential, rectangular, parabolic, wave function, congenerous, quasi conductor, electron, hole, quantization, oscillator, calibration, width, potential pit.

Важной задачей для теоретического описания квантовых точек (КТ) является точное описание гамильтониана изучаемой системы. Введя в гамильтониан некий ограничивающий потенциал, который характеризует взаимодействие носителей заряда со стенками КТ, мы тем самым моделируем его и учитываем в нем эффект размерного квантования. Часто экспериментальные данные интерпретируются с использованием модельных потенциалов либо в форме прямоугольной потенциальной ямы, либо параболическим потенциалом. Однако параболический потенциал реализуется только для низких энергетических уровней. Очевидно, что с ростом квантового числа ход ограничивающего потенциала расходится от параболического. Для более успешной и реалистичной аппроксимации формируемого ограничивающего потенциала вводятся другие виды потенциалов, такие, как потенциалы Морса, Пешля – Теллера, Вуда – Саксона и т. д. [5-8].

В настоящей работе определены волновые функции и энергетические уровни электрона и дырки в цилиндрической КТ с ограничивающим потенциалом Морса при наличии внешнего однородного магнитного поля.

Рассмотрим движение электрона и дырки в цилиндрической КТ с ограничивающим потенциалом Морса при режиме сильного размерного квантования в присутствии внешнего однородного магнитного поля, направленного вдоль оси цилиндра (OZ). Отметим, что ограничивающий потенциал КТ вдоль оси цилиндра описывается потенциалом Морса, а в радиальном направлении – параболическим потенциалом. При режиме сильного размерного квантования полупроводниковая квантовая точка имеет такие малые размеры, что энергия кулоновского взаимодействия между электроном и дыркой намного меньше энергии, обусловленной вкладом размерного квантования. Это обстоятельство позволяет пренебречь в гамильтониане системы членом, который соответствует кулоновскому взаимодействию электрона и дырки. В этом случае гамильтониан системы можно представить в виде суммы гамильтонианов электрона и дырки, и задача сводится к нахождению энергетических уровней этих частиц по отдельности.

Тогда потенциальная энергия частицы в цилиндрических координатах запишется в виде

$$U_{e(h)}(\rho, Z) = \tilde{A}_{e(h)} + \tilde{A}_{e(h)} \left(e^{-2\frac{Z}{\beta_{e(h)}}} - 2e^{\frac{Z}{\beta_{e(h)}}} \right) + \frac{m_{e(h)}^* \omega_{e(h)}^2 \rho^2}{2}, \quad (1)$$

где $\tilde{A}_{e(h)}$ и $\tilde{\beta}_{e(h)}$ - соответственно, глубина и ширина потенциальной ямы, $m_{e(h)}^*$ - эффективная масса электрона (дырки), $\omega_{e(h)}$ - осцилляторные параметры. Очевидно, что в общем случае величины $\tilde{A}_{e(h)}$ и $\tilde{\beta}_{e(h)}$ для электрона и дырки имеют разные значения. Ширина $\tilde{\beta}_{e(h)}$ связана с высотой цилиндрической КТ h соотношением $h = \delta_{e(h)} \tilde{\beta}_{e(h)}$, где $\delta_{e(h)}$ параметр, зависящий от специфики структуры КТ. Параметр имеет порядок единицы и может быть определен из эксперимента. Еще одним параметром, определяемым из эксперимента, является $\lambda_{e(h)}$, который связывает осцилляторные параметры $\omega_{e(h)}$ с радиусом цилиндра R формулой $\omega_{e(h)} = \lambda_{e(h)} \frac{\hbar}{m_{e(h)}^* R^2}$.

С учетом наличия внешнего однородного магнитного поля гамильтониан системы запишется в следующем виде:

$$\hat{H} = \frac{1}{2m_{e(h)}^*} \left(\hat{\mathbf{P}} + \frac{e}{c} \hat{\mathbf{A}} \right)^2 + U(\rho, Z), \quad (2)$$

где $\hat{\mathbf{P}}$ - оператор импульса частицы, $\hat{\mathbf{A}}$ - векторный потенциал магнитного поля, e - заряд электрона, c - скорость света в вакууме. Калибровка векторного потенциала берется в следующем виде: $A_\rho = 0$, $A_\phi = \rho B/2$, $A_z = 0$. Тогда гамильтониан в безразмерных величинах запишется в виде

$$\hat{H} = \hat{H}_1 + \hat{H}_2, \quad (3)$$

где

$$\hat{H}_1 = A_{e(h)} + A_{e(h)} \left(e^{-2\frac{Z}{\beta_{e(h)}}} - 2e^{\frac{Z}{\beta_{e(h)}}} \right) - \frac{\partial^2}{\partial z^2}, \quad (4)$$

$$\hat{H}_2 = - \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) - i\gamma \frac{\partial}{\partial \varphi} + \frac{1}{4} (\gamma^2 + \gamma_0^2) r^2. \quad (5)$$

Здесь введены обозначения: $r = \rho/a_B$, $z = Z/a_B$, $A_{e(h)} = \tilde{A}_{e(h)}/E_R$, $\beta_{e(h)} = \tilde{\beta}_{e(h)}/a_B$, $\gamma_0 = \hbar \omega_{e(h)}/E_R$, $\gamma = \hbar \omega_c/2E_R$, $\omega_c = eB/(cm_{e(h)}^*)$, где $E_R = \hbar^2/2m_{e(h)}^* a_B^2$ - эффективная энергия Ридберга, $a_B = k\hbar^2/m_{e(h)}^* e^2$ - эффективный радиус Бора частицы, k - диэлектрическая постоянная.

Общую волновую функцию системы ищем в виде $\psi(r, \varphi, z) = C e^{im\varphi} R(r) \chi(z)$, где C – нормировочный коэффициент. Решая уравнение Шредингера для аксиального направления, окончательно для волновой функции и энергетических уровней частицы получим

$$\chi(z) = e^{-\left(\beta_{e(h)} \sqrt{A_{e(h)}} e^{\frac{Z}{\beta_{e(h)}}} \right)} \left(2\beta_{e(h)} \sqrt{A_{e(h)}} e^{\frac{Z}{\beta_{e(h)}}} \right)^s {}_1F_1 \left(-n_z, 2s+1, 2\beta_{e(h)} \sqrt{A_{e(h)}} e^{\frac{Z}{\beta_{e(h)}}} \right), \quad (6)$$

$$\varepsilon_z = A_{e(h)} - \left[\sqrt{A_{e(h)}} - \frac{1}{\beta_{e(h)}} \left(n_z + \frac{1}{2} \right) \right]^2, \quad (7)$$

где $s = \beta_{e(h)} \sqrt{A_{e(h)} - \varepsilon_z}$, $n_z = 0, 1, 2, \dots$ - аксиальное квантовое число, а $- {}_1F_1(\alpha, \beta, \gamma)$ - гипергеометрическая функция Гаусса [9]. Для радиальной части уравнения Шредингера получается следующее выражение:

$$R''(r) + \frac{1}{r} R'(r) - \left(\frac{m^2}{r^2} + m\gamma + \frac{(\gamma^2 + \gamma_0^2)}{4} r^2 \right) R(r) = \varepsilon_r R(r), \quad (8)$$

где m – магнитное квантовое число и принимает следующие значения: $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$. Решение уравнения (8) хорошо известно и задается вырожденной гипергеометрической функцией

$$R(r) = e^{-\frac{\sqrt{\gamma^2 + \gamma_0^2}}{4} r^2} \left(\frac{\sqrt{\gamma^2 + \gamma_0^2}}{2} r^2 \right)^{|m|/2} \times$$

$$\times {}_1F_1 \left\{ - \left(\frac{\varepsilon_r + m\gamma}{2\sqrt{\gamma^2 + \gamma_0^2}} - \frac{|m|+1}{2} \right), |m|+1, \frac{\sqrt{\gamma^2 + \gamma_0^2}}{2} r^2 \right\}. \quad (9)$$

Из стандартных условий для энергии радиальной части окончательно получим

$$\varepsilon_r = m\gamma + 4\sqrt{\gamma^2 + \gamma_0^2}(N + 1), \quad (10)$$

где $N = 2n_r + |m|$ - осцилляторное квантовое число и $N = 0,1,2,\dots$.

Отметим, что численные расчеты проводились для цилиндрической КТ с потенциалом Морса из *GaAs* со следующими материальными параметрами: $m_e^* = 0,067m_0$, $m_h^* = 0,45m_0$, $k = 13.8$, $E_R = 5.275$ мэВ, $E_g = 1.43$ эВ, $a_e = 104\text{ \AA}$ и $a_h = 15\text{ \AA}$. Для простоты все нижеприведенные расчеты сделаны для случая, когда параметры цилиндрической КТ для электрона и дырки рассматриваются равными, т. е. $\beta_e = \beta_h = \beta$ и $A_e = A_h = A$.

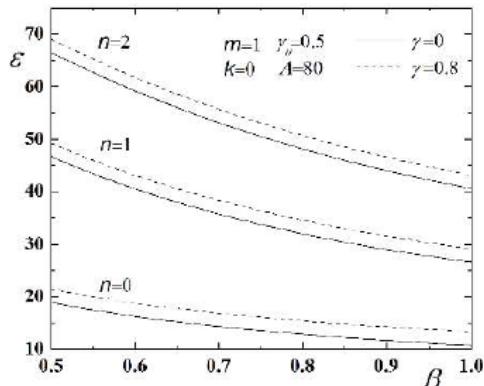


Рис. 1. Зависимости энергетических уровней от ширины потенциальной ямы при фиксированном значении глубины.

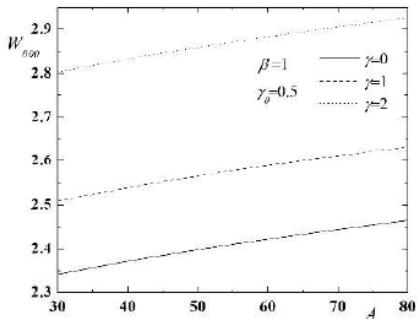


Рис. 2. Зависимости энергетических уровней от глубины потенциальной ямы при фиксированном значении ширины.

На рис. 1 и 2 представлены зависимости энергетического спектра электрона в цилиндрической КТ с потенциалом Морса от ширины β и глубины A . Как видно из рисунков, с уменьшением ширины потенциальной ямы полная энергия ϵ увеличивается, что является следствием увеличения вклада размерного квантования в энергию системы. Противоположная картина наблюдается для зависимостей энергетических уровней от глубины потенциальной ямы. На обоих рисунках пунктирные линии соответствуют наличию однородного магнитного поля, а сплошные линии – отсутствию магнитного поля. Очевидно, что энергия частицы при наличии магнитного поля располагается выше, чем энергия при отсутствии поля, так как магнитное квантование вносит добавочный вклад в полную энергию частицы.

Литература

1. Atayan A. K., Kazaryan E. M., Meliksetyan A. V., Sarkisyan, H. A. - Journal of Contemporary Physics. 2010. V. 45. Issue 3. P. 126-131.
2. Hayrapetyan D. B., Kazaryan E. M. , H. Kh. - Physica E. 2012. V. 46. P. 274-278.
3. Gharaati A., Khorda R. - Superlattices and Microstructures. V. 48. 2010. Issue 3. P. 276-287.

UDK 621.315.592

**KOMPENSATSIYALANGAN YARIMO'TKAZGICHLARDA ERKIN ZARYAD
TASHUVCHILAR TOMONIDAN TOVUSHNING YUTILISHI HAQIDA**

1.Kuchsiz legirlangan yarimo'tkazgich holi

O.Pardayev, U.To'xtayev, E. Umirzakov,

Samarqand davlat universiteti

E-mail: artikpardaev@mail.ru

Annotatsiya. Kuchsiz legirlangan va kompensatsiyalangan yarim o'tkazgichlarda past temperaturalarda erkin zaryad tashuvchilar tomonidan ultratovushning yutilish nazariyasi qarab chiqilgan. Bunda sakrab yutilish bilan bir vaqtida katta mashtabli potensial relyefda joylashgan elektronlar tomonidan sodir bo'ladigan yutilish sezilarli ulush qo'shishi mumkinligi ko'rsatilgan. Berilgan bunday ulushning turli chegaraviy hollarda chastota va temperaturaga qanday bog'langanligi tahlil qilingan, bunday bog'lanishlarning sathlarda oquvchan elektronlar hamda sakrashda yuzaga keladigan yutilishlarda kuzatiladigan bog'lanishlardan sezilarli darajada farq qilishi aniqlangan.

Kalit so'zlar: yutilish, legirlangan, kompensatsiyalangan, yarim o'tkazgich, ultratovush, temperatura, sakrovchi, kichik mashtabli, katta mashtabli, ulush, potensial relief, oquvchanlik, chastota.

О поглощении звука свободными носителями заряда в компенсированных полупроводниках.

1. Случай слабого легирования.

Аннотация. Рассмотрено поглощение ультразвука в слабо легированных компенсированных полупроводниках при низких температурах. Показано, что наряду с прыжковым поглощением заметный вклад могут давать электроны, локализованные в крупномасштабном потенциальном рельефе. Проанализированы зависимости указанного вклада от частоты и температуры в различных предельных случаях; показано, что они существенно отличаются от соответствующих зависимостей как для поглощения носителями на уровне протекания, так и для прыжкового поглощения^{*)}.

Ключевые слова: поглощение, легированный, компенсированный, полупроводник, ультразвук, температура, прыжковый, мелкомасштабный, крупномасштабный, вклад, потенциальный рельеф, протекания, частота.

On the absorption of sound by free charge carriers in compensated semiconductors.

1. Case of weak doping.

Abstract. Absorption of ultrasound in weakly doped compensated semiconductors at low temperatures is considered. It is shown that along with hopping absorption, an appreciable contribution can be made by electrons, localized in a large-scale potential relief. Dependences of this contribution on frequency and temperature in various limiting cases are analyzed; It is shown that they differ substantially from the corresponding dependencies both for absorption by carriers at the percolation level, and for hopping absorption.

Keywords: absorption, alloy, compensated, semiconductor, ultrasound, temperature, hopping, small-scale, large-scale, contribution, potential relief, leaks, frequency.

Past temperaturalarda kuchsiz legirlangan^{*)} yarimo'tkazgichlarda tovushning yutilishi aralashma sathlari joylashgan holatlar orasida elektronlarning sakrab o'tishlari [1-4]va boshqalar) hamda o'tkazuvchanlik zonasida faollashtirilgan elektronlar tomonidan raqobatlanuvchi ikkita mexanizm bilan aniqlanadi. Legirlangan yarimo'tkazgichlarning o'zlariga xos xususiyti shundan iborat bo'ladiki, ularda aralashmalarning xaotik joylashuvlari natijasida o'tkazuvchanlik zonasi tagining holati koordinataga bog'liq bo'ladi.

Kompensatsiyalangan materiallarda potensial relyefning ikkita o'ziga xos mashtabini ko'rsak bo'ladi [5] Bulardan biri-kichikmashtab deb atalib, unda aralashmalar orasidagi masofa

$$r_t = (3/4\pi N_t)^{1/3}, \quad N_t = N_D + N_A, \quad (1)$$

bilan aniqlanadi. Bunda N_D va N_A - donorlar va akseptorlar konsentratsiyalari. r_t masshtabidagi potensial reliefning xarakterli chuqurligi

$$\gamma_t = \frac{e^2}{\varepsilon_0 r_t} = e^2 (4\pi N_t / 3)^{1/3} \varepsilon_0^{-1}. \quad (2)$$

tartibida bo'ladi. Bu yerda e - elektron zaryadi, ε_0 - dielektrik singdiruvchanlik.

Yarimo'tkazgichda legirlanish darajasi shunchalik kichik, temperature esa shunchalik yuqori bo'lsinkii, issiqlik elektroni ($r_t [2m(\gamma_t - T)^{1/2} \leq \hbar]$) ning bunday reliefdan o'tib ketish ehtimoli bir atrofida, ya'ni tamoman tiniq bo'lsin. Bunday holda kichikmasshtabli relief amalda elektronlarning erkin chopish uzunligini aniqlaydi va u mos ravishda kiritiladigan diffuziya koefitsiyentini kiritish bilan hisobga olingan bo'ladi.

Kichik masshtabli relyefdani tashqari xarakterli o'lchami

$$r_s = r_t (1 - K)^{-2/3} \quad (3)$$

chuqurligi

$$\gamma_s = \gamma_t (1 - K)^{-1/3} \quad (4)$$

*yarimo'tkazgichlar legirlanganda ularning tarqibiga ma'lum miqdorda aralashmalar yoki tarkibiy defektlar kiritilgan bo'ladi va bundan yarimo'tkazgichlarning elektr xossalarni o'zgartirish maqsadda tutiladi.

$K = \frac{N_A}{N_D}$ (anqlik uchun n - turdag'i yarimo'tkazgichni qaraymiz). Juda kuchli kompensatsiya amalgam oshirilgan paytdagina ($[(1 - K)^{1/3} \ll 1]$). r_t va r_s masshtablarning bir-birlaridan muhim farq qilishlari to'g'risida gapirish mumkin bo'ladi. Shunga qaramasdan sifatli qonuniyatlarni olish maqsadida kuchli kompensatsiyalangan material modelini ishlatalamiz. Miqdoriy baholashlarni $n - InSb \langle Mn \rangle$ turidagi materillar uchun o'tkazamiz, chunki bu materiallarda tovushning yutilishida har ikkala masshtabning ulushi mavjudligi kuzatilgan [4]. Bunday materialda $N_t \approx 2 \cdot 10^{14} sm^{-3}$, $K \approx 0,85 - 0,9$, $\varepsilon_0 = 17$, bularga mos ravishda $\gamma_t \approx 8K$, $r_t \approx 10^{-5} sm$, $r_s \approx 4r_t$, $\gamma_s \approx (2 - 2,5)\gamma_t$ bo'lar ekan.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, kattamasshtabli potensial bu materiallar uchun klassik hisoblanib, tunnellanish ehtimoli eksponensial kichik bo'lar ekan. Shunday qilib, o'tkazuvchanlik zonasida faollashtirilgan elektronlar ikki guruha bo'linar ekan. Energiyasi oqish sathi V_c dan kichik bo'lgan elektronlar yopiq sohalar («ko'llar») da joylashib, energiyasi V_c dan katta bo'lganlari butun material bo'ylab harakat qilishi mumkin ekan. Aynan shu elektronlar statik o'tkazuvchanlikni ta'minlar ekan. Endi tovushning yutilishiga to'xtaladigan bo'lsak, unga sezilarni ulushni «ko'l»da joylashgan elektronlar berar ekan, chunki chuqurlik tubidagi elektronlar konsentratsiyasi o'tish sathidagi elektronlar konsentratsiyasidan ancha ko'p bo'ladi.

Ushbu maqolaning maqsadi tovushning yutilishida potensial relyefda joylashgan elektronlarning rolini aniqlashdan iborat bo'ladi.

Shunday qilib, dielektrik muhitda elektron tomchisini qaraylik. Qulaylik uchun u sfera shaklida bo'lsin. Yarimo'tkazgich legirlangan bo'lganida bunday model O'YuCh (o'ta yuqori chastotali) o'tkazuvchanlikli tahlil qilish uchun Galperin va Efros [6] lar tomonidan, tovush yutilishini tahlil qilish uchun Gitis, Gulyayev, Chaykovskiy [7] lar tomonidan qarab chiqilgan. Biz qarayotgan masala [6,7] ishlarda qaralgan masaladan farq qiladi. Kuchli legirlangan materiallarda

elektronlar konsentratsiyasi barcha «ko'llar»da bir xil bo'ladi va faqatgina Fermi sathi μ_F ning holati bilan aniqlanadi. Kuchsiz legirlangan materiallarda konsentratsiya chqurlik tagining holatiga bog'liq bo'ladi. Ko'ramizki bunday farq biz oladigan natijada o'z akksini topadi.

Kattamasshtabli potensial

$$V(r) = V(1 + \alpha r^2 / r_s^2) \quad (5)$$

ning minimumlik atrofini qaraylik. Bu yerda α – birga yaqin bo‘lgan sonli koeffitsiyent. Elektronlar konsentratsiyasining taqsimoti bu sohada

$$n(r) = \tilde{n}_0 \exp\left[-\frac{V}{T} - \frac{\alpha |V|}{r_s^2} \frac{r^2}{r_s^2}\right] \quad (6)$$

ko‘rinishda bo‘ladi. Bu yerda $\tilde{n}_0 = N_c \exp[-(E_0 - \mu_F)/T]$, N_c – tartiblangan materialda o‘tkazuvchanlik zonasining tagidagi holatlar zichligi, E_0 – bunday materialda aralashma markazining ionlashish energiyasi, T – energetik birlikdagi temperatura.

Hisoblarni osonlashtirish maqsadida konsentratsiyani birjinsli deb olamiz va tomchi uchun xarakterli radiusni kiritamiz

$$R = r_s (2T / \alpha |V|)^{1/2} < r_s \quad (7)$$

(bu qiymat elektronlar to‘liq sonini hisoblashda asosiy ulushni beradi), u holda elektronlarning o‘rtacha konsentratsiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$n = n_0 \exp(-V/T), n_0 \approx 0.46 \tilde{n}_0. \quad (8)$$

Ko‘rsatilgan qiymatlar shunday tanlab olinganki, local konsentratsiya o‘rtacha konsentratsiyadan kam farq qiladi. Agar xarakterli masshtab $|V|$ tariqasida γ_s kattalik tanlab olinsa, R uchun

$$R \approx R_0 \equiv \sqrt{\gamma_s T / e^2 (N_D - N_A)}.$$

ifodaga ega bo‘lamiz.

Tomchining tovush bilan o‘zaro ta’sirining xarakteri R kattalik va tovush to‘lqin uzunligi $2\pi/q$ o‘rtasidagi munosabatga juda bog‘liq bo‘ladi. Tipik hollarda quyidagi shart bajarilgan bo‘ladi: $qR \ll 1$

(9)

Hisoblarimizni xuddi mana shu yaqinlashuvda olib boramiz. Ana shu tengsizlikka qarama-qarshi holda yutilish koeffitsiyentini o‘rtachalab javobni olish mumkin bo‘ladi.

Yarimo‘tkazgichli sharning sezgirligi R va elektrik g‘alayonlanish relaksatsiyasining xarakterli uzunligi bo‘lgan L_ω o‘rtasidagi munosabatga bog‘liq bo‘ladi

$$L_\omega = (r_D^{-2} - i\omega/D)^{-1/2}, \quad (10)$$

Bu yerda ω – tovush chastotasi, $r_D = (T / 4\pi e^2 n)^{1/2}$ – ekranlanishning debaycha radiusi, D – elektronlarning diffuziya koeffitsiyenti. R_0/r_D nisbat uchun quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$R_0 / r_D = [n(N_D - N_A)]^{1/2}. \quad (11)$$

Bizni qiziqtirayotgan kuchsiz legirlangan materiallarda past temperaturalarda bu nisbat ancha kichik bo‘ladi. Ayni shu paytda R_0 va $L_D = \sqrt{D/\omega}$ o‘rtasidagi munosabat ixtiyyoriy bo‘lishi mumkin, ko‘pincha

$$L_D \ll R_0 \quad (12)$$

tengsizlik o‘rinli bo‘ladi. Xuddi mana shu holda kattamasshtabda joylashgan elektronlar tomonidan tovushning yutilishi muhim bo‘lishi mumkin. Xuddi ana shu holni ko‘ramiz.

$R >> L_\omega$ sharti bizga metallik shar uchun sezuvchanlik ifodasidan hamda ikki komponentli aralashmaning dielektrik singdiruvchanlik formulasidan foydalanish imkoniyatini beradi [8]. Ko‘rsatilgan yaqinlashuvda V energiyali minimumga mos keluvchi tomchining ulushi quyidagicha bo‘ladi:

$$\Phi(V) = C(V) \frac{\omega \tau(V)}{1 + [\omega \tau(V)]^2}, \quad (13)$$

bu yerda $C(V)$ – V energiyali minimum yaqinida joylashgan sharikchaning egallab turgan hajmning ulushi bo‘lib, u

$$C(V) \approx (R/r_s)^3 = (T/\alpha|V|)^{3/2} \ll 1 \quad (14)$$

ko‘rinishda bo‘ladi. Bu yerda $\tau(V) = 3\tau_M$, $\tau_M = 4\pi\sigma$ -o‘tkazuvchanligi σ bo‘lgan electron gazining maksvelcha relaksatsiya vaqt. Tovushning yutilishiga qo‘shiladigan to‘liq ulush

$$\Gamma = \chi q \int_{-\infty}^{\infty} dV F(V) \Phi(V) \quad (15)$$

formula bilan aniqlanadi. Bu yerda kattamasshtabli potensial minimumlari taqsimotining funksiyasi, χ – elektromexanik bog‘lanish doimiysi.

(8) ga ko‘ra, τ vaqt V ga eksponensial bog‘lanishda bo‘ladi:

$$\tau = \tau_0 \exp(V/T), \quad \tau_0 = 3/4 \pi e n_0 \mu, \quad (16)$$

bu yerda μ – elektronlarning ildamligi. Kuchli kompensatsiya mavjud bo‘lganda kattamasshtabli potensial taqsimot funksiyasi $F(V)$ [5] da qarab chiqilgan. V ning manfiy qiymatlari sohasida bu funksiya Fermi sathi μ_F ga yaqin energiyagacha tekis o‘zgarib boradiva undan keyin $|V - \mu_F|$ ning oshishi bilan tezdan kamaya boshlaydi:

$$F(V) \exp\left[-\lambda\left(\frac{|V - \mu_F|}{\gamma_q}\right)^{3/4}\right], \quad (17)$$

bu yerda λ – son bo‘lib, uni aniqlash usuli [9] da berilgan, $\gamma_q = E_0(N_t a^3)^{1/2} \ll \gamma_s$.

V ning musbat sohalarida (17) funksiya ancha sekin kamayadi: uning asimptotikasi quyidagi ko‘rinish oladi:

$$F(V) \sim \exp\left[-\frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{\pi}}\left(\frac{V}{\gamma_s}\right)^{3/2}\right]. \quad (18)$$

Shunday qilib, $F(V)$ ning qiymati xarakterli kattaligi γ_s^{-1} tartibida bo‘lgan (μ_F, γ_s) sohada kichik bo‘lmasligini ko‘ramiz.

Yutilish kattaligi sezilarli ravishda $\omega\tau_{\min}$ ga bog‘liq bo‘ladi (τ_{\min} – minimal relaksatsiya vaqt):

$$\tau_{\min} = \tau_0 \exp(V_1/T) \quad (19)$$

Bundagi V_1 ni keyinroq aniqlaymiz. Agar

$$\omega\tau_{\min} \gg 1 \quad (20)$$

deb hisoblasak,

$$\Phi(V) = \frac{1}{\omega\tau_0} \left(\frac{T}{\alpha|V|} \right)^{3/2} \exp\left(\frac{|V|}{T}\right) \quad (21)$$

$$\left(\frac{\gamma_q}{T}\right)^{9/4} \ll 1$$

formulaga ega bo‘lamiz. Agar tengsizligi bajarilsa, (15) formuladagi integralning pastki chegarasini μ_F ($V_1 = \mu_F$) deb olish mumkin bo‘ladi. Bunda $F(\mu_F) \equiv 1/\gamma_s - 1/\mu_F$ ekanligini hisobga olib, yutilish koeffitsiyenti uchun quyidagi formulaga ega bo‘lamiz:

$$\Gamma \equiv \frac{\chi}{w\tau_0} \exp\left(-\frac{\mu_F}{T}\right), \quad \left(\frac{T}{\gamma_s}\right)^{5/2} \equiv \frac{\chi}{w\tau_{\min}} \left(\frac{T}{\gamma_s}\right)^{3/2} \quad (22)$$

bu yerda w – tovush tezligi.

Bizda $\tau_0 \sim \exp[(E_0 - \mu_F)/T]$ bo‘lgani uchun yutilishning faollashtirish energiyasi $E_0 = \varepsilon_1 - \varepsilon_3$ gat eng bo‘lmog‘i kerak bo‘ladi, bu yerda $\varepsilon_1, \varepsilon_3$ -sakrashga tegishli o‘tkazuvchanlikni faollashtiruvchi energiyalar ([5] ga qaralsin). Agarda $\gamma_q \gg T$ shart bajariladigan bo‘lsa, (15) integralni davon (pereval) usuli bilan baholash mumkin. Bu holda (22) ifodada qo‘sishimcha ko‘paytiruvchi paydo bo‘ladi:

$$\frac{2.65}{\sqrt{\lambda}} \left(\frac{T}{\gamma_q} \right)^{10/9} \exp \left[\frac{0.3}{\lambda^{4/5}} \left(\frac{\gamma_q}{T} \right)^{9/5} \right]. \quad (23)$$

Faollashtirish energiyasi esa temperaturaga bog‘liq bo‘lgan μ_F ga nisbatan kichik bo‘lgan qo‘sishimchaga ega bo‘ladi:

$$\frac{0.3}{\lambda^5} \gamma_q^{9/5} T^{-4/5}$$

Shuni qayd qilib o‘tamizki, qaralgan chegaraviy holda yutilish koeffitsiyenti chastotaga bog‘liq bo‘lmaydi.

Haqiqatga yaqin hol (20) shartga qarama-qarshi hol bo‘ladi, ya’ni $\omega\tau_{\min} \ll 1$ bo‘lgan hol. Bu holda sistemada turli $\omega\tau$ qiymatga ega bo‘lgan ($\omega\tau \ll 1, \omega\tau \gg 1$ bo‘lgan) tomchilar mavjud bo‘ladi.

$F(V)$ funksiya yetarlicha tekis bo‘lganda integralga asosiy salmoqni $\omega\tau_{\min} \ll 1$ sharti bilan aniqlanuvchi V_ω qiymati beradi

$$\frac{V_\omega - V_1}{T} = \ln \left(\frac{1}{\omega\tau_{\min}} \right) > 1 \quad (24)$$

Endi yutilish V_ω ning qaysi sohaga tushganiga muhim bog‘liq bo‘ladi. Bunga eng oddiy javob shu bo‘ladiki, agar V_ω oquv sathi V_c dan ancha past- $T \ln \left(\frac{1}{\omega\tau_{\min}} \right) \ll \gamma_s$ bo‘lganida.

(15) integralni hisoblashda $F(V)$ funksiyani tekis deb hisoblash mumkin, ya’ni $F(V_\omega) \sim \gamma_s^{-1}$. Bundan tezlik bilan quyidagi natija kelib chiqadi:

$$\Gamma = \frac{\chi\omega}{w} \left(\frac{T}{\gamma_s} \right)^{5/2}. \quad (25)$$

Ko‘ramizki, tovushning yutilish koeffitsiyenti chastotadan chiziqli bog‘lanishda bo‘lar ekan. Bunday boglanish relaksatsiya vaqtining eksponensial qonuniyat bilan o‘zgaruvchi sistemalar uchun xos bo‘ladi. Berilgan holda yutilishning temperaturaga bog‘lanishi eksponensial xarakterga ega bo‘lmaydi.

$L_D \gg R_0$ shart bajarilgan hol bizni qiziqtirmaydi, chunki bunday rejimda kattamasshtabli potensial maydonida joylashgan elektronlar soni kam bo‘ladi. Haqiqatan, bu holda hamma vaqt $L_\omega \gg R_0$ sharti bajarilgan bo‘ladi. Ko‘rsatish mumkinki, bus hart bajarilgan holda yutilishda bitta tomchingin salmog‘ini ifodalovchi kattalikda kichik ko‘paytuvchi $(R/L_\omega)^4$ ning paydo bo‘lishiga olib keladi. Bunday holda asosiy salmog‘ni xarakterli o‘lchami $L_q \geq \max(L_\omega, q^{-1})$ bo‘lgan katta klasterlar beradi. Bunday o‘lchamdagи klasterlarni aniqlovchi xarakterli sath V_q quyidagi ifoda bilan beriladi:

$$V_q = V_c \left[1 - (r_s / L_q)^{1/v} \right] \quad (26)$$

bu yerda v – korrelyatsiya radiusining indeksi.

Bunday klasterlar sitemasining sindiruvchanligi $|\beta| \ll 1$ bo‘lganda quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$4\pi\beta = C_q \frac{\tau_M^{-1}}{-i\omega + q^2 D} \quad (27)$$

Bu yerda $C_q - V_q$ sathida elektronlar egallab turgan hajmning ulushi.

Shunday qilib,katta klasterlar tomonidan tovushning yutilish koeffitsiyenti quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$\Gamma^{(i)} = \chi C_q \frac{1}{w\tau_M} \frac{\omega^2_D}{\omega^2 + \omega^2_D} \quad (28)$$

Bu yerda $\omega_D = w^2 / D$. (28) ifoda $\omega, D, q^2 \gg 1/\tau_M$ bo‘lganda,ya’ni past temperaturalarda bajariladi.

Qachonki (27) qabul qiluvchanlik bir tartibidagi kattalik bo‘lganida turli elektronlar holatlarining salmog‘lari addetiv bo‘lmaydi. Bunday hollarda Uayt formulasidan foydalansak mumkin bo‘ladi:

$$\Gamma = \chi q \frac{\omega\tau'_M}{[1 + (q r'_D)^2]^2 + (\omega\tau'_M)^2} \quad (29)$$

Shunday qilib,unchnalik darajada past bo‘lmagan temperaturalarda tovush yutilishining chastotaga bog‘liqligi tartibga keltirilgan yarimo‘tkazgichlarda idek bo‘ladi. Ayni shu paytda yetarlicha past temperaturalarda yutilish kattamasshtabli potensial relyefda joylashgan elektronlar bilan aniqlanadi;yutilishning chastota va temperaturaga bog‘lanishi mutlaqo boshqacha bo‘lmog‘i lozim bo‘ladi.

Adabiyotlar

1. Tokumoto H., Mansfield Ra.-Japan.J.App.Phys.1983,v.22 (Suppl.3),p.196-198
2. Madore G., Cheeke I.-Sol.St.Commun.,1984,v.19,N4,p.331-339
3. Marsalais R.M., Dukla-Soares E., Cheeke I.,-J.Phys.C:Sol.St.Phys.,1984,v.17,N 18,p.3173-3178.
4. Гальперин Ю.М., Дричко И.Л., Литвак-Горская Л.Б.-ФТТ, 1986, т.28,в 3,с.701-707
5. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Электронные свойства легированных полупроводников. М., 1979, 416 с.
6. Гальперин Ю.М., Эфрос А.Л.-ФТП,1972,т.6, в 5,с.1081-1089
7. Гитис М.Б., Гуляев Ю.В., Чайковский И.А. -Письма в ЖЭТФ,1978,т.28,в.8, с.537-540
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., 1982, 67 с.
9. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л.-ЖЭТФ,1972,т. 62, в. 3,с.1156-1165

UDK 621.315.592

KOMPENSATSIYALANGAN YARIMO‘TKAZGICHLARDA ERKIN ZARYAD

TASHUVCHILAR TOMONIDAN TOVUSHNING YUTILISHI HAQIDA

2.KUCHLI LEGIRLANGAN YARIMO‘TKAZGICH HOLI

O.Pardayev, U.To‘xtayev, S.Yo‘ldashev

Samarqand davlat universiteti

E-mail: artikpardaev@mail.ru

Annotatsiya. Kuchli legirlangan kompensatsiyalashgan pyezoelektrik xossaga ega bo‘lgan yarimo‘tkazgichlarda ultratovushning yuutilishi hisoblangan va uning asosiy xususiyatlari qarabchiqilgan. Olingan formulalar asosida past temperaturalarda joylashgan CdS va CdSe yarimo‘tkazgichlarda tajribada olingan natijalarga talqin berilgan.

Kalit so‘zlar: yutilish, legirlangan, kompensatsiyalangan, yarimo‘tkazgich, ultratovush, temperatura, sakrovchi, kichikmasshtabli, kattamasshabli, ulush, potensial relief, oquvchanlik, chastota.

Опоглощениия звука свободными носителями заряда в компенсированных полупроводниках.

2. Случай сильного легирования.

Аннотация. Вычислен коэффициент поглощения звука в сильно легированных компенсированных пьезополупроводниках и рассмотрены его основные особенности. На основе полученных соотношений дается интерпретация некоторых имеющихся экспериментальных данных по поглощению звука в CdS и CdSe при низких температурах

Ключевые слова: поглощение, легированный, компенсированный, полупроводник, ультразвук, температура, прыжковый, мелкомасштабный, крупномасштабный, вклад, потенциальный рельеф, протекания, частота.

On the absorption of sound by free charge carriers in compensated semiconductors.

2. Case of heavy doping.

Abstract. The sound absorption coefficient in heavily doped compensated piezosemiconductors is calculated and its main features are considered. Based on the obtained relationships, an interpretation is given of some of the available experimental data on the sound absorption in CdS and CdSe at low temperatures

Keywords: absorption, alloy, compensated, semiconductor, ultrasound, temperature, hopping, small-scale, large-scale, contribution, potential relief, leaks, frequency.

Tovush to‘lqinining kuchsiz legirlangan kompensatsiyalangan yarim-o‘tkazgichlarda yutilishini ushbu maqolaning I-qismida qarab chiqqan edik. Hozirgi maqolada esa kuchli legirlangan kmpensatsiyalangan yarimo‘tkazgichlar holini qarab chiqamiz va yutilish koefitsiyentini baholaymiz. Pyezoelektrik yarimo‘tkazgichlarda ultratovushning kuchli yutilishi ularda tovush to‘lqini yuzaga keltirgan effektiv bo‘ylama elektr maydonining modul-yatsiyasi natijasi hisoblanadi [1,2] . $A^{II}B^{VI}$ guruhiga mansub keng ta‘qilangan zonali CdS, CdSe ga o‘xshash ancha kuchli pyezoyerimo‘tkazgichlarda erkin zaryad tashuvchilarining yetarlicha yuqori konsentratsiyasining mavjudligi bu yarimo‘tkazgichlarning aralashmalar bilan yoki nuqtaviy defektlar bilan kuchli legirlanganligi natijasi hisoblanadi. Shu sababdan bunday yarimo‘tkazgichlarda kompensatsiyalashtiruvchi aralashmanining kiritilishi yetarlicha konsentratsiya-larda metallik o‘tkazuvchanlikning yo‘qolishiga va elektron zichligining sezilarli birjinsli bo‘lmasligiga olib keladi. Oqibatda namuna akustik xossalaring ancha o‘zgarib ketishiga sabab bo‘ladi. Past temperaturalarda oquvchanlik sathlarida joylashgan elektronlarni hisobga olmaganda bunday yarimo‘tkazgichlarni bir-biridan izolyatsiyalashtirilgan metallik tomchilar yopishtirilgan dielektrik deb qarash mumkin bo‘ladi. Chastotasi 10^8 - 10^9 Hz dan katta bo‘lmagan tovush uchun to‘lqin uzunlik nobirjinslilik o‘lchamidan va skin-qatlam qalinligidan ancha katta bo‘ladi va natijada tovush tarqalayotgan pyezolektrik muhit uchun elastiklik nazariyasi tenglamasi hamda Maksvel tenglamasidan foydalanish mumkin bo‘ladi. Lekin shuni e’tiborga olishga to‘g‘ri keladiki, elektr induksiya vektori D ifodasiga tomchilarning tovush yuzaga keltirgan o‘zgaruvchan elektr maydonida qutblanishi P ni ham kiritishga to‘g‘ri keladi. Bu tenglamalarni bir o‘lchamli shaklda yozsak, ular quyidagicha bo‘ladi:

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= c \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \beta \frac{\partial E}{\partial x}, \\ \frac{\partial D}{\partial x} &= 0, \\ D &= \epsilon E + \beta \frac{\partial u}{\partial x} + VNaE \end{aligned} \quad (1)$$

Bu yerda u – to‘lqindagi mexanik siljish, ρ, ϵ, β, c – zichlik,dielektriko‘tkazuvchanlik,pyezomodul va elastiklik moduli, E – tovush yaratgan o‘zgaruvchan elektr maydoni, a – tomchining qutblanishi, N – hajm birligidagi tomchilar soni, V – hajm.

Qulaylik uchun tomchini sferik shaklda deb hisoblaymiz va [5] ga ko‘ra yoza olamiz

$$a = \epsilon \frac{k_t - \epsilon}{k_t + 2\epsilon}, \quad k_t = \epsilon + i \frac{4\pi \sigma_t}{\omega}, \quad \sigma_t = e \mu n_t \quad (2)$$

Bunda ω – tovushning aylanma chastotasi, σ_t – tomchining elektr o'tkazuvchanligi, μ, n_t – tomchidagi elektronlarning ildamligi va konsentratsiyasi.

(1)-dagi N ni hajm bo'yicha elektronlar konsentratsiyasining o'rtachasi bo'lgan n orqali $N = n/Vn$, ko'rinishda ifodalasak, (1-2) larni hisoblab tovushning yutilish koeffitsiyentini topa olamiz

$$\Gamma = \frac{1}{2} \frac{\beta^2}{\epsilon c} \frac{n}{n_t} \sqrt{\frac{\rho}{c}} \frac{\omega^2 \tau}{1 + \omega^2 \tau^2}; \quad \tau = \frac{3\epsilon}{4\pi \sigma_t}. \quad (3)$$

Shunday qilib, kuchli legirlangan kompensatsiyalangan (KLK) pyezoyerimo'tkazgichlarda o'tkazuvchan elektronlar tomonidan yuzaga keltirilgan hamda faqatgina pyezofaol elestik to'lqinlarda namoyon bo'ladigan o'ziga xos tovush yutilishining kuzatilishi mumkin ekan. Lekin tovushning pyezoelektrik yarimo'tkazgichlarda odatdag'i yutilishi [1.2] dan farqli o'laroq, legirlangan holda namunaning elektro'tkazuvchanligi σ va yutilish koeffitsiyenti o'rtasida bevosita bog'lanish kuzatilmaydi. Bu esa qaralgan ikkala mexanizmni tajribada farq qilish uchun asos bo'la oladi degan xulosaga olib keladi. Yutilish Γ ning KLK yarimo'tkazgichlarda boshqa o'ziga xos xususiyati bilan bog'langanki, u namunaning yoritilganligiga bog'liq bo'ladi, chunki bu yerda dastlab zonada kvazimuvozanatning tiklanishiga olib keladi, keyin esa boshqa xarakterli vaqtlaning o'tishi bilan zona va sathlar orasida muvozanat o'rnatila boshlaydi [6]. Shuning uchun KLK pyezoyerimo'tkazgichlarda yutilish koeffitsiyenti va elektro'tkazuvchanliklarning statsionar qiymatlarining o'rnatilish kinetikasi yoritilganlikning tiklangandan keyin turli o'ziga xos bo'lgan vaqtlar bilan xarakterlanishiga olib keladi. Miqdoriy jihatdan baholaydigan bo'lsak, CdS uchun 10^8 Hz chastotaga ega bo'lgan siljuvchan to'lqinlar uchun $\omega\tau = 1$ va $n/n_t = 0,01$ qiymatlarida yutilish $\Gamma = 30$ db/sm bo'ladi.

Ko'rish qiyin emaski, $\Gamma = \Gamma(\omega\tau)$ bog'lanishni o'rganishda akustik usullar tomchidagi elektronlar konsentratsiyasini tajribada aniqlash imkoniyatini berishi mumkin ekan, chunki $\omega\tau = 1$ bo'lganida $\Gamma \sim n/n_t$ bo'lib, bunda proporsionallik koeffitsiyentini mustaqil o'chashlardan osongina hisoblash mumkin bo'ladi.

Adabiyotlar

1. Tokumoto H., Mansfield Ra.-Japan J. App. Phys. 1983, v. 22 (Suppl. 3), p.196-198
2. Madore G., Cheeke I.-Sol. St. Commun., 1984, v.19,N4,p.331-339
3. Marsalais R.M., Dukla-Soares E., Cheeke I.,-J. Phys. C: Sol. St. Phys., 1984, v. 17,N 18, p. 3173-3178.
4. Гальперин Ю.М., Дричко И.Л., Литвак-Горская Л.Б. - ФТТ, 1986, т.28, в 3,с. 701-707
5. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Электронные свойства легированных полупроводников. М., 1979, 416 с.
6. Гальперин Ю.М., Эфрос А.Л.-ФТП, 1972, т.6, в 5,с. 1081-1089

УДК: 621.315.592

КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА В КВАНТОВОЙ ПРОВОЛОКЕ В ПОПЕРЕЧНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Б.Э. Эшпулатов, М.Ш. Убайдуллаев, С.Х. Игамбердиев

Самаркандинский государственный университет

E-mail: barat50@bk.ru

Аннотация. Получено аналитическое выражения для коэффициента поглощения света электронами квантовой проволоки, помещенной в магнитное поле. Рассмотрен случай попечерного магнитного поля по отношению к оси проволоки. Показан резонансный характер поглощания, и найдено положение резонансных частот в зависимости от поля.

Ключевые слова: Поглощения света, квантовая проволока, магнитное поле, гетероструктура, циклотронный резонанс, гамильтониан, коэффициент поглощения, энергетический спектр.

Ko‘ndalang magnit maydonidagi kvant simidagi yorug‘lik yutilish koeffisienti

Аннотация. Magnit maydoniga joylashtirilgan kvant simidagi elektronlar orqali yorug‘likning yutilish koeffisienti uchun analitik ifodasi olingan. Sim o‘qiga nisbatan ko‘ndalang yo‘naltirilgan magnit maydon holi ko‘rib chiqilgan. Yutilishning rezonans xarakteri ko‘rsatilgan va maydonga bog‘liq bo‘lgan holidagi rezonans chastotalar holatlari aniqlangan.

Kalit so‘zlar: Yorug‘likning yutilishi, kvant sim, magnit maydoni, geterostruktura, siklotron rezonans, gamil’tonian, yutilish koeffisienti, energetik spektr.

The absorption coefficient of light in a quantum wire in the transverse magnetic field

Abstract. An analytical expression for the absorption coefficient of light by electrons of the quantum wire placed in a magnetic field is obtained. The case of the transverse magnetic field to the axis of the wire is considered. The resonance character of the absorption is shown and positions of the resonance frequencies are found.

Keywords: Absorption of light, quantum wire, magnetic field, geterostructure, cyclotron resonance, Hamiltonian, absorption coefficient, energy specter.

Исследованию поглощения света в квазидисперсионных электронных системах посвящены работы [1-3].

В [4] экспериментально исследовано поглощение света в гетероструктуре *InAs/GaSb*, помещенной в наклонное магнитное поле. Обнаружено расщепление линии циклотронного резонанса. Рассмотрено подавление расщепления в наклонном магнитном поле.

В [5] теоретически изучено поглощение света квазидвумерным электронным газом, помещенным в наклонное магнитное поле.

В [3] найдена зависимость поглощения света в квазидисперсионной наноструктуре от частоты излучения и найдены условия резонансов.

Целью настоящей работы является теоретическое изучение коэффициента поглощения света в квантовой проволоке в поперечном по отношению к оси проволоки магнитное поле.

Рассмотрим задачу нахождения коэффициента поглощения электромагнитного излучения в квантовой проволоке, помещенной в поперечное магнитное поле, описываемое векторным потенциалом $\mathbf{A} = (0, B_z x - B_x z, 0)$, т.е. поле перпендикулярно оси проволоки.

Гамильтониан электрона в анизотропной параболической проволоке имеет вид

$$H = \frac{1}{2m^*} \left[p_x^2 + \left(p_y - \frac{e}{c} B_z x + \frac{e}{c} B_x z \right)^2 + p_z^2 \right] + \frac{m^*}{2} (\omega_1^2 x^2 + \omega_2^2 z^2), \quad (1)$$

где ω_1, ω_2 - частоты параболического потенциала конфайнмента.

Волновые функции гамильтониана (1) можно представить в виде

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{L_y}} \exp(ip_y y / \hbar) \varphi_{n_1}(\frac{u}{l_1}) \varphi_{n_2}(\frac{v}{l_2}), \quad (2)$$

$l_1, l_2 = \sqrt{\hbar/m^* \Omega_{1,2}}$ - гибридные длины, $\varphi_n(x)$ - осцилляторные функции, L_y - длина проволоки.

Координаты u, v связаны с декартовыми координатами в (1) следующими соотношениями:

$$u = (x - x_0) \cos \alpha + (z - z_0) \sin \alpha, \quad v = -(x - x_0) \sin \alpha + (z - z_0) \cos \alpha,$$

где $x_0 = p_y \omega_z / M \omega_1^2$, $z_0 = -p_y \omega_x / M \omega_2^2$, $\omega_z = eB_z / m^* c$, $\omega_x = eB_x / m^* c$, угол α выражается через угол наклона θ наклона магнитного поля $\sin \theta = B_x / B$ по формуле

$$\cos 2\alpha = \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2 - \omega_c^2 \cos 2\theta}{\sqrt{(\omega_2^2 - \omega_1^2 - \omega_c^2 \cos 2\theta)^2 + \omega_c^4 \sin^2 2\theta}}.$$

Энергетический спектр имеет вид

$$E_{n_1, n_2, p_y} = \hbar \Omega_1 \left(n_1 + \frac{1}{2} \right) + \hbar \Omega_2 \left(n_2 + \frac{1}{2} \right) + \frac{p_y^2}{2M}, \quad (3)$$

где гибридные частоты есть

$$2\Omega_1^2 = \omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_c^2 - \sqrt{(\omega_2^2 - \omega_1^2 - \omega_c^2 \cos 2\theta)^2 + \omega_c^4 \sin^2 2\theta},$$

$$2\Omega_2^2 = \omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_c^2 + \sqrt{(\omega_2^2 - \omega_1^2 - \omega_c^2 \cos 2\theta)^2 + \omega_c^4 \sin^2 2\theta},$$

$$M = m^* \left(1 + \frac{\omega_c^2 \sin^2 \theta}{\omega_2^2} + \frac{\omega_c^2 \cos^2 \theta}{\omega_1^2} \right), \quad \omega_c = eB / m^* c.$$

Вектор поляризации направим вдоль оси x , тогда оператор электрон-фотонного взаимодействия

$$H_R = -\frac{ie\hbar}{m^*} \sqrt{\frac{2\pi\hbar N_f}{V\epsilon\omega}} \frac{\partial}{\partial x}, \quad \text{где } \frac{\partial}{\partial x} = \cos\alpha \frac{\partial}{\partial u} - \sin\alpha \frac{\partial}{\partial v}. \quad (4)$$

где N_f - число фотонов, ϵ - вещественная часть диэлектрической проницаемости, V - нормировочный объем.

Коэффициент поглощения Γ вычислим в первом порядке теории возмущений. Рассмотрим случай невырожденного электронного газа, тогда

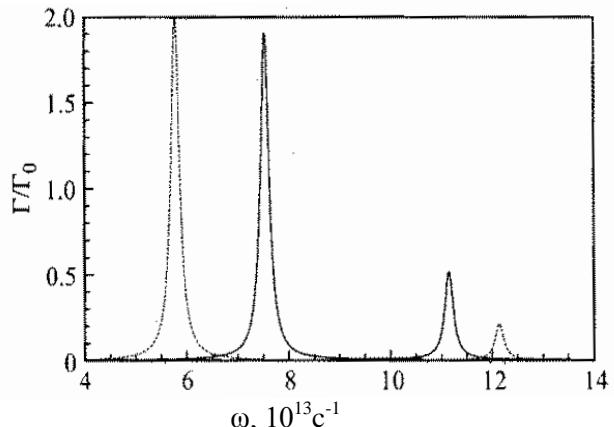


Рис.1. Зависимости коэффициента поглощения света от частоты. $\omega_1 = 5 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$, $\omega_2 = 10^{14} \text{ c}^{-1}$, $\omega_c = 7.5 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$; $\theta = \pi/3$ (сплошная кривая), $\pi/6$ (штриховая); $\tau = 10^{-13} \text{ c}$; $T = 100^0 \text{ K}$.

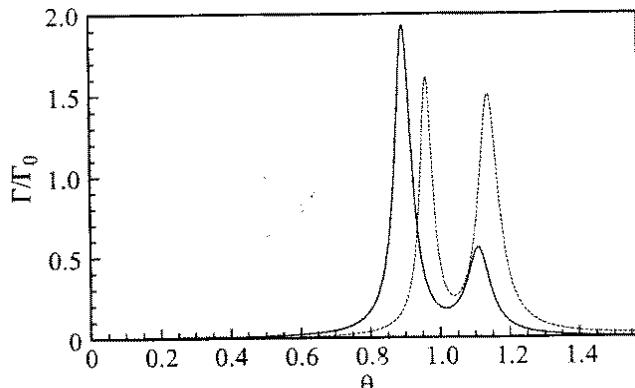


Рис.2. Зависимости коэффициента поглощения света от угла наклона магнитного поля θ . $\omega_1 = 5 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$, $\omega_2 = 10^{14} \text{ c}^{-1}$, $\omega_c = 7.5 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$ (сплошная кривая), $11 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$ (штриховая); $\omega = 7 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$, $\tau = 10^{-13} \text{ c}$; $T = 100^0 \text{ K}$.

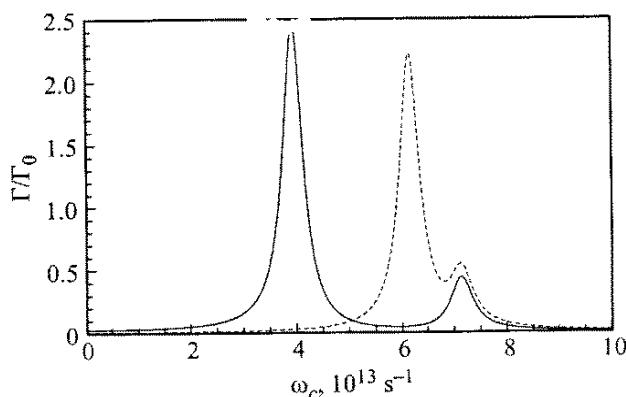


Рис.3. Зависимости коэффициента поглощения света от магнитного поля. $\omega_1 = 5 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$, $\omega_2 = 10^{14} \text{ c}^{-1}$; $\omega = 6 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$ (сплошная кривая), $7 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$ (штриховая); $\theta = \pi/3$, $\tau = 10^{-13} \text{ c}$; $T = 100^0 \text{ K}$.

$$\Gamma = \frac{2\pi\sqrt{\epsilon}}{e\hbar N_f} V \sum_{n_1, n_2, p_y} \sum_{n'_1, n'_2, p'_y} f_0(E_{n_1, n_2, p_y}) |< n_1, n_2, p_y, 0 | H_R | n'_1, n'_2, p'_y, -f >|^2 \times \\ \times \delta(E_{n_1, n_2, p_y} - E_{n'_1, n'_2, p'_y} + \hbar\omega) \quad (5)$$

Здесь нормированная функция распределения электронного газа имеет вид

$$f_0(E_{n_1, n_2, p_y}) = \frac{8\pi\hbar n \sinh(\hbar\Omega_1/2T) \sinh(\hbar\Omega_2/2T)}{\sqrt{2M\pi T} L_y} \exp(-\frac{E_{n_1, n_2, p_y}}{T}), \quad (6)$$

где n – концентрация электронов, T – температура.

Введем $\Gamma_0 = \frac{8\pi n e^2 \tau}{\sqrt{\epsilon c m^*}}$, зависимости Γ/Γ_0 от частоты ω показаны на рис.1, а зависимости от угла наклона и величины магнитного поля – на рис. 2, 3.

Как следует из полученной формулы для коэффициента поглощения, а также рис.1, 2 и 3, зависимости коэффициента поглощения от частоты излучения, угла наклона магнитного поля и величины напряженности поля носят резонансный характер. Все зависимости имеют дублетную структуру. Эта структура обусловлена резонансом при условии, что частота излучения ω равна одной из двух гибридных частот $\Omega_{1,2}$. Поскольку гибридные частоты зависят от величины и направления поля, то и положение резонансных частот зависит от этих же параметров магнитного поля. Форма резонансных пиков в соответствии с (5)-(6) – симметричная относительно точки резонансных максимумов.

Литература

1. Б. В. Карпунин, В.А. Маргулис. ФТП, **42**, 711 (2008).
2. В.А. Маргулис, М.А. Пятаев, С.Н. Ульянов. ФТП, **47**, 1221 (2013).
3. V.V. Karpunin, V.A. Margulis. Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics, **5**, 378 (2014).
4. А.А. Грешнов, Г.Г. Зегря, Ю.Б. Васильев и др. Письма в ЖЭТФ, **76**, 258 (2002).
5. В.А. Маргулис. ЖЭТФ, **111**, 1092 (1997).

UDK 621.384.653

O'SIMLIKlardA KALIY ELEMENTINING TO'PLANISHINI ANIQLASH

Axmedova G., Majidova M., Yo'ldashev S.K., Nasriyev O.

Samarqand davlat universiteti

E-mail: suyuld@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada turli ekin maydonlaridan olingan tuproqlar va shu tuproqlarda o'sgan tomat, bug'doy, makkajo'xori namunalariada tabiiy radioaktiv izotop K⁴⁰ ning to'planishi, solishtirma gamma-aktivligi NaJ(Tl) –kristalli ssintillyatsion gamma-spektrometr yordamida aniqlanadi. Namunalarining gamma-spektrlarini tahvil qilish ntisida tomat, bug'doy va makkajuxorida K⁴⁰ ning aniqlangan solishtirma aktivligi ular o'sgan tuprog'idagi aktivligiga nisbatan 3-4 marta yuqori ekanligi kuzatildi.

Kalit so'zlar: Radioaktivlik, tuproq, o'simlik, gamma-spektrometr, kaliy-40, solishtirma aktivlik, yuqori aktivlik.

Определение накопления элемента калия в растениях

Аннотация. В работе исследуется удельная радиоактивность естественного радионуклида K⁴⁰ в почвах различных посевных полей и в образцах томата, пшеницы, кукурузы, выросших в этих же почвах методом сцинтиляционной гамма - спектрометрией. Результаты анализа гамма спектров исследованных образцов показывает, что удельная активность K⁴⁰ в этих растениях 3- 4 раза превышает активности K⁴⁰ в почвах.

Ключевые слова: Радиоактивность, почва, растения, гамма-спектрометр, калий-40, удельная активность, высокий активность.

Determination of potassium accumulation in plants

Abstract. In this paper we investigated the specific radioactivity of natural K⁴⁰ radionuclide in various agricultural fields, as well as in samples of tomatoes, wheats and corns grown in these soils by

method of scincillating γ -spectrometry. Results of analysis of γ -spectra of the investigated samples show that the specific activity of K⁴⁰ in the plants is 3-4 times higher than K⁴⁰ aktivity in soils.

Keywords: Radioactivity, soil, plants, γ -spectrometry, K⁴⁰, specific, activity, high level of activity.

Har bir kimyoviy element kishilar, o'simliklar, hayvonlar yashash faoliyatida muhim ahamiyat kasb etadi. Tirik organizmlarda mikroelementlarning yetishmasligi organizmda modda almashinuvining buzulishiga va turli kasalliklarga olib keladi. Tabiat namunalarida mikroelementlar bilan bir qatorda, ularning radioaktiv izotoplari, U²³⁸, Th²³², U²³⁵ tabiiy radioaktiv oilalar yemirilish zanjiriga mansub bo'lgan radionuklidlar tabiiy holda kichik miqdorda ulushu keng tarqalgan. Yer shari aholisi nurlanishning asosiy qismini tabiiy radioaktiv manbalardan oladi.[1]

Organik va noorganik tabiat orasida uzlusiz modda almashinuv mayjud. Natijada u yoki bu hududda o'sadigan o'simliklarda tuproqda, suvda, havoda bo'lgan mikroelementlar, jumladan radioaktiv izotoplari ham to'planadi[2]. Atrof-muhit namunalarida uchrashi mumkin bo'lgan radioaktiv izotoplari kishilar tanasiga tuproq-suv-havo-o'simlik-oziq-ovqat-kishilar biologik zanjiri orqali o'tadi. Bundan o'simliklar asosida tayyorlanadigan oziq-ovqat mahsulotlarining radioaktivligi o'simliklar radioaktivligi darajasiga bog'liq bo'lishi ko'rindi. Radioaktiv izotoplarning kishilar, o'simliklar, hayvonlar tanasida me'yordan ortiq to'planishi ularning yarim yemirilish davriga bog'liq ravishda ichki nurlanish manbai sifatida tananing me'yordan ortiqcha nurlanishiga olib keladi. Ortiqcha nurlanish esa organizmda patalogik jarayonlarning, xavfli o'smalarning rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkin. Nurlanish faqat tirik organizmlarning o'zigagina ta'sir qilmasdan, balki uning nasliga ham ta'sir qiladi. Bunga genetik effekt deyiladi.

Atrof-muhit namunalarining tabiiy radioaktivligi yuqori emas. Lekin tirik organizmga kichik dozadagi nurlanishning ustma-ust ta'siri organizmda yig'iladi, to'planadi. Bunday effekt kumulyatsiya deyiladi. Tirik organizmga har kuni 0,002-0,005 Grey kichik dozadagi nurlanish ta'sir qilganda ham qonda o'zgarishlar sodir bo'ladi [3].

Shuning uchun ham oziq-ovqat mahsulotlari tayyorlanishi asosida turgan madaniy o'simliklar va ularning mevalari tarkibida uchrashi mumkin bo'lgan mikroelementlar, jumladan radionuklidlar miqdorini aniqlash, o'zgarishini nazorat qilish, ularning tirik organizmlarga ta'sirini, migratsiyasini o'rganish insonlar salomatligini muhofaza qilishda ekologik nuqtai nazaridan dolzarb muammolardan biri hisoblanadi.

Atrof-muhit namunalarida keng tarqalgan elementlardan biri kaliydir. Kaliy Yer qobig'ida katta miqdorda (2,5%) tarqalgan bo'lib, barcha tabiat namunalarida nisbatan yuqori miqdorda uchraydi. Tabiiy kaliy K³⁹, K⁴⁰, K⁴¹ izotoplarning aralashmasidan iborat bo'lib, bunda K⁴⁰ radioaktiv izotopdir[2]. Tabiiy kaliy tarkibida K⁴⁰ ning foiz ulushini bilgan holda, K⁴⁰ solishtirma aktivligini aniqlash orqali namunada tabiiy kaliy miqdorini aniqlash mumkin. Kaliy elementi kishilar, hayvonlar, o'simliklar yashash faoliyatida zaruriy element bo'lib, tirik organism faoliyatida alohida o'rinn tutadi. Oziq-ovqat mahsulotlarida kaliyning yetarli miqdorda bo'lmasligi yosh organizmlarning o'sishini keskin sekinlashtiradi, modda almashinuvi buziladi, organizmda yurakning qisqarish funksiyasi susayishida miokardda kaliy miqdori kamayadi. Organizmda asab to'qimalarining ishlashi kaliy miqdoriga bog'liqligi aniqlangan. O'simliklarda ayniqsa unglevod va oqsillar almashinuvida kaliy elementi muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun oqsilga boy o'simliklarda kaliy miqdori yuqori bo'ladi. Hayvonlarda ham modda almashinuvida ahamiyatli darajada o'rinn tutib, fermentlar funksiyasini boshqarishda qatnashadi [2]. Hayot uchun xavfli bo'lgan texnogen radionuklid Cs¹³⁷ ning o'simliklarda to'planishi tuproqdagagi kaliy miqdoriga bog'liq bo'lishi aniqlangan [4]. Madaniy o'simliklarning hosildorligi, o'simlik o'sgan tuproq, suv tarkibidagi kaliy miqdoriga ham bog'liq bo'lishi ko'rsatilgan. Shu maqsadda ekin ekiladigan tuproqlar kaliyli o'g'itlar bilan boyitiladi. Tibbiyotda ko'pgina kasalliklarni davolashda kaliyli preparatlar ishlataladi. K⁴⁰ yemirilishida hosil bo'ladigan issiqlik energiyasi Yerning issiqlik balansiga ham o'z hissasini qo'shadi. Xuddi shuningdek K⁴⁰ gamma nurlanishining tiriklik hayot-faoliyati kechadigan biosferadagi radioaktiv nurlanishlarga qo'shgan hissasi ham salmoqli darajada. Shuning uchun ham tuproqlarda, suvlarda, madaniy o'simliklarda, ularning kishilar iste'mol qiladigan mevalarida tabiiy kaliyning miqdorini hamda uning radioaktiv izotopi K⁴⁰ ning aktivligini aniqlash muhimdir.

Namunalar va o'lchash usuli. Ushbu ishda Samarqand tumanining turli hududlaridagi ekin maydonlaridan olingan tuproqlar va shu tuproqlarda o'sgan tomat, bug'doy, makkajuxori o'simliklari

namunalari tarkibida tabiiy radioaktiv izotop K^{40} ning to‘planishi, solishtirma aktivligi $NaJ(Tl)$ – kristalli gamma spektrometrik usulda aniqlandi. Tekshiriladigan o‘simliklar namunalari mevasi va poyasi bilan birga olindi. Foydalanilgan gamma-spektrometrda $NaJ(Tl)$ – kristalining o‘lchami 63×63 mm, energiya bo‘yicha ajrata olish qobiliyati Cs^{137} radionuklidining 661 KeV energiyali gamma chizig‘ida 10%. Gamma –spektrometr gamma nurlarni qayd qilishda *OMACH* to‘plamidan K^{40} , Cs^{137} , Ra^{226} , Th^{232} etalon radionuklidlar yordamida effektivlik bo‘yicha darajalangan. $NaJ(Tl)$ – ssintillyasion schotchik tashqi fondan himoya qilish uchun qo‘rg‘oshinli himoya ichiga joylashtirilgan. Schotchikka AI-1024 kanalli impulslar analizatori ulangan.

Tabiiy namunalarning radioaktivligi past bo‘lganligi sababli namuna tarkibidagi radionuklidlarni quyuqlashtirish maqsadida tomat, bug‘doy, makkajo‘xori o‘simliklari mevasi bilan kuydirilib kul holiga o‘tkazildi. Tuproqlar quritildi, maydalandi va kukun holatiga keltirildi, tayyorlangan namunalar gamma-spektrlarini o‘lhash uchun tuproqlardan 1200, tomat, makkajo‘xori va bug‘doy kullaridan tegishlichcha 800 va 1000 grammdan tarozida tortib olindi. Har bir namuna navbat bilan Marinelli idishga to‘ldirildi va idish detektorga kiygizildi. Idishda namunalar detektorning ustki va yon tomonlarida bir tekis joylashadi. Bunda 2π ga yaqin o‘lhash geometriyasi ta’minlanadi. Bu esa namunadan chiqayotgan gamma nurlarni qayd qilish effektivligining ortishiga imkon beradi. Har bir namuna spektrini o‘lhash vaqtin ikki soat.

Namunalarning o‘lchangان gamma-spektrlarida kuzatilgan fotocho‘qqilar ularning kvant chiqishlarini, yarim yemirilish davrlarini hisobga olgan holda energiya bo‘yicha identifikasiya qilindi. Spektrlarda Uran-238 va toriy-232 tabiiy radioaktiv oilalar yemirilish zanjirlariga mansub bo‘lgan Pb^{214} , Pb^{212} , Bi^{214} , Tl^{208} , Ac^{228} radionuklidlarning fotocho‘qqilari kuzatildi. K^{40} -radionuklidining 1460 KeV energiyali yagona fotocho‘qqisi tekshirilgan barcha spektrlarda yaqqol namoyon bo‘lgan. Spektrlarni identifikasiya qilish, fotocho‘qqilar yuzalarini hisoblash, radionuklidlar solishtirma aktivligini hisoblash gamma-spektrometrga ulangan kopyuterga kiritilgan maxsus “MARS” dasturida bajariladi. K^{40} ning solishtirma aktivligi, uning spektrda yaqqol hosil bo‘lgan 1460 KeV energiyali fotocho‘qqisi orqali hisoblanadi. O‘lchangان namunalar tarkibida aniqlangan K^{40} ning solishtirma aktivligi jadvalda keltirilgan, Bk/kg larda.

Nº	Tekshirilgan namunalar	K^{40} ning aniqlangan solishtirma aktivligi, Bk/kg
1	Tomat-1 o‘sigan tuproq	568 (56)
2	Tomat-1 poyasi bilan	2193 (210)
3	Tomat-2 o‘sigan tuproq	578 (56)
4	Tomat-2 poyasi bilan	2309 (220)
5	Makkajo‘xori o‘sigan tuproq	665 (65)
6	Makkajo‘xori poyasi bilan	2217 (215)
7	Bug‘doy o‘sigan tuproq	606 (58)
8	Bug‘doy poyasi bilan	2118 (210)

Jadvaldan ko‘rinadiki, turli hududlardagi ekin ekiladigan maydonlardan olingan tuproqlar tarkibida aniqlangan K^{40} ning solishtirma gamma aktivliklari qiymatlari bir-biriga yaqin – (568÷665) Bk/kg. Shu tuproqlarda o‘sigan tomat, bug‘doy, makkajo‘xorida aniqlangan K^{40} ning solishtirma aktivliklari orasidagi farq ham ahamiyatli darajada emas, ya’ni (2118÷2309) Bk/kg oraliqda. K^{40} ning tuproq va o‘simliklarda aniqlangan solishtirma aktivliklari taqqoslanganda tomat, bug‘doy, makkajo‘xoridagi K^{40} solishtirma aktivligining tuproqdagi aktivligidan 3-4 marta yuqori ekanligini ko‘rish mumkin. Bundan shunday xulosa qilish mumkinki, o‘simliklar o‘zlarining yashash faoliyatlarini uchun zarur bo‘lgan kaliy elementini faqat tuproqdan emas, balki suv, havo muhitlaridan ham to‘plashi mumkin ekan. Kaliy tog‘ jinslaridan ko‘ra engil yuviladi, suvlarga tushib, eritmalar hosil qiladi. Dengiz suvlarida kaliy miqdori 0,038 % ni tashkil etadi. Tuproqlarda kaliy tuzlarining eruvchanlik darajasiga qarab almashadigan (обменный калий) va almashmaydigan turlarga ajraladi. Tuproqlarda almashadigan kaliy miqdori qancha ko‘p bo‘lsa, o‘simliklarga o‘tish intensivligi shuncha yuqori bo‘ladi [2]. Shunday qilib, tekshirilgan o‘simliklarda kaliyning biologik yutilish koeffitsienti $\left(\frac{A_{K^{40}}}{A_{K^{40}}^0}\right) (3,3 \div 3,9)$ oraliqda bo‘lishini ko‘rish mumkin.

Adabiyotlar

1. Ю.А. Банникова Радиация, доза, эффект, риск. Перевод с английск., М., Издательство “Мир”, 1988. С. 3-4.
2. Л.А. Перцов Ионизирующие излучения биосфера, М., Атомиздат, 1973. С.25-27.
3. М.Т. Максимов, Г.О. Оджагов Радиоактивные загрязнения и их измерение, М., Энергоатомиздат, 1989. С. 20-25.
4. Г. Ахмедова, С.А. Шарипова Накопление Cs¹³⁷ в растениях в зависимости от содержания в них калия. Труды конференции посвященной 60-летию Физико-технического института Академии наук Республики Узбекистан “Фундаментальные и прикладные вопросы физики”, 28-29 ноябрь, 2003, Ташкент”. С.46-48.

УДК 535.37:541.14

ФОТОСТАБИЛЬНОСТЬ РАСТВОРОВ НЕКОТОРЫХ РОДАМИНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ С КАРБОКСИЛЬНОЙ ГРУППОЙ**Н. Низомов, Э.Н. Курталиев, А.А. Джамалова, А.Ш.Ярмухамедов***Самаркандский государственный университет*E-mail:kurtaliev@rambler.ru

Аннотация. Изучено влияние светового облучения на спектрально-люминесцентные характеристики некоторых родаминовых красителей с карбоксильной группой в растворителях различной природы. Установлено, что под действием светового облучения в водных растворах выбранных красителей наблюдается уменьшение интенсивности поглощения и флуоресценции с одновременным гипсохромным смещением электронных спектров. В этих же условиях обесцвеченные растворы родаминовых красителей в смеси бинарного растворителя 1% вода+99% ДМСО восстанавливают окраску и соответственно поглощательную и флуоресцентную способность. Наблюдаемое явление объясняется переходом молекул родаминовых красителей из лактонной формы в катионную.

Ключевые слова: родаминовые красители, нефильтрованый свет, поглощение, люминесценция, фотостабильность, природа растворителя, лактон, катион.

Karboksil guruhiga ega bo‘lgan ba’zi birrodamin buyoqlari eritmalarini fototurg‘unligi

Annotatsiya. Karboksil guruhiga ega bo‘lgan ba’zibir rodamin buyoqlarini turli tabiatli erituvchilardagi eritmalarini spektral-lyuminessent xarakteristikalariga yorug‘likni ta’siri o‘rganilgan. Yorug‘lik ta’sirida tanlangan buyoqlari suvli eritmalarini yutilish va fluoressensiya berish qobiliyati kamayishi hamda bir vaqtning o‘zida elektron spektrlarini gipsoxrom siljish kuzatildi. Shu sharoitda 1% suv+99% DMSO dagi rangsizlangan rodamin buyoqlari rangli shaklga o‘tishlari va mos ravishda yutish va fluoressensiya berish qobiliyatlarini tiklanishlari aniqlandi. Kuzatilgan hodisalar buyoq molekulalarini lakton shakldan kation shaklga o‘tishlari bilan tshuntirilgan.

Kalit so‘zlar: rodamin buyoqlari, filtrlanmagan yorug‘lik, yutilish, lyuminessensiya, fototurg‘unlik, erituvchi tabiat, lakton, kation.

Photo stability of solutions of some rhodamine dyes with carboxyl group

Abstract. The effect of light irradiation on the spectral-luminescent characteristics of some rhodamine dyes with a carboxyl group in solvents of various natures was studied. It has been established that under the influence of light irradiation in aqueous solutions of selected dyes, a decrease in the intensity of absorption and fluorescence with a simultaneous hypsochromic shift of the electronic spectra is observed. Under the same conditions, discolored solutions of rhodamine dyes in a binary solvent mixture of 1% water + 99% DMSO are reduced in color and, accordingly, absorbing and fluorescent capacity. The observed phenomenon is explained by the transition of molecules of rhodamine dyes from a lactone form to cationic.

Keywords:rhodamine dyes, unfiltered light, absorption, luminescence, photostability, the nature of the solvent, lactone, cation.

Введение

Родаминовые красители нашли широкое применение в различных областях науки и техники [1-3]. Известно, что в зависимости от концентрации раствора, природы растворителя, родаминовые красители находятся в различных молекулярных формах, каждая из которых обладает определенными характерными спектрами поглощения, а некоторые спектрами флуоресценции [4-6]. Наряду со спектрально-люминесцентными характеристиками одной из важных характеристик определяющей применение органических красителей на практике является фотостабильность. В литературе имеются работы посвященные изучению фотохимических процессов в растворах органических красителей и выяснению природы фотодеструкции[7-9]. Однако процессы, происходящие в растворах красителей под действием света сложны и многообразны, и требуют проведения дальнейших исследований. В связи с вышеизложенным целью данной работы является изучение влияние природы растворителя на фотостабильность растворов некоторых родаминовых красителей с карбоксильной группой.

Экспериментальная часть

Структурные формулы новых синтезированных родаминовых красителей приведены на рисунке 1¹. Электронные спектры поглощения измерялись на спектрофотометре Specord 50 SA (Analytikjena, Германия), позволяющем проводить измерения с точностью (+/- 0,003 D) и разрешением (0,3 нм) в диапазоне 190-1100 нм.

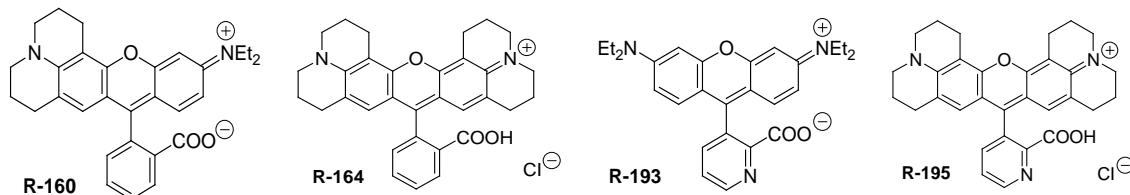


Рис.1. Структурные формулы изученных красителей

Спектры флуоресценции измерялись на люминесцентной установке, собранной на базе монохроматора МДР-12 (ЛОМО, Россия). В качестве фотоприемника использовался ФЭУ-100 (Россия). Источниками возбуждающего света служили сверхяркие светодиоды. Для исключения явления реабсорбции работа осуществлялась с тонкими слоями исследуемых растворов, в которых поглощение возбуждающего света не превышало ~5%. Для их получения, в зависимости от концентрации раствора, использовались кварцевые кюветы от 0,1 до 50 мм. В качестве растворителя использовалась дистиллированная вода и органические растворители: протонодонорные – этанол, протоноакцепторные – диоксан, диметилсульфоксид (ДМСО), амфотерные - диметилформамид (ДМФА) и их бинарные смеси: вода+этанол, вода+диоксан, вода+ДМФА, вода+ДМСО в различных объемных соотношениях. Использованные растворители имели марки «ХЧ» и дополнительno очищались согласно методикам [10, 11]. Выбор этих растворителей обусловлен тем, что изученные красители в воде хорошо растворяются, а вода, этанол, диоксан, ДМФА и ДМСО хорошо смешиваются между собой в неограниченном количестве. Концентрации растворов 5×10^{-6} - 10^{-4} М готовились путем разбавления исходного раствора с концентрациями 10^{-3} М. Приготовление растворов в бинарном растворителе проводилось следующим образом: готовился раствор красителя в той компоненте, в которой он хорошо растворим, а затем добавлялся второй компонент, при этом концентрация красителя оставалась постоянной, а соотношение бинарного растворителя менялось. Величина возможной систематической ошибки, связанной с неточностью отсчета делений градуировки и с различной смачиваемостью стенок мерной посуды не превышает 1%. Все измерения проводились при комнатной температуре (297К). Для удобства сравнения приведенные спектры поглощения и флуоресценции нормированы к единице.

¹Авторы выражают благодарность к.х.н., с.н.с. Л.Д.Паценкеру из Института сцинтилляционных материалов НАН Украины за предоставленные соединения.

Растворы родаминовых красителей облучались нефильтрованным светом ртутно-кварцевой лампы ПРК-2, мощность которой составляет 60 мВт. Расстояние между лампой и объектом составляло 15 см. Облучаемая площадь кюветы (диафрагмы) 15.2 см².

Результаты и обсуждение

Влияние концентрации и природы растворителя на спектры поглощения и флуоресценции новых синтезированных родаминовых красителей изучалось нами ранее [5, 6]. Влияние светоового облучения первоначально было изучено в водных растворах выбранных красителей (рис.1). Из рисунка 1 видно, что по мере облучения наблюдается падение интенсивности поглощения и флуоресценции водного раствора красителя R-160, при этом заметных изменений в форме спектров поглощения и флуоресценции не происходит. Аналогичная картина наблюдается в спектрах поглощения водного раствора красителя R-193.

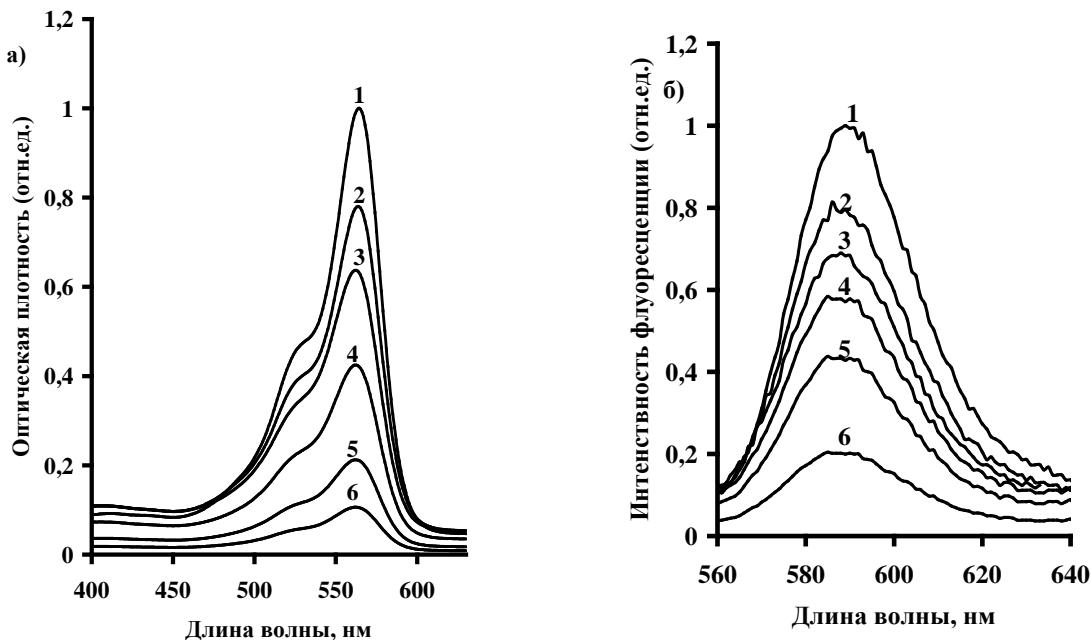
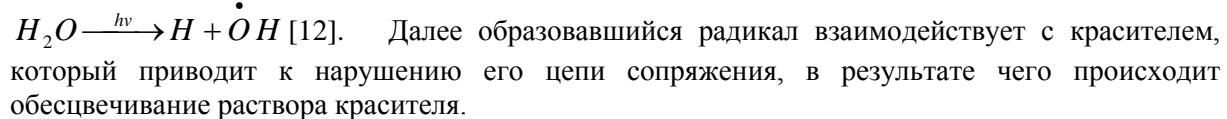


Рис.1. Спектры поглощения (а) и флуоресценции (б) водного раствора красителя R-160 ($c=6\times10^{-6}$ М) по мере облучения: 1-0, 2-15, 3-70, 4-125, 5-180, 6-220 мин.

Совсем иная картина наблюдается при облучении водных растворов красителей R-164 и R-195. По мере облучения водных растворов красителей R-164 и R-195 наряду с падением поглощательной и флуоресцентной способности раствора одновременно происходит гипсохромное смещение спектров поглощения и флуоресценции примерно на 15 нм (рис.2).

Следует отметить, что процесс фотообесцвечивания усиливается по мере уменьшения концентрации красителя. Кроме того, фотообесцвечивание изученных красителей является необратимым, то есть после прекращения облучения растворы не окрашиваются и соответственно со временем не восстанавливаются спектры поглощения и флуоресценции. Природу процесса обесцвечивания в воде можно объяснить тем, что сначала под действием облучаемого кванта света происходит диссоциация молекул воды по схеме:



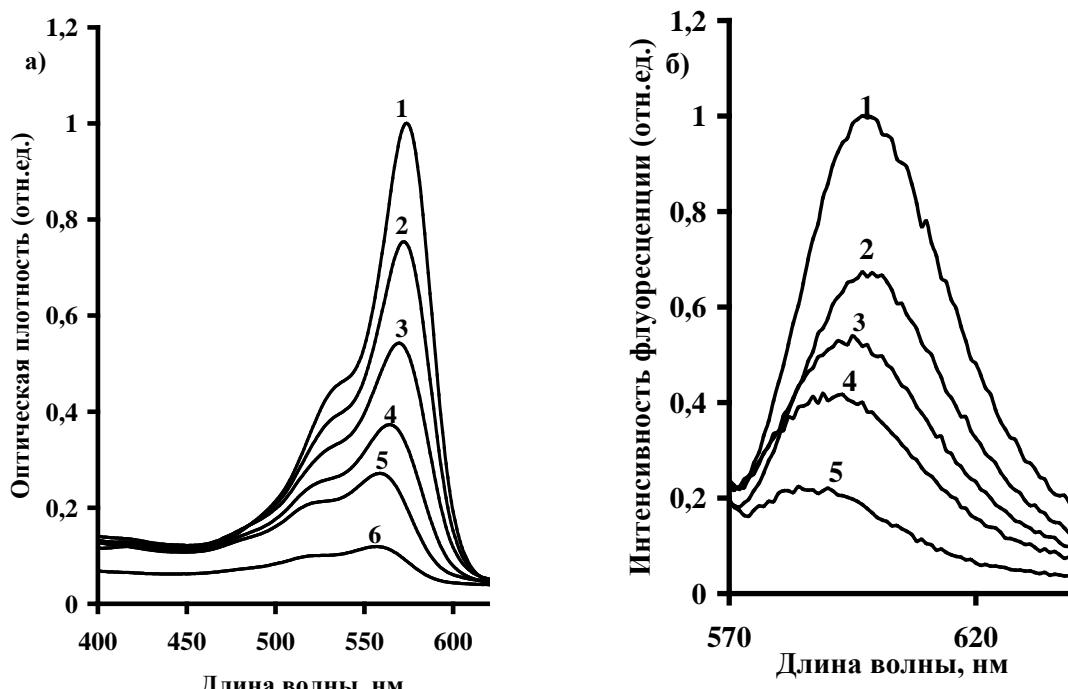


Рис.2 Спектры поглощения (а) и флуоресценции (б) водного раствора красителя R-164 ($c=10^{-5}$ М) по мере облучения: 1-0, 2-15, 3-70, 4-125, 5-180, 6-220 мин.

Следует также отметить, что процесс фотообесцвечивания зависит и от структуры молекул красителя, возможно, зависит от его акцепторной способности по отношению к радикалам. Для красителей R-164 и R-195 по мере облучения часть молекул обесцвечивается по описанному выше механизму. Оставшаяся часть в результате взаимодействия с продуктом фотохимической реакции переходит в биполярную форму. Этим можно объяснить гипсохромное смещение спектров поглощения и флуоресценции по мере облучения водного раствора красителей R-164 и R-195. Так как под действием одного и того же кванта света происходит различное фоторазложение растворителей, то следует ожидать, что фотообесцвечивание одного и того же красителя в различных растворителях должно происходить по-разному. Для проверки этого предположения было исследовано влияние светового облучения (при одинаковой мощности облучения, температуре и концентрации раствора) на спектрально-люминесцентные характеристики выбранных красителей в растворителях различной природы: хлороформе и в смеси бинарных растворителей: 1% воды+99% этанола, 1% воды+99% диоксана, 1% воды+99%ДМФ и 1% воды+99%ДМСО. По мере облучения хлороформовых растворов наблюдается падение интенсивности поглощения и флуоресценции и гипсохромное смещение спектров поглощения и флуоресценции примерно на 14 нм. Здесь процесс обесцвечивания аналогичен с процессом обесцвечивания водных растворов, который был описан выше. Такие же явления происходят и при облучении хлороформовых растворов для всех новых родаминовых красителей. Природу процесса фотообесцвечивания в хлороформе можно объяснить образованием фосгена и хлористого водорода по схеме: $2CHCl_3 + O_2 \rightarrow 2OCCl_2 + 2HCl$. Далее хлористый водород взаимодействует с красителем, что приводит к нарушению их цепи сопряжения, в результате чего наблюдается обесцвечивание раствора красителя. Следует отметить, что здесь, как и в водных растворах, процесс фотообесцвечивания усиливается по мере уменьшения концентрации красителя и является необратимым, то есть после прекращения облучения растворы не окрашиваются и соответственно со временем не восстанавливаются спектры поглощения и флуоресценции. Форма и интенсивность спектров поглощения и флуоресценции родаминовых красителей в бинарной смеси растворителей 1% воды+99% этанола остается постоянной в течение длительного времени облучения. Это свидетельствует о том, что растворы в бинарной смеси растворителей 1% воды+99% этанола являются стабильными

примерно на один порядок по сравнению с водными и хлорофоромовыми. Растворы в смеси бинарного растворителя 1% воды+99% диоксана у всех изученных родаминовых красителей являются обесцвеченными и при облучении не окрашиваются и соответственно не восстанавливают свою поглощательную и флуоресцентную способность. Аналогичные процессы наблюдаются и при облучении растворов бинарного растворителя 1% вода +99% ДМФА для родаминовых красителей R-160, R-164 и R-193. Для красителя R-195 при облучении растворов бинарного растворителя 1% воды+99% ДМФА наблюдается падение поглощательной и флуоресцентной интенсивности раствора без заметных изменений формы спектров поглощения и флуоресценции. Природу фоторазложения использованного растворителя можно представить в следующем виде:

$NCON(C H_3)_2 + h\nu \longrightarrow C H_3 + CH + CH_2O + NH$ [12]. Здесь, как было сказано выше, сначала происходит фотораспад самого растворителя с образованием радикалов, а затем взаимодействие радикалов с молекулой красителя приводит к обесцвечиванию растворов красителя.

Обнаружено, что при облучении не фильтрованным светом обесцвеченных растворов родаминовых красителей в смеси бинарного растворителя 1%вода+99%ДМСО последние восстанавливают окраску и соответственно поглощательную и флуоресцентную способность (рис.3).

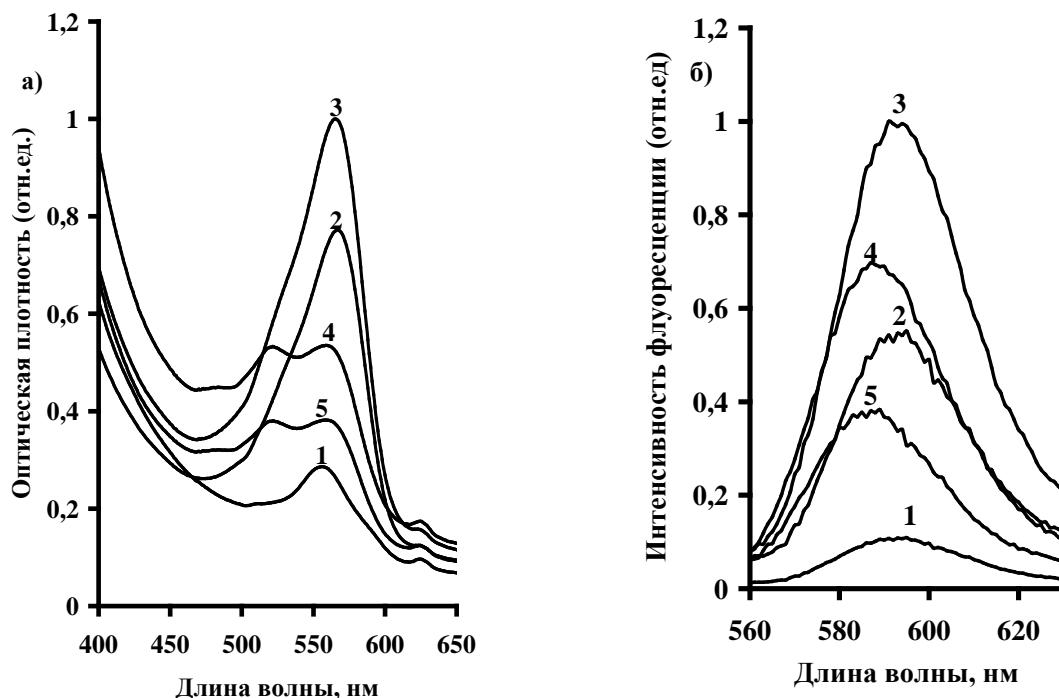


Рис.3. Спектры поглощения (а) и флуоресценции (б) красителя R-160 в ДМСО ($c=6\times 10^{-6}$ М) по мере облучения: 1-0, 2-5, 3-10, 4-20, 5-40 мин.

Из рисунка 3 видно, что постепенное облучение приводит к тому, что раствор окрашивается и соответственно восстанавливает свою поглощательную способность. Полоса поглощения относится к катионной форме молекул красителя. Дальнейшее облучение приводит к тому, что интенсивность поглощения начинает падать, одновременно наблюдается гипсохромное смещение примерно на 8 нм и появление максимума с $\lambda_{max}=525$ нм с коротковолновой стороны. Аналогичная картина наблюдается и для спектров флуоресценции.. Наблюдаемое явление можно объяснить тем, что родаминовые красители в ДМСО, являющимся протоноакцепторным растворителем, находятся в форме лактона. Облучение не фильтрованным светом приводит к тому, что происходит разрыв C-O связи лактонного цикла, вследствие чего раствор переходит в форму катиона. Дальнейшее облучение уже окрашенного

раствора приводит к тому, что, скорее всего ДМСО разлагается и продукты фотораспада растворителя, взаимодействуя с молекулами красителя, приводят к деструкции молекул последних и падению поглощательной и флуоресцентной способности.

Таким образом, установлено, что под действием светового облучения в водных растворах выбранных красителей наблюдается уменьшение интенсивности поглощения и флуоресценции с одновременным гипсохромным смещением. Процесс фотообесцвечивания растворов зависит от природы растворителя и ускоряется с уменьшением концентрации красителя. Установлено, что при световом облучении происходит фотолиз растворителя, при этом образующиеся радикалы, взаимодействуя с молекулами красителя, приводят к наблюдаемым спектральным изменениям. Обнаружено, что при облучении не фильтрованным светом обесцвеченные растворы родаминовых красителей в смеси бинарного растворителя 1% вода+99% ДМСО восстанавливают окраску и соответственно поглощательную и флуоресцентную способность.

Литература

1. J.Guo, Zh.Wang, P.Sun, Q.Tang, H.Li, X.Wang, G.Guo, Q.Pu. Ionic polymer enhanced electrophoresis in plastic microchips for rapid and robust determination of rhodamine dyes. Sensors and Actuators B. 2017. V.250. p. 250–258.
2. P.K. Baviskar, J.B. Zhang, V. Gupta, S. Chand, B.R. Sankapal. Nanobeads of zinc oxide with rhodamine B dye as a senssolar cell application. Journal of Alloys and Compounds. 2012. V.510 p.33–37.
3. H.Kr. Singh, Sh.Agarwal,.D.C. Agrawal, P.Kulria, S.K. Tripathi, D.K. Avasthi. Studies of swift heavy ion irradiation effect on Rhodamine 6G dye for dye sensitized solar cell application. Vacuum. 2013. V.87 p.21-25
4. Н. Низамов. Люминесценция ассоциированных молекул органических красителей в растворах и пленках. Самарканд: Зарафшон, 1997. 145 с
5. Н.Низомов. Э.Н.Курталиев, А.А.Джамалова. Спектроскопическое проявление агрегатов в растворах некоторых родаминовых красителей. СамДУ илмий тадқиқотлар ахборотномаси. 2014 г. №5, с.59-65.
6. Н.Низомов. Э.Н.Курталиев, А.А.Джамалова. Спектроскопическое проявление межмолекулярных взаимодействий в растворах родаминовых красителей с карбоксильной группой. СамДУ илмий тадқиқотлар ахборотномаси. 2017. №5, с.62-68.
7. B.Song, Q. Zhang, W.-H.Ma, X.-J.Peng, X.-M.Fu, B.-Sh.Wang. The synthesis and photostability of novel squarylium indocyanine dyes. Dyes and Pigments. 2009. V.82, №3. p.396-400.
8. Y.Yang, M.Wang, G.Qian, Zh.Wang, X.Fan. Laser properties and photostabilities of laser dyes doped in ORMSILs. Optical Materials. 2004. V.24 p.621–628.
9. M.Gupta, S.Mula, T.K.Ghanty, D.B.Naik, A.K.Ray, A.Sharma, S.Chattopadhyay. Structure and solvent-induced tuning of laser property and photostability of a boradiazaindacene (BODIPY) dye. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2017. V.349. p.162-170.
10. А.Вайсбергер, Э.Прокшаэр, Дж.Риддик, Э.Тупс. Органические растворители. ИЛ, М.,1958. 520 с.
11. А.Гордон, Р.Форд Спутник химика. М. Мир, 1976 г. 571 с.
12. Дж. Калверт, Дж. Питс. Фотохимия. Пер. с англ. Москва: Мир, 1968. с.625-628.

УДК 678.01

**СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НАПОЛНЕННЫХ
ВЕРМИКУЛИТОМ**

¹ П.Ж. Тожиев, ¹ Б.А. Нормуродов, ¹ Х.Х. Тураев,

² Ф.Н. Нуркулов, ² А.Т. Джалилов, ¹ З.А. Мингкулова

¹ Термезский государственный университет

² ООО Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

E-mail: hhturaev@rambler.ru

Аннотация. В статье показано, что введение в полиэтилен дисперсного вермикулита позволяет повысить весь комплекс физико-механических характеристик, также улучшаются показатели горючести разработанных полимер матричных композитов.

Ключевые слова: вермикулит, Тебинбулакское месторождение, антипирен, пластификатор, физико-химические и механические свойства.

Vermikulit to‘ldirilgan polimer-kompoitsion materiallarning xossalari

Annotatsiya. Maqolada polimer asosli kompozitsion materiallar ishlab chiqish uchun polietilenga to‘ldiruvchi sifatida vermiculit qo‘shilganda uning fizik-kimyoviy va mexanik xossalarining yaxshilanishi aniqlangan, natijada olingan polietilen kompozitsiyasining qo’llanilish sohalarini kengaytirish mumkinligi ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: vermiculit, Tebinbuloq koni, antipiren, plastifikator, fizik-kimyoviy va mexanik xossa.

Properties of polymer-composite materials filled with vermiculite

Abstract. In the article, improvements in the properties of polyethylene with vermiculite as filler to create polymer matrix composites have been determined, and as a result, the wide range of applications of the obtained polyethylene compositions has been shown.

Keywords: vermiculite, Tebinbulak mining, antipyrene, plastificator, phisico-chemical and mechemical properties.

Введение. В настоящее время существуют различные виды наполнителей для полимеров, и их количество с каждым годом увеличивается, что связано с расширением областей применения полимерных материалов. Кроме того, современные экономические условия требуют получения материалов не только с высоким комплексом характеристик, но и доступных, с достаточно низкой стоимостью. Поэтому большие потенциальные возможности улучшения характеристик композиционных материалов заложены в использовании недорогих и эффективных наполнителей, в число которых, безусловно, входят вермикулит и его производные.

Вермикулит - один из новых видов минерального сырья в Узбекистане, которому суждено в недалеком будущем занять важное место в развитии народного хозяйства. Вермикулит – это вулканическая порода, обладающая повышенной прочностью и высокой плотностью, а также высокими химическими свойствами, огнестойкостью, прочностью, долговечностью, звука и теплоизоляционными свойствами. Благодаря своим ценным звука-, теплоизоляционным и огнезащитным свойствам и необычной легкостью, приобретаемой при нагревании, находит широкое применение в ряде отраслей тяжелой и легкой промышленности, строительстве, сельском хозяйстве и т.д.

У нас в республике вермикулит, пока, не нашел широкого применения. Это объясняется тем, что до последнего времени не была достаточно изучена сырьевая база. Изыскания последних лет показали, что Узбекистан обладает большими запасами этого минерала и они расположены в Тебинбулаке, близ Нукуса в 16 км к северу – западу населенного поселка Карагату. Общее количество запасов вермикулитов Тебинбулакского месторождения составляет 1332620 тонн. Главными потребителями изделий из вспученного вермикулита являются тепловые центры, стекольные, фарфоровые, цементные заводы, сельское хозяйство,

лакокрасочные производства, строительные организации. Освоение первого в Узбекистане месторождения вермикулита открывает новые перспективы развития отрасли и возможности их использования в различных отраслях промышленности.

Таблица 1.**Химический состав вермикулита**

Компонент	Содержание, % масс.
Оксид кремния SiO_2	38-49
Оксид магния, MgO	20-23,5
Оксид алюминия Al_2O_3	12-17,5
Оксид железа Fe_2O_3	5,4-9,3
Оксид кальция, CaO	0,7-1,5
Оксид натрия, Na_2O	0,8
Оксид калия, K_2O	5,2-7,9
Оксид железа FeO	1,2
Оксид титана TiO_2	1,5
Оксид марганца MnO	0,1-0,3
Оксид хрома, Cr_2O_3	0,5
Оксид серы, SO_3	0,2
H_2O	5,2-11,5
Прочие примеси породы	2,04

Результаты эксперимента и их обсуждение. Ключевым параметром, во многом определяющим свойства и технологию получения наполненных полимерных композиционных материалов, является концентрация наполнителя. Концентрация наполнителя оказывает, пожалуй, основное влияние на физико-механические свойства полимерных композитов и технологию переработки исходных полимеров в них.

В качестве полимерной матрицы был выбран полиэтилен высокого давления, как наиболее дешевый, доступный и крупнотоннажный полимер. В качестве наполнителя был использован вспученный вермикулит. Так как вермикулты надежно зарекомендовали себя, как усиливающие наполнители для полиэтилена низкого давления и изотактического полипропилена, то есть основания предполагать их эффективность для повышения физико-механических характеристик полиэтилена высокого давления. Примечательно, что не смотря на значительное число работ, посвященных исследованию физико-механических свойств наполненных вермикулитом ПЭНД и изотактического полипропилена, механические свойства, наполненного вермикулитом ПЭВД, исследованы в значительно меньшей степени. Для нахождения концентрации вермикулита, обеспечивающей наилучшее сочетание механических свойств получаемых композитов и технологических параметров их переработки, был получен и исследован ряд наполненных образцов ПЭВД, концентрация наполнителя в которых варьировалась от 10 до 50 масс.ч. Как известно, увеличение концентрации наполнителя, часто приводит к затруднению переработки расплава термопластов в конечное изделие, ввиду снижения показателя текучести расплава (ПТР).

Оценку реологических свойств наполненных композитов проводили по пределу текучести расплава (ПТР). С повышением содержания вермикулита в ПКМ, текучесть композиции уменьшается (табл. 2), но вместе с тем композиции, наполненные вермикулитом, можно перерабатывать методом литья под давлением.

ПТР измеряли для расплавов исходного ПЭВД и расплавов его композиций с различными массовыми частями вермикулита при температуре 190°C (табл.2).

Таблица 2

Изменение показателя текучести расплава композиций при 190⁰С в зависимости от ее состава (размер частиц ≤140 мкм)

Состав композиции, масс.ч., на 100 масс.ч.ПЭ	ПЭ ПТР, г/10мин,
ПЭВД	5,30
ПЭВД+10вермикулита	4,75
ПЭВД+20 вермикулита	4,24
ПЭВД+30 вермикулита	3,18
ПЭВД+40 вермикулита	2,75
ПЭВД+50 вермикулита	2,12

Физической причиной изменения структуры расплава, вероятно, является укрупнение агрегатов наполнителя с ростом его концентрации и формирование локальных зон повышенной вязкости. Изменение структуры расплава также находит отражение в наличии максимума зависимости прочности при растяжении, получаемых после охлаждения расплава композитов ПЭВД-ВК от массовой части вермикулита (табл.3).

Таблица 3

Изменение прочности при растяжении композиции в зависимости от ее состава (размер частиц ≤140 мкм)

Состав композиции, масс.ч., на 100 масс.ч.ПЭ	Прочность при растяжении, МПа
ПЭВД	14,5
ПЭВД+10вермикулита	10,6
ПЭВД+20 вермикулита	9,9
ПЭВД+30 вермикулита	19,4
ПЭВД+40 вермикулита	14,7
ПЭВД+50 вермикулита	12,2

Максимум также обнаруживается на зависимости ударной вязкости от концентрации наполнителя, причем максимальной величине ударной вязкости соответствует 40 масс.ч. вермикулита (табл.4). Можно предположить, что изменение структуры расплава наблюдается при 10 масс. ч. вермикулита, тогда как максимальные значения ударной вязкости и прочности при растяжении композитов, полученных охлаждением расплава, достигаются при концентрации 40 масс.ч. вермикулита.

Таблица 4

Зависимость ударной вязкости композита ПЭВД – ВК от масс. ч. вермикулита

Состав композиции, масс.ч., на 100 масс.ч.ПЭ	Ударная вязкость, кДж/м ²
ПЭВД	53,5
ПЭВД+10вермикулита	25,6
ПЭВД+20 вермикулита	32,3
ПЭВД+30 вермикулита	39,8
ПЭВД+40 вермикулита	41,2
ПЭВД+50 вермикулита	34,3

Вероятно, это связано с усадкой композита после охлаждения расплава, что, разумеется, приводит к сжатию участков полимерной матрицы между частицами наполнителя и уменьшению его концентрации, соответствующей началу агрегации частиц.

При увеличении степени наполнения свыше 10 масс.ч. разрывное удлинение композитов ПЭВД – ВК монотонно уменьшается, что, очевидно, связано с ограничением сегментальной подвижности за счет адсорбционного взаимодействия полимера с поверхностью вермикулита. Однако, в области малых степеней наполнения (до 10 мас.%) ПЭВД вермикулитом наблюдается прирост разрывного удлинения (табл.5).

Таблица 5

Зависимость удлинения при разрыве композита ПЭВД – ВК от масс.ч. вермикулита

Состав композиции, масс.ч., на 100 масс.ч.ПЭ	Относительное удлинение при разрыве, %
ПЭВД	1245
ПЭВД+10вермикулита	811,3
ПЭВД+20 вермикулита	51,5
ПЭВД+30 вермикулита	50,2
ПЭВД+40 вермикулита	18,3
ПЭВД+50 вермикулита	15,6

Как видно из полученных зависимостей, наибольшее значение ударной вязкости и прочности при растяжении композитов ПЭВД, наполненных вермикулитом, достигается при степени наполнения 30 и 40 мас.ч. При этом разрывная прочность исходного ПЭВД сохраняется, усадка снижается, наблюдается достаточно высокое разрывное удлинение – 811%. ПТР расплава ПЭВД, содержащего 40 масс. ч. вермикулита уменьшается по сравнению с исходным полимером. Поэтому оптимальной степенью наполнения ПЭВД вермикулитом следует считать 40 масс. ч.

Выходы. Доказана возможность использования вермикулита в качестве наполнителя для полиэтиленовой матрицы. Показано, что введение в полиэтилен вермикулита позволяет повысить весь комплекс физико-механических характеристик, а также улучшить показатели горючести разработанных ПМК.

Литературы

1. Кербер М.Л., Буканов А.М., Вольфсон С.И., Горбунова И.Ю., Кандырин Л.Б., Сирота А.Г., Шерышев М.А. Физические и химические процессы при переработке полимеров. - СПб.: Научные основы и технологии, 2013.
2. Гусева М.А., Структура и физико-механические свойства нанокомпозитов на основе неполярного полимера и слоевого силиката: Автореф. дис.канд. физ.-мат. наук. – Москва: ИНХС РАН, 2004.
3. Композиты на основе полиолефинов / Под ред. Д. Нвабунмы, Т. Кю. Пер. с англ.–СПб.: НОТ, 2014.
4. Осама Абдулькарим Аль Хело Материалы на основе полипропилена с регулируемыми свойствами. Диссертация. канд. техн. наук. –Москва: РХТУ, 20014.
5. Шитов Д.Ю., Кравченко Т.П., Осипчик В.С., Раков Э.Г. Композитные материалы на основе полипропилена с углеродными нанонаполнителями // Пластические массы, № 2, 2013. –С. 29-33.

UDK: 546.185.56.

**MIS (II) NING POLIGLISIDIL-N,N-(DIAMINOETIL)- KALIY DITIOFOSFAT BILAN
KOORDINATSION BIRIKMASINING TADQIQOTI**

Sh.A. Kasimov , X.X. Turayev

Termiz davlat universiteti

E-mail: hhturaev@rambler.ru

Annotatsiya. Maqolada mis (II) ionining xelat hosil qiluvchi polimer ligand poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)- kaliy ditiofosfat bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining tarkibi va tuzilishi IQ-spektral usulda o‘rganish natijalari keltirilgan. Olingan koordinatsion birikmaning barqarorlik doimiysi potensiometrik usul yordamida aniqlangan.

Kalit so‘zlar: mis (II) ioni, xelat hosil qiluvchi polimer ligand, sorbent, poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)- kaliy ditiofosfat, koordinatsion birikma, IQ-spektroskopiya, barqarorlik doimiysi, potensiometriya.

Исследование координационное соединение меди(II) с полиглицидинил-N,N-(диаминоэтил) калий дитиофосфатом

Аннотация. В статье приведены результаты изучения состав и строение образующийся координационное соединение меди (II) с хелатообразующим полимерным лигандом полиглицидила-N,N-(диаминоэтила)-дитиофосфата калия методом ИК-спектроскопии. Определены константа устойчивости координационного соединения методом потенциометрии.

Ключевые слова: ионы Cu(II), хелатообразующий полимерный лиганд, сорбент, полиглицидинил-N,N-(диаминоэтил) калий дитиофосфат, координационные соединение, ИК-спектроскопия, константа устойчивости, потенциометрия.

Study of coordination compound Cu(II) with polyglycidyl-N,N-(diaminoethyl)-potassium

Abstract. Presented in the article the results of studying the composition and structure of the coordination compound copper (II) formed with the chelating polymer ligand of polyglycidyl-N,N-(diaminoethyl)- potassium dithiophosphate by IR spectroscopy. The stability constant of the coordination compound is determined by potentiometry.

Keywords: copper(II) ion, chelating polymer ligand, sorbent, polyglycidyl-N,N-(diaminoethyl)-potassium dithiophosphate, IR spectroscopy, stability constant, potentiometry.

Kirish. Hozirgi vaqtida asosiy e'tibor sintetik koordinatsion kimyoda aniq stereokimyoviy tuzilishga ega bo'lgan organik ligandlar sintezi va dizayni muammolariga qaratilgan. Bunday xelat hosil qiluvchi ligandlar sifatida polimer sorbentlar juda ahamiyatli hisoblanadi. Xelat hosil qiluvchi sorbentlar, ya'ni polimer ligandlar sintezi, ular yordamida oraliq metallarni eritmalardan kompleks hosil qiluvchi sorbsion usullar yordamida ajratish, sorbsiya jarayonida hosil bo'lgan koordinatsion birikmalarning tarkibi, tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari o'rganish kimyo sanoatining asosiy vazifalaridan biridir.

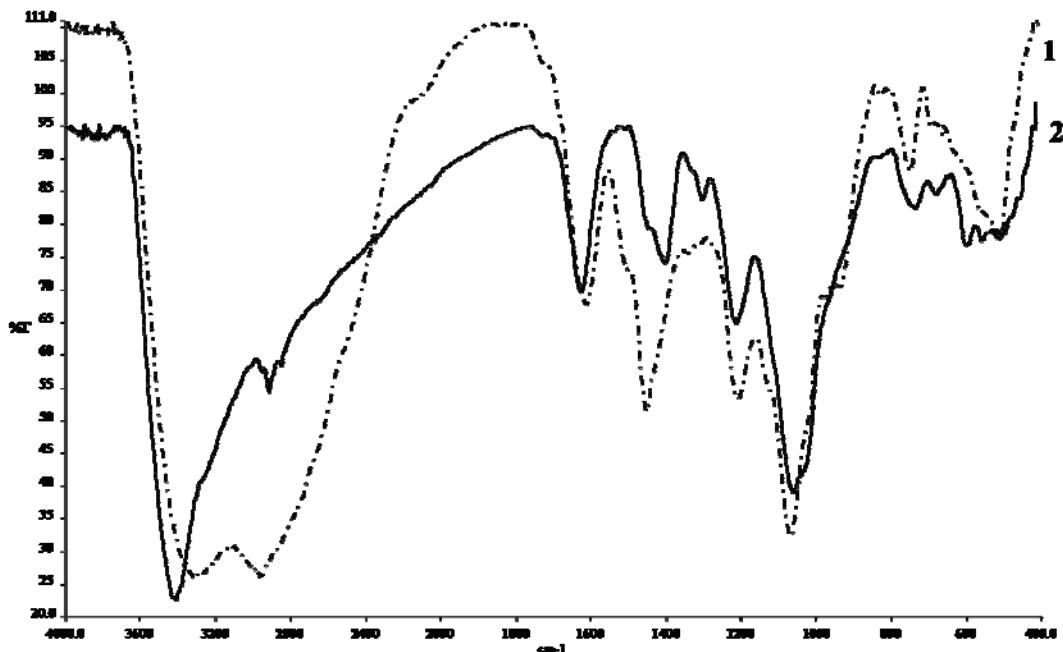
Xelat hosil qiluvchi sorbentlar gidrometallurgiyada turli metall ionlarini konsentrashda, tarkibida og'ir metall ionlari bo'lgan chiqindi eritmalarni zararsizlantirishda keng qo'llaniladi. Hozirda ionalmashinuvchi, kompleks hosil qiluvchi polimerlar va polimer matritsalarning katta assortimenti ishlab chiqilgan. [1, 2]. Turli ditiofosfor kislotalarni (dietyl-, diizopropil-, diizobutil-) impregnirlab olingan sorbentlar va ular yordamida 0,05 M eritmalardan Ag (I), Cu (II), Ni (II), Fe (III) ionlari sorbsiyasidan so'ng hosil bo'lgan koordinatsion birikmalarning IQ-spektrlari o'rganilgan [3, 4].

Adabiyotlarni tahlil qilish davomida shu narsa aniqlandi, xelat hosil qiluvchi sorbentlarning turli metallar ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalarini to'g'risidagi ma'lumotlar to'liq emas, ularning tuzilishi esa yetarli darajada o'rganilmagan. Shuning uchun, mis (II) ionining xelat hosil qiluvchi polimer ligand poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)-kaliy ditiofosfat bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining tarkibi, tuzilishi va uning eritmadi barqarorlik doimiysini aniqlash maqsad qilib olindi. Ushbu polimer ligand Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot institutida sintez qilingan va og'ir metallar ionlarini eritmalardan sorbsiyalash jarayonida MFSE nomli sorbent sifatida samarali qo'llanilgan [5].

Tajriba qismi. Mis (II) ning poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)-kaliy ditiofosfat (MFSE) bilan koordinatsion birikmasi mis (II) sulfat tuzining 0,1 n. 50 ml eritmasiga 0,1 g dan sorbent solib 2 soat davomida aralashtirib turgan holda olindi. Natijada to'q ko'k rangli koordinatsion birikma hosil bo'ldi.

Eritmada kerakli muhit pH=3-11 uchun CH₃COOH-NH₄OH bufer eritmalari yordamida o'rnatildi. Eritmalarning pH qiymati OP-211/1 pH-metri yordamida 0,05 pH birligida nazorat qilindi. Eritmalar MM-5 tipidagi magnitli aralashtirgichlarda aralashtirib turildi. Birikmalarning IQ yutilish spektrlari Specord 75IR spektrometrida 400-4000 sm⁻¹ sohada yozib olindi.

Olingan natijalar tahlili. Poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)-kaliy ditiofosfatning molekulyar formulasi [(-OCH₂CH(CH₂))₂ (ClH₂NC₂H₄O)₂PS₂K]_n bo'lib, eritma muhitining pH=4-6 qiymatida Cu (II) ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining tuzilishi IQ-spektral usul yordamida aniqlandi (rasm).



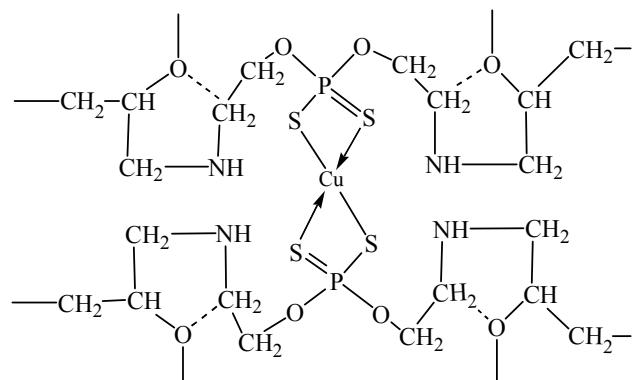
1-rasm. Poliglitsidil-N,N-(diaminoethyl)- kalyit ditiofosfat (1) va uning Cu (II) ioni bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining (2) IQ-spektri.

1-jadval

Poliglitsidil-N,N-(diaminoethyl)- kalyit ditiofosfat (MFSE) va uning Cu (II) ioni bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining IQ-spektridagi yutilish chastotalari, sm^{-1}

Tebranish tasnifi	$\nu(\text{NH})$	$\nu_s(\text{CH}_2)$	$\delta(\text{CH}_2)^+$	$\delta(\text{CN})$	$\delta_{\text{as}}(\text{CH}_2)$	$\nu(\text{COC})$	$\nu(\text{CO})$	$\nu(\text{C-C})$	$\nu(\text{P-O})$	$\nu(\text{P=S})$	$\nu(\text{P-S-})$
MFSE	3324	2963	1614	1454	1208	1070	830	752	665	635	
MFSE+Cu(II)	3414	2921	1631	1409	1220	1069	833	744	688	605	

1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, sorbentdagagi $\nu(\text{P=S})$ tebranish chastotasi nisbatan yuqori va $\nu(\text{P-S-})$ tebranish chastotasi nisbatan quyi sohaga siljigan. Bundan ko‘rinib turibdiki sorbentdagagi ditiofosfat guruhlari metall ionining koordinatsiyalanishini ta’minlaydi, bunda to‘rt a’zoli xelat xalqa hosil bo‘ladi. Sorbsiya natijasida olingan koordinatsion birikmaning tuzilishi o‘tkazilgan tadqiqotlar asosida quyidagicha taklif etildi:

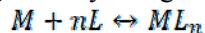


Sorbentlarning metallar ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining barqarorlik doimiyliklari muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Sorbentlarning kompleks hosil qilish xossasini o‘rganishda ko‘pincha potensiometrik titrlash usuli qo’llaniladi. Kompleks hosil qiluvchi metall ionlari ishtirokida sorbenti titrlashda olingan grafikdagi titrlash egrisi chizig‘ining tuzilishi hosil bo‘lgan kompleks birikmaning tarkibi va barqarorligini tavsiflashga yordam beradi. Bu doimiylikni

hisoblash uchun kompleks hosil qiluvchi sorbent bilan kontaktda bo‘lgan eritmadiagi metallar ionlari konsentratsiyalarining o‘zgarishini o‘lchashga asoslangan turli usullar qo‘llaniladi [6-9]. Geterogen muhitda kompleks hosil bo‘lish jarayoniga ta’sir etadigan barcha omillarni e’tiborga olishning imkoniy yo‘qligi sababli, aniqlangan barqarorlik doimiyligi kattaligi taxminiy hisoblanadi.

lg_{barq} kattaligi qiymatini aniqlash uchun potensiometrik usuldan foydalanildi. Buning uchun 35 ml hajmli 10 ta byuks olib, ularga 0,1 g dan sorbent solinib, metall tuzi eritmasi solindi va sorbsiya o‘tkazildi. Eritmalarda muvozanat o‘rnatalgandan so‘ng (4 soatdan keyin) pH o‘lchandi. Sorbsiyadan so‘ng eritmalardagi metall ionlari konsentratsiyalari spektrofotometrik usulda aniqlandi.

Sorbsiya jarayonida M metall ionlarining sorbent funksional guruhlari L bilan kompleks hosil qilish jarayonini umumiy ko‘rinishda quyidagi reaksiya tenglamasi bilan ifodalash mumkin:



Ushbu reaksiyaning muvozanat doimiysi kompleks birikmaning barqarorlik doimiysisiga mos keladi va buni quyidagicha yozish mumkin:

$$K_{barq} = \frac{[ML_n]}{[M] \cdot [L]^n}$$

Sorbent va unga mos keluvchi kompleks birikmaning suvda erimasligi muvozanatlari sistemadagi $[ML_n]$ kompleks va kompleks hosil qilmagan metall ionlari konsentratsiyasini $[M]$ aniqlash imkonini beradi.

Kompleks hosil qilmagan koordinatsion faol shakldagi funksional guruhlar konsentratsiyasini $[L]$ kislotaning dissotsiatsiyalanish doimiysini aniqlash tenglamasidan topish mumkin:

$$\lg[L] = \lg[LH] + \frac{pH - pK_{Auc}}{m}$$

Bu yerda $\lg[LH] = [L_{ym}] - [NaOH] - [H^+]$;

$[NaOH]$ - sorbentni titrlashda qo‘shilgan nariy gidroksid konsentratsiyasi, mmol/l;

$[H^+]$ -sistemadagi vodorod ionlarining muvozanat konsentratsiyasi.

2-jadval

Olingan koordinatsion birikmaning konsentratsion barqarorlik doimiyligini aniqlash natijalari

pH	[M], mkg/ml	[ML _n], mkg/ml	[LH], mkg/ml	lg[LH]	[L], mkg/ml	lg[L]	K _{barq}	lgK _{barq}
4,2-4,7	0,0009	0,0088	0,0046	-2,33	$2,75 \cdot 10^{-10}$	-9,56	$3,55 \cdot 10^{10}$	10,55

Xulosa. O‘tkazilgan taddiqotlar natijasida poliglitsidil-N,N-(diaminoetil)- kaliy ditiofosfatning mis (II) ioni bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining tuzilishi IQ-spektral usul yordamida aniqlandi. Bunda mis (II) ioni ikkita to‘rt a’zoli xelat xalqa hosil qilib ditiofosfat guruhidagi oltingugurt atomlari orqali koordinatsiyalanadi. Shuningdek, potensiometrik titrlash natijasida olingan koordinatsion birikmaning konsentratsion barqarorlik doimiysi aniqlandi va suvli eritmalarda barqaror ekanligi ko‘rsatib berildi.

Adabiyotlar

- Исмаилов И.И., Джалилов А.Т., Аскаров М.А. Химически активные полимеры и олигомеры. – Ташкент: Фан, 1993. - 232 с.
- Абдуталипова Н.М., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Мухамедова М.А. Исследование комплексообразующей способности ионитов поликонденсационного типа // VII Всероссийская интерактивная конф.(с международным участием) молодых учёных / Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии. – Саратов, 2010. - С.235-236.
- Даминова Ш.Ш., Кадырова З.Ч., Сафаров Е.Т., Пардаев О.Т., Шарипов Х.Т. ИК-спектроскопическое исследование хелатообразующих сорбентов на основе сополимера стирола и дивинилбензола и их комплексов с Ag(I), Cu(II), Ni(II), Fe(III) // Узб. хим. ж. – 2013. - № 6. - С. 6-9.

4. Даминова Ш.Ш., Шарипов Х.Т., Назарбекова С.М., Якубова Ш.М., Сафаров Е.Т., Пардаев О.Т. Комплексообразование никеля (II) при сорбции хелатообразующим сорбентом // 14 Международная научно-техническая конференция "Наукоемкие химические технологии - 2012 с элементами научной школы для молодежи", Тула - Ясная Поляна - Куликово Поле, 21-25 мая, -2012. - С. 293.
5. Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Касимов Ш.А. Синтез сорбента на основе ди-(2-аминоэтила)-дитифосфата калия и эпихлоргидрина // Universum: химия и биология электронный научный журнал (Россия). - № 9 (39). - 2017.
6. Кокотов Ю.А. Иониты и ионный обмен. - Л: Химия, 1990.- 152 с.
7. Salikhov V.D. a.o. Preconcentration of Cerium (III) with Polymer Chelatic Sorbents in the Analysis of Environmental Samples // Ecological Congress. International Journal.- 1998.- V. 2. - N 3.- P. 5-9.
8. Мясоедова Г.В., Саввин С.Б. Новые хелатные сорбенты и применение их в аналитической химии // Журн. анализ. химии. - 1982. - Т. 37- № 3. - С. 499-519.
9. Басаргин Н.Н., Салихов Д.В., Дорофеев Д.Н. и др. Определение констант ионизации полимерных хелатообразующих сорбентов методом потенциометрического титрования // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2000. – Т. 43. – № 1. – С. 63–67.

UDK: 547. 25. 057:665.652.72:541.124

CATALYTIC ACETYLATION OF ACETYLENE IN VAPOR PHASE**H.M. Nasimov, N.I. Fayzullayev***Samarkand state university*

Abstract. The acetylating reaction of acetylene in the presence of nanocatalysts $(ZnO)_x * (CdO)_y * ZrO_2)_z$ has been studied. By changing partial pressure of initial substances in a wide interval of parameters' change the objective laws were studied. On the basis of experimental and literature data stage scheme of reaction mechanism and various options of kinetic equations of acetylating reaction of acetylene have been offered and evaluated their adequacy. On the basis of adequate kinetic equation optimum conditions of synthesis of vinyl acetate from acetylene were chosen: $T = 180-220^{\circ}C$, $V_{cat} = 100 \text{ ml}$; $C_2H_2 : CH_3COOH = 4:1$; $= 280 \text{ h}^{-1}$ cat. According to experimental data technological scheme of vinyl acetate preparation by catalyst acetylating of acetylene was offered.

Keywords: acetylene, vinyl acetate, acetic acid, acetylation, heterogeneous catalysis, basic organic synthesis.

Atsetilenni bug‘ fazasida katalitik atsetillash

Annotatsiya. Atsetilenni $(ZnO)_x * (CdO)_y * ZrO_2)_z$ nanokatalizatori ishtirokida atsetillash reaksiyasi o‘rganildi. Dastlabki moddalarning parsial bosimlarini keng ko‘rsatish sohasida o‘zgartirish orqali qonuniyatlar o‘rganildi. Tajriba va adabiyotlar tahlili asosida reaksiya mexanizmi va atsetilenni atsetillash reaksiyasining turli kinetik tenglamalari taklif etildi va ularning adekvatligi baholandi. Taklif etilan adekvat kinetic tenglama asosida atsetilenden vinil atsetat sintezining optimal sharoitlari tanlandi: $T = 180-220^{\circ}C$, $V_{cat} = 100 \text{ ml}$; $C_2H_2 : CH_3COOH = 4:1$; $= 280 \text{ s}^{-1}$ kat. Tajriba ma’lumotlari asosida atsetilenni katalitik atsetillab vinil atsetat olishning sxemasi taklif etildi.

Kalit so‘zlar: vinil atsetat, sirka kislota, atsetillash, geterogen kataliz, bazaviy organik sintez.

Каталитическая ацетилирования ацетилена в паровой фазе

Аннотация. Изучена реакция ацетилирования ацетилена в присутствии нанокатализаторов $(ZnO)_x * (CdO)_y * ZrO_2)_z$. Изменяя парциальное давление исходных веществ в широком интервале изменения параметров, изучались объективные законы. На основе экспериментальных и литературных данных предложена схема этапов механизма реакции и различные варианты кинетических уравнений ацетилирующей реакции ацетилена и оценена их адекватность. На основе адекватного кинетического уравнения были выбраны оптимальные условия синтеза винилацетата из ацетилена: $T = 180-220^{\circ}C$, $V_{cat} = 100 \text{ мл}$; C_2H_2 :

$\text{CH}_3\text{COOH} = 4: 1; = 280 \text{ ч}^{-1}$ кат. Согласно экспериментальным данным, предложена технологическая схема получения винилацетата катализитическим ацетилированием ацетилена.

Ключевые слова: ацетилен, винилацетат, уксусная кислота, ацетилирование, гетерогенный катализ, основной органический синтез.

Introduction

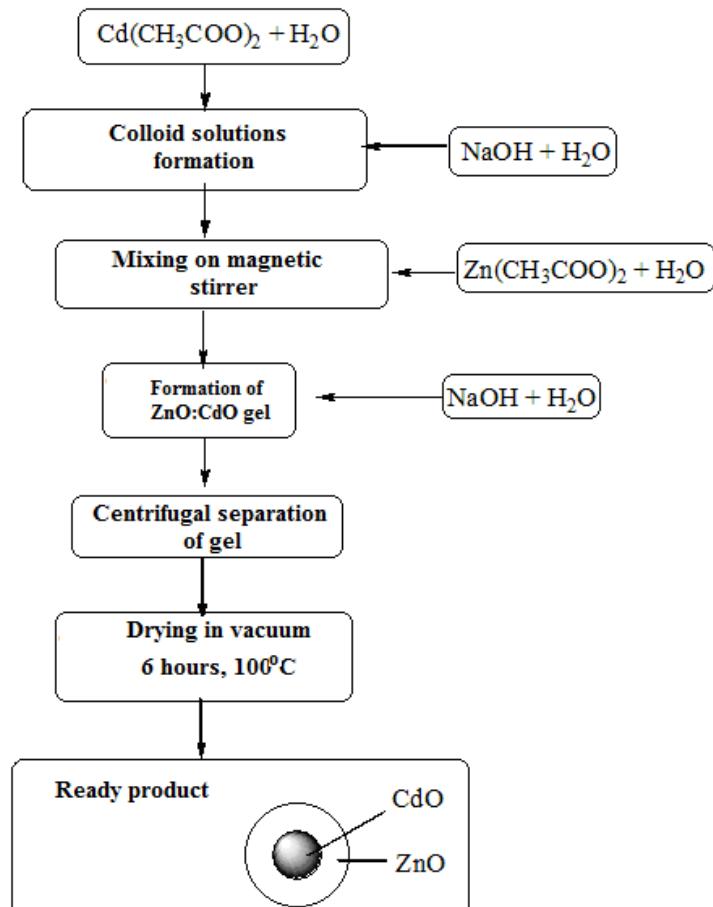
In the production of basic organic chemistry and petrochemistry among obtained oxygen containing vinyl esters vinyl acetate is the most important.

In industry, vinyl acetate is widely used as a monomer. One of the important properties of the vinyl acetate is its ability to be polymerized. Among the polymeric products obtained from vinyl acetate, are commonly used polyvinyl acetate, polyvinyl alcohol and polyvinyl acetals. High adhesion and the elastic properties of polyvinyl acetate determine its increased adhesive capacity. Therefore, it is widely used in the production of water-soluble latex paints, adhesives, fibers, and others.

More in large amounts vinyl acetate is used in the production of polyvinyl alcohol and polyvinyl acetals.

In connection with the abovementioned, the study of the catalytic acetylating reaction of acetylene and for this process searching a catalyst, which has a high activity, selectivity and high efficiency and stability, as well as the study of the kinetic objective laws of the reaction is important.

Several works [1-3], devoted to problems of the vapor phase synthesis of vinyl acetate were published.



The process is conducted in the presence of zinc acetate impregnated on activated carbon at a 170-230°C in molar ratios of acetylene : acetic acid = from 2: 1 to 10: 1 at atmospheric pressure. Partial or complete replacement of zinc acetate into cadmium acetate results in increased catalyst activity. One of the parameters affecting the yield of vinyl acetate and catalyst life is the composition of the carrier [4].

On the basis of the abovementioned a nanocatalyst with the structure core/shell was selected. The nanocatalyst has been prepared on the following scheme.

The synthesis scheme of the nanoparticles with the structure core/shell ZnO:CdO:

The specific surface of the obtained sample was calculated by the BET method, the average mesopore size was determined by BJH. The phase composition was determined by X-ray diffraction using DRON-3 diffractometer (CuK_{α} radiation). Disperse properties of the catalyst have

been studied by the scanning electron microscope (JSM-6510 LV).

The catalytic activity of the obtained sample was studied in the acetylating reaction of acetylene.

Experimental

The synthesis products were analyzed with a flame ionization detector by gas-liquid chromatography under the following optimum conditions: particle size of the stationary liquid phase 0,250-0,315 nm on Tsvetochrom - 545% with 15 % lestosyl, the glass column with the size of 2x0,004 m, the column temperature of 100°C, the nitrogen carrier gas flow rate 30 ml/min. Qualitative analysis was conducted by "witnesses", the quantitative by the method of internal normalization.

In the reaction of gas phase catalytic acetylation of acetylene was studied the activity of the catalysts made from d-elements salts.

The table shows that the catalyst (№4) containing oxides of zinc, cadmium, zirconium has high selectivity and efficiency. On this catalyst was studied the effect of various factors (temperature, volumetric rate, the mole ratio of C₂H₂:CH₃COOH, a method of preparing a catalyst) to the yield of vinyl acetate, the selectivity of the process, the conversion of starting materials.

Table 1

Dependence of the catalyst activity of the reaction of catalytic acetylation of acetylene on the composition
(T = 180°C, C₂H₂:CH₃COOH = 4:1, V_{C2H2} = 280 h⁻¹)

№	Composition of the catalyst	Conversion of CH ₃ COOH, %		Selectivity, S %
		Total	In vinyl acetate	
1	ZnO	60,0	43,0	71,1
2	ZnO:CdO	80,6	73,5	91,2
3	ZnO:ZrO ₂	51,4	38,2	74,3
4	ZnO:CdO:ZrO ₂	85,4	79,8	93,4
5	ZnO:Cr ₂ O ₃	46,2	30,6	66,2
6	Cr ₂ O ₃ :CdO:ZrO ₂	67,8	49,2	72,5
7	ZnO:Cr ₂ O ₃ :ZrO ₂	72,1	51,9	72,0
8	ZnO:Fe ₂ O ₃ :Cr ₂ O ₃	70,9	48,0	67,7

When studying the effect of the ratio of C₂H₂:CH₃COOH on acetate output and selectivity of the process, it was found that the optimum ratio is 4:1.

Table 2

Effect of the ratio of C₂H₂:CH₃COOH on acetate output
(T = 180°C, catalyst № 4)

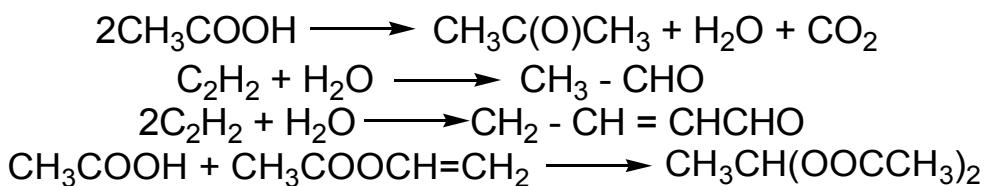
№	Mole ratio of C ₂ H ₂ :CH ₃ COOH	Conversion of acetic acid, %		Selectivity, S %
		Total	In vinyl acetate	
1	1:3	48,0	18,4	38,3
2	1:2	63,4	48,5	76,5
3	1:1	78,8	63,2	80,2
4	2:1	82,0	70,7	86,2
5	3:1	83,8	75,4	90,0
6	4:1	85,4	79,8	93,4
7	5:1	92,5	72,0	77,8
8	6:1	96,2	65,4	68,0

The table shows that with the increase of acetylene amount in the reaction mixture the total conversion of acetic acid increases. When the ratio of the starting materials is more than 4:1, due to formation of by-products (ethylidenediacetate) vinyl acetate yield decreases.

Deactivation of the catalyst is explained by the decomposition of zinc acetate from the nucleus on the following reaction:



In the synthesis of vinyl acetate the following side reactions occur:

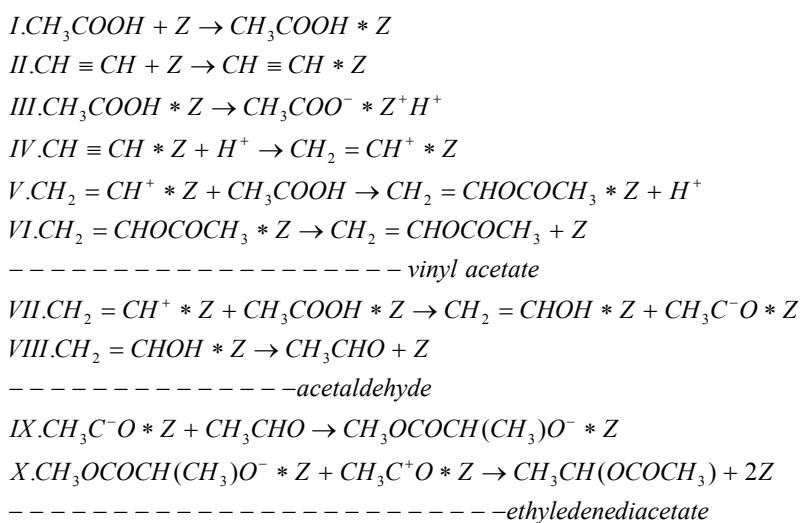


To investigate the mechanism and kinetics of the reaction of catalytic acetylation of acetylene on selected catalysts the effect of the partial pressures of the starting materials in a wide range was studied.

The experiments were conducted at a constant gas flow rate, which was achieved by adding inert gas-argon. As a result of the researches it was established that with increasing portion of the acetic acid and decreasing the partial pressure of acetylene, vinyl acetate yield decreases.

The experiments were performed in changing over a wide range the parameters providing the reaction proceeding in the kinetic region: temperature, partial pressures of the reactants and the specific rate of acetic acid. Influence of partial pressures of the initial and final substances on the kinetic objective laws of acetylation of acetylene was studied under the condition of change of the partial pressure of one component at a constant partial pressures of the other components. To maintain a constant feeding rate of the initial substances in case of need, an inert gas (nitrogen) is fed to the reaction zone. It is proved that within the parameters, in which the process is studied, the vinyl acetate yield increases with the increase of the concentration of acetylene and decreases with an increase of the partial pressure of acetic acid. Addition of vinyl acetate to the reaction medium does not affect to the rate of its formation. At temperatures above 210°C addition of water enhances the hydrolysis of vinyl acetate, but does not alter the activity of the catalyst. In molar ratio of acetylene : water = 10:1, the temperature of 200°C and contact time of 4 seconds acetic acid conversion reaches 100%. In the same ratio of the components (10:1) and maintaining the temperature 200°C , reduction of contact time from 4 to 2 seconds vinyl acetate output reaches 95-96%.

On the basis of experiments and chromatographic analyzes carried out, as well as literature data the following reaction mechanism has been offered:



Z-active center of the catalyst.

The reaction mechanism offered above, corroborates and supplements the theory available in the scientific literature. It is shown from the mechanism that ethylenediacetate is not formed from vinyl acetate. With the increase of the partial pressure of acetic acid the formation rate of acetaldehyde increases. It, in its turn, leads to an increase of the output of ethylenediacetate.

Studying the effect of the partial pressures of the initial substances on the reaction rate of the acetylation of acetylene and the results of chromatographic analysis allowed to propose the following kinetic equation:

$$W = kP_{\text{C}_2\text{H}_2} \bullet P_{\text{CH}_3\text{COOH}}^n$$

Here, n - increases with increasing temperature.

From the experimental results the reaction of acetylation of acetylene satisfies the following equation:

$$W = \frac{k(P_{C_2H_2} \cdot P_{CH_3COOH})}{(1 + b \cdot P_{CH_3COOH})},$$

Catalytic acetylation of acetylene is exothermic process and $\Delta H_{298}^0 = -98$ kJ/mol. The reaction is reversible.

The equilibrium constant of the reaction and the temperature are related as follows:

$$\lg K_p = 4400/T - 7,22 \cdot \lg T + 2,47 \cdot 10^{-3} + 11,3$$

Here, T - the temperature at ^0K .

Table 3

The yield of vinyl acetate and equilibrium constants

T, ^0C	T, K	$\lg K_p$	K _p	α
180	453	1,53	58,5	0,80
243	516	0,88	7,2	0,55

Based on the studies conducted a technological scheme for the synthesis of vinyl acetate in vapor phase was proposed.

Conclusions

- 1) In catalytic acetylation of acetylene for obtaining vinyl acetate the most active and effective is a nanocatalyst with the composition $(\text{ZnO})_x \cdot (\text{CdO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$.
- 2) The mechanism and kinetics of catalytic acetylation of acetylene on selected catalysts were studied.
- 3) On the basis of experimental data and results of chromatographic analysis taking into account the literature data the mechanism of the reaction was offered.
- 4) Based on the studies proposed the technological scheme of the vapor-phase synthesis of vinyl acetate was offered.

References

1. Kozlova G.A., Dumina R.S., Soberzhinova M.M. //Kinetics and Catalysis. 1992. V.33. № 3. P.691 (in Russian).
2. Hoang Kim Bong, Fomicheva T.V., Shestakov G.K., Temkin O.N. //Journal of Applied Chemistry. 1997. V.20. №11. P.1782.
3. Hoang Kim Bong, Abant Chavez H.J., Nyrkova A.N., Shestakov G.K., Temkin O.N. //Journal of Applied Chemistry. 1998. V. 71. №1. P.92.
4. Fayzullaev N.I., Muradov K.M. // Industrial Chemistry. 2004. V.81. № 3. Pp 136-138.

УДК 547.854

ПОЛУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПИРИМИДИНОВЫХ ОСНОВАНИЙ XН-21, XН-22, XН-23, XН-24

¹Х.И.Нурбаев, ¹А.Р.Каржавов, ²Э.А.Рузиев²

¹Самаркандский медицинский институт

²Самаркандский государственный университет.

E-mail: e-ruziyev@samdu.uz

Аннотация. Среди синтезированных соединений были переданы на испытания в УзНИИЗР и лабораторию фитотоксикологии ИХРВ АН РУз в качестве фунгицидов, бактерицидов, дефолиантов.

Ключевые слова: фунгицид, бактерицид, дефолиант, алкилирование, перепараты, испытание.

Pirimidin asoslari asosida XH-21, XH-22, XH-23, XH-24 biologik faol moddalar olish

Annotatsiya. Sintez qilingan birikmalar orasidan fungitsidlar, bakteritsidlar va defoliantlar sifatida Toshkent shahridagi “O’simliklarni himoya qilish instituti”ga va O’simlik moddalar komyosi institutining fitotoksikologiya laboratoriyalariiga defoliantlik, fungitsidlik va bakteritsidlik xususiyatlarini tekshirish uchun topshirilgan.

Kalit so‘zlar: fungitsid, bakteritsid, defoliant, alkillash, preparatlar, sinashlar.

Obtaining biologically active compounds of pyrimidine bases XN-21, XH-22, XN-23, XN-24

Abstract. Among the synthesized compounds, they were transferred for testing to UzNIZR and the phytotoxicology laboratory of the ICPS AS RUZ as fungicides, bactericides, defoliants.

Keywords: fungicide, bactericide, defoliant, alkylation, preparations, test.

Испытание препаратов против вертицеллёзного и фузариозного увядания (*verticillium dahliae*, *Fesarium oxysporum*), корневой гнили (*Rhizactonia solani*) и гоммоза (*Xanthomonas malvaccarum*) хлопчатника в УзНИИЗР показали, что среди 24 проверенных соединений самыми эффективными оказались препараторы, условно названные XH-21, XH-22, XH-23 и XH-24. Эти препараты против *Fusarium oxysporum* и *vertidilium dahliae*. Вещество XH-21 подавляет 75%, а XH-22 на 82%, Rhiz. solani на 88%, xant. malv. на 90%.

Анализ результатов испытаний показывает, что в ряду продуктов алкилирования 2-оксо-тиоксо-, - аминопиримидинонов-4 высокую фунгицидную и бактерицидную активность проявляют 2-алкилтио-6-фенилпиримидиноны-4 относительно более эффективными оказалось XH-21 и XH-22. Производные 2-оксо-3-алкил-6-метилпиримидинонов-4 являются менее активными.

Особый интерес среди испытанных соединений представляли препараты XH-20 и XH-21. Они были испытаны в полевых условиях на экспериментальной базе УзНИИЗР, против гоммоза и корневой гнили хлопчатника. Эти препараты в дозе 500 г/100 кг семян хлопчаника оказывают хороший эффект против этих болезней, причем возбудитель гаммоза подавляется во всех формах (семядольная, листовая, стеблевая, коробочная). Препараты также увеличивают всхожесть семян хлопчатника и прибавку урожая хлопка-сырца. Они по хозяйственной эффективности превосходят даже эталон-никомизолон, однако по своей биологической активности немного уступают ему. Препарат XH-21 превосходит по активности никомизолон против корневой гнили хлопчатника.

Испытание препаратов проводились на модельных растениях на средневолокнистом хлопчатнике сорта Наманган-77 в хозяйствах Юкори-Чирчикского района Ташкентской области. Обработка проведена при раскрытии 60% коробочек в среднем на кусте при концентрации 0,3% по 50 мл раствора на три растения хлопчатника. Среди испытанных препаратов значительную дефолиирующую активность показали 2-нонилтио -6-фенилпиримидин-4 и 2-пентилтио -6-метилпиримидин-4.

Листья на кустах хлопчатника были полусухие от красноватого до бурого оттенков. Ожогов листьев и растений не наблюдалось.

Результаты учета всхожести семян, корневой гнили, гоммоза и урожай хлопка-сырца (опыт полевой, экспериментальная база УзНИИЗР).

№ / №	Варианты	В процентах(%)						Уро жай ц/га	Приба вка урожая ц/га		
		Всхо жесть семя н	Корне вая гниль	Гоммоз							
				Семядоль ная	Листо вая	Стебле вая	Коробоч ная				
1	Контроль - семена зараженные, непретравленные	38,2	6,3	33,0	27,2	8,7	7,3	26,2	-		

2	Этанол - смена зараженны гоммозом, протравленные никами-зо-лоном 700г/100 кг	64,3	2,8	3,3	2,8	0,9	1,4	31,8	5,6
3	Семена, зараженные гоммозом, протравленные XН-21 500/100 кг	68,9	3,0	3,4	3,0	1,3	1,2	31,9	5,7
4	Семена, зараженные гоммозом, протравленные XН-22 500г/100 кг	69,5	2,5	3,2	2,9	1,0	1,5	33,8	6,6

Экспериментальная часть

Tesla BS-567A (внутренний стандарт –ТМС, ГМДС, шкала S). Значения Rf определены на пластинах “silufol” UV-254 (ЧССР). Проявитель: пары йода.

Растворители (ацетонитрил, спирт, ДМФА, ДМСО) очищены и абсолютированы по методике [1-4].

Получение исходных соединений

Синтез 2-тиоксо-6-фенилпиримидиноний-4

В двухгорловую колбу снабженную механической мешалкой, обратным холодильником помещали 130 мл абс. спирта, 7,5 г (0,32 моль) металлического натрия, 82 мл бензоил уксусного эфира и 24 г тиомочевины. Реакционную смесь перемешивали до образования гомогенной смеси. Потом перемешивали на водяной бане в течение 6 часов, отгоняли спирт, оставшийся остаток растворяли в воде и реакционную смесь подкисляли 50 %ной уксусной кислотой до pH=5. Выпавший осадок отфильтровали, промывали ацетоном и хлороформом.

Выход: 14 г (65%) Тпл.=253-255°C(гексан)

Алкилирование 2-тиоксо-6-фенил-пиримидинона-4

В колбу ёмкостью 100 мл поместили 20 мл абсолютного спирта (этанол), 0,14 г (2,5 ммоль) KOH и перемешивали до полного растворения едкого калия. Потом добавили 0,51 г (2,5 ммоль) исходного вещества и перемещивали 30 минут при комнатной температуре, после этого в реакционную смесь добавили 0,27 мл (2,5ммоль) алкилирующего агента, нагревали на водяной бане 4 часа. Реакционную смесь охлаждали, разлагали 50 мл холодной водой, экстрагировали хлорофором. Сушили над безводным сульфатом натрия.

Растворитель отгоняли, выпавший осадок отфильтровали. Выход: 0,62 (92%) продукта с T_{пл}=158-160°C (гексан).

Получение 2-н-гексилтио-6-фенилпиримидиона-4. (XН-21)

Аналогично вышеописанному: из раствора с 0,14 г (2,5 ммоль) едкого кали, 0,51г (2,5 ммоль) исходного соединения и 0,36 мл (2,5 ммоль) н-гексилбромида в 20 мл абс. спирта получили 0,60 г (83%) продукта с T_{пл}=142-144°C (гексан).

ИК-спектр: 1661 (v_{co}), 1543 (v_{c=c}), 1566 (v_{c=N}).

Получение 2-н-гептилтио-6-фенилпиримидиона-4. (XН-22)

Аналогично вышеописанному из раствора с 20 мл абс. спирта, 0,14 г (2,5 ммоль). едкого калия, 0,51 г (2,5 ммоль) исходного соединения, и 0,4 мл (2,5 ммоль) н-гептилиодида получили 0,45 мл (60%) продукта с $T_{пл}=78-80^{\circ}\text{C}$ (гексан).

ИК-спектр: 1660 (ν_{co}), 1507 ($\nu_{\text{c=c}}$), 1606 ($\nu_{\text{c=N}}$).

Масс-спектр: m/z (J_{отн.} %): 302 (M⁺; 13), 273 (M⁺; -29; 13), 269 (M⁺; -33; 17), 255 (M⁺; -47; 56), 230 (M⁺; -72; 43), 217 (M⁺; -85; 100), 203 (M⁺; -29; 13), 192 (M⁺; -110; 56), 155 (M⁺; -147; 65), 141 (M⁺; -161; 65),

Получение 2-н-октилтио-6-фенилпиримидинона-4. (ХН-23)

Аналогично вышеописанному из раствора с 0,14 г (2,5 ммоль) едкого калия, 0,5 г (2,5 ммоль) исходного соединения, и 0,5 мл (2,5 ммоль) н-октилиодида в 20 мл абс. спирта получили 0,02 г (13%) продукта с $T_{пл}=122-124^{\circ}\text{C}$ (гексан).

ИК-спектр: 1507 ($\nu_{\text{c=c}}$), 1602, 1605 ($\nu_{\text{c=N}}$).

Масс-спектр: m/z (J_{отн.} %): 316 (M⁺; 100), 283 (M⁺; -33; 66), 269 (M⁺; -47; 93), 259 (M⁺; -57; 40), 255 (M⁺; -62; 33), 246 (M⁺; -70; 33), 239 (M⁺; -77; 86), 218 (M⁺; -98; 93), 204 (M⁺; -112; 80), 176 (M⁺; -140; 86), 176 (M⁺; -140; 86), 172 (M⁺; -144; 73), 129 (M⁺; -187; 33), 116 (M⁺; -200; 73), 104 (M⁺; -212; 80).

Получение 2-н-нанилтио-6-фенилпиримидинона-4. (ХН-24)

Аналогично вышеописанному из раствора с 20 мл абс. спирта, 0,14 г (2,5 ммоль). едкого калия, 0,51 г (2,5 ммоль) исходного соединения, и 0,5 мл (2,5 ммоль) н-нонилиодида получили 0,65 мл (79%) продукта с $T_{пл}=120-122^{\circ}\text{C}$ (гексан).

ИК-спектр: 1660 (ν_{co}).

Литература

1. И.И.Грандберг Практические работы и семинарские занятия по органической химии. – Москва: Высшая школа, 1978. – с.148-149.
2. К.А.Захидов, Э.О.Орипов, Х.И.Нурбаев, Х.М.Шахидоятов. Поиск биологически активных соед. Среди 2-замещен-х пиримидинов-4. Тез. докл. “Проблемы изыскания, синтеза и производства новых препаратов для ветеринарии” Самарканда 1994.с. 35.
3. Р.А.Самиев, Б.А.Ураков, Х.М.Шахидаятов. Изыскание пестицидов в ряды 2-замещен-х хиназолонов-4. Тез. докл. Всесоюзного семинара “Химия физиологически активных соед.” 1989. Черноголовка.
4. Х.И.Нурбаев Алкилирование полидентных анионов 2-оксо-, -тиоксо-, -селеноксо-, -метилтио-, -амино-6-метил, 2-тиоксо-6-фенилпиримидинонов-4 алкилгалогенидами C₄-C₉. Дисс. канд. хим. наук. – Ташкент, 1998.

УДК: 541 123 123.2

ИЗВЛЕЧЕНИЕ БРОМИДА КАЛИЯ НА ПОЛИМЕРНОМ СОРБЕНТЕ КУ-2*8 В УСЛОВИЯХ НЕОБМЕННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

¹Х.Т. Тробов, ²Н.Б. Ферапонтов, ¹А.М. Курбанов, ¹Г.Х. Турсунова

¹Самарканский государственный университет, Узбекистан,

²Московский государственный университет, Россия

Аннотация. На основе гетерогенной модели полимерного сорбента показаны механизм разделения растворов сильных электролитов катионитами. Установлены причины разделения. В качестве примера приведены извлечения бромида калия из смеси концентрированных растворов сильных электролитов на катионите КУ-2*8 в K⁺ форме.

Ключевые слова: Гетерогенная модель, катионит, растворы электролитов, сорбция, извлечение, концентрация, ёмкость ионита.

KU-2*8 polimer sorbentida kaliy bromidni almashinmaydigan yutrirish sharoitida ajratish

Annotatsiya. Polimer sorbent tuzilishining geterogen modeli asosida kationitlar yordamida kuchli elektrolitlar aralashmasini ajratish mexanizmi ko‘rsatilgan. Ajratish sabablari aniqlangan. KU-2*8 markali kationitda konsentrangan kuchli elektrolitlar aralashmasidan kaliy bromidni ajratib olish misol sifatida keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Geterogen model, kationit, elektrolitlar eritmali, sorbsiya, ajratib olish, konsentratsiya, almashinish sig‘imi.

Extraction of potassium bromide on polymeric sulphate KU-2 * 8 under conditions of nonsubstitutional absorption

Abstract: Based on heterogeneous model of the structure of sewed polielectrolytes grain the separation mechanism of strong electrolytes solutions by ion-exchanger is shown. The reasons of separation were determined. Examples of separation of strong electrolytes mixture on anion-exchanger APA-4 in Cl^- form is given.

Keywords: Heterogeneous model, anionite, electrolyte solutions, sorption, separation, concentration, capacity and volume of anionite.

Введение. В настоящее время многие промышленные предприятия сталкиваются с проблемой утилизации или разделения концентрированных водных смешанных растворов кислот, солей и оснований. Эта проблема возникает при травлении металлических поверхностей, при щелочном или кислотном выщелачивании руд, в производстве минеральных удобрений, соды и в процессах, связанных с основным неорганическим синтезом.

Как правило, образующиеся отходы представляют собой кислотные или щелочные растворы солей калия, кальция, свинца, меди, железа, кобальта, титана и других металлов. Экстракция ценных металлов из довольно концентрированных водных растворов кислот и оснований с помощью ионообменных смол мало перспективно по многим причинам, в том числе, из-за неудовлетворительной селективности ионного обмена, сжатия гранул ионита в концентрированных растворах электролитов, что снижает эффективность работы ионообменной колонны и сокращает срок службы смолы.

Быстрое исчерпание обменной емкости ионита при пропускании через него концентрированного раствора электролита и, следовательно, необходимость частой регенерации смолы резко увеличивают стоимость процесса. К тому же каждый цикл регенерации создает минерализованные стоки, которые тоже требуют соответствующей переработки.

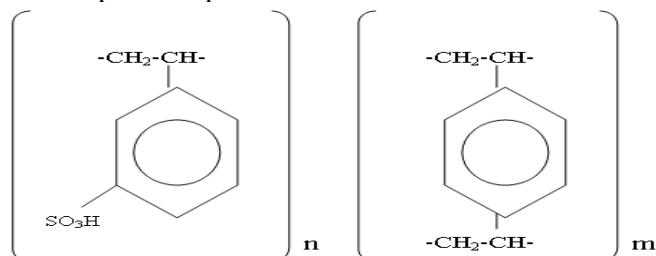
Для решения выше указанной проблемы были предложены разные подходы. Например, в работах [1-3], посвященных изучению взаимодействия низкомолекулярных электролитов с ионитами и другими полимерами, впервые было показано, что эффекты разделения наблюдаются не только на анионитах, но и на катионитах (в системах с общим катионом). В работах [4-6] подробно исследованы процессы необменной сорбции минеральных солей и кислот на созданных авторами сверхшерстых сорбентах и нанопористом полистирольном сорбенте NanoNet-381 с порами, соизмеримыми по размерам с гидратированными ионами металлов. В этих работах был предложен метод разделения низкомолекулярных электролитов, основанный на том, что часть ионных компонентов не может из-за больших размеров проникать в нанопоры сорбента. При этом необходимость соблюдения электронейтральности и равенства осмотических давлений внутри и за пределами нанопор "приводит" дополнительную сорбцию ионных компонентов, способных проникать в такие поры. Однако методы извлечения сильных электролитов от смесей сильных электролитов, содержащих ионы Cl^- , Br^- , F^- , Γ , без использования вспомогательных реагентов до сих пор не усовершенствованы и имеют ряд недостатков. Поэтому в данной работе исследованы возможности извлечения бромида калия из концентрированного раствора смеси хлорида и бромида калия "ионитно-экстракционным" методом.

Эксперимент. Процесс разделения смесей галогенид содержащих электролитов проводили пропусканием раствора смеси через колонку, заполненную полимерным сорбентом, в режиме прямотока со скоростью подачи раствора 5 мл/мин. Высота слоя сорбента составляла 800 мл. Концентрацию хлорид-ионов определяли меркуриметрическим методом, концентрацию ионов калия определяли методом эмиссионной пламенной фотометрии на приборе ПФМ-4У. Десорбцию разделяемых компонентов проводили дистиллированной водой. В качестве экстрагента использовали полимерный сорбент КУ-2*8. Полимерный сорбент и разделяемая смесь содержат один и тот же ион. Это позволяет избежать ионный обмен между полимером и

раствором, а разделяются в этом случае кононы, находящиеся в растворе исходной смеси. Основные характеристики полимерного сорбента приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица-1

Строение полимерного сорбента КУ-2*8

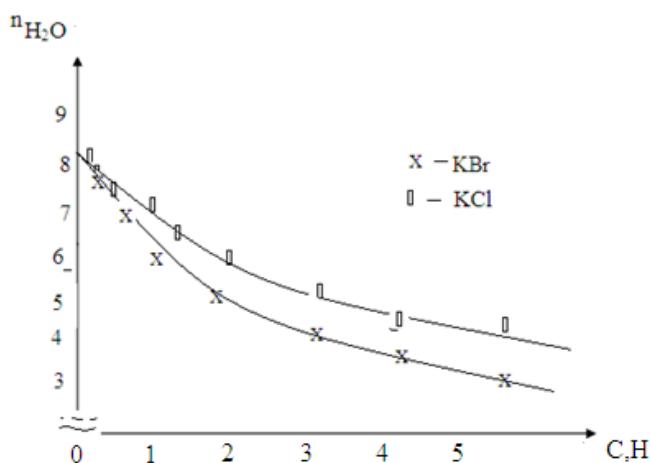
**Таблица-2**

Удельные характеристики полимерного сорбента КУ-2*8

Ионная форма	E/m_{AR} , мг-ЭКВ/г	E/V_{AR} , мг-ЭКВ/мл	ρ_i , г/мл
K^+	4.38	7.72	1,77

Полученные результаты и их обсуждение.

Сначала по методике приведенной в работе [7] рассчитывали количества ионов (Cl^- , Br^-) в фазе полимерного сорбента и состав сорбированного электролита а также количества воды в ионите. Полученные результаты приведены на рисунке 1.

**Рис.1.** Изотермы сорбции воды из растворов солей на калиевой форме катионита КУ-2*8.

Из приведенных графиков (рис.1.) хорошо видно, что на количество воды, отнесенной к полиэлектролиту, влияние оказывают концентрация раствора и природа электролита. Особенно следует отметить влияние конона. Влияние конона показывает, что при сорбции растворов галогенидов калия полимерным сорбентом гидрофильность хлорида калия ниже, чем гидрофильность бромида калия. Это даёт возможность извлекать бромид калия от растворов смесей галогенидов калия.

Далее проводили эксперименты по извлечения бромида калия из смесей галогенидов калия. Опыты проводили следующим образом: ионообменную колонку диаметром 40 мм и высотой 800 мм, заполняли полимерным сорбентом КУ-2*8 в К-форме. Затем ионит промывали водой. Далее через колонку снизу вверх со скоростью 5 мл/мин (фронтальная хроматография) пропускали 800 мл раствора хлорида и бромида калия с суммарной концентрацией 4,0 н. и соотношением ионов Cl^- - Br^- = 50:1. Вытекающий из колонки раствор собирали в мерные колбы и анализировали.

В результате различий в «сорбируемости» компонентов смеси после выхода из колонны некоторого количества воды начинает выходить раствор слабее сорбируемого компонента (Cl^-). Концентрация его нарастает и достигает концентрации в исходном растворе. Далее в растворе появляется 2-й компонент (Br^-), концентрация его увеличивается и достигает исходного. После этого состав выходящего раствора равен составу выходящего. Это означает, что сорбент в колонне пришел в равновесие с исходным раствором. Первая часть цикла завершена. После этого проводили вытеснение (вытеснительная хроматография) электролита из колонны водой. В первых фракциях выходящего раствора состав идентичен составу исходного раствора. Затем концентрация Cl^- начинает уменьшаться, а Br^- – увеличиваться. После полного выделения хлорида калия из колонны выходит раствор сильнее «сорбируемого» бромида калия с концентрацией, превышающей его концентрацию в исходном растворе. После окончания вымывания бромида калия в колонне нет электролитов. Ионит находится в равновесии с водой и готов к повторному использованию. После одного цикла эксперимента получили около 100 мл очищенного раствора хлорида калия и около 50 мл сконцентрированного вдвое раствора бромида калия. Растворы исходного состава, а также растворы недостаточно обогащенные одним из компонентов, отправили на повторную переработку.

На рисунке 2 приведены результаты, полученные по разделению растворов смеси KCl и KBg на катионите КУ-2*8 в K^+ -форме.

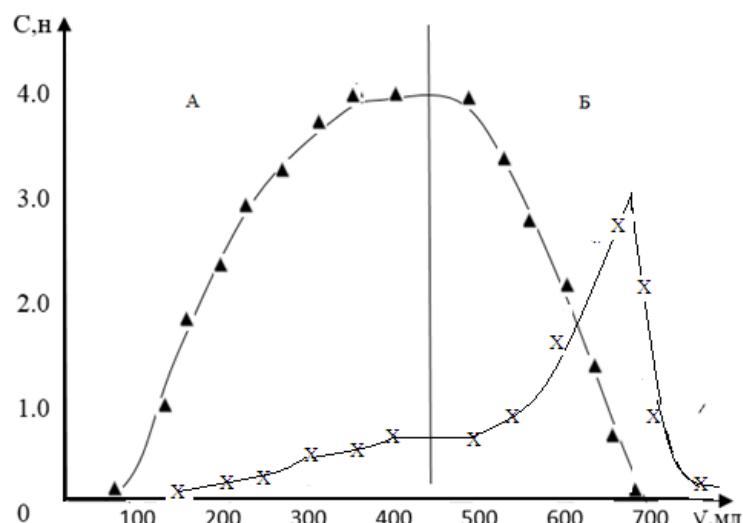


Рис.2. Выходные кривые при разделении смеси 4,0 н. растворов KCl и KBg (соотношение ионов $\text{Cl}^-:\text{Br}^- = 50:1$). На графике концентрация бромид ионов увеличена в 20 раз. Обменная ёмкость 1340 мг-экв. А-фронтальное разделение, Б-разделение при вытеснении, x- Br^- , ▲- Cl^-

Анализ результатов, приведенных в работе, позволяет сделать вывод о том, что на эффективность разделения влияют как состав и концентрация раствора, так и свойства полимера. Из свойств раствора, во-первых, следует выделить суммарную концентрацию. Чем она выше, тем выше концентрация выделяемого вещества в фазе раствора полизелектролита и, соответственно, большее количество вещества может быть выделено в чистом виде. Концентрация выделяемого вещества в исходной смеси также имеет значение. Если его доля невелика, то при выделении концентрация в очищенном растворе может более чем на порядок превышать его концентрацию в исходной смеси. Во-вторых, на эффективность разделения влияет природа коиона. Основной причиной извлечения бромида калия является различное необменное поглощение ионов полимерным сорбентом.

Экспериментальные данные показывают, что при каждом цикле разделения извлекается 15-35% чистого компонента. В процессе разделения не происходит обмена ионов полимерного сорбента и внешнего раствора. Стадия регенерации ионита не требуется. Это значительно упрощает технологический процесс, уменьшает количество затрачиваемых реагентов,

упреждает образование сточных вод и отходов. При этом отсутствуют экологические проблемы, возникающие при ионообменных процессах.

Выводы

Использованным “ионитно-экстракционным” методом можно решать следующие задачи: Извлечение полезных компонентов из высококонцентрированных растворов природного происхождения или промышленных стоков; очистка концентрированных растворов электролитов от мешающих компонентов; извлечение регенерантов из регенерационных растворов после ионообменных операций (например, при водоподготовке). Выбор условий решения каждой конкретной задачи может быть осуществлен на основе данных по равновесным характеристикам полимерных сорбентов, находящихся в контакте с растворами низкомолекулярных электролитов.

Литература

1. Горшков В. И., Иванов В. А., Ферапонтов Н. Б. Разделение смесей электролитов на ионитах без затрат вспомогательных реагентов.// 100 лет хроматографии: Сб. статей / Под ред. Б. А. Руденко М.: Наука 2003. 739 с. С.185-211.
2. Парбузина Л.Р, Ферапонтов Т.Б, Тробов Х.Т., Горшков В.И, Гавлина ОТ. //Ионитно-экстракционный способ разделения. Описание и расчёт производительности./ "Сорбционные и хроматографические процессы". 2001. Т1, №3, С.219-221
3. Ферапонтов Н.Б., Гагарин А.Н., Токмачев М.Г.//Сорбция веществ полимерными сорбентами на основе сшитого полистирола/ "Сорбционные и хроматографические процессы". 2016.Т16, №3, С. 368-376
- 4.Крачак А.Н., Хамизов Р.Х., Познухова В.А., Основные закономерности разделения электролитов в методе «удерживания кислоты» (AcidRetardation). I. Влияние природы катиона на сорбцию кислот и их солей из бинарных растворов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2011. Т. 11. № 1. С. 77-88
- 5.Davankov V.A., Tsuyigura M.P., Alexienko N.N.Selectivity in preparative separations of inorganic electrolytes by size exclusion chromatography on hypercrosslinkedpolystyrene and microporous carbons // J. Chromatogr. A. 2005. V.1100. №1. P.32-39.
- 6.Блинникова З.К. Цюрупа М.П., Даванков В.А. Особенности разделения минеральных солей методом фронтальной эксклюзионной хроматографии на нейтральном нанопористом сверхсшитом полистироле // Сорбционные и хроматографические процессы. 2009. Т.Вып. 3. С. 323-331.
7. Х.Т.Тробов, Э.А.Абдурахмонов, Ф.Х.Турсунов.//Изучение равновесия ионит-раствор на примере катионита КБ-4/ Научный вестник, СамГУ, 2014, Т-3, С.80-83

УДК. 66.01.83+546.76

ПОЛУЧЕНИЕ ПИГМЕНТА ДЛЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ РАСТВОРОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Ф.И.Эркабаев¹, Т.С.Урозов²

¹Институт общей и неорганической химии АН РУз,

²Самаркандинский государственный университет

Аннотация. Технология очистки сточных вод и залповых выбросов отработанных растворов химических, металлургических, текстильных и других производств сложна, так как эти сточные воды и отработанные растворы отличаются большим разнообразием загрязняющих примесей.

Авторами показана возможность получения пигмента хрома («хромовая зелень»), выделенного из отработанных растворов гальванических цехов хромирования, для лакокрасочных материалов. Изготовлены различные составы лакокрасочных материалов на основе полученного пигмента и изучены физико-химические, механические свойства и устойчивость покрытий в агрессивных средах.

Ключевые слова: электролит, отработанный раствор, окись хрома, пигмент, растворитель, устойчивость, агрессивная среда.

Galvanika sexlari chiqindi eritmalaridan lak-bo‘yoq materiallari uchun pigment olish

Annotatsiya. Kimyo, metallurgiya, tekstil va boshqa sanoat ishlab chiqarishlarida hosil bo‘ladigan oqava suvlari va chiqindi eritmalar tarkibi turlicha bo‘lganligi uchun ularni tozalash murakkab jarayondir. Mualliflar tomonidan galvanik xromlash sexi chiqindi eritmalaridan lak-bo‘yoq materiallari uchun xrom pigmenti (“xrom yashili”) olish imkoniyati ko‘rsatilgan. Olingan pigmentlar asosida turli lak-bo‘yoq materiallari tarkibi tayyorlangan va ularning fizik-kimyoviy, mexanik xususiyatlari, hamda aggressiv muhitga chidamliligi o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: elektrolit, tashlandiq eritma, xrom oksidi, pigment, erituvchi, chidamlilik, aggressiv muhit.

Obtaintment of pigments for paintwork materials based on waste solutions of galvanizing manufacture

Abstract. The technology of sewage and waste solutions salvo emissions of chemical, metallurgical, textile and other industries are difficult, as these waste water and waste solutions are a great variety of contaminants. Impurities such as hexavalent chromium, cyanide, benzene cause high toxic of waste solutions. The authors demonstrated the possibility of obtaining a chromium pigment ("chrome green"), recovered from waste solutions of galvanic chrome plating shops for painting materials. Different compositions of paints was prepared on the basis of the resulting pigment and studied the physical and chemical, mechanical properties and resistance of coatings in corrosive environments.

Keywords: electrolyte, waste solution, chromium oxide, pigment, solvent, resistance, aggressive environment.

Известно, что ежегодно в результате коррозии теряются десятки тонн металлов, что приводит в негодность огромное количество промышленного и другого оборудования. В связи с этим изыскание эффективных методов защиты металлов от коррозии – одна из важных проблем.

Ведется разработка различных новых видов ингибиторов коррозии и антикоррозионных покрытий, получение их из различных отходов промышленности, технология изготовления и применения которых непрерывно растет во всех экономически развитых странах.

В качестве ингибиторов коррозии в основном используют органические соединения и ряд существующих неорганических соединений. Органические вещества получают из отходов различных химических и других производств. Однако, выявить новые области их рационального применения невозможно без всестороннего изучения физико-химических свойств различных промышленных отходов и побочных продуктов.

В качестве объекта исследования использован отработанный раствор гальванического цеха хромирования, который содержит около 100-150 г/л хромового ангидрида.

Как известно, хромовые электролитические и лакокрасочные покрытия обладают такими ценными свойствами, как высокая твердость, износостойкость, коррозионная устойчивость в различных агрессивных средах. Однако хромовые лакокрасочные покрытия не нашли широкого применения из-за их высокой стоимости. Получения из отходов производства хромовых лакокрасочных материалов вполне себя оправдывают. Свойства полученных покрытий на адгезию испытывали методом кварцевания и методом изгиба на пластичность.

Целю данной работы, является разработка способа получения оксида хрома(III) из отработанных электролитов, который с одной стороны, дает возможность утилизации токсичных отработанных электролитов гальванических цехов, с другой - получать пигменты на основе отработанных хромсодержащих растворов.

Основываясь на результаты лабораторных исследований, показана возможность получения пигмента хрома на основе отработанных хроматсодержащих электролитов, с содержанием 100-150 г/л шестивалентного хрома [1,2].

Процесс получения пигмента включает три стадии: отделение ионов железа и некоторых тяжелых металлов путем нейтрализации отработанного раствора, далее восстановление шестивалентного хрома до трехвалентного и осаждение его в виде гидроксида хрома с последующей сушкой и прокалкой до оксида хрома(III).

Опыты получения чистого гидроксида хрома(III), условия его проведения и результаты лабораторно-укрупненного опыта описаны в работе [3].

Полученный гидроксид хрома(III) подвергли сушке при температуре 105⁰C в течение часа и обжигу при температуре 950⁰C в муфельной печи тоже в течение часа. Выход оксида хрома(III) после сушки и обжига составил 72.12%.

Полученные образцы оксида хрома(III), после измельчения были зеленого или темно-зеленого цвета. Физико-химические и механические свойства полученных образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1
Физико-химические свойства полученных образцов

Показатели полученного пигмента	Образцы				ПО ГОСТу
	1	2	3	4	
Общее содержание Cr ₂ O ₃	95.5	96.5	98.0	97.0	98
Укрывистость, г/м ² , не более	24.1	19.2	13.4	16.1	14
Массовая доля веществ, растворимых в воде, %	20.2	18.3	14.5	17.6	14
pH водной вытяжки	3.2	6.8	6.5	4.7	6.8
Остаток после мокрого просеивания на 0063, %	9.1	2.7	2.5	7.7	2.6
Цвет	Коричневый	темно-зеленый	зеленый	зеленый	зеленый

При получении лакокрасочных материалов на основе хромового пигмента апробировали растворители – ацетон, бензол, уайт-спирт, олифа, скрипидар и др., а в качестве наполнителя – мел, каолин и бентонит. Для стабилизации суспензии выбрали КМЦ, как наиболее доступное поверхностно-активное вещество.

В результате опытов установлено, что наилучшим растворителем являются олифа с ацетоном, либо олифа со скрипидаром, а наполнитель - каолин.

Для приготовления лакокрасочного материала растирали пигмент и наполнитель в фарфоровой ступке и перемешивая до необходимой консистенции, добавили растворитель. Готовую массу кисточкой наносили на железные пластинки, полученные покрытия приобрели от темно-зеленого, зеленого и до серого цветов, в зависимости от содержания пигмента и наполнителя.

Через 18 часов, после нанесения подготовленного лакокрасочного материала, провели опыты по изучению физико-механических свойств полученных хромовых покрытий. Свойства на адгезию испытывали методом кварцевания и методом изгиба на пластичность, в ходе которого получили следующие результаты: адгезия покрытий составила 95-100%; выдерживали более 20 изгибов, что указывает на их хорошую адгезию и пластичность (таблица 2).

Таблица 2
Физико-механические свойства хромовых покрытий

Состав	Адгезия, %	Пластичность на изгиб, раз	Цвет покрытия	Характеристика покрытия
№1. Уайт-спирт (УС) + олифа	98	Более 20	Темно-зеленый	Шероховатое, долго сохнет
№1а. Олифа + мел	100	15	-/-	Долго сохнет, гладкое
№1б Олифа+диоксан+мел	95	13	зеленый	Немного липкое
№2. Скрипидар + олифа	100	20	-/-	Шероховатое,

				немного липкое
№2а. Олифа + УС + мел	99	20	-/-	Гладкое, долго сохнет
№2б. Скипидар+окись цинка+диоксан	97	20	Бледно-зеленый	Гладкое, сухое
№3. Ацетон + Олифа	100	20	-/-	Гладкое, сухое
№3а. Ацетон+Олифа+мел	100	20	-/-	Гладкое, сухое
№4. ПФ-283	100	20	-/-	Гладкое, сухое
№4а. Скипидар+олифа+ каолин	100	20	зеленый	Гладкое, немного липкое

Также были проведены испытания в течение 6.5 часов на устойчивость полученных покрытий в водных растворах солей, кислот и щелочей: в 2 и 4% ных растворах NaOH, NaCl, HCl, H₂SO₄, HNO₃. Оценка устойчивости покрытий №3 для агрессивных сред, которые соответствует ГОСТ, приведена в таблице 3.

Таблица 3

Устойчивость покрытия №3 в агрессивных средах

№ обр	Среда (раствор)	Характеристика покрытия	Среда (раствор)	Характеристика покрытия
1	2% NaOH	Прочное, стало светлее	4% NaOH	Без изменения
2	2% HCl	Без изменения	4% HCl	Без изменения
3	2% H ₂ SO ₄	Частичное расслоение	4% H ₂ SO ₄	Изменился цвет, верхний слой растворился
4	2% HNO ₃	Частичное растворение	4% HNO ₃	Растворился до металла
5	2% NaCl	Без изменений	4% NaCl	Без изменения

Полученные результаты испытания показали, что покрытие, нанесенное на железо, достаточно хорошо сохраняется в кислых, щелочных и нейтральных средах. Основываясь проведенными опытам, его можно рекомендовать для защиты металлических изделий и оборудования.

Таким образом, проведенные опыты показали возможность получения оксида хрома(III) из отработанных хроматсодержащих электролитов и использование его в качестве антакоррозионных покрытий для защиты металлических изделий и оборудований.

Литература

- 1 Ишанходжаев С., Эркабаев Ф.И., Хасанов Б.Х. Пигменты на основе отработанных растворов хрома.//Тезисы докладов научно-технической конференции «Новые неорганические материалы», ТашХТИ, 1-3 декабря 2000, с.139-140.
- 2 Эркабаев Ф.И., Ишанходжаев С., Бабаева С.А., Хасанов Б.Х. Отработанные хромовые электролиты–сырье для получения пигмента при электрохимической очистке сточных вод//Республиканская научно-практическая конференция «Химическое образование, наука и технология в РУз», 28-29 декабря 2002 г., Узбекистон МУ, С.242-243.
- 3 Эркабаев Ф.И., Ишанходжаев С., Хасанов Б., Ишанходжаев С.С. Разработка технологии получения оксида хрома(III) из отработанных хромсодержащих растворов гальванических цехов.//Узб.хим.журн., 2001, №3, С.47-49.

UDK: 547.945:57.085.23

**N-((6,7-DIMETOKSI-1,2,3,4-TETRAGIDROIZOXINOLIN-1-IL)
METILEN)BENZAMIDNING SINTEZI VA BIOLOGIK FAOULLIGINI PASS DASTURIDA
BAHOLASH**

D.B. Tuxtayev, A.Sh. Saidov, Z. Murtazayeva, A.B. Yusupov, M. Alimova.

Samarqand davlat universiteti

E-mail: davlatuzb@rambler.ru

Annotatsiya. Ishda tetragidroizoxinolin hosilasining maqsadli sintezi amalga oshirilgan. Gomoveratrilaminning N-himoyalangan aminokislota (glitsin) bilan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalari natijasida mos ravishda kislota amidi hamda tetragidroizoxinolin hosilasi olindi hamda ularning farmakalogik faolligi PASS dasturida tekshirildi.

Kalit so'zlar: aminokislota, benzoilxlorid, gomoveratrilamin, kondensatlanish, sikllanish, PASS dasturi.

**Синтез N - ((6,7-диметокси-1,2,3,4-тетрагидроизохинолин-1-ил) метилен) бензамида и
оценка его биологической активности по программе PASS**

Аннотация. В этой работе был проведен целевой синтез производного тетрагидроизохинолина. Конденсацию гомовратриламина с N-защищенной аминокислотой (глицин) и реакцией циклизации с использованием тетрагидроизохинолина и фармакологическую активность оценивали по программе PASS.

Ключевые слова: аминокислота, бензоилхлорид, гомовратриламин, конденсация, циклизация, программа PASS.

**Synthesis of N-((6,7-dimethoxy-1,2,3,4-tetrahydroisoquinoline-1-il)methylene)benzamide and
evaluation its biological activity using PASS**

Abstract. In this work synthesis of tetrahydroisoquinoline derivative was carried out. Condensation of homoveratrilamine with N-protected-aminoacid (glycine) and cyclization reaction ives tetrahydroisoquinoline derivative and pharmacological activity was evaluated using PASS.

Keywords: aminoacid, benzoilchloride, homoveratrilamine, condensation, cyclization, PASS program.

Ayni vaqtida mavjud moddiy va informatsion resurslardan foydalanish asosida yangi yuqori samarali va birmuncha xavfsiz dori vositalari yaratilgan. Hozirgi kunda 60 milliondan ortiq organik birikmalar sintez qilingan va biologik faolligini tadqiq qilish uchun ochiqdir [1]. Yangi istiqbolli farmakalogik faollikka ega moddalarni qidirish multikriteriyali vazifalarni taqozo etadi. Chunki, potensial preparatning maqsadli o'ziga xos faolligini ta'minlashda uning qo'shimcha va toksik ta'sirlarini hamda farmakokinetik xususiyatlarini ham hisobga olish muhim [2].

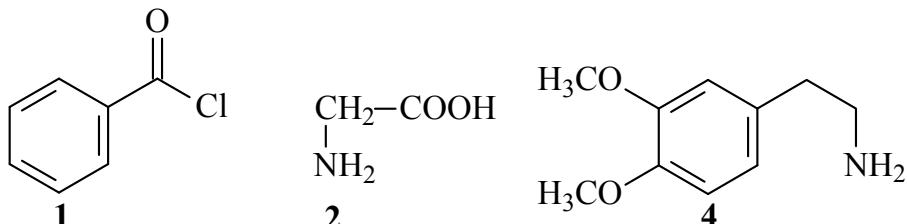
Yangi farmakofor birikmalarini yaratishda aminokislolar ishtiropida olib boriladigan tadqiqotlar ham nazariy, ham amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Keyingi vaqtarda dorixonalarda glitsin saqlagan dorivor preparatlar ko'paymoqda. Glitsin moddalar almashinuvini tartibga soladi va asab tizimi uchun ko'pgina muhim funksiyalarni bajaradi. Jumladan, markaziy asab tizimining himoyaviy tormozlanish jarayonini normallashtiradi va faollashtiradi. Shuningdek, ruhiy tushkunlik holatini kamaytirib aqliy faoliyatni oshiradi [3,4]. Shuning uchun ham potensial biologik faollikni namoyon qiladigan izoxinolin alkaloidlari va ular analoglarining aminokislolar asosida sintezini hamda tuzilishini o'ziga xosligini aniqlash, shu bilan birga boshqa farmakofor guruhlari bo'lgan yangi biologik faol moddalarni yaratishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqotlar muhim ahamiyat kasb etadi.

Reaktivlar va erituvchilar.

Ushbu ilmiy tadqiqotda quyidagi reaktivlar qo'llanildi: benzoilxlorid-C₇H₅OCl, glitsin – C₂H₅N, gomoveratrilamin (3,4-dimetoksifeniletilamin) C₁₀H₁₅NO₂, metanol – CH₃OH, xloroform – CHCl₃, atseton – C₃H₆O, fosfor(V)oksixlorid – POCl₃, natriy borgidrid – NaBH₄, natriy gidroksid –

NaOH, ammoniy gidroksid – NH₄OH, xlorid kislota – HCl. Barcha reaktivlar kimyoviy toza va erituvchilar absolyutlashtirilgan holda qo'llanildi.



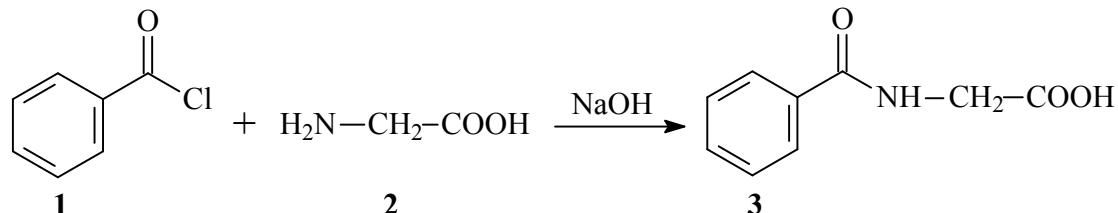
Olingen natijalar va ularning muhokamasi. Izoxinolin hosilasining olinishi glitsinning N-benzoil himoya mahsuloti (gippur kislota) va gomoveratrilaminning kondensatlanish va sikllanish reaksiyaları asosida amalgalashadi.

Ma'lumki, geterofunksional birikmalar hisoblangan α -aminokislotalar molekulasi dagi amino va karboksil guruuhlar reaksiyon markazlar sanaladi. Aminokislotalar yuqori haroratda o'zaro ta'sirlashib amid bog'larini hosil qiladi va shu boisdan aminokislotalarning karboksil guruhi bo'yicha olib boriladigan reaksiyalarida amino guruh himoyalanadi.

Oddiy alifatik aminlar va amidlarning N-atsil hosilalarini sintez qilish organik kimyoda yaxshi o'rganilgan [5]. Atsil galogenidlarini ammiak yoki aminlar bilan qayta ishlash, amidlar olishda umumiyligi hisoblanadi [6]. Bu reaksiya yuqori ekzotermik bo'lganligi uchun odatda reaksiyon aralashmani sovutish yoki juda suyultirilgan eritma sharoitida ehtiyojlik bilan amalgalashadi. Atsil xlorid va amin o'rtaida boradigan atsillash reaksiyasi atsil xloridning ishqoriy gidroliziga nisbatan birmuncha tez borganligi sabab reaksiyani ishqoriy muhitda olib borish mumkin.

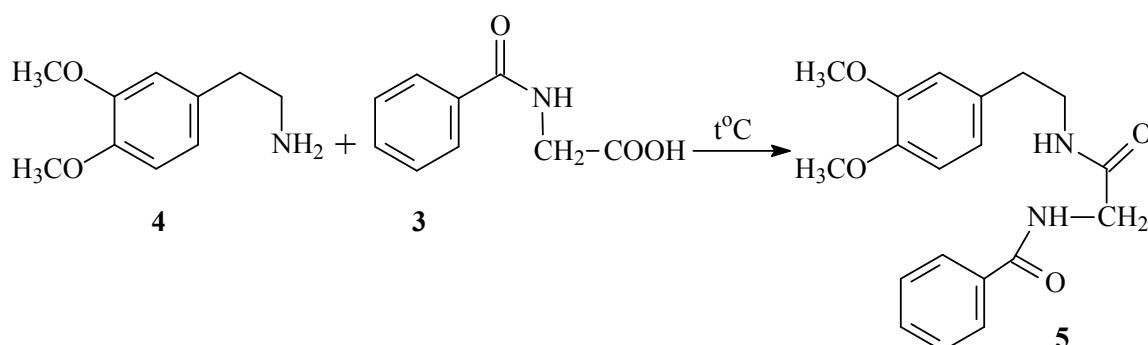
Shuningdek, bunday reaksiyalarning barchasida muhitning ishqoriyligi ajralib chiqayotgan kislotani neytrallaydi va tuz hosil bo'lishini oldini olib, reaksiyaning davomiyligini ta'minlaydi. Reaksiyaning bunday modifikatsiyalanishi Shotten-Baumann jarayoni deb ataladi [7,8]. Shotten Baumann usulida benzoillashda amino birikma yoki uning tuzi 8-15% li NaOH eritmasining ozroq miqdorida eritiladi yoki suspenziyalanadi. Benzoil xloriddan biroz ortiqcha miqdorda (nazariyaga nisbatan 10-15% ko'p) qo'shiladi va aralashma intensiv ravishda chayqatiladi yoki aralashtiriladi. Benzoillash bir tekisda amalgalashadi va mahsulot qattiq holda ajratib olinadi. Benzoil xloridning ortiqcha qismi NaOH eritmasida gidrolizlanishidan natriy benzoat va NaCl hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan benzoat va xlorid tuzlari eritma muhitida qoladi. Ko'p hollarda benzoil birikmalar tarkibida o'zgarmasdan qolgan benzoil xlorid juda oz miqdorda uchraydi. Mahsulot spirt (metanol yoki etanol) da qayta kristallah yo'li bilan qo'shimchalardan tozalanadi.

Aminlarni N-atsillash kislota angidridlari ishtirokida ham amalgalashadi mumkin. Bu reaksiyalarning hajmi va mexanizmi mahsulotni atsil xlorid bilan olish usuliga o'xshash, biroq reaksiya ancha sekin va qizdirish orqali olib borildi. [9]. Reaksiya quyidagi sxema bo'yicha olib borildi:



Ikkinchisi bosqich kondensatlanish reaksiyasi gomoveratrilamin (**4**) ni gippur kislota (**3**) bilan 180°C da 2 soat davomida qizdirib olib borildi. Reaksiya natijasida 88% unum bilan gippur kislota amidi (**5**) olindi [10,11].

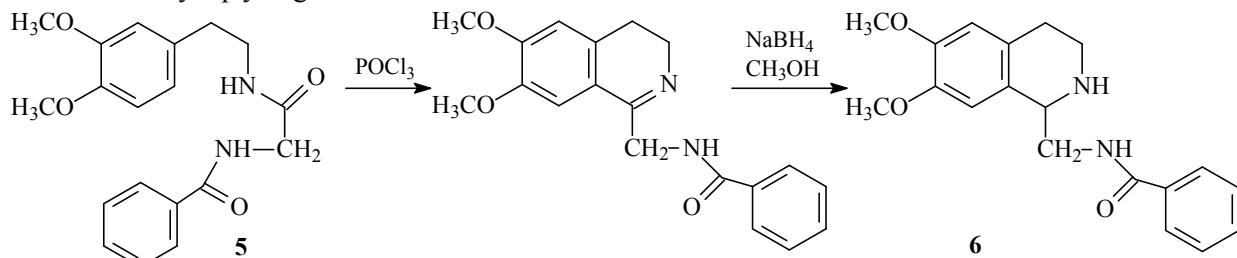
Reaksiya quyidagi sxema bo'yicha olib borildi:



Gippur kislota amidining tozaligi YuQX yordamida tekshirildi va tuzilishi IQ-spektri ma'lumotlari asosida o'rnatildi. IQ-spektridagi xarakterli signallar 1663 cm^{-1} , 2996 , 2932 , 2835 cm^{-1} va 3328 cm^{-1} sohalarda yutilish chiziqlariga ega bo'lib, ular CO, Ar-C va NH- guruhlarining valent tebranishi hisobiga yuzaga keladi.

Sikllanish bosqichi Bishler-Napiralskiy reaksiyasi bo'yicha amidga **5** suvni tortib oluvchi reagent POCl_3 qo'shish orqali **6** soat qizdrish yo'li bilan olib borildi. Olingan 3,4-digidroizoxinolin NaBH_4 yordamida qaytarilib tetragidroizoxinolin **6** hosilasi hosil qilindi.

Reaksiya quyidagi sxemada olib borildi:



Tibbiyotda izoxinolin alkaloidlari va ularning analoglaridan qon to'xtatuvchi, yallig'lanishga, zamburug'larga, tirishishga qarshi vositalar sifatida foydalaniб kelinmoqda [12].

Biologik faoliytni birmuncha yuqori bo'lgan turlarini aniqlash uchun PASS dasturi yordamida pragnoz qilindi. Sintez qilingan moddalarning prognozlash jadvali quyida keltirilgan.

Jadval

Sintez qilingan moddalarning biologik faoliytki spektrlarining prognozi ($P_a > 0.6$)
N-(2-(3,4-Dimetoksifeniletilamino)-2-oksoetil)benzamid

Activity	P_a	P_i
Pin 1 inhibitor	0.804	0.004
Phobic diordes treatment	0.795	0.036
Antineurotic	0.685	0.045
Calcium channel (voltage-sensitive) activator	0.680	0.006
Insulysin inhibitor	0.680	0.045
Fibrinogen receptor antagonist	0.607	0.015

N-((6,7-dimetoksi-1,2,3,4-tetragidroizoxinolin-1-il)metylen)benzamid

Activity	P_a	P_i
Fibrinolytic	0,780	0,005
Antidyskinetic	0,738	0,011
Antineurotic	0,749	0,027
Histamine release stimulant	0,655	0,005
Glutamate-5-semialdehyde dehydrogenase inhibitor	0,642	0,035
5 Hydroxytryptamine release stimulant	0,640	0,033
Nicotinic alpha6beta3beta4alpha5 receptor antagonist	0,645	0,053

Ovulation inhibitor	0,607	0,016
Phobic disorders treatment	0,676	0,087

(6,7-dimetoksi-1,2,3,4-tetragidroizoxolinol-1-il)metanamin

Activity	Pa	Pi
5 Hydroxytryptamine release stimulant	0,868	0,008
Antidyskinetic	0,815	0,005
Fibrinolytic	0,767	0,007
Nicotinic alpha6beta3beta4alpha5 receptor antagonist	0,754	0,020
Glutamate-5-semialdehyde dehydrogenase inhibitor	0,723	0,025
Histamine release stimulant	0,699	0,004
Nicotinic alpha2beta2 receptor antagonist	0,699	0,027
Nicotinic alpha4beta4 receptor agonist	0,675	0,024
MAP kinase stimulant	0,628	0,013
Gluconate 2-dehydrogenase (acceptor) inhibitor	0,649	0,088

Izoh: **Pa** – prognoz qilinayotgan faollikning mavjudlik, **Pi** – mavjud emaslik ehtimoli.

Qaytarilish reaksiyasi mahsuloti **6** PASS (*Prediction of Activity Spectra for Substances*) dasturi asosida qon to‘xtatuvchi, antidiskinetik, nevritga qarshi faollikkarga ega ekanligi aniqlandi. Shu bilan birga, kichik ehtimollikda gistamin ajralishini kamaytiruvchi stimulyator, glutamat-5-semialdegiddehydrogenaza ingibitori, serotonin ajralishini kamaytiruvchi stimulyator sifatidagi faollikkari ham mavjud ekanligi kuzatildi. Tetragidroizoxolinol hosilasidan himoya guruhini ajratish natijasida hosil bo‘ladigan molekulada esa **6** birikmaga nisbatan antidiskinetik, serotonin ajralishini kamaytiruvchi stimulyatorlik va gistamin ajralishini kamaytiruvchi stimulyatorlik xossalari ehtimolligi yuqori ekanligi kuzatildi. Bu esa **6** birikmadan himoya guruhining chiqarilishi natijasida molekulada erkin aminoguruhning hosil bo‘lishi hisobiga biologik faolligini keskin ortmoqda deb xulosa qilishga asos bo‘la oladi.

Kondensatlanish reaksiyasi mahsuloti sifatida olingen kislota amidida esa pin 1 ingibitor, fobik diversiyalarni davolovchi, nevritga qarshi, kalsiy kanallari faollovchisi kabi kuzatilgan xossalari sikllanish reaksiyasida hosil bo‘lgan mahsulotlarning biologik faolligidan tubdan farq qilishi aniqlandi.

Tadqiqot manbasi va usullari.

IQ – spektri “FTIR system 2000” priborida (Perkin-Elmer firmasi) KBr tabletkasida olindi. R_f qiymatlari LS 5/40 silikagel plastinkada (Chexoslovakiya) aniqlandi, harakatchan fazada sifatida xloroform:metanol (8:1) dan foydalanildi.

Sintez qilingan barcha moddalarning suyuqlanish temperaturasi mikrostolik “BOETIUS” apparatida o‘lchandi.

Tajribaviy qism.

Gippur kislotasining (3), $C_9H_9NO_3$ olinishi. 1,87 g glitsin Erlenmeyer kolbasida 25 ml distillangan suvda eritildi. Kislotani butunlay erishini ta’minlash uchun tayyorlangan 2,6 g natriy ishqorning 10 ml suvdagi eritmasidan oz miqdorda qo’shildi. To‘liq suvda erigan aminokislota eritmasiga benzoilxloriddan 3,22 ml qo’shildi va reaksiya xona haroratida magnitli aralashtirgichda davom ettirildi. Aralashtirib turgan holda ishqor eritmasidan oz-ozdan qo’shib reaksiya muhitining ishqoriyligi ta’minlandi ($pH=8\sim9$). Reaksiya 2 soatdan so‘ng ya’ni benzoilxloridning o’tkir ko‘zni achituvchi hidi hamda yog’simon massa butunlay yo‘qolgandan keyin to‘xtatildi. Reaksiyon aralashmaning muhit 2 M li xlorid kislota eritmasi yordamida kuchli kislotali muhitga ($pH=2$) o’tkazildi. Bunda hosil bo‘lgan oq cho‘kma filtrlab olindi va ochiq havoda quritildi. Mahsulot etil spirtida qayta kristallandi. Unum 67 % (3 g), T_{suy} 186-188°C.

N-(2-(3,4-Dimetoksifeniletilamino)-2-oksoetil)benzamid (5), $C_{19}H_{22}N_2O_4$ sintezi. Kolbada 0.4 g (2,2 mmol) gomoveratrilamin 5 ml metanolda eritilib unga 0.5 g (2,8 mmol) gippur kislota qo’shildi va reaksiyon aralashma 180°C da 2 soat davomida qizdirildi. So‘ng 30 ml xloroformda eritilib, dastlab 3% li HCl eritmasida, distillangan suv yordamida neytral muhitga o’tkazilgandan

so‘ng 2% li NaOH eritmasida yuvildi. Shundan so‘ng yana distillangan suvda yuvish orqali neytral muhitga keltirildi. Xloroform haydaldi va qoldiq quritildi. Mahsulot atsetonda eritilib kristallga tushirildi. Hosil bo‘lgan kristall filtrlab olindi. Unumi 88% (0,66 g), T_{suy} 92-94°C (aseton), R_f 0,7 (sistema xloroform:metanol 8:1).

IQ-spektr (KBr, v, sm⁻¹): 3328, 3297, 3075, 2995, 2932, 2834, 1663, 1635, 1547, 1517.

N-((6,7-dimetoksi-1,2,3,4-tetragidroizoxinolin-1-il)metilen)benzamid (6), C₁₉H₂₂N₂O₃ sintezi.

Kolbaga 0,4 g (2,1 mmol) gippur kislota amidi ustidan 0,5 ml POCl₃ qo‘schildi va aralashma suv hammomida 6 soat davomida teskarisovutgich o‘rnatilgan holda qaynatildi. Reaksiyaning borishi yupqa qavatli xromatografiya yordamida nazorat qilindi. Reksiya tugagach aralashma muzda eritilib, pH=9 ga kelgunga qadar 25% li NH₄OH eritmasidan qo‘schildi. Mahsulot xloroform qavatiga o‘tkazildi va quritildi. Mahsulot 30 ml metanol muhitida 0+5°C haroratda 0,04 mol NaBH₄ yordamida qaytarildi. Metanol haydaldi va mahsulot quritildi. Keyingi bosqichda qoldiq suvda eritilib, mahsulot xloroform qavatiga o‘tkazildi. Xloroform qavati haydaldi va mahsulot quritildi. Atseton yordamida reaksiya mahsulotidan kristall tushirildi. Biroq, atseton yordamida filtrlanganda kristal eridi. Shu sababli kristall atseton va geksanning 1:10 nisbatdagi aralashmasida filtrlandi. Unumi 74% (0,28g), T_{suy} . 172-174°C (atseton), R_f 0,82 (sistema 8:1 mos ravishda xloroform:metanol).

IQ-spektr (KBr, v, sm⁻¹): 3064, 2997, 2938, 2836, 1609, 1561, 1501.

Xulosalar

- Glitsin bilan gomoveratrilamin o‘rtasidagi kondensatlaniш va sikllanish reaksiyalari natijasida tegishli amid hamda tetragidroizoxinolin sintez qilindi.
- Reaksiya mahsulotlarining farmakalogik faolligi PASS dasturi asosida baholandi va tahlili amalga oshirildi.

Adabiyotlar

- Ruddigkeit L., Blum L. C., Reymond J. L. Visualization and virtual screening of the chemical universe database GDB-17 //Journal of chemical information and modeling. – 2013. – T. 53. – №. 1. – C. 56-65.
- Morphy R., Rankovic Z. The physicochemical challenges of designing multiple ligands //Journal of medicinal chemistry. – 2006. – T. 49. – №. 16. – C. 4961-4970.
- Григорова О. В. и др. Применение глицина в лечении пациентов, страдающих расстройством адаптации //Практическая медицина. – 2012. – №. 2 (57).
- Селиванова О. С., Напалкова С. М. Глицин как цитопротекторное средство при экспериментальной гентамициновой нефропатии //Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2007. – №. 1.
- Vogel, A.I. A Textbook of Practical Organic Chemistry, 3rd Ed. John Wiley and Sons: New York, 1966.
- Beckwith, A.L.J. In The Chemistry of Amides; Zabicky, J. Ed; Inter science: New York, 1970; 73–185.
- Schotten C. Ueber die oxydation des piperidins //European Journal of Inorganic Chemistry. – 1884. – T. 17. – №. 2. – C. 2544-2547.
- Baumann E. Ueber eine einfache Methode der Darstellung von Benzoësäureäthern //European Journal of Inorganic Chemistry. – 1886. – T. 19. – №. 2. – C. 3218-3222.
- Jursic B. S., Zdravkovski Z. A simple preparation of amides from acids and amines by heating of their mixture //Synthetic communications. – 1993. – T. 23. – №. 19. – C. 2761-2770.
- Сайдов А.Ш., Виноградова В.И.. Синтез тетрагидроизохинолинов на основе гомовератриламина и пиридиновых кислот // Узбекский химический журнал.- 2014.- №2.- С. 16-19.
- Saidov A.Sh., Alimova M., Vinogradova V.I.. Synthesis of Tetrahydroisoquinolines Based on Homoveratrilamine and 3-Indolylacetic Acid // International Journal of Chemical and Physical Sciences.- 2014.- Vol. 3.- №6.- pp. 9-12.

12. Филимонов Д. А. и др. Prediction of biological activity spectra of organic compounds using web-resource PASS online //Chemistry of Heterocyclic Compounds. – 2014. – №. 3. – С. 483-499.

УДК 666.474.2

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

С.М. Васина

Самаркандский государственный университет

E-mail: vasinas2003@mail.ru

Аннотация. Исследованы методы получения пленок MoO₃ и NiO. Установлено, что метод вакуумного напыления является оптимальным для получения пленок на основе оксидов металлов. Получены вольтамперные отклики пленок оксидов молибдена и никеля. Определена разность потенциалов , при которой наблюдается электрохромный переход , а также изменения цвета. Исследована возможность применения полученных пленок в электрохромном окне на основе Li_xMoO₃/(PEO)₈LiClO₄/ NiO

Ключевые слова: электрохромизм, окрашивание, обесцвечивание, оксиды переходных металлов, вакуумное напыление, циклическая вольтоамперограмма

O'tish metallari oksidlari asosida elektroxrom qoplama olish va ularning qo'llanilishi.

Annotatsiya. MoO₃ va NiOning olish usullari o'rganilgan. Vakuumda sachratish eng maqbul usuli ekanligi aniqlandi molibden va nikeloksidlari voltamper asosida olindi. Elektroxrom o'tishning potensiallar farqi hamda ranglar o'zgarishi atroflichcha aniqlandi. Olingan plenkalarning Li_xMoO₃/(REO)₈LiClO₄/NiO asosida elektroxromli oynalarda ishlatilish imkoniyatlari elektroxromli oynalarda ishlatilish imkoniyatlari botafsil o'rganildi.

Kalit so'zlar: elektroximizm, buyash, rangsizlantirish, o'tish metallari oksidlari, vakuum yotqizish, siklik voltoamperogramma.

Preparation of electrochromic coating on the basis of transition metal oxides and their application.

Abstract. Methods for producing films MoO₃ and NiO it was have been investigated. Found that the vacuum deposition method is optimal for the production of films based on metall oxides. Voltammetric responses of oxide films of molybdenum and nickel. Were detaind the difference between the potentials at which the electrochromic transition, and color changes have been determined. The possibility of applicationjf the films obtained in the electrochromic window based on Li_xMoO₃/ (PEO) 8 LiClO₄/ NiO

Keywords: electrochromism, dyeing, bleaching, transition metal oxides, vacuum deposition , cyclic voltoamperogramma

В середине 70-х годов начало развиваться в стыке физики, химии и электроники твердых тел новое направление в науке и технике под общим названием -электрохромизм, схватывающий в целом все основные разделы современной ионики твердого тела. Отдельные исследования в жидких и твердых органических и неорганических веществах, относящиеся к электрохромизму, уже в последние, десятилетия проводились. Можно сказать, что электрохромизм начал формироваться как научно-техническая проблема с определенной практической перспективой. Для современной техники тогда, когда С. К. Деб в конце: 60-х годов на основе своих исследований показал эффективное проявление элсктрохромного эффекта в тонких пленках WO₃ и указал также управления эффектом и его возможные применения.

В основе электрохромизма, как свойства вещества, лежит обратимый процесс окрашивания и обесцвечивания - изменение коэффициента поглощения света вещества под

воздействием электрического поля или тока. Только такой обратимый процесс можно назвать электрохромным эффектом. [1]

Электрохромный эффект более значительно проявляется под действием электрического тока, чем поля, поэтому электрохромизм в основном связывают с действием тока.

Среди неорганических электрохромных материалов основная доля исследований приходится на соединения оксидов переходных металлов, позволяющих создать на их основе твердотельные тонкопленочные электрохромные системы /покрытия/, управляемые как электрическим током, так и светом. [2]

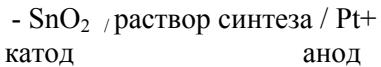
В настоящее время уделяется большое внимание поисковым прикладным исследованиям по электрохромизму пленок на основе WO_3 . Однако, последние представленные работы показывают, что электрохромный отклик оксида молибдена является превосходящим другие электрохромные материалы, потому что его поглощение света наиболее однородно и проявляется более нейтрально.

В данной работе изучены способы нанесения электрохромных тонких пленок MoO_3 и NiO , а также возможность их применения.

Анализ литературных данных [3-6] показал, что в настоящее время наиболее перспективным методом получения электрохромных тонких пленок является методом вакуумного напыления.

Однако, ввиду того, что электрохимически выгодным является метод электроосаждения, то нами исследована возможность синтеза пленок оксида MoO_3 этим методом. Тонкие пленки оксида NiO были получены только методом вакуумного напыления.

Для синтеза пленки MoO_3 использовали стекло / SnO_2 , в качестве раствора электролита был использован 0,05 м Na_2MoO_4 с $\text{pH}=2/3$. Стекло / SnO_2 было включено в состав гальванического элемента



Синтез проводили в трёхэлектродной электрохимической ячейке при потенциале - 200 мВ относительно х.с.э. в течение 30 мин.

В результате проведённого синтеза получили пленку оксида MoO_3 голубого цвета.

После этого стекло SnO_2 / MoO_3 высушивали при температуре ~ 100 - 150°C и использовали в качестве электрода. Но полученный результат был отрицательным, т.к. пленка оксида MoO_3 , полученная методом электрохимического осаждения, оказалась непрочной.

Полученные результаты по синтезу тонких пленок методом электрохимического осаждения показали нецелесообразность данного метода. В виду чего в дальнейшем нами была изучена возможность получения пленок методом вакуумного напыления.

Для получения тонких пленок MoO_3 и NiO методом вакуумного напыления использовалась установка ВУП-5М.

При проведении вакуумного напыления оксидов MoO_3 и NiO в качестве исходных реагентов использовались безводные порошки MoO_3 и NiO , имеющие размер зерна 50 мкм (MoO_3) и 80 мкм (NiO).

Для термического напыления пленок сыпучих материалов использовали дозатор.

Температура испарителя для $\text{MoO}_3 = 450^\circ\text{C}$ (IA), для $\text{NiO} = 1000^\circ\text{C}$ (1,8A).

Толщина пленок задавалась частотой дозатора, временем напыления, температурой испарителя и расстоянием испарителя до образца.

Так как частота дозатора, температура испарителя и расстояние испарителя до образца являлись при напылении величинами постоянными, то толщина пленки зависела только от времени напыления.

При напылении порошка в течении 15 мин. получалась очень тонкая визуально не различимая пленка. В интервале от 20 до 25 мин. получались пленки, которые согласно литературе, полностью удовлетворяли нашим требованиям. При дальнейшем увеличении времени напыления до 40 мин. полученные пленки имели разрыхлённую структуру покрытия.

Таким образом, на основании проведённых исследований установлено, что наиболее прочные пленки MoO_3 и NiO могут быть получены методом вакуумного напыления.

Для исследования вольтамперных откликов плёнок снимались вольтамперограммы с помощью потенциостата ПИ - 50 - 1.1 с программатором ПР-8.

Исследовали плёнку MoO_3 , нанесённую вакуумным напылением на стекло / SnO_2 .

Стекло с плёнкой $\text{SnO}_3/\text{MoO}_3$ было включено в состав электрохимической ячейки в качестве рабочего электрода согласно схемы, приведённой на рис. 1

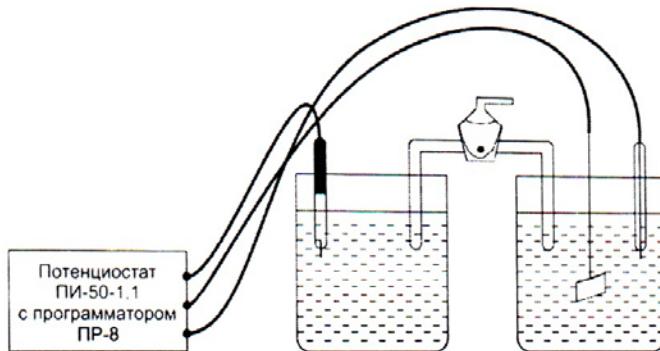
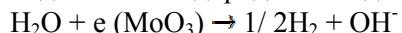


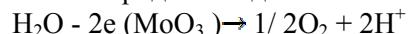
Рис. 1. Схема электрохимической ячейки.

При циклировании потенциала на рабочем электроде, помещённом в раствор 0,5 м. LiClO_4 , наблюдали вольтамперограмму, изображенную на рис. 2.

Видно, что в пределах от +1,8 В до -2,1 В не наблюдается выраженных признаков окисления или восстановления оксида молибдена, за исключение подъёма тока в области сильно отрицательных или положительных потенциалов. Последнее связано с процессами восстановления молекул воды с выделением водорода в катодной области



и разложением воды с выделением кислорода в анодной области:



Видимых изменений цвета плёнки MoO_3 в водном растворе не наблюдалось.

Были исследованы плёнки MoO_3 , напыленные в вакууме из химически безводного MoO_3 .

Вольтамперограммы были сняты в неводном аprotонном растворителе - пропиленкарбонате в растворах 0,5 м. LiClO_4 (безвод.), где плёнка $\text{SnO}_2/\text{MoO}_3$ подсоединялась также в качестве рабочего электрода в потенциостатический комплекс.

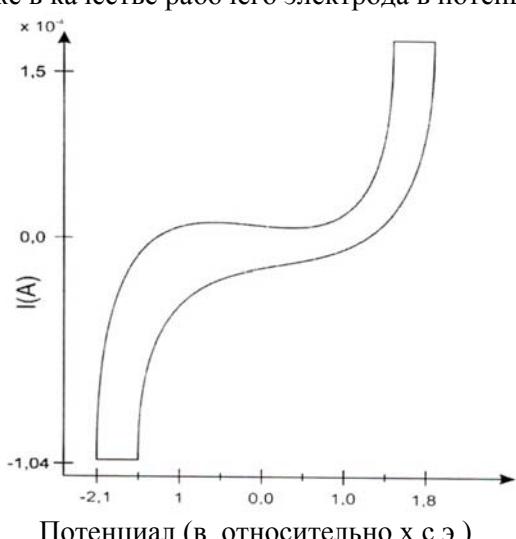


Рис.2. Циклическая вольтамперограмма плёнки MoO_3 на стекле / SnO_2 в водном растворе 0,5 м. LiClO_4 при скорости линейной развертки потенциала $2 \cdot 10^5 \text{ V/c}$.

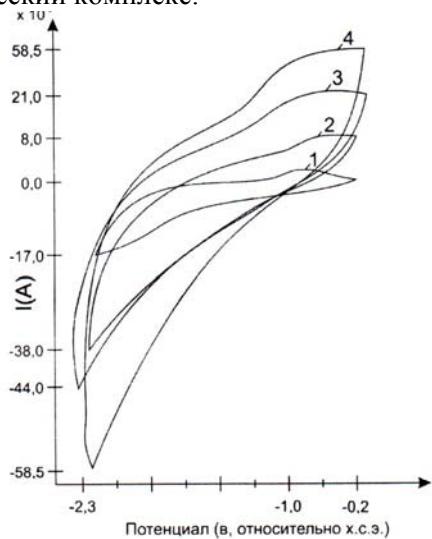


Рис.3 Циклическая вольтамперограмма плёнки MoO_3 на стекле / SnO_2 в 0,5 LiClO_4 при различной скорости развертки потенциала 1- $2 \cdot 10^{-2} \text{ V/c}$; 2- $5 \cdot 10^{-2} \text{ V/c}$; 3- $0,1 \text{ V/c}$; 4- $0,2 \text{ V/c}$

Из рис.3 видно, что при циклировании потенциала на рабочем электроде в пределах от -2,3 В до -0,2 В относительно х.с.э. наблюдаются катодные и анодные пики, соответствующие, согласно литературным данным, процессом обратимой инжекции катионов лития в плёнку и реинжекции из плёнки. При этом в области катодного пика происходит окрашивание плёнки MoO_3 в коричневый цвет, которое исчезало в области анодных потенциалов.

Расширение диапазона разверстки анодных потенциалов до +0,6 В приводило к появлению бурой окраски, которая не исчезала при катодных циклах.

Этот результат согласуется с данными, где установлен переход плёнки MoO_3 в неактивную бурую форму при потенциалах положительнее -0,2 В.

Исследована зависимость I_p от скорости линейной разверстки потенциала на электроде $\text{SnO}_2/\text{MoO}_3$. С ростом скорости разверстки точки пиков увеличивались.

На рис.4 приведены зависимости $\lg I_p$ от $\lg V$ разверстки.

Наклон получаемых линейных зависимостей был близок к 0,5 как для катодных, так и для анодных пиков.

Это указывает на то, что скорость процесса инжекции катионов и их выхода из плёнки лимитируется процессами диффузии катионов.

На циклической вольтамперограмме оксида никеля, помещённого в раствор 0,5 м. LiClCO_4 в пропиленкарбонате (рис.5), в области потенциалов от +0,5 В до -1,5 В наблюдался небольшой подъём катодного тока в области наиболее отрицательных потенциалов и отсутствие анодных пиков, что можно связывать с процессами восстановления следов воды.

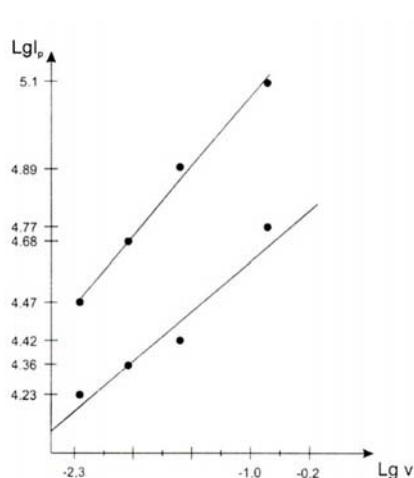


Рис.4. График зависимости I_p от скорости линейной разверстки потенциала на электроде $\text{SnO}_2/\text{MoO}_3$.

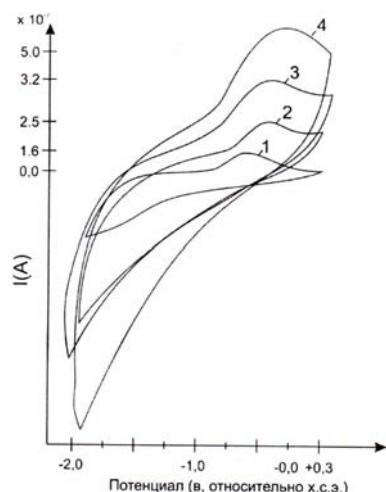


Рис.5. Циклическая вольтамперограмма плёнки NiO на стекле SnO_2 при различной скорости линейной разверстки потенциала 1 - 0,05 В/с; 2 - 0,1 В/с; 3 - 0,2 В/с; 4 - 0,5 В/с.

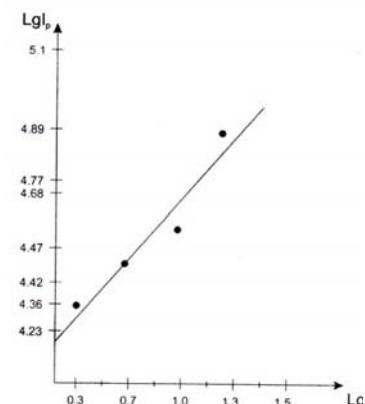


Рис.6. График зависимости I_p от скорости линейной разверстки потенциала на электроде SnO_2/NiO .

При расширении области циклирования потенциала от +0,5 В до -2,3 В на анодной ветви начинает появляться пик, высота которого растёт от цикла к циклу. Эти изменения можно связать с процессом катодного внедрения ионов лития в плёнку оксида с образованием нестехиометрического соединения $\text{NiO} + x\text{Li}^+ \rightarrow \text{Li}_x\text{NiO}$, а в области потенциалов -0,3 В наблюдаемый анодный пик связан с противоположным процессом выхода лития из структуры решётки оксида никеля $\text{Li}_x\text{NiO} \rightarrow 4\text{NiO} + x\text{Li}^+$.

Эти процессы, согласно имеющимся в литературе данным приводят к появлению окрашивания и обесцвечивания плёнки из нестехиометрического оксида. Плёнка оксида никеля становится бесцветной, в катодном цикле и тёмно-коричневой в анодном цикле.

Зависимость тока наиболее выраженного пика выхода лития из плёнки от скорости линейной разверстки потенциала в координатах $\lg I_p - \lg V$ (рис.6) даёт наклон близкий к 0,5, что

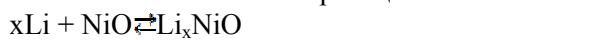
даёт основание говорить о медленной стадии диффузии илнов лития в процессах окрашивания плёнки.

Электрохромное окно имеет следующую структуру: напылённый на стекло $\text{SnO}_2:\text{In}_2\text{O}_3$ оксид MoO_3 , далее слой из которого в процессе электролиза получают направленный поток протонов, раствор $0,5 \text{ M}$. LiClO_4 в пропиленкарбонате. И затем второй электрод - напылённый на стекло $\text{SnO}_2:\text{In}_2\text{O}_3$ оксид NiO .

При приложенном потенциале 3-3,5 В наблюдалось появление бурой окраски на первом электроде, что, согласно литературе, связано с внедрением Li^+ в плёнку MoO_3 (катодный цикл). Плёнка NiO при этом не проявляет изменений в цвете. При выключении обратной полярности окраска снимается, плёнка MoO_3 обесцвечивается. Происходит экстракция ионов Li^+ из плёнки.

Через некоторое время плёнка MoO_3 становится пассивной, а начинает работать второй электрод - плёнка NiO .

В катодном цикле плёнка была прозрачной (экстракция ионов Li^+). А в анодном цикле наблюдалось появление серой окраски (внедрение Li^+). Процессы окрашивания и обесцвечивания можно описать реакциями:



окрашен. бесцветн.



бесцветн. окрашен.

Электрохромизм устройства постепенно утрачивается из-за необратимости реакций на границе между электрохромными покрытиями и электролитом.

Таким образом, на основаниях проведённых исследований доказана возможность применения плёнок MoO_3 и NiO в электрохромном окне на стекле $\text{Li}_x\text{MoO}_3 / (\text{PEO})_8\text{LiClO}_4 / \text{NiO}$.

Выводы

1. Исследованы методы получения плёнок MoO_3 и NiO . Установлено, что метод вакуумного напыления является оптимальным для получения плёнок MoO_3 и NiO .
2. Получены вольтамперные отклики плёнок MoO_3 и NiO . Установлена разность потенциалов, при которой наблюдается электрохромный переход, а также характер изменения цвета.
3. Исследована возможность применения плёнок MoO_3 и NiO в электрохромном окне на основе $\text{Li}_x\text{MoO}_3 / (\text{PEO})_8\text{LiClO}_4 / \text{NiO}$.

Литература

1. Лусис А.Р. Электрохромный эффект и электропрхомные материалы: физика и применение. -В кн.: Оксидные электрохромные материалы. -Рига ,Латв. Ун-т, 1981.
2. Лусис А.Р. Окислы переходных металлов как материалы с электрическим управляемым светопропусканием. В кн: неорганические материалы межотраслевых научно-технических конференций , совещаний , семинаров и выставок. М. 1980 ,ч.1.
3. Нанесение покрытия в вакууме на листовом стекле.: учебное пособие / Глинкин К.А. - Казань: Казан. Гос.технологический ун-т, 2006
4. Нанонористые электрохромные покрытия на основе оксида вольфрама / В. Абрамова, А. Синицкий, Т. Лаптинская и др. // Доклады Российской Академии наук. — 2006. — Т. 407, № 1. — С. 44-48.
5. Убыивовк Е.В., Бондаренко А.С., Вывенко О.Ф., Кондратьев В.В. Синтез и структура пленок поли-3,4-этилендиокситиофена с включениями наночастиц палладия // ЖХОХ , 2010. Т.80, вып.6, С.973-978
6. Елисеева С.Н., Малев В.В., // Исследование электрохимических свойств композитных пленок на основе поли-3,4-этилендиокситиофена с включениями металлического палладия. // Электрохимия. 2009. Т. 45. № 9. С. 1122-1128.

UDK: 547.27

**DIKALIY FTALATNING XLORSIRKA KISLOTASI ETIL- VA BUTIL- EFIRLARI BILAN
REAKSIYASI**

Xoliqov T.S., Abrayev X.Sh., Abduvoxidov D.I.

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti

Annotation. Ftal kislotasi dikaliyli tuzining xlorsirka kislotasi etil- va butil- efirlari bilan dimetilformamid erituvchisi ishtirokidagi reaksiyalari o'rganilgan. Reaksiyalarda etil- va butil-efirlarining deyarli bir xil reaksiyon qobiliyatga egaligi tajriba natijalari orqali ko'rsatilgan. Olingan birikmalarning tuzilishi IQ-spektroskopiya usuli bilan tasdiqlangan.

Kalit so'zlar: dikaliy ftalat, xlorsirka kislotasi butil- va etil efirlari, dimetilformamid, eterifikatsiya, spektroskopiya, dikarbetoksimetilftalat, dikarbbutoksimetilftalat.

Дикалийфталатнингхлорсирка кислотаси этил- ва бутил- эфирлари билан реакцияси

Аннотация. Изучено реакции дикалиевой соли фталевой кислоты этилового и бутилового эфиров хлоруксусной кислоты в присутствии диметилформамида в качестве растворителя. В ходе проведенных опытов установлено, что реакционная способность данных эфиров хлор уксусных кислот почти не отличаются. Строение полученных веществ доказано ИК-спектроскопией.

Ключевые слова: дикалий фталат, бутиловый и этиловый эфир хлор уксусной кислоты, диметилформамид, этерификация, спектроскопия, ди-карбетоксиметилфталат, дикарббутоксиметилфталат.

Reaction of dipotassium phthalate with ethyl- and butyl-ester of chloroacetic acid

Abstract. The reaction of the dipotassium salt of phthalic acid of ethyl and butyl chloroacetic acid esters in the presence of dimethylformamide as a solvent was studied. In the course of the experiments it was established that the reactivity of these chloroacetic acid esters is almost the same. The structure of the material obtained is proved by IR spectroscopy.

Keywords: dicalcium phthalate, butyl and ethyl ether of chloroacetic acid, dimethylformamide, esterification, spectroscopy, di-carbethoxymethyl phthalate, dicarbutoxide-dimethyl phthalate.

Kirish

Xalq xo'jaligining rivojlanishi bilan polimer materiallarga bo'lgan talab oshib bormoqda. Bu esa polimerlar uchun ishlatiladigan plastifikatorlarga nisbatan ham talabning oshishiga olib keladi. Plastifikatorlar sifatida asosan ftal kislotasining efirlari ishlatiladi. Ayniqsa ftal kislotasining dibutil, digeksil va boshqa efirlari bu maqsadda keng qo'llaniladi. G'arbiy Yevropada ishlab chiqariladigan 1,3 mln. tonna plastifikatorlarning 1 mln tonnaga yaqini ftalatlar bo'lib, shundan 900 ming tonnasi PVX plastifikatori sifatida ishlatiladi. Ftalatli plastifikatorlar turli xil spirtlar asosida olinishi bilan boshqalardan farq qiladi. Bu spirtlarning asosiyлari tarkibida 4-13 ta C atomi tutgan spirtlardir. Eng ko'p qo'llaniladigan plastifikatorlar esa 8-10 ta uglerod tutgan spirtlarning ftalatlaridir[1]. Ftal kislotasining efirlarini olishga bag'ishlangan ishlar adabiyotlarda ko'plab uchraydi. Ular asosan ftal kislotasini yoki ftal angidridini kislotali muhitda eterifikatsiya qilish usullariga bag'ishlangan [2]. Bundan tashqari ftal kislotasini alkilitannatlar ishtirokida eterifikatsiya qilish usullari ham o'rganilgan [3]. Ftal angidridining glikollar bilan reaksiyasi butilortotitanat va unga mos keluvchi titan atsetilatsetonat ishtirokida o'rganilgan[4].

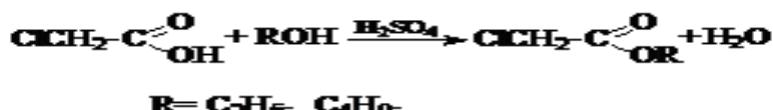
Lekin kislotali sharoitda kislotani eterifikatsiya qilish jarayonida boshqa qo'shimcha reaksiyalar ketishi, alkilitannatlarni esa topish qiyinligi va ularning zaharliligi ushbu jarayonlarda ma'lum kamchilliklarning mavjudligini ko'rsatadi. Adabiyotlarda ftal kislotasi efirlarini uning tuzlaridan olish va ftal angidridini turli xil spirtlar bilan Lyuis kislotalari ishtirokida eterifikatsiya qilishga bag'ishlangan ishlar kam.

Kafedrada bajarilgan ishlarda xlorsirka kislotasi efirlarining benzoy, salitsil va antranil kislotalarning tuzlari bilan reaksiyalari o'rganilgan.Ushbu tajribalarda erituvchi sifatida

dimetilsulfoksid va dimetilformamiddan foydalanilgan va DMFAda reaksiya unumining yuqori bo‘lishi keltirilgan [4].

Tajriba qism

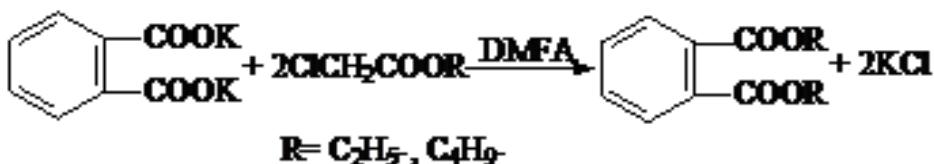
Ushbu ishda ftal kislotasi kaliyli tuzining xlorsirka kislotasi etil va butil efirlari bilan reaksiyalarining natijalari keltirilgan. Xlorsirka kislotasi efirlarini olish usullari adabiyotlarda ma’lum [5] va keltirilgan usullar asosida biz dastlab xlorsirka kislotasining etil va butil spirtlari bilan eterifikatsiya reaksiyalarini olib bordik. Reaksiyalar sulfat kislota katalizatorligida reaksiyon aralashmani Din-Stark asbobi va teskari sovutkich bilan jihozlangan tubi dumaloq kolbada olib borildi.



Olingen efirlar o‘ziga xos hidli rangsiz suyuqliklar. Xlorsirka kislotasining etil efiri qaynash temperaturasi – 144°C , unumi 69% (adabiyotda 68%) [6], xlorsirka kislotasining butil efiri qaynash temperaturasi – 175°C , unumi 75% (adabiyotlarda bu efir to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilmagan).

Karbon kislotalar tuzlarining alkilgalogenidlar bilan reaksiyalarini aproton erituvchilar ishtirokida olib borish qulay. Shu sababli ushbu reaksiya uchun biz karbon kislota tuzlarini yaxshi eritadigan dimetilformamiddan foydalandik. Dimetilformamid erituvchisida reaksiyalarni olib borishning muhim tomonlaridan biri bu dastlab tuzni erituvchida ma’lum vaqt davomida qaynatish va shu bilan tuzning yetarli darajada erishini ta’minlashdan iboratdir. Shu holatni e’tiborga olgan holda biz, dastlab ftal kislota kaliyli tuzini dimetilformamidda 10 minut davomida qaynatdik, so‘ngra reaksiyon aralashmani biroz sovutdik va unga alkilgalogenidni qo’shdik.

Reaksiyon aralashmani 10 minut davomida qaynatilganda kolba tubida KCl tuzining kristallari hosil bo‘lishi kuzatildi. Reaksiya vaqtining oshirilishi bilan ajralayotgan kristallar miqdorining ham oshishi kuzatiladi. Hosil bo‘layotgan kristallarning dastlabki kaliy ftalat kristallaridan farq qilishi va ularning reaksiyon muhitda erimasligi reaksiyaning borishini bildiradigan muhim belgilardan biridir.



Reaksiya uchun 9.7 g (0.04 mol) kaliy ftalat olindi va unga nisbatan 2 baravar ko‘p 0.08 mol monoxlorsirka kislota efirini olib reaksiya o‘tkazildi. Reaksiyalar bir xil vaqt 1-6 soat davomida qaynatildi. Reaksiya tugagach reaksiyon aralashmadan dimetilformamid haydar ajratildi va qoldiq 20 ml suvda eritildi. Bunda kolbaning tagida efirdan iborat yog‘li qatlam hosil bo‘ldi.

Olingen natijalar tahlili

Yog‘li qism ajratgich voronka yordamida ajratildi va suvli qism 2 marta 5 ml benzol bilan ekstraksiya qilindi. Benzolli qism dastlabki yog‘li qismga qo’shildi va CaCl_2 bilan quritildi. Olingen aralashmadan benzol haydar ajratilgach idishda quyuq moysimon massa qoldi. Olingen efirlarning unumi tegishlichcha 65 va 67% ni tashkil etdi. Olingen natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-Jadval.

Kaliy ftalatning xlorsirka kislota efirlari bilan reaksiya mahsuloti unumiga reaksiya davomiyligining ta’siri

Reagentlarning nisbatlari ftalat:xlorsirka efiri:erituvchi	mol kaliy ftalat: kislota	Reaksiya davomiyligi soat	Mahsulot unumi%	
			Dikarbetsoksi- metilftalat	Dikarbbutoksi- metilftalat

1:3:5	1	41	45
1:3:5	2	50	50
1:3:5	3	57	59
1:3:5	4	65	67
1:3:5	5	65	68
1:3:5	6	66	68

Sintez qilingan efirlar och sarg‘ish rangli moysimon suyuqliklar.

Dikarbetoксиметилталатning qaynash harorati 214°C 20 mm.sim ust. IQ-spektrida: 1600 cm^{-1} sohada dialmashgan aromatik xalqaga tegishli bo‘lgan kuchli yutilish, 3064 cm^{-1} sohada dialmashgan aromatik xalqaga tegishli bo‘lgan kuchsiz yutilish, 1468 cm^{-1} sohada dialmashgan aromatik xalqaga tegishli bo‘lgan o‘rtacha yutilish maksimumi kuzatiladi. 3064 cm^{-1} yutilish sohalarida modda tarkibidagi aromatik halqadagi $=\text{C}-\text{H}$ bog‘lariga tegishli bo‘lgan past intensivlik yutilish chiziqlarini ko‘rish mumkin. 2985 cm^{-1} yutilish sohasida $-\text{CH}_3$ guruhiga tegishli asimmetrik valent tebranishlarga tegishli 2840 cm^{-1} yutilish sohasida esa $-\text{CH}_2$ guruhiga tegishli bo‘lgan simmetrik valent tebranishlarni ko‘rish mumkin. 1672 cm^{-1} yutilish sohasida $>\text{C}=\text{O}$ guruhiga tegishli bo‘lgan intensiv valent tebranishlar, $1616, 1580, 1468, 1382\text{ cm}^{-1}$ kabi yutilish sohalarida esa o‘rtacha intensivlikdagi aromatik halqaga tegishli bo‘lgan halqa tebranishni kuzatish mumkin. $1034, 1085\text{ cm}^{-1}$ sohada esa $-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2$, $(-\text{C}-\text{O}-\text{C})$ bog‘iga tegishli bo‘lgan simmetrik valent tebranishlari kuzatiladi

Dikarbutoksimetiltalatnnig qaynash harorati 227°C 20 mm.sim ust. IQ-spektrida ham yuqoridagiga o‘xshash yutilish maksimumlari bilan birgalikda 2840 cm^{-1} yutilish sohasida esa $-\text{CH}_2$ guruhiga tegishli bo‘lgan simmetrik valent tebranishlarning intensivligining oshganligi kuzatiladi

O‘tkazilgan tajribalar natijasidan xulosa qilish mumkinki keltirilgan sharoitlarda ftal kislotasining xlorsirka kislotasi efirlari bilan reaksiyasini olib borish mumkin.

Adabiyotlar

- Буйлова Е.А., Абдрахманова Л.К. Нафикова Р.Ф., Клявлин М.С., Мазитова А.К. Сложноэфирные пластификаторы поливинилхлорида. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2013, № 1 С 334-343
- Slugoeki Eugeniusz, Masal Czeslaw, Sropa Zbigniew/ Pat. ПИР, кл. С.07. С 69/80, № 101623, заявл. 7.02.76, № 187097, опубл. 15005.79. Способ Получения бесцветных сложных эфиров. 1980г. 17н97.
- Гасанов Г.М, Гусейнов И.И, Бабаев .С.Б Синтез ангиридов тетрагаллоидфталевых кислот и мономеров на их основе., Р.Ж.Хим, ЗЖ 216.1988г.
- Холиков Т.С., Ёдгоров Ч.Г., Таджимухамедов Х.С., Усаров Ю.Ю. Синтез бутилового и карбетоксиметилового эфиров антракиновой кислоты. Вестник НУУз. 2015 3 С
- Яхина Г. Р., Хакимова Т. В., Вафина Г. Ф., Галин Ф. З., Юнусов М. С. Синтез 6-карбоксилатов 3-азабицикло[3.3.1]нонан-9-она. Мат. конф. Интеграция науки и высшего образования в области био- и органической химии и механики многофазных систем, 2002, стр.22 РЖ Хим.03.19-19Ж.220
- Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия.// М.: 1999 г. С.-576

УДК 547.785.5:547.582.1

6-BROMBENZOKSAZOLIN-2-ONNI AROMATIK KISLOTA XLORANGIDIDLARI

BILAN KATALITIK ATSILLASH

Y.R.Taxirov, R.Sh.Kuryazov, S.B.Sodikova

Urganch davlat universiteti

E-mail: yuldash_78@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada 6-brombenzoksazolin-2-onni aromatik kislota xlorangididlari bilan kam miqdor katalizator $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ishtirokida atsillash reaksiyalari natijalari keltirilgan. 6-Brombenzoksazolin-2-onni benzoillashda katalizatorlar Lyuis kislotalarini nisbiy faollik qatori topilgan.

Kalit so‘zlar: Benzoksazolin-2-on, 6-brombenzoksazolin-2-on, katalizatorlar, Lyis kislotalari, atsillash, aromatik kislota xlorangidridlari, 3-aroil-6-brombenzoksazolin-2-on.

Каталитическое ацилирование 6-бромбензоксазолин-2-она хлорангидридами ароматических кислот

Аннотация. В статье представлено описание ацилирования 6-бромбензоксазолин-2-онов с ароматических кислот в присутствии малых количеств $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Найдено ряд относительных активностей катализаторов кислот Льюиса бензоилирование 6-бром-бензоксазолин-2-она.

Ключевые слова: Бензоксазолин-2-он, 6-бромбензоксазолин-2-он, катализаторы, кислоты Льюиса, ацилирование, хлорангидриды ароматических кислот, 3-ароил-6-бромбензоксазолин-2-он.

Catalytic acylation of 6-brombenzoxazolin-2-one chloranhydrides of aromatic acids

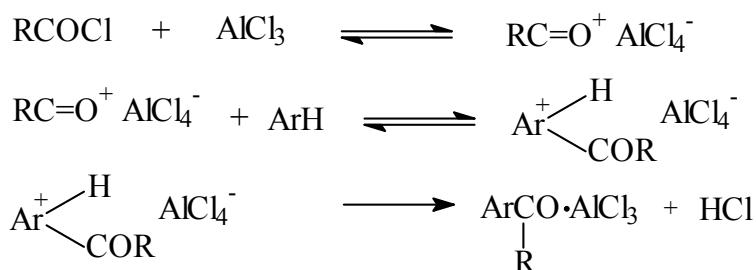
Abstract. This article gives results about the acylation 6-brombenzoxazol-2-ones with an aromatic acid in the presence of small amounts $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. A number of relative activity of Lewis acid benzoylation catalysts of 6-bromobenzoxazolin-2-one was found.

Keywords: Benzaksozolin-2-on, 6-brombenzoksazolin-on-2, katalizatory, Lewis acid, acylating, the anhydrides of aromatic acids, 3-aryloil-6-bromobenzoxazole-2-on.

Hozirgi kunda xalq xo‘jaligining turli sohalarida qo‘llanilayotgan preparatlarning asosiy qismini organik moddalar tashkil etadi va ularga bo‘lgan talab kun sayin ortib bormoqda. Shuning uchun organik birikmalarni olishning samarali usullarini ishlab chiqish va ularni iqtisodiy jihatdan qulay bo‘lgan manbalarini topish kimyo fanining oldida turgan muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

Keyingi yillarda aromatik, geterohalqali, aromatik halqa bilan kondensirlangan geterohalqali birikmalarni iqtisodiy jihatdan qulay va dolzarb bo‘lgan katalizatorlarning oz miqdori ishtirokidagi atsillash usullari ishlab chiqilmoqda, bular amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb qiladi. Hozirgi davrgacha ushbu reaksiyalar aromatik birikmalar misolida keng o‘rganilgan, lekin aromatik halqa bilan kondensirlangan besh a’zoli geterohalqali birikmalar benzazolin-2-onlar misolida kam o‘rganilgan.

Ma’lumki, Fridel-Krafts reaksiyalari aromatik yadroda bo‘ladigan elektrofil almashinish reaksiyalari hisoblanadi. Aromatik birikmalarning atsillash reaksiyalarida katalizatorlar ta’sirida atsillovchi agentlarning qutblanishi sodir bo‘ladi va karbonil guruhi hisobiga karbokation yoki musbat zaryadlangan ion jufti hosil bo‘ladi. Ushbu hosil bo‘ladigan musbat zaryadlangan ion yoki dipol aromatik halqaga xujum qiladi va bunda avval π -, keyin esa σ -komplekslar hosil bo‘lishi orqali boradigan elektrofil almashinish reaksiyasi sodir bo‘ladi [1].



Odatda, yaxshi katalitik samara kuchli Lyuis kislotalarida kuzatilib, ular atsillovchi agentlar bilan ko‘p hollarda ionli tuzlar (C), kuchsizroqlari esa asosan donor-akseptor komplekslar (D) hosil qiladi.

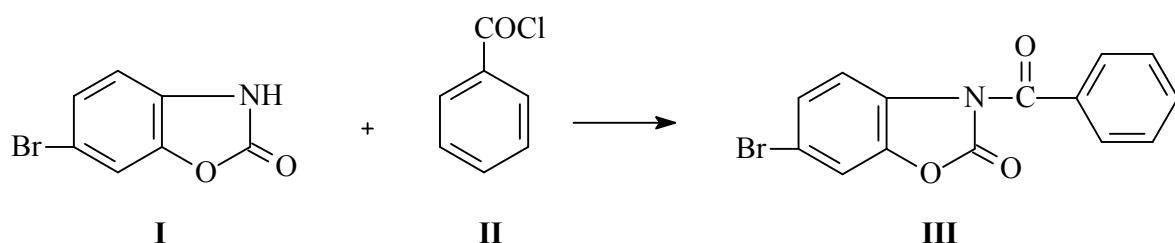


Ma’lumki, Lyuis kislotasining kuchi qancha katta bo‘lsa, atsillovchi agent bilan shunchalik mustahkam donor-akseptor bog‘ hosil qiladi. Donor-akseptor bog‘ning mustahkamligi qanchalik ortsas, karbonil guruhining qutbliligi ham oshib, karbonil guruhi uglerod atomining musbat zaryadini

ko‘payishiga olib keladi. Bu esa o‘z navbatida aromatik halqa tomonidan bo‘ladigan nukleofil hujumni osonlashtiradi [2]. Lekin adabiyotlarda ta’kidlanganidek, katalitik atsillash reaksiyalarida katalizatorlarning roli ancha murakkab bo‘lib, u faqatgina atsillovchi agentni faollashtirish bilan chegaralanmasdan, reaksiya mahsuloti bilan katalizator yangi kompleks hosil qilib, atsillash reaksiyasini sekinlashtiradi. Kuchli Lyuis kislotalari bilan hosil bo‘lgan shunday komplekslar mustahkam bo‘lib, kuchsizlarining komplekslari esa oson parchalanadi. Yuqori temperatura ham ushbu komplekslarning parchalanishiga sabab bo‘lib, katalizatorni keyingi reaksiya uchun ajratib chiqaradi [3-5].

Adabiyotlardan ma’lumki [6], benzoksazolin-2-onlarni karbon kislota xlorangidridlari bilan alyuminiy xloridning 3 baravar miqdorida atsillash reaksiyalari orqali 6-atsil-benzoksazolin-2-onlar sintezi amalga oshirilgan. Keyinchalik ushbu atsillash reaksiyalarini rux xloridning kam miqdori ishtirokida aromatik kislota xlorangidridlari bilan amalga oshirish mumkinligi to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan [7].

6-Brombenzoksazolin-2-onni aromatik kislota xlorangidridlari bilan katalizatorlar ishtirokida atsillash reaksiyalarining borish imkoniyatlarini o‘rganish maqsadida biz turli katalizatorlar ishtirokida benzoillash reaksiyalarini amalga oshirdik. 6-Brombenzoksazolin-2-onning (**I**) benzoilxlorid bilan $1.25 \cdot 10^{-2}$ mol miqdordagi $ZnCl_2$, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, temir atsetilasetonati (TAA) ishtirokida nitrobenzol erituvchisida $200-210^{\circ}C$ haroratda 3 soat davomida qizdirish natijasida benzoillash reaksiyasi natijasida 3-benzoil-6-brom-benzoksazolin-2-on (**III**) sintezi amalga oshirildi (jadval №1).



Sintez bo‘yicha olingan natijalarni solishtirish maqsadida ekvimolyar miqdordagi $AlCl_3$ ishtirokida ham reaksiyalarini o‘rganildi va kutilgan natijaga erishilmadi. Lekin $AlCl_3$ miqdorini 3 molgacha oshirilganda 3-benzoil-6-brombenzoksazolin-2-onning (**III**) unumi 12 % ga yetgan (jadval №1).

Jadval 1.

6-Brombenzoksazolin-2-onni turli xil katalizatorlar bilan benzoillash

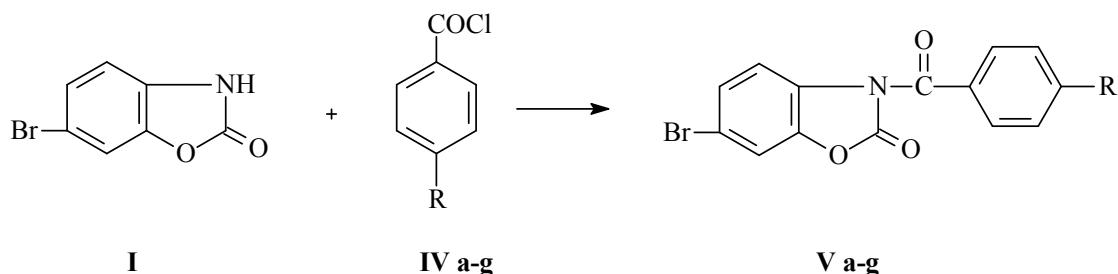
Birikma	Katalizator	Reagentlarning nisbati I:II:katalizator	mol	Suyuqlanish harorati, °C	Mahsulot unumi, %
III	$ZnCl_2$	1:1,5:0,0125		157-159	61,0
III	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	1:1,5:0,0125		157-159	68,3
III	TAA	1:1,5:0,0125		157-159	35,1
III	$AlCl_3$	1:1,5:1		-	-
III	$AlCl_3$	1:1,5:2		-	-
III	$AlCl_3$	1:1,5:3		157-159	12,0

Olingan natijalar asosida 3-benzoil-6-brombenzoksazolin-2-onlarning sintezida qo‘llanilgan katalizatorlarni quyidagicha nisbiy faollilik qatoriga joylashtirish mumkin:



Ushbu qatordan ma’lumki, 6-brombenzoksazolin-2-onni (**I**) benzoil xlorid bilan atsillash reaksiyalarining bir xil vaqtida olingan natijalariga ko‘ra $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ eng yuqori faollikni, $AlCl_3$ esa eng past faollikni namoyon qilishi aniqlandi.

6-Brombenzoksazolin-2-onning (**I**) almashgan benzoy kislota xlorangidridlari (4-brom-, 4-nitro-, 4-metoksi-, 4-metilbenzoilxloridlar) **IVa-g** bilan reaksiyalarini benzoillash reaksiyasi uchun topilgan sharoitda olib borildi. Biz ushbu reaksiyalarni $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ning $1,25 \cdot 10^{-2}$ mol miqdori ishtirokida 3 soat davomida nitrobenzol eritmasida $210-220^{\circ}\text{C}$ haroratda qizdirish bilan amalga oshirdik. Reaksiyalar natijasida 3-aroil-6-brom-benzoksazolin-2-onlar (**V a-g**) sintez qilindi (jadval №2).



Sintez qilib olingen 3-aroil-6-brombenzoksazolin-2-onlarning (**Va-g**) tuzilishi IQ- va mass-spektrometriya usullari yordamida tasdiqlandi.

Jadval 2.

3-Aroil-6-brombenzoksazolin-2-onlarning fizik-kimyoviy xossalari

№	R	Suyuqlanish harorati, $^{\circ}\text{C}$	Mahsulot unumi, %	Mass-spektr, m/z, M^+	3-holat guruhi, sm^{-1}
Va	4-Br	218-220	71	398-400	1650
Vb	4-NO ₂	227-229	74	366	1665
Vv	4-CH ₃ O	275-277	55	351	1665
Vg	4-CH ₃	136-138	52	333-335	1650

3-Aroil-6-brombenzoksazolin-2-onlarning (**Va-g**) IQ-spektrlarida 3-holat karbonil guruhining valent tebranishlariga xos yutilish chiziqlarining ($1650-1680\text{sm}^{-1}$) hamda 1,2,4-al mashgan benzol halqasi CH fragmentining notejis deformasiyon tebranishlarining yutilish chiziqlarining ($805-825$ va $870-885\text{ sm}^{-1}$) paydo bo'lishini kuzatish mumkin.

Mass-spektrlarida esa taklif etilgan 3-aroil-6-brombenzoksazolin-2-onlarning (**Va-g**) tuzilishni tasdiqllovchi molekulyar ion va fragmentlarining cho'qqilarini borligi aniqlandi (2-jadval).

2-Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinish turibdiki, atsillovchi agentning, ya'ni benzoy kislota xlorangidridlarining aromatik yadrosiga elektronakseptor bo'lgan o'rinnbosarlarning (Br, NO_2) kiritilishi 3-aroil-6-brombenzoksazolin-2-onlarning (**Va,b**) unumini oshirdi.

Bu holatni molekulaga kiritilgan elektronakseptor bo'lgan o'rinnbosarlар (Br, NO_2) ta'sirida karbonil guruhidagi uglerod atomi musbat zaryadining oshishi va elektrofil almashinish reaksiyasida elektrofil agent sifatida atsiliy kationining reaksiyon qobiliyatining ortishi kuzatiladi. Aksincha, molekulaga elektronodonor guruhlarning ($\text{CH}_3, \text{CH}_3\text{O}$) kiritilishi hisobiga 3-atsil-6-brombenzoksazolin-2-onlarning (**V v,g**) unumini kamayganligini kuzatish mumkin.

Shunday qilib, biz 3-aroil-6-brombenzoksazolin-2-onlarning (**Va-g**) sintezini $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ning $1,25 \cdot 10^{-2}$ mol miqdori ishtirokida amalga oshirdik.

Tajriba qismi

Reaksiyalar borishini va moddalarning tozaligini yupqa qatlamlı xromotografiya (YuQX) usuli bilan nazorat qilindi (Silufol UB-254, ochuvchi (proyavitel)-yod bug'lari yoki 1 g $\text{KMnO}_4 + 4$ ml kons. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 96$ ml H_2O).

Moddalarning IQ-spektrlari UR-20 spektrometrda KBr tabletkasida olindi.

Mass-spektrlar MS 25-RF (Kratos) spektrometri ion manbasiga namunani bevosita kiritish yo'li bilan olindi (ionlantruvchi elektronlarning energiyasi 70 eV, ion manbasining harorati 250°C , namunani kiritish tizimining harorati 200°C).

3-Benzoyl-6-brombenzoksazolin-2-on (III) sintezi

Ikki og'izli kolbada 2.15g (0.01 mol) 6-brombenzoksazolin-2-on 20 ml nitrobenzolda eritildi, ustiga 2.1g (0,015 mol) benzoylxlorid va 0.03g (0.000125 mol) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ qo'shildi. Reaksiyon aralashma qaytarma sovutkich yordamida $210-220^\circ\text{C}$ da 3 soat davomida qaynatildi. Sovitilgandan keyin reaksiyon aralashma 4 %li HCl, suv bilan pH=7 gacha, 5 %li NaHCO_3 va yana suv bilan pH=7 gacha yuvildi. Erituvchi suv bug'i bilan haydaldi, hosil bo'lgan cho'kma ajratilib, suv bilan yuvilib, quritildi va benzol bilan qayta kristallandi. 3-Benzoyl-6-brom-benzoksazolin-2-on 2.16 g (68%) olindi. Suyuqlanish harorati $157-159^\circ\text{C}$, $R_f=0.44$

Jadvalda keltirilgan boshqa 3-aroil-6-brombenzoksazolin-2-onlar (**Va-g**) yuqorida keltirilgan usul bo'yicha olindi.

Adabiyotlar

- Беккер Г. Введение в электронную теорию органических реакций: Пер. с нем. -М.: Мир. 1977. -С. 658
- Терней А. Современная органическая химия. В 2-х т. Пер.с англ. -Москва. Мир. 1981. Т.1. -С.606.
- Мухамедов Н.С., Тауметова Ш.Г., Алиев Н.А. Бензоилирование 2-бен-зоксазолинонов в присутствии малых количеств хлористого цинка // Журн. органич. химии. - Ленинград, 1991. -Т.27, №4. -С. 880-881.
- Mukhamedov N.S., Kristallovich E.L., Plugar V.N., Giyasov K., Aliyev N.A., Abdullayev N.D. Catalytic acylation of benzoxazolin-2-ones in the presence of zinc chloride // Chem. Heterocycl. Comp. -New-York, 1994. -V.30. -P. 982-984.
- Dushamov D.A., Mukhamedov N.S., Aliyev N.A., Bobokulov Kh.M., Levkovich M.G., Abdullayev N.D. Benzazoles. II. Relative activity of catalysts and 4-substituted benzoyl chlorides in the acylation of benzothiazolin-2-ones // Chem. Heterocycl. Comp. -New-York, 2002. -V.38. -P. 438-441.
- Мухамедов Н.С., Гиясов К., Алиев Н.А., Кадыров Ч.Ш. Получение 6-ацил-бензоксазолин-2-онов и некоторые синтезы на их основе. -М.: 1984. 9с.-Деп. в ВИНИТИ 26.12.84. №8334-84.
- Мухамедов Н.С., Кристаллович Э.Л., Плугарь В.Н., Гиясов К., Алиев Н.А., Абдуллаев Н.Д. Каталитическое ацилирование бензоксазолин-2-онов в присутствии хлористого цинка // Хим.гетероцикл. соедин. 1994. №8. С.1136-1138.

UDK 544.543(29)

**GOMOVERATRILAMIN BILAN TRIPTOFAN O'Rtasidagi kondensatlanish va
sikllanish reaksiyalarining borishini kvant-kimyoviy o'rGANISH**

A.F. Ishankulov, A.Sh. Saidov, D.B. To'xtayev,

N.Q. Muxamadiev, T.A. Xolmurodov

Samarqand davlat universiteti

E-mail: Ishankulov-alisher@mail.ru

Annotatsiya. Gomoveratrilamin bilan triptofan o'rtasida boradigan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalarining borishi kvant-kimyoviy, reaksiya energetik kesimlarini tuzish orqali o'rGANilgan. Reaksiya mahsulotlarining strukturasi tajribaviy va hisoblangan IQ-spektrlarining moslik darajasi bo'yicha baholangan.

Kalit so'zlar: gomoveratrilamin, triptofan, kondensatsiya, siklizatsiya, kvant-kimyoviy hisoblash, energetik kesim, IQ-spektrlar.

Квантово-химическое изучение реакции конденсации и циклизации гомовератиламина с триптофаном

Аннотация. В работе методом квонтовой химии изучены реакции конденсации и циклизации гомовератиламина с триптофаном построением энергетического профиля реакции.

Структура синтезированных продуктов сравнено оценкой соответствия экспериментально полученных и расчетных ИК-спектров.

Ключевые слова: гомовератриламин, триптофан, конденсация, циклизация, квантово-химический расчет, энергетический профиль, ИК-спектр

Quantum chemical study the progress of the reactions of condensation and cyclization of homoveratrilamin with tryptophan

Abstract. In the work the reactions of condensation and cyclization of homoveratrilamin with tryptophan building energy profile of the reaction have been studied by the method of quantum chemistry. The structure of the synthesized products was compared with the conformity assessment of experimentally obtained and calculated IR spectra.

Keywords: homoveratrilamin, tryptophan, condensation, cyclization, quantum-chemical calculations, the energy profile, IR spectra.

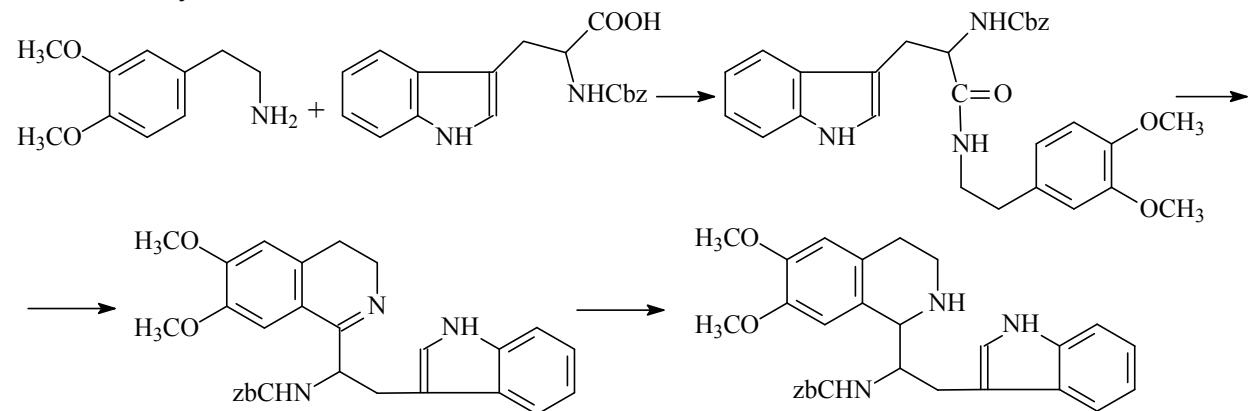
Kirish. Bugungi kunda turlicha biologik faollikni namoyon qiladigan juda ko‘plab izoxinolin hosilalari ma’lum bo‘lib, ularning ba’zilari klinik tekshirishlarning turli bosqichlarida bo‘lsa, ba’zilari dori vositasi sifatida qo‘llaniladi [1-4]. Shuning uchun ham potensial biologik faollikni namoyon qiladigan yangi izoxinolin qatori moddalarni izlashni davom ettirish maqsadga muvofiq. Shu nuqtai nazardan aromatik halqaga yangi farmakofor fragmentlarni kiritib keyinchalik ularni modifikatsiyalash, hamda aromatik yadrosgagi bir yoki bir necha uglerod atomini azot atomiga almashtirish yoki bo‘lmasa gomoveratrilaminning aromatik karbon kislotalar bilan kondensatlanish va sikllash reaksiyalari asosida izoxinolin hosilalarini sintez qilish borasida olib borilayotgan ishlar juda qiziq va muhimdir [5-7,10]. Shuning uchun ham oldingi ishlarda [8,9] gomoveratrilamin bilan glitsin va fenilalaninlarning kondensatlanish va sikllanish reaksiyalaringin borishi abinitio usulida hisoblashlar yordamida asoslangan.

Ishning maqsadi: Gomoveratrilaminning triptofan bilan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalari borishini kvant-kimyoviy tadqiq etish.

Tadqiqot ob’ekti: gomoveratrilamin, triptofan, kvant-kimyoviy hisoblash dasturlari, IQ-spektrlar.

Tadqiqot usullari: IQ-spektraskopiya, kvant-kimyoviy hisoblash usullari, GAUSSIAN 09 dasturi.

Gomoveratrilaminning triptofan bilan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalari quyidagi mexanizm bo‘yicha boradi:



Qayd etilgan reaksiyalarning har bir bosqichi alohida-alohida kvant-kimyoviy usulda tahlil etildi. Shu bilan bir qatorda kvant-kimyoviy hisoblashlar natijasida solishtirish uchun reagentlar va reaksiya mahsulotlarning IQ-spektrlari olindi.

Kvant kimyoviy hisoblarlash valent-ajratilgan VZLYP/6-31G(d,r) bazisini qo‘llab, funksional zichlik usulida amalga oshiriladi [9,11].

Olingan natijalar va ularning muhokamasi. O'rganiladigan reaksiyalar reagentlar va mahsulotlar hamda energetik harakteristikalar va reaksiya tezliklarining doimiy qiymatlari 1-jadvalda berilgan.

1-jadval

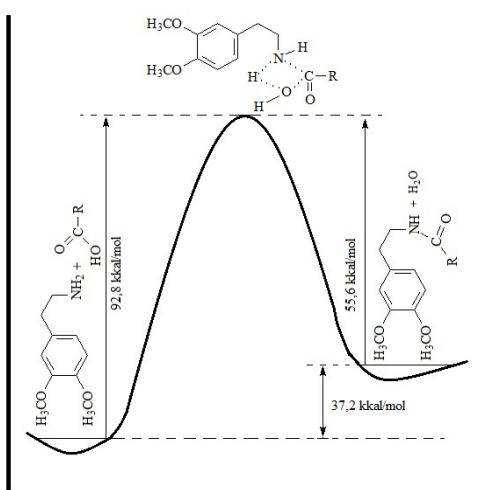
Reaksiyalarning energetik xarakterikalari va tezlik doimiysi

N	Energiya	Amin	Amid	Izoxinolin
1	$E_{el} + E_0$	-96.15	-288.49	-304.14
2	$E_{el} + E_t$	-96.85	-289.20	-321.534
3	$G = E_{el} + G_t$	-115.292	-369.45	-354.857
4	k_i	$1.56 \cdot 10^{-42}$	$2.36 \cdot 10^{-31}$	

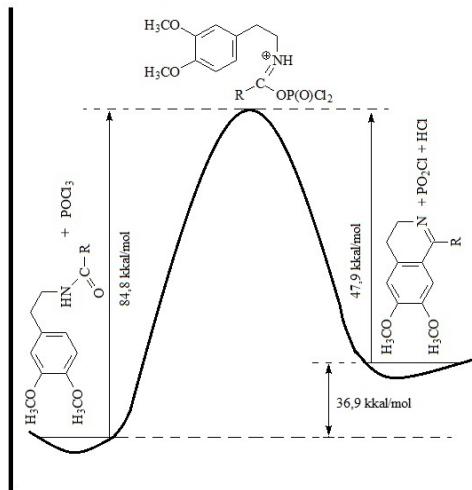
Jadvaldagagi ma'lumotlardan ko'rinish turibdiki kondensatlanish reaksiyasi sikillanish reaksiyasiga qaraganda ancha qiyin boradi va ketma-ket boruvchi reaksiyada ushbu bosqich (1-chi bosqich) limitlovchi vazifasini o'taydi.

Kondensatlanish va sikillanish reaksiyalari mahsulotlarining hisoblangan va tajribada olingan IQ-spektrlarining moslik darajasi qisqa kvadratlar usulida korrelatsiya koeffitsentini hisoblash orqali baholandi. Unga ko'ra korrelatsiya koeffitsentining qiymati mos ravishda amin uchun $r = 0,9844$ amid uchun $r = 0,9954$ izoxinolin hosilasi uchun esa $r = 0,9184$ ni tashkil etdi. Bu qiymatlar hisoblangan va tajribada olingan qiymatlarni bir-biriga mosligini hamda hisoblashlarning to'g'ri bajarilganligini, hamda moddalar strukturasi to'g'ri aniqlanganligini isbotlaydi.

O'rganilgan reaksiyalarning mexanizmini kvant-kimyoviy o'rganishda TS usulida uning energetik kesimini tadqiq etish reaksiya faollanish energiyasini aniqlash no'qtaiy nazarida juda muhim. Shuning uchun ham kondensatlanish va sikillanish reaksiyalarining energetik kesimlari 1 va 2-rasmlarda berilgan.



1-rasm. Kondensatlanish reaksiyasining energetik kesimi



2-rasm. Sikllanish reaksiyasining energetik kesimi

Reaksiyalarda keltirilgan ma'lumotlardan shuni qayt etish kerakki, kondensatlanish reaksiyasi uchun $\Delta H = 37,2$ kkal/mol ni sikillanish reaksiyasi uchun esa $36,9$ kkal/mol ni tashkil etadi.

Xulosalar

1. Gomoveratrilamin bilan triptofan o'rtasida boradigan kondensatlanish va sikillanish reaksiyalarining borishi kvant-kimyoviy, reaksiya energetik kesimlarini tuzish orqali o'rganilgan.
2. Reaksiya mahsulotlarining strukturasi tajribaviy va hisoblangan IQ- spektrlarining qisqa kvadratlar usulida aniqlangan moslik darajasi bo'yicha baholangan.

Adabiyotlar

1. Шкляев Ю.В. Синтез алкалоидов изохинолинового ряда // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. –№ 7. – 2002. С. 21-34

2. Mixaylovskiy A.G. Cyclic azomethines and their hydrogenated derivatives //Chemistry of Heterocyclic Compounds. – 2013. – №. 5. – S. 579-604.
3. Халтурина В. В. и др. Синтез, анальгетическая и противовоспалительная активность (2Z, 5Z)-1-арил-3-гидрокси-5-(3, 3-диалкил-3, 4-дигидроизохинолин-1 (2H)-илен) пент-2-ен-1, 4-дионов //Химико-фармацевтический журнал. – 2009. – Т. 44. – №. 11. – С. 7-9.
4. Дормидонтов М.Ю. и др. Синтез, антиагрегантная и гипотензивная активность производных изохинолина //Химико-фармацевтический журнал. – 1990. – Т. 22. – №. 12. – С. 22-24.
5. Saidov A.Sh., Levkovich M. G., Vinogradova V. I. Synthesis of 1-Alkyltetrahydroisoquinolines //Chemistry of natural compounds. – 2013. – Т. 49. – №. 5. – С. 897–901.
6. Сайдов А.Ш., Виноградова В.И. Синтез тетрагидроизохинолинов на основе гомовератриламина и пиридиновых кислот //Узбекский химический журнал. – 2014. – №2. – С. 16-19.
7. Saidov A.Sh., Uzoqov J.R., Muxamadiev N.Q., Astanova D., Vinogradova V.I. Gomoveratrilamin bilan olein kislota o'rtasidagi kondensatlanish va sikllanish reaksiyalarining borishini kvant-kimyoviy o'rganish // SamDU axborotnomasi, 2016. – N 3 (97), 146-150 betlar.
8. Ishankulov A.F., Saidov A.Sh., To'xtayev D.B., Muxamadiev N.Q., Vinogradova V.I. Gomoveratrilamin bilan fenilalanin o'rtasida boradigan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalarining borishi kvant-kimyoviy o'rganish// SamDU axborotnomasi, 2017. – N 3 (102), 85-88 betlar.
9. Ishankulov A.F., Saidov A.SH., To'xtayev D.B., Muxamadiev A.N., Muxamadiev N.Q., Study of gomoveratrilamine with glycine // International journal of engineering sciences & research technology.- (2017).-V.6.-N 8.-P. 130-34.
10. Кирилов О.В. Гетерогенный катализ. - М.: Академкнига, 2004, 679 с.
11. Цирельсон В. Г. Квантовая химия. Молекулярные системы и твердые тела. 2-е издание //М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2012.

Ish OT-F7-83 davlat granti doirasida bajarilgan.

UDK 547:665.652.72

VINILATSETAT ISHLAB CHIQARISHNING IXCHAMLASHTIRILGAN TEXNOLOGIYASI

¹ N.I. Fayzullaev, ² R.B. Jumanazarov, ¹ U.M. Norqulov, ³ B.Sh. Omanov

¹ Samarqand davlat universiteti, ² "Navoiyazot" AJ, ³ Navoiy davlat pedagogika instituti

Annotatsiya. Ishda "Zol-gel" texnologiyasi asosida atsetilenni katalitik atsetillash reaksiyasi uchun yuqori unumдорлик, faollik va selektivlikka ega bo'lgan nanokatalizator yaratilgan. Tanlangan yuqori katalitik faollikka ega bo'lgan $(\text{ZnO})_x \cdot (\text{CdO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ /keramzit tarkibli katalizatorning tekstur xarakteristikalari o'rganilgan. Yaratilgan nanokatalizator ishtirotkida vinilatsetat sintezi jarayoni kinetik qonuniyatlari o'rganilib, jarayonning material balansi hisoblangan hamda bug' faza vinilatsetat sintezining takomillashtirilgan texnologik sxemasi taklif etilgan.

Kalit so'zlar: atsetilen, sirkal kislota, vinilatsetat, katalizator, "zol-gel" texnologiya, material balans, texnologik sxema.

Упрощенная технология производства винилацетата

Аннотация. В работе приведена «Золь-гель» технология создания нанокатализатора, обладающего высокими эффективностью, активностью и селективностью для каталитического ацетилирования ацетилена. Изучены текстурные характеристики катализатора состава $(\text{ZnO})_x \cdot (\text{CdO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ /керамзит с высокой активностью. Изучены кинетические закономерности

синтеза винилацетата на созданном катализаторе, рассчитан материальный баланс. Предложена усовершенствованная технологическая схема парофазного синтеза винилацетата.

Ключевые слова: ацетилен, уксусная кислота, винилацетат, катализатор, «Золь-гель» технология, материальный баланс, технологическая схема.

Simplified technology of vinylacetate production

Abstract. The paper presents the "Sol-gel" technology for creation of nanocatalysts, having high efficiency, activity and selectivity for the catalytic acetylation of acetylene. The textural characteristics of the catalyst $(\text{ZnO})_x \cdot (\text{CdO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ /keramzite with high activity were studied. Kinetic objective laws of synthesis of vinyl acetate on the created catalyst were investigated, material balance calculated. In addition, advanced technologic scheme of vapor phase synthesis of vinyl acetate was offered.

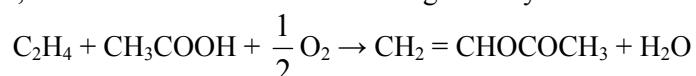
Keywords: acetylene, acetic acid, vinyl acetate, catalyst, "Sol-gel" technology, material balance, scheme.

Kirish

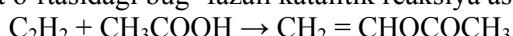
Dunyo bo'yicha vinilatsetatga nisbatan yillik ehtiyoj 5 mln. tonnani, Respublikamizning vinilatsetatga bo'lgan yillik ehtiyoji 30 ming tonnani tashkil etadi. Hozirgi vaqtda vinilatsetat atsetilenden Sharqiy va G'arbiy Evropada va Osiyo mamlakatlari olinmoqda.

Qator rivojlangan davlatlarda vinilatsetat ishlab chiqarish ikki usulda amalga oshiriladi[1-3]:

- 1) Etilenning oksidlanishli eterifikatsiyalani (Moiseev reaksiyasi). Jarayon katalizator ishtirokida etilen, sirka kislota va kislorod o'rtaqidagi reaksiya asosida boradi:



- 2) Atsetilen va sirka kislot o'rtaqidagi bug' fazali katalitik reaksiya asosida:



Birinchi usul etilenning tannarxi atsetilenga nisbatan arzon bo'lganligi uchun keng tarqalgan. Hozirgi vaqtda yangi ishlab chiqarish jarayonlarining qo'shimcha mahsuloti sifatida arzon atsetilen manbalari topilmoqda. Shuning uchun atsetilenden vinilatsetat ishlab chiqarish istiqbolli bo'lib qolmoqda.

Qayd etilganlardan kelib chiqqan holda vinilatsetat ishlab chiqarishning yangi, tejamkor, chiqindisiz usullari va texnologiyalarini hamda yuqori selektivlik, faollik va unumdonorlikka ega bo'lgan samarali katalizatorlarni yaratish, jarayonning texnologik hamda ishchi parametrlarini modellashtirish va dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi.

Tajriba qismi

Atsetilenni katalitik atsetillash reaksiyasi oqimli reaktorda quyidagi maqbul sharoitda o'tkazildi: $T=180^{\circ}\text{C}$, $\text{C}_2\text{H}_2:\text{CH}_3\text{COOH}=4:1$, $V_{\text{C}_2\text{H}_2}=280$ soat $^{-1}$ [4-6].

Reaksiya mahsulotlari alanga ionizatsion detektorli gaz – suyuqlik xromato-grafiya usulida quyidagi maqbul sharoitda tahlil qilindi: harakatsiz suyuq faza zarrachalarining o'lchami 0,250-0,315 nm bo'lgan Svetoxrom - 545 dagi 15% li lestosil, o'lchami $2 \times 0,004$ m bo'lgan shisha kolonka, kolonka harorati 100°C , tashuvchi gaz-azot oqimining sarfi 30 ml / min. Sifat taxlili «guvohlar» va ushlanish kattaliklarini taqqoslash asosida, miqdoriy tahlil va ichki normallashtirish usulida amalga oshirildi.

Namunalarning tekstur xarakteristikalari to'g'risidagi ma'lumotlar ASAP 2010 M priborida suyuq azotning $77,35\text{ K}$ da quyi haroratli adsorbsiyasi usulida olindi. Namunalar tahlil qilinishidan oldin 4 soat davomida 120°C da quritildi va 6 soat davomida 550°C da kuydirildi.

Solishtirma sirt yuzasi BET usulida aniqlandi. G'ovaklarning umumiy hajmi maksimal to'yinganda adsorbilangan azotning miqdori bo'yicha hisoblandi. G'ovaklarning o'lchami bo'yicha taqsimlanishi BJH (Barret-Joyner-Xalendr) usuli bo'yicha aniqlandi.

Tajriba natijalari va ularning muhokamasi

Atsetilen va sirka kislotadan vinilatsetat olish uchun rux atsetat, kadmiy atsetat va sirkoniylarining eritmalarini o‘lchami 200-500 mkm bo‘lgan mikrosferik nanog‘ovakli keramzitga yuttirdik. Katalizatorning g‘ovaklarining umumiy hajmi 0,3-0,41 sm³/g, solishtirma sirt yuzasi 50-170 m²/g.

Katalizatorni tutuvchi modda sifatida keramzit ishlataldi, uning sirt yuzasi 690-720 m²/g, g‘ovaklarining umumiy hajmi-0,87-0,92 sm³/g, mikrog‘ovaklarining hajmi-0,24-0,25 sm³/g. Granulalar diametri 200-500 mkm. Atsetilenni atsetillash reaksiyasi 170-220°Cda, atsetilennenning hajmiy sarfi 0,54-0,84 l/sm³(kat)·soat, sirka kislotaning massaviy sarfi 0,3-0,5 g/sm³(kat)·soat sharoitda o‘tkazildi.

Katalizator quyidagi sharoitda tayyorlandi: mikrosferik nanog‘ovakli tutuvchi modda (keramzit)ga 60°C da sirkulyasion yuttirish usulida rux atsetat va kadmiy atsetatlarning 5-25% li va sirkonil nitratning 1-3% li eritmali yuttirildi. Tuzlarni yuttirish vaqt 60-90 minut oralig‘ida o‘zgartirildi. Yuttirish tutuvchi modda (keramzit):eritmaning 1:3-1:8,5 nisbatda olib borildi. Yuttirish jarayoni tugagandan so‘ng katalizator xona haroratida 24 soat, so‘ngra quritish shkafida 100-130°C da (haroratni har 1 soatda 10°C ga ko‘targan holda) quritildi. Katalizatorda rux atsetatning miqdori 11-30% ni tashkil etdi.

Hajmi 9 sm³ bo‘lgan katalizator oqimli kvars reaktorga tushirildi va sistema 10 minut davomida 15 l/soat tezlikda azot oqimida yuvildi. Vinilatsetat sintezi 180°C da odatdagি atmosfera bosimida o‘tkazildi. Yuqorida sharoitda katalizatorning ishlash muddati 2000 soatni tashkil etdi.

Atsetilenni bug‘ fazasida katalitik atsetillash reaksiyasida birinchi marta «Zol-gel» usulida tayyorlangan d-elementlarning tuzlaridan tayyorlangan katalizatorlarning katalitik faolligi o‘rganildi (1-jadval). 1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, tarkibida rux, kadmiy, sirkoniylar oksidlari saqlagan katalizator (№4) yuqori selektivlik va unumdonorlikka ega.

1-jadval

Atsetilenni katalitik atsetillash reaksiyasida katalizator faolligiga boshlang‘ich moddalarning ta’siri
(T=180°C, C₂H₂:CH₃COOH =4:1, V_{C₂H₂}=280 soat⁻¹, promotor: 1.8 % K₂Cr₂O₇)

№	Katalizator tarkibi	CH ₃ COOH ning konversiyasi, %		Selektivlik S %
		Umumiy	Vinilatsetatga	
1	ZnO/keramzit	60,0	43,0	71,1
2	ZnO:CdO/keramzit	80,6	73,5	91,2
3	ZnO:ZrO ₂ /keramzit	51,4	38,2	74,3
4	ZnO:CdO:ZrO ₂ /keramzit	85,4	79,8	93,4
5	ZnO:Cr ₂ O ₃ /keramzit	46,2	30,6	66,2
6	Cr ₂ O ₃ :CdO:ZrO ₂ /keramzit	67,8	49,2	72,5
7	ZnO:Cr ₂ O ₃ :ZrO ₂ /keramzit	72,1	51,9	72,0
8	ZnO:Fe ₂ O ₃ :Cr ₂ O ₃ :/keramzit	70,9	48,0	67,7

1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, №4 katalizator ishtiroyida reaksiyaning tanlangan maqbul sharoitida sirka kislotaning umumiy konversiyasi 85.4% ni, vinilatsetatga nisbatan konversiyasi 79.8 % ni tashkil etdi. Shundan so‘ng №4 katalizator faol komponentlarining massa nisbatlarining ta’sirini o‘rgandik. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Atsetilenni katalitik atsetillash reaksiyasida katalizator faolligiga katalizator faol komponentlari massa nisbatlarining ta’siri

№	Katalizator tarkibi				Katalizator unumdonorligi, g/l kat·soat
	Zn(CH ₃ COO) ₂ : Cd(CH ₃ COO) ₂	Zn(CH ₃ COO) ₂ , massa, %	Cd(CH ₃ COO) ₂ , massa, %	ZrO(NO ₃) ₂ massa, %	
1	9:1	25,6	2,8	-	205
2	9:1	23,7	2,6	1,0	328
3	9:1	21,8	2,4	2,0	316

4	3:1	20,0	6,7	-	230
5	3:1	18,6	6,6	1,0	363
6	3:1	17,5	5,8	2,0	347
7	1:1	15,0	15,0	-	315
8	1:1	13,5	13,5	0:1	440
9	1:1	11,5	11,5	1,0	450
10	1:1	11,0	11,0	2,0	430
11	1:1	10,0	10,0	5,0	418

2-jadvaldan ko'riniib turibdiki, katalizator faol komponentlari massa nisbatlari $Zn(CH_3COO)_2:Cd(CH_3COO)_2:ZrO(NO_3)_2=11.5:11.5:1.0$ (massa foizlarda) bo'lganda katalizatorning unumdoorligi eng yuqori qiymatga ega bo'ladi.

1-jadvalda keltirilgan №4 katalizator ishtirokida vinilatsetat unumiga, jarayonning selektivligiga hamda boshlang'ich moddalar konversiyasiga turli omil (harorat, hajmiy tezlik, $C_2H_2:CH_3COOH$ mol nisbatlari, katalizatorni tayyorlash uslubi kabi) larning ta'siri o'rganildi.

Vinilatsetatning hosil bo'lish unumiga hamda jarayonning selektivligiga $C_2H_2:CH_3COOH$ nisbatlarining ta'siri o'rganilganda eng maqbul sharoit $C_2H_2:CH_3COOH$ nisbati 4:1 ekanligi aniqlandi. Sirka kislotani vinillash reaksiyasi unumiga haroratning ta'siri $150-240^0C$ oralig'ida o'rganilganda, vinilatsetatning unumi 185^0C gacha ortishi va harorat 185^0C dan oshganda vinilatsetatning parchalanishi va qo'shimcha moddalar hosil bo'lishi tufayli reaksiya unumi kamayishi kuzatildi.

Olingan eksperimental ma'lumotlarni interpretatsiya qilish uchun parametrlar o'zgarishlarini (reaksiya tezligi, reaksiyaning tezlik konstantasi, adsorbsion koeffi-sient va parsial bosim) keng intervalda qanoatlantiradigan kinetik tenglamalar topish zarur. Bu tenglamalarning kinetik parametrlari aniqlagandan so'ng, ulardan qaysi biri eksperimental ma'lumotlarni qanoatlantirishi haqida o'yash mumkin.

Ilmiy adabiyotlardan ma'lumki, atsetilenni katalitik atsetillash reaksiyaning kinetikasi quyidagi sharoitlarda va 3 turdag'i katalizatorlarda batafsil o'rganilgan. Yuqoridagilarni inobatga olib atsetilenni atsetillash reaksiyasi uchun quyidagi kinetik tenglamalar tanlandi va mos parametrlar hisoblandi.:

1. $Zn(OAc)_2/C$; ($t=180-220^0C$); $W=K P_{C_2H_2} / (1+b P_{CH_3COOH})$
2. $ZnO/\gamma Al_2O_3$; ($t=230-270^0C$); $W=K P_{C_2H_2} \cdot P_{CH_3COOH}$
3. $Cd(OAc)_2/\gamma Al_2O_3$; ($t=170-230^0C$); $W=K P_{C_2H_2} \cdot P_{CH_3COOH} / (1+b P_{CH_3COOH})$

Reaksiyani qaysi kinetik tenglama to'la qanoatlantirishini aniqlash uchun yuqorida berilgan tenglamalarning adekvatligi tekshirildi. Berilgan tenglama va tajriba natijalaridan kelib chiqqan holda, kinetik tenglama parametrlari tajribaviy qiymatlar kvadratlari yig'indisining chetlanishi nazariy hisoblangan qiymatdan minimal darajada farq qilishi orqali aniqlandi. Kinetik tenglamaning adekvatlik mezoni sifatida quyidagi sharhning bajarilishi olindi:

$$\sum_{i=1}^n (W_{\text{амалий}} - W_{\text{назарий}})^2 \Rightarrow \min .$$

Tenglamalarning adekvatligini tekshirish tajribada olingan va nazariy hisoblash natijalari orasidagi farqning o'rtacha kvadratik chetlanishi qiymati (S) asosida amalga oshirildi. Aniqlangan kinetik konstantalar va adsorbsiya koeffitsientlari turli kinetik tenglamalar yordamida atsetilenden vinilatsetat sintezi reaksiyasining tezligini aniqlashda qo'llanildi. Atsetilenni atsetillash reaksiyasining tezligiga boshlang'ich moddalar parsial bosimlarining, hajmiy tezlik va haroratning ta'sirini o'rganish hamda xromatografik tahlil natijalariga ko'ra atsetilenni atsetillash reaksiyasi quyidagi tenglamani qanoatlantiradi:

$$W=K P_{C_2H_2} \cdot P_{CH_3COOH} / (1+b P_{CH_3COOH})$$

Atsetilenni katalitik atsetillash reaksiyasi ekzotermik jarayon bo'lib, $\Delta H_{298}^0 = -98$ kJ/mol.

Reaksiya qaytar. Atsetilenden vinilatsetat sintezi jarayonining $ZnO:CdO:ZrO_2$ /keramzit katalizatori ishtirokida faollanish energiyasi $E_a = 29.2$ kJ/mol ga tengligi aniqlandi.

Reaksiyaning muvozanat konstantasi bilan harorat quyidagi bog'lanishga ega:

$$\lg K_p = 4400/T - 7,22 \cdot \lg T + 2,47 \cdot 10^{-3} \cdot T + 11,3$$

bu erda T-harorat, K.

3-jadval

Vinilatsetat unumi va muvozanat konstantasi

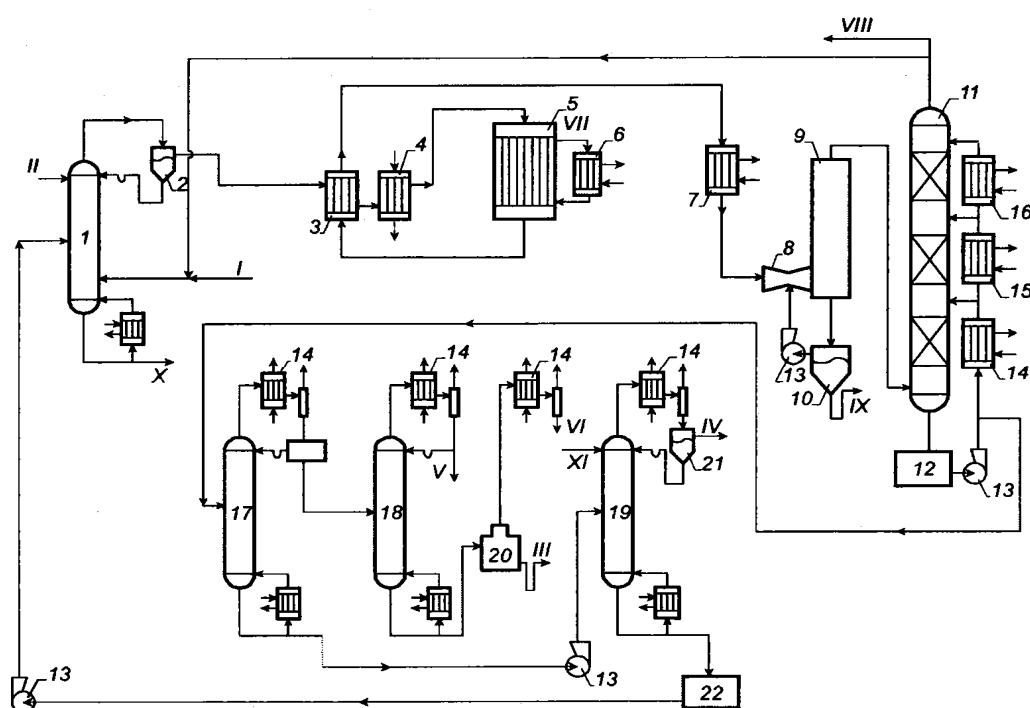
T, °C	T, K	$\lg K_p$	K_p	X, %
150	423	3,783	6064,57	99,9
200	473	2,458	287	98,7

Atsetilenni katalitik atsetillab, vinilatsetat sintezi jarayonining mukammallashtirilgan texnologiyasini yaratish maqsadida reaksiya tezligiga turli omillarning ta'siri o'rganildi. O'rganilgan haroratlar va reagentlar konsentratsiyalarining keng o'zgarish oralig'ida vinilatsetatning hosil bo'lish unumi atsetilen konsentratsiyasi ko'payishi bilan ortishi, sirka kislota parsial bosimi ortishi bilan esa kamayishi isbotlandi. Reaksiyon aralashmaga vinilatsetatning kiritilishi uning hosil bo'lish tezligiga ta'sir ko'rsatmaydi. Suvning kiritilishi esa 210°C dan yuqori haroratda vinilatsetatning gidrolizini kuchaytiradi, katalizatorning faolligiga esa ta'sir ko'rsatmaydi. Atsetilen : suv mol nisbati 10:1 ga va sintez harorati 200°C gacha oshirilganda va kontakt vaqt 4 sekund bo'lganda sirka kislotaning konversiyasi amalda 100% ga etadi. Atsetilen: suv mol nisbatini 10:1 mol nisbatda, haroratni 200°C da ushlab turgan holda kontakt vaqtini 4 sekunddan 2 sekundga kamaytirilganda vinilatsetatning hosil bo'lish unumi 95-96% ga etadi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida bug' faza vinilatsetat sintezining takomillashtirilgan texnologik sxemasi taklif etildi. Yangi tayyorlangan sirka kislota ajratish sexidan tushayotgan regeneratsiya qilingan kislota bilan aralashib, isitilan suv bug'lari bilan naysimon bug'latgich (1) ga yuboriladi. U yerga tozalangan atsetilen ham kelib tushadi. Sirka kislotaning bug'lanishi 70-80°C da atmosfera bosimiga yaqin ($P = 0,13-10,4 \text{ MPa}$) bosimda atsetilen oqimida o'tkaziladi. Bundan keyin bug'-gazli aralashma tomchilarini ajratish uchun separator (2) ga kiritiladi. Keyin reaktor (5) dan chiqayotgan boshlang'ich bug'-gazli aralashma gaz-gaz issiqlikni almashtirib beruvchi qurilma (3) da qizdiriladi. Keyin boshlang'ich bug'-gazli aralashma isitgich (4) da suv bug'lari (0,9MPa) yoki boshqa issiqlik tashuvchilar, masalan, difenilli aralashma yordamida 220-230°C gacha qizdiriladi. Katalizatorning haydalishini kamaytirish uchun bug'-gazli aralashma reaktorning yuqorisidan yuboriladi. Reaktor naysimon qurilma bo'lib, ushbu nay katalizator bilan to'ldiriladi, naylararo bo'shliqlarga issiqlik tashuvchi joylashtiriladi (reaksiya issiqligini yo'qotish uchun). Bitta agregatning vinilatsetatga nisbatan quvvati yiliga 22 ming tonnani tashkil etadi. Issiqlikni qaytarish uchun naylararo bo'shliqda bug' olish bilan suvli kondensatni bug'latish usulini qo'llab ham amalga oshirish mumkin. Zaruriy holda issiqlikni yo'qotishda suyuq difenilli aralashmani bug'latish bilan ham amalga oshirish mumkin. Difenilli aralashma issiqlikni almashtirgich (6) da suvli kondensatni bug'latish hisobiga sovutadi.

Reaktor gazi reaktor (5) ning pastki qismidan chiqib issiqlik almashtirgich orqali suvli sovutgich (7) ga va keyin tozalashga yuboriladi. Katalizator changlarini ushlab turish kengaytirgich (9) bilan Ventur truba (8) da va separator (10) da amalga oshiriladi. Qurilma (8-10) larda aylanuvchi etilmagan vinilatsetat yordamida katalizator changlarining koagulyasiyasi amalga oshadi va ular bug'-gazli aralashmadan separator (10) da ajratiladi. Katalizator changlari qoldiqlari separator (10) ning pastki qismidan chiqarib olinadi va regeneratsiya qilish uchun yo'naltiriladi. Kondensat separator (10) dan nasos yordamidan qaytadan Ventur nayi (8) ga yuboriladi.

Bug'-gazli aralashma sovutilgan vinilatsetat bilan ho'llanib Skrubber (11) ning pastki qismiga kelib tushadi. Skrubberning yuqori qismidan kondensirlanadigan bug'-gazli aralashma komponentlari chiqadi, vinilatsetat kondensati (12) ga yig'ib olinadi. Etilmagan vinilatsetatning bir qismi nasos (13) bilan sovutgich (14) ga yuboriladi va u erda suv bilan 30-35°C gacha sovutiladi. Sovutilgan vinilatsetat ikki qismga bo'linadi: bir qismi skrubberni ho'llash uchun yuboriladi, ikkinchi qismi sovutgich (15) ga yuboriladi va u erda tuzli eritma yordamida 7°C gacha sovutiladi. Sovutilgan vinilatsetat ham ikki qismga bo'linadi: bir qismi ho'llash uchun skrubberga yuboriladi, ikkinchi qismi sovutgich (16) da tuzli eritma bilan -6°C gacha sovutiladi va skrubberni ho'llash uchun uning yuqori qismidan yuboriladi. Skrubber (11) dan chiqayotgan tarkibida kam miqdorda kondensirlanmagan organik mahsulotlar saqlovchi atsetilen (1-4) qurilmalar orqali reaktor (5) ga qayta yuboriladi.



1-kolonna-bug'latgich; 2,10,21-separatorlar; 3,6-issiqlik almashtirgichlar; 4-isitgich (qizitgich); 5-reaktor; 7,14-suvli sovutgichlar; 8-Ventur nayi; 9-ken-gaytirgichlar; 11-skrubber; 12,22-yig'gichlar; 13-nasoslar; 15,16-tuzli sovutgichlar; 17,18,19-rektifikatsion kolonnalar; 20-distillyasion kub; I –toza atsetilen; II –toza sirkə kislota; III –polimerlar va ingibitorlar; IV –kroton fraksiyasi; V –engil fraksiya; VI –vinilatsetat; VII –bifenilli aralashma (issiqlik uzatuvchi); VIII –tozalashga atsetilen; IX –koagullanadigan katalizator changlari; X –qiyin qaynovchi fraksiya (etilidendifiatsetat, polimerlar, ingibitorlar); XI –suv.

1-rasm. Bug' fazada atsetilen va sirkə kislotadan vinilatsetat olishning texnologik sxemasi

Etilmagan vinilatsetat (12) sig'imdan oson uchuvchan komponentlardan ajratish uchun rektifikatsion kolonna (17) ga yuboriladi. Kolonna flegmalar soni $R=2-3$ bo'lganda ishlaydi. (17) kolonna distillyati oraliq sig'im (18) orqali oson uchuvchan komponentlar (atsetaldegid, atseton, metilatsetat, vinilatsetatning suv bilan geteroazeotropi) dan ajratish uchun rektifikatsion kolonna (19) ga yuboriladi. Bu kolonna flegma soni $R = 50$ bo'lganda ishlaydi. Vinilatsetatni polimerlardan va ingibitoridan ajratish uchun distillyasion kub (20) dan foydalanish ham mumkin. Rangli mahsulotlar (17) kolonnadan kroton fraksiyani sirkə kislotadan ajratish uchun rektifikatsion kolonna (21) ga yuboriladi. Flegma soni $R = 100$ bo'lganda distillyyat $\approx 80\%$ sirkə kislota, $\approx 20\%$ kroton aldegid saqllovchi fraksiyalarga haydaladi. Rektifikatsion kolonna (22) da sirkə kislota etilidendifiatsetat, polimerlar va ingibitorlardan ajratiladi. (23) va (1-4) qurilmalar orqali sirkə kislota qo'shimcha ravishda toza sirkə kislota bilan aralashtirilib reaktor (5) ga yuboriladi. Ushbu texnologiya 99,9% dan kam bo'lмаган tozalikdagи vinilatsetat olinishini ta'minlaydi.

Vinilatsetatni reaksiyaga kirishmagan sirkə kislotadan va qo'shimcha mahsulotlardan tozalashning 2 yo'li bor:

- 1) Bosqichli kondensatsiyalash, avvaliga suvli kondensatorda so'ngra tuzli eritmada (-15 dan -20°C gacha).
- 2) Absorbsiya (sirkə kislota uchun adsorbent sifatida reaktoring bug' gaz aralashmali kondensatini ishlatish mumkin, yoki tashqi adsorbent sifatida ksilol ishlatiladi).

Iqtisodiy jihatdan 2-variant qulay. Bu holda adsorbentni sovutishda issiqlik uzatish koeffitsienti katta (bosqichli kondensatsiyaga ko'ra). Adsorbentni sovutish zarur, chunki adsorbsiya vaqtida issiqlik ajralib chiqadi, bu esa adsorbsiyani qiyinlashtirib, desorbsiyani kuchaytiradi. Adsorbent sifatida kondensatni ishlatish maqsadga muvofiq chunki bunda vinilatsetat qo'shimcha mahsulotlar bilan

ifloslanmaydi va sirka kislota suyultirilmaydi (kuchli suyultirilganda vinilatsetatni ajratish qiyinlashadi).

Vinilatsetat sintezi reaktorini modellashtirish. Ko'pgina jarayonlar texnologiyasi katalizatorlarning faolligi bilan to'liq bog'liq. Katalizatorlarning faolligi va selektivligi katalitik reaksiyaning tezligini va kechish sifatini ta'minlab beradi. Atsetilen va sirka kislotadan vinilatsetatning sintezi qo'zg'almas qatlamlari katalizator ishtirokida ideal chiqaruvchi naysimon reaktorda olib borildi. Katalizatorning dezaktivlanishini inobatga olib, atsetilen va sirka kislotadan vinilatsetat sintezi uchun ideal siqib chiqaruvchi reaktorning matematik modelini quyidagi ko'rinishda tasvirlash mumkin:

$$\frac{\partial x}{\partial l} = \frac{\Theta(v+1)}{v_{x_{\text{хажмий}}}} r(m, V_{x_{\text{хажмий}}}, T, x);$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} = \Theta k_p(T)$$

YAqinlashish sharoitida:

$$x(0, t) = 0; \quad t \in [0, t_k]; \quad \Theta(\ell, 0) = \Theta_0; \quad \ell \in [0, \ell_p]$$

bunda V -atsetilen va sirka kislota hajmiy nisbatlari; $v_{x_{\text{хажмий}}}$ -xom-ashyo sarfining hajmiy tezligi; t -katalizatorning ta'sir vaqtisi; Θ -katalitik faollik o'zgarishini ifodalovchi kattalik; T -harorat ($T \leq 180^0C$); ℓ_p -reaktor uzunligi; t_k -katalizatorning ishlash vaqtisi.

Hisoblash natijasida vinilatsetat ishlab chiqarishda naysimon reaktori ishlashining asosiy parametrleri aniqlandi (4-jadval).

4-jadval

Vinilatsetat ishlab chiqarishda naysimon reaktor ishlashining asosiy parametrleri

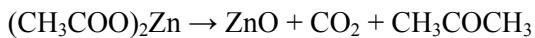
T, 0C	P, MPa	$U_{g \cdot p \cdot mg}$, m/s	Issiqlik tashuvchi	G, ming tonna/yil	D, m	h,m	N, min dona
170-200	0,1	0,60	Qaynoq suv	50	2,5	6,5	4,7

Vinilatsetat ishlab chiqarishning material balansi. Atsetilen va sirka kislotadan vinilatsetat sintezi quyidagi reaksiya asosida boradi:

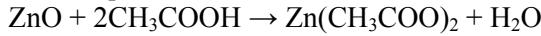


Katalizator sifatida turli tutuvchilar (faollashtirilgan ko'mir, silikagel, alyuminiy oksid, pemza va boshqalarga)ga shimdirilgan rux atsetat, kadmiy atsetat, yoki ularning aralashmasi ishlatiladi. Ishlatilayotgan katalizator $180-270^0C$ da qoniqarli unumdorlikka ega bo'ladi.

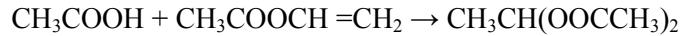
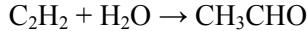
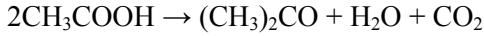
Tutuvchi moddadan rux atsetatning chiqib ketishi va rux atsetatning quyidagi reaksiya natijasida parchalanishi oqibatida katalizator faolsizlanadi:



Hosil bo'lgan rux oksidi asosiy reaksiyada faol emas. Biroq reaksiya sharoitida sirka kislota bilan reaksiyaga kirishib, rux atsetat hosil qiladi:

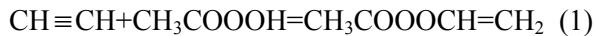


Vinilatsetat sintezi jarayonida asosiy reaksiyadan tashqari quyidagi qo'shimcha reaksiyalar ham boradi:



Qo'shimcha reaksiyalar bormasligi uchun reaksiya mo'l miqdordagi atsetilen ishtirokida olib boriladi.

Atsetilen va sirka kislotadan vinilatsetat olish jarayonini quyidagi umumiyl tenglama bilan ifodalash mumkin:



Reaksiya 180^0C va normal atmosfera bosimida o'tadi.

5-jadval

Vinilatsetat ishlab chiqarishning material balansi

$$\text{C}_2\text{H}_2 \div \text{CH}_3\text{COOH} = 4:1; \quad V_{\text{C}_2\text{H}_2} = 280 \text{ coam}^{-1};$$

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 85,4\%; \quad K_{\text{CH}_3\text{COOH}} \rightarrow BA(79,8); \text{ kat :} (\text{ZnO})_x \cdot (\text{CdO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$$

Komponentlar	Reaktorgacha		Reaktordan so'ng	
	kg/soat	kmol/soat	kg/soat	kmol/soat
Texnik atsetilen, shundan	338,542			
Sof atsetilen	325	12,5	241,54	9,29
Qo'shimchalar	13,542		13,542	
Muzli sirka kislota (96%) shundan	195,3125			
Sof sirka kislota	187,5	3,125	27,375	0,456
H ₂ O	7,8125	0,434	-	-
Vinilatsetat	-	-	183,15	2,13
Atseton	-	-	13,867	0,239
Atsetaldegid	-	-	20,311	0,462
Kroton aldegid	-	-	10,963	0,157
Etilidendifiatsetat	-	-	14,6	0,1
CO ₂	-	-	8,5	0,193
Jami	533,850	16,06	533,848	13,03

Xulosa

- “Zol-gel” texnologiyasi asosida atsetilenni katalitik atsetillash reaksiyasi uchun yuqori katalitik faollikka ega bo‘lgan $(\text{ZnO})_x \cdot (\text{CdO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ /keramzit tarkibli katalizator yaratildi.
- Atsetilenni katalitik atsetillash reaksiyasida maqsadli mahsulot unumiga turli omil (harorat, hajmiy tezlik, $\text{C}_2\text{H}_2:\text{CH}_3\text{COOH}$ mol nisbatlari, katalizatorni tayyorlash uslubi kabi) larning ta’siri o‘rganildi.
- Olingan natijalar asosida kinetik model tuzilib, ana shu kinetik model asosida vinilatsetat sintezi jarayoni maqbullashtirildi.
- Tanlangan yuqori katalitik faollikka ega bo‘lgan $(\text{ZnO})_x \cdot (\text{CdO})_y \cdot (\text{ZrO}_2)_z$ /keramzit tarkibli katalizatorning tekstur xarakteristikalari va vinilatsetat sintezi jarayonining kinetik qonuniyatları o‘rganildi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida bug‘ faza vinilatsetat sintezining takomillashtirilgan texnologik sxemasi taklif etildi.

Adabiyotlar

- Темкин О.Н., Абанто- Чавез Х.Й., Хоанг Ким Бонг // Кинетика и катализ. 2000. Т. 41. № 3. С. 136-138.
- Роменский А.В., Мостовая Е.Н.. Хім. пром-ть України. 2005. № 3. С. 50-52.
- Yu Zhengxi, Xu Jianben, Zheng Qi, Lin Xingyi, Zhang Yingying // Petrochem. Technol.. 2006. 35. № 12. Р. 1140-1144.
- Файзуллаев Н.И., Туробжонов С.М., Мирзахмедов Б.Х. Буғ фазада винилацетатнинг катализитик синтези // ТошДТУ хабарлари.-2014.-N 2.-167-175 бетлар.
- Файзуллаев Н.И., Мурадов К.М. Исследование реакции каталитического парофазного синтеза винилацетата на нанесенном катализаторе// Химическая промышленность.-2004.-Т. 81.-N3.-С.136-138.
- Файзуллаев Н.И. Ацетиленни буғ фазада катализитик ацетиллаш//ДАН РУз. - 2002. - N 5. -С. 47-50.

УДК: 628.3

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ БИОСОРБЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

С.Д. Аронбаев, А.М. Насимов, Д.М. Аронбаев

Самаркандский государственный университет

E-mail: diron51@mail.ru

Аннотация. Обобщается опыт разработки и применения биосорбентов на основе микроорганизмов различных таксономических групп и отходов фармацевтического, пищевого и сельскохозяйственных производств для извлечения тяжелых металлов, радионуклидов, органических веществ из сточных и поверхностных вод. Намечены тенденции развития биосорбционных технологий.

Ключевые слова: биосорбция, экотоксиканты, тяжелые металлы, радионуклиды, органические поллютанты, извлечение микроорганизмами.

Trends of development and application of biosorption technologies in the solution of environmental problems

Abstract. The experience of development and application of biosorbents on the basis of microorganisms of various taxonomic groups and wastes of pharmaceutical, food and agricultural industries for extraction of heavy metals, radionuclides, organic substances from sewage and surface water is generalized. The trends of development of biosorption technologies are outlined.

Keywords: biosorption, ecotoxicants, heavy metals, radionuclides, organic pollutants, extraction by microorganisms

Atrof-muhit muammolarini hal qilishda biosorbsion texnologiyalarini rivojlantirish va ularni qo'llash talablari

Annotatsiya. Turli taksonomik guruhlar va og'ir metallar, radionuklidlar, organik moddalarni kanalizatsiya va yer usti suvlaridan chiqarish uchun farmatsevtika, oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi sanoatining chiqindilari asosida biosorbentlarni ishlab chiqish va qo'llash tajribasi umumlashtirildi. Biosorpatsiya texnologiyalarini rivojlantirish tendentsiyalari belgilandi.

Kalit so'zlar: biosorpsiya, ekotoksikanlar, og'ir metallar, radionuklidlar, organik ifloslantiruvchi moddalar, mikroorganizmlar tomonidan ekstraktsiya qilish.

Введение

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, радионуклидами, органическими поллютантами является острой проблемой для биосфера. К настоящему времени накоплен значительный материал о потенциале биотехнологических методов очистки растворов, содержащих уран, стронций, цезий и йод. Такие методы считаются наиболее экономически выгодными и экологически безопасными, способные отвечать требованиям «зеленой химии» [1]. Поэтому микробная трансформация тяжелых металлов и радионуклидов является предметом повышенного внимания многих научных коллективов.

Установлено, что микроорганизмы различных таксономических групп способны накапливать тяжелые металлы, радионуклиды и прочие экотоксиканты из объектов окружающей среды [2-4]. Так, еще В. И. Вернадский в 1965 году отмечал поразительную способность живых организмов концентрировать отдельные элементы из окружающей среды, которую он называл концентрационной функцией. Фактор концентрирования экотоксикантов по отношению к среде, из которой они извлекались, может составлять многие сотни и тысячи раз. Такие способности микроорганизмов не остались незамеченным микробиологами, химиками, биотехнологами, экологами. Однако систематизированные исследования по изучению сорбционных свойств микроорганизмов начались сравнительно недавно, и в основном относились к изучению резистентности микроорганизмов к тяжелым металлам и токсинам органических соединений, генно-инженерным решениям по модификации

микроорганизмов, толерантных к загрязнениям их среды обитания, понятию механизмов взаимодействия тяжелых металлов с клеточными структурами микроорганизмов.

В 1951 году Ульрихом и Смитом (Ullrich A.H & Smith M. W.) были сделаны самые ранние работы по применению микроорганизмов в качестве сорбентов тяжелых металлов из сточных и природных вод. Первый патент по техническому решению биологической очистки сточных вод был зарегистрирован Ames Crosta Mills & Company Ltd. в 1973 году. С него и началось коммерческое освоение биотехнологической ремедиации сточных промышленных вод.

Целью настоящей работы является обобщение результатов по коммерческому использованию биосорбционных технологий в ремедиации сточных промышленных и поверхностных вод и определение тенденций в развитии этих технологий.

Современные биотехнологии ориентированы на уменьшение, уничтожение или безопасное хранение отходов. В основе этих технологий лежит широко известная способность микроорганизмов и, в меньшей степени, растений, трансформировать и разлагать практически все химические соединения. Эти процессы многообразны и зависят от физико-химических условий среды, природы загрязнителя, состава микробных сообществ и биоценозов.

Биологическая очистка основана на процессах, происходящих в природе, технологически может быть существенно ускорена внесением специализированных микроорганизмов, добавлением питательных веществ для их развития или соединений, снижающих токсичность металлов и т.д.

Взаимодействие микроорганизмов и металлов представляет собой сложный комплекс различных по природе процессов и включает [4,5]:

- 1) адсорбцию металлов на клеточной поверхности;
- 2) комплексообразование с компонентами клеточных оболочек;
- 3) внутриклеточную аккумуляцию металлов;
- 4) окисление или восстановление металлов;
- 5) трансформацию, в частности, путем метилирования;
- 6) образование комплексов с неорганическими лигандами и осаждение комплексов;
- 7) связывание металлов с экзополимерами.

В биосорбционных технологиях может применяться биомасса, содержащая живые, мертвые или активно метаболизирующие микроорганизмы. Экотоксиканты могут быть эффективно удалены из внешней среды в обоих случаях. Разница в механизмах биоконцентрирования заключается в том, что при использовании живых микроорганизмов может осуществляться активная и пассивная сорбция, т. е. аккумуляция и биосорбция. Аккумуляция более сложный механизм, так как в этом случае задействованы метаболические процессы, поддерживающие жизнеобеспечение микроорганизма.

Биосорбция, довольно сложный механизм, обусловленный наличием во внешней оболочке микроорганизма специфических функциональных групп [6]. Во втором случае — для мертвых микроорганизмов — осуществляется только биосорбция. Использование живых микроорганизмов более трудоемкий процесс, так как должно предусматривать систему их жизнеобеспечения и размножения. Десорбция тяжелых и драгоценных металлов из живых микроорганизмов также имеет ряд ограничений, так в этом случае трудно сохранить условия их жизнеобеспечения. Поэтому применение неживых микроорганизмов в технологических процессах более рентабельно и менее затратно.

При выборе биомассы главенствующим фактором должны быть их доступность и дешевизна. Исходная биомасса может быть получена из промышленных отходов, например, биотехнологических производств, из природной среды, или легко выращенная в определенных условиях [3,7].

Морские водоросли как биосорбент.

Использование биомассы водорослей в качестве биосорбента очень распространено в научной и промышленной деятельности [3,8]. Доводом в пользу водорослей служит их неприхотливость в питании и размножении. Большие количества биоматериала водорослей

позволяет их широко использовать в технологических процессах для регионов их произрастания, в первую очередь стран морских и океанических побережий.

Исследователи отмечают, что из трех групп морских водорослей бурые обладают лучшей сорбционной способности по сравнению с красными и зелеными.

Бактерии как биосорбент

Бактерии относятся к самой многочисленной и универсальной группе микроорганизмов.

Часто биосорбционные исследования по отношению ионов свинца и кадмия проводились с использованием несульфутирующих бактерий, роль которых в биоремедиации сточных вод известна давно. Широко применяется *Rhodobacter sphaeroides* и водородредуцирующие бактерии *Alcaligenes eutrophus H16* в биосорбционном концентрировании тяжелых металлов. Исследователями было выявлено, что Грам-отрицательные бактерии *Pantoea TEM 18* способны показать высокие значения биосорбции ионов меди в растворах, загрязненных нефтепродуктами [9].

Bacillus sp. демонстрирует наличие большого биосорбционного потенциала, позволяющего ее применение в коммерческой биотехнологии.

Не менее впечатляющие биосорбционные возможности проявляют бактерии *Corynebacterium glutamicum* и бактерии разновидностей *Pseudomonas* по отношению к ионам свинца и меди, драгоценным металлам (Pd, Pt, Au) [10] и радионуклидам (U, Th) [11,12].

Грибы как биосорбент

Благодаря огромному разнообразию и исключительной способности к выживанию в разных климатических условиях грибы распространены повсеместно. Они сохраняют жизнеспособность даже при низкой температуре. Их большая распространенность и разнообразие делает их удобными в использовании в качестве биоматериала для сорбентов тяжелых металлов и радионуклидов. К преимуществам использования грибной биомассы относится высокий процент биополимеров клеточной стенки, в большинстве случаев демонстрирующие превосходные биосорбционные характеристики. Кроме того, большое количество грибковой биомассы может быть получено из мицелия в фармацевтическом производстве антибиотиков или пищевой промышленности, например при производстве лимонной кислоты, ферментов, полисахаридов. При этом, как правило, решается сразу несколько проблем: утилизация отходов производства и создание эффективного биосорбента для удаления экотоксикантов из окружающей среды.

Отмечается, что как свежая, так и высушеннная грибная биомасса обладает именно биосорбционными свойствами, а не простым осаждением по отношению к ионам меди, свинца, цинка и кобальта.

Широко распространённые волокнистые грибы: *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., *Rhizopus* sp. и *Aspergillus niger* способны эффективно удалять ионы тяжелых металлов и радионуклиды. Отработанная грибковая биомасса, содержащая мертвые клетки *Aspergillus niger* показала хорошие сорбционные свойства по отношению к токсичным металлам, а также радионуклидам из ряда трансурановых элементов [13,14].

Грибы *Penicillium* также могут являться хорошими биосорбентами и эффективно удалять из растворов ионы таких металлов, как медь, золото, цинк, кадмий, марганец, уран.

P. chrysogenum способен извлекать золото из цианидных растворов. Разновидность грибов *Penicillium* хорошо извлекает только уран и свинец [15,16].

Грибы *Rhizopus* и *Penicillium* уже считаются хорошо изученными как потенциальная биомасса для удаления других тяжелых металлов из водных растворов. Наиболее высокие сорбционные характеристики были получены для живых микроорганизмов: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Saccharomyces*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Rhizopus*, которые имеют хорошие сорбционные способности к Th, U, Sr, Cs, La.

Дрожжи как биосорбент

Дрожжи — одноклеточные микроорганизмы, морфология которых близка к грибам. Присутствие тяжелых металлов отражается на метаболизме культуры дрожжей. Исследователи в течении прошлого десятилетия рассматривали пекарские или пивоваренные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* как потенциальный биосорбент тяжелых металлов и долгоживущих радионуклидов. Внимание к пивоваренным дрожжам, несмотря на их посредственный сорбционный потенциал по отношению к тяжелым металлам, обусловлено, в первую очередь, их широкой доступностью и уникальности природы живых и мертвых дрожжевых клеток [16], а также их мутантных типов [17], как культивируемых лабораторными методами, так и получаемых в результате отхода бродильных производств.

Биомасса дрожжей успешно использовалась как биосорбент для извлечения Ag, Au, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, U, Th, Zn из водных растворов. Дрожжи родов *Saccharomyces*, *Candida*, *Pichia* оказались довольно эффективными биосорбентами тяжелых металлов в широком диапазоне концентраций указанных металлов в монокомпонентных растворах. Многими исследованиями, особенно в последние годы, было показано, что именно применение *Saccharomyces cerevisiae* экономически целесообразно при создании на их основе биосорбентов [7,17].

Saccharomyces cerevisiae показали хорошую сорбционную способность по отношению к индивидуальным растворам радионуклидов.

Пищевые и сельскохозяйственные отходы как биосорбент

Отходы сельскохозяйственной продукции могут быть применены в качестве сорбентов различных экотоксикантов [18]. Торф, кора деревьев, древесные опилки, кожура бананов и цитрусовых, рисовая шелуха, хлопковые коробочки и др. могут быть использованы в качестве биосорбентов тяжелых металлов. Представляя собой практически не истощаемые и возобновляемые ресурсы, они могут успешно конкурировать в качестве дешевых материалов для биосорбентов тяжелых и токсичных металлов. При этом технология извлечения сорбированных драгоценных и редких металлов может быть осуществлена простым сжиганием недорогой биомассы.

Успешно извлекают ионы токсичных металлов Hg (II), Pb(II), Cd(II), Cu(II), Zn(II), Ni(II) из сточных вод с использованием биосорбента на основе выжимок при получении фруктовых соков. Обработанная слабым раствором фосфорной кислоты кожура показала большую сорбционную эффективность. При этом из различных влияющих факторов на кинетику и полноту адсорбции тяжелых металлов показал именно pH фактор.

Нашли применение в качестве сорбента потенциальну папайи, высушенной мякоти сахарной свеклы, шелухе риса, отрубям пшеницы, плодам финиковых и банановых пальм, биосорбентам из яичной скорлупы домашней птицы, биосорбентам из панциря морских крабов, мелкодисперсным опилкам виноградной лозы, включенных в ПВХ-матрицу, сырьем отрубям риса, отходам черного чая. Последний - эффективно используется для удаления Cr(VI). Внимание экологов к загрязнениям ионами Cr(VI) объясняется наивысшей токсичностью именно этой формы нахождения хрома в водной среде. Поэтому исследования по удалению хрома с использованием эффективных биосорбентов особенно актуальны.

Сравнение биосорбционной способности различных типов биомассы

Как отмечалось, бурые водоросли обладают лучшим биосорбционным потенциалом, по сравнению с зелеными и красными водорослями.

Велика роль сульфатредуцирующих бактерий *Thiobacillus ferrooxidans* в концентрировании ионов тяжелых металлов. Цианобактерии способны показать высокую сорбционную способность по отношению к Au(III), Pd, Pt, U, Th [11,12].

Мицелиальные грибы пенициллы — *Penicillium canescens*, *Penicillium purpurogenum*, *Penicillium chrysogenum* показывают превосходные биосорбционные свойства по отношению к Cd, Fe, Pb, Th, U [19,20], а модифицированные формы *Penicillium chrysogenum* к — Cd, Cu, Pb, Ni [21]. Аспергилиусы имеют лучшую сорбционную способность по отношению к Au, Co, Th, Zn [22].

Показаны довольно хорошие сорбционные емкости дрожжевой биомассы для Pb (270,3 мг/г), Hg (64,2 мг/г), Ni (46,3 мг/г), Ag (41,7 мг/г), Pt (44 мг/г), Pd (40,6 мг/г) [23].

Пивоваренные дрожжи проявили себя с наилучшей стороны в качестве биосорбента радионуклидов с емкостью по урану 150–360 мг/г и по торию — 63 мг/г [24,25].

Выяснилось, что биосорбционные способности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* находятся посередине по сравнению с другими шестью типами биомассы, а протонированная биомасса *Bacillus lenthus* имела самую высокую биосорбционную емкость по Cu и Cd.

Candida sp. и *Kluyseromyces marxianus* можно считать более эффективными микроорганизмами, чем *S. cerevisiae* для аккумуляционного поглощения меди из растворов с высокой концентрацией Cu (II).

Отмечается, что грибы рода *Rhizopus* превосходный биосорбент свинца, кадмия, меди, цинка, урана. *S. cerevisiae* считается посредственным биосорбентом, но их сорбционный потенциал выше, чем у других классических адсорбентов, таких как окись алюминия, активированный уголь, цеолиты.

Таким образом, несмотря на посредственные биосорбционные характеристики по отношению к большинству тяжелых металлов, пивоваренные дрожжи *S. cerevisiae* представляют собой уникальный биоматериал для применения в коммерческой биотехнологии, использующий биосорбционные процессы.

Биосорбционные методы концентрирования ионов тяжелых металлов и радионуклидов с использованием различных типов биомассы, не смотря на то, что большинство из этих исследований не вышли за рамки лабораторного эксперимента, являются перспективными и экономически обоснованными методами ремедиации сточных промышленных вод.

Применение биомассы отходов пищевых, ферментативных и бродильных производств позволяет не только осуществить утилизацию этих отходов, но и сделать на их основе высокотехнологичный продукт — биосорбент для извлечения тяжелых металлов, радионуклидов и прочих экотоксикантов из природных и сточных вод с целью возвращения последних в рецикл. При этом осадочные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, которые благодаря их дешевизне и доступности, могут стать привлекательным, с точки зрения коммерциализации биосорбционных технологий, сырьем для получения сорбентов тяжелых металлов и радионуклидов.

Возможности использования биомассы дрожжей и других микроорганизмов для предконцентрирования ультрамикроконцентраций экотоксикантов в аналитических целях для их последующего определения на уровне ПДК и ниже постепенно изыскиваются и находят отражения в современной научной литературе [24-28].

Таким образом, разработка и применение новых сорбционных материалов на основе микроорганизмов имеет большие перспективы, направленные на решение целого ряда инженерно-экологических проблем[29,30]. Более того, такие биотехнологии помогут сделать жизненное пространство человека чище и экологически безопаснее, не отставая от ритма современного технического прогресса.

Выводы:

Резюмируя вышеизложенное, мы приходим к следующим заключениям, позволяющим наметить тенденции развития биосорбционных технологий по основным направлениям исследований в этой области:

- технологии производства сорбентов для очистки сточных вод от вредных в экологическом отношении примесей, элементов (хром, кадмий, ртуть, цинк, медь и др.), радионуклидов (цезий, стронций, уран и др.), различных химических веществ (нефть, нефтепродукты, различные органические вещества);

- способы очистки пресной и кондиционирования питьевой воды с помощью биосорбентов от ионов токсичных металлов (хром, кадмий, ртуть, цинк, медь, бериллий, свинец);

- технологии извлечения с помощью сорбентов драгоценных металлов и редкоземельных элементов;

- технологии производства дешевых сорбентов на основе отходов фармацевтической, пищевой, сельскохозяйственной продукции;

- создание методов биоиндикации и выделения из воды тяжелых металлов на основе микроводорослей и других микроорганизмов.

Литература

1. Насимов А.М., Парпиев Н.А., Аронбаев Д.М. «Зеленая химия» : новое мышление ? // Материалы республ конф. «Зеленая химия - в интересах устойчивого развития». 26-28 марта 2012 г., Самарканд, с.5-8
2. Каравайко Г. И. Биотехнология переработки металлсодержащих руд и концентратов. В кн. Биогеотехнология переработки металлсодержащих руд. Научные обзоры, 2005.- С. 72–83.
3. Volesky B. Biosorbent materials// Biotechnol. Bioeng. Symp.-1986.-Vol.16. - Р. 121–126.
4. Буракаева А. Д., Русанов А. М., Лантух В. П.. Роль микроорганизмов в очистке сточных вод от тяжелых металлов. Методическое пособие. -Оренбург, 1999. - 53 с.
5. Бакеева А. В. Биоремедиационные свойства фототрофных микроорганизмов из водоемов, загрязненных радиоактивными отходами// Автореф. дисс. канд. биол. наук. С-Пб., 2011.-20 с.
6. Аронбаев С.Д. Насимов А.М., Аронбаев Д.М. Исследование механизма адсорбции ионов тяжелых металлов в гетерофазной системе клеточные стенки дрожжей *Saccharomyces Cerevisiae* – водный раствор // Всероссийский журнал научных публикаций № 1(21) 2014, с.6-10
7. Аронбаев С. Д. Биосорбционное концентрирование тяжелых металлов и радионуклидов микроорганизмами и сорбентами на их основе. Обзор. // Молодой ученый. — 2015. — №24. — С. 31-50.
8. Шулаев, М.В. Научные основы обезвреживания жидких отходов гальванических и металлообрабатывающих производств с использованием аэробной биосорбционной технологии // Автореф. дисс... д-ра техн. Наук – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, – 2009. – 40 с.
9. Ozdemir G., Ceyhan N., Ozturk T., Akirmak F. Biosorption of chromium (VI). Cadmium (II) and copper (II) by *Pantoea* sp. //TEM Chem.Eng.J. -2004.- Vol.102. –P. 249–253.
10. de Vargas I., Macaskie L. E., Guibal E. Biosorption of palladium and platinum by sulfate-reducing bacteria. //J. Chem.Technol. Biotechnol. -2004.- Vol.79. –P.49–56.
11. Uslu G., Tanyol M. Equilibrium and thermodynamic parameters of single and binary mixture biosorption of lead (II) and copper (II) ions onto *Pseudomonas putida*: effect of temperature //J. Hazard Mater. -2006. 3-Vol. 135. –P.87–93.
12. Nakajima A., Tsuruta T. Competitive biosorption of thorium and uranium by *Micrococcus luteus*. // J.Radioanal.Nucl. Chem. -2004.- Vol.260. –P. 13–18.
13. Yang Y. Y. , Liu N., Luo S. Z., Liao J. L., Jin J. N. Sorption of Am241 by *Aspergillus niger* spore and hyphae. //J. Radioanal. Nucl. Chem. -2004.- Vol.260. –P. 659–663.
14. Magyarosy A., Laidlaw R. D., Kilaas R., Echer C., Clark D. S., Keasling J. D. Nickel accumulation and nickel oxalate precipitation by *Aspergillus niger* //Appl. Microbiol. Biotechnol. -2002.- Vol.59. –P. 382–388.
15. Tan T.W., Hu B, Su H. J. Adsorption of Ni²⁺ on amine-modified mycelium of *Penicillium chrysogenum* // Enzyme Microb. Technol.- 2004.-Vol.35.-P.508–513.
16. Day R., Denizli A., Arica M. Y. Biosorption of cadmium(II), lead(II) and copper(II) with the filamentous fungus *Phanerochaete chrysosporium* // Bioresour Technol. — 2001.-Vol.76.- P. 67–70.
17. Park J. K., Lee J. W., Jung J. Y. Cadmium uptake capacity of two strains of *Saccharomyces cerevisiae* cells // Enzyme Microb. Technol. -2003.- Vol.33. — P.371–

- 378.
18. Aronbaev S. D., Ziydullaeva G. Z. Minireview of potentially low cost biosorbents from natural products for removing of heavy metals // European science review. - 2014, № 11–12 (November-December) — P.88–92.
 19. Awofolu O. R., Okonkwo J. O., Roux van der Merwe R., Badenhorst J., Jordaan E. A new approach to chemical modification protocols of *Aspergillus niger* and sorption of lead ion by fungal species //Electron. J. Biotechnol. -2006.- Vol.9. –P. 340–348.
 20. Cabuk A., Ilhan S., Filik C., Caliskan F. Pb²⁺ biosorption by pretreated fungal biomass // Turk. J. Biol. -2005- Vol.29. –P. 23–28.
 21. Say R., Yimaz N., Denizli A.. Removal of heavy metal ions using the fungus *Penicillium canescens* // Adsorpt. Sci. Technol. -2003.-Vol.21. –P.643–650.
 22. Liu H. L., Chen B. Y., Lan Y. W., Cheng Y. C. Biosorption of Zn(II) and Cu(II) by the indigenous *Thiobacillus thiooxidans*. // Chem. Engl. -2004.- Vol.97. –P. 195–201.
 23. Wang J. L. Biosorption of copper (II) by chemically modified biomass of *Saccharomyces cerevisiae*. //Process Biochem. - 2002.- Vol.37. –P.847–850.
 24. Podgorskii V.S., Kasatkina T. P., Lozovaia O. G. Yeasts-biosorbents of heavy metals // Mikrobiol. Z. - 2004.- Vol.66. –P.91–103.
 25. Popa K., Cecal A., Drochnicu G, Humelnicu D. *Saccharomyces cerevisiae* as uranium bioaccumulating material: the influence of contact time, pH and anion nature. // Nukleonika. — 2003.- Vol.48. –P.121–125.
 26. Bag H., Turker A.R, Tunceli A., Lale M. Determination of Fe (II) and Fe (III) in water by flame atomic absorption spectrophotometry after their separation with *Aspergillus niger* immobilized on sepiolite //Anal. Sci. -2001.- Vol. 17. –P. 901–904.
 27. Аронбаев С.Д. Сорбционное концентрирование и определение экотоксикантов с использованием биосорбентов на основе клеточных стенок пивоваренных дрожжей // Автореферат дисс.доктора хим/ наук. – Т., НУУ, 2016. – 89 с.
 28. Аронбаев С.Д. Биосорбция экотоксикантов сахаромицетами. Применение в анализе (Монография) / - LAP Lambert, 2016.
 29. Аронбаев С.Д. Тенденции развития биосорбционной ремедиации сточных вод //Сборник трудов V I международной научной конференции молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность» (Под эгидой ЮНЕСКО) 23-25 ноября 2012, Москва, с.169-172
 30. Аронбаев С.Д. Биосорбция экотоксикантов клеточными оболочками дрожжей как способ решения экологических проблем //Тез.докл.VI Межд.научно-практ. конф.молод.ученых «Экологический интеллект-2011». - Днепропетровск, 2011. - с.163-164

UDK: 543.546.

YER USTI SUVLARINING ANALITIK MONITORINGI XUSUSIDA

J.E. Ruziyev, I.M. Ergashev, E.A. Ruziyev

Samarqand davlat universiteti

E-mail: e-ruziyev@samdu.uz

Annotatsiya. Ishda tanlangan Samarqand viloyati yer usti suvlarning analizi bo'yicha olingan ma'lumotlar kimyoviy va mineral tarkibi bo'yicha fizik-kimyoviy, kimyoviy va fizikaviy usullarda baholandi suvlarning asosiy analizlari elektrokimyoviy va optik usullarda o'tkazildi.

Kalit so'zlar: analiz, suz, mineral tarkib, elektrokimyo, fizikaviy usul, namuna.

О аналитическом мониторинге надземных вод

Аннотация: В работе оценены полученные данные по анализу выбранных нами надземных вод Самарканда по химическому и минеральному составу физика-химическими, химическими и физическими методами. Основные анализы воды проведены электрохимическими и оптическими методами.

Ключевые слова: анализ, вода, минеральный состав, электрохимия, физический метод, оптический метод, проба.

On analytical monitoring of ground water

Abstract: The obtained data on the analysis of the above-ground waters of Samarkand selected by us for chemical and mineral composition by physical, chemical, chemical and physical methods are estimated. The main analyzes of water are carried out by electrochemical and optical methods.

Keywords: analysis, water, mineral composition, electrochemistry, physical method, optical method, sample.

Atrof-muhut ob'yektlari tarkibidagi turli moddalarning miqdorini me'yor darajasida o'zgarishini doimiy nazorat qilib turish hozirgi zamon analitik kimyosining dolzarb muamolaridan biridir. Bu sohada Samarqand davlat universiteti analitik kimyo kafedrasida shakllangan va keyingi 10-15 yildan beri faol faoliyat yurgizib kelayotgan analitiklar maktablarining xizmatlari g'oyat beqiyosdir. Ularning atrof-muhitni himoya qilish analitik nazorat o'rnatishning ilmiy asoslangan usullari, asboblar va zamonaviy sensorlar yaratish sohasidagi yutuqlari jahoning rivojlangan davlatlari olimlari tomonidan ham tan olinishi bejiz emas.

O'zbekiston Respublikasida ichimlik suv sifatida ishlatilayotgan suvning ma'lum qismini yer osti suvlari tashkil qiladi. Inson xo'jalik faoliyatining boshqa tarkibiy qismlari singari yer osti suvlari sifati va rejimiga kuchli ta'siri sezilmoxda. Shu sababli ham sug'oriladigan hududlarda yer osti suvlari turli darajada ifloslangan va ko'p joylarda ichishga yaroqsiz darajaga kelgan. Bir nechta tumanlarda bu muammo yanada sezilarli darajaga yetgan. Yer usti ichimlik suvlari esa doimiy analitik nazoratda bo'lishi tabiiy.

Ishda Samarqand viloyati tumanlaridan oqib o'tuvchi daryo, ariq suvlari inson faoliyati ta'sirida rejimi va sifatidagi o'zgarishlarni ko'rsatib berishdan iborat. Ushbu qo'yilgan maqsadni bajarish uchun Samarqand viloyatidagi yer usti ichimlik suvlarining tarqalishi, sug'oriladigan hududlardagi usti suvlarida tarkibiy jihatdan bo'layotgan o'zgarishlarni yoritib berish vazifalari belgilanadi.

Tadqiqot usullari sifatida analizning kimyoviy (sifatiy va miqdoriy), fizik-kimyoviy analiz usullaridan elektrokimyoviy (potensiometrik, ionometrik, pH-metrik), spektroskopik usullaridan foydalanildi.

Respublikamiz hududida mavjud bo'lgan daryolar, ko'llar va dengizlarning ifloslanishi ham katta xavf tug'dirmoqda. Turli xo'jaliklar va sanoat korxonalarini chiqindilarini suv hovzalariga oqizishni nazorat qilmaslik natijasida ham inson kutmagan, rejalashtirmagan turli falokatlar ro'y bermoqda. Ayniqsa, aholi zich yashaydigan tumanlar, shaharlar orqali oqib o'tayotgan ariqlar va daryolar suvlari oqava suvlarga aylanib, ularga yiliga ko'plab zararli chiqindilar qo'shilmoqda[1].

Ta'kidlash lozimki, bizda ham bu borada ahvol maqtagulik emas. Zero, bugungi kunda viloyatimizda ham bu masalada ayrim nuqsonlar ko'zga tashlanadi. Joylarda turli maishiy chiqindilar uyulib borayotgani sir emas. Katta mehnat va mablag' sarflab tozalangan, tartibga keltirilgan joylarda yana chiqindi uyumi paydo bo'layapti. Yohud oqar suvlarning ifloslanishi kuzatilmoqda. Suv bo'ylarini o'zboshimchalik bilan egallab olish yoki bu joylarni "chiqindixona"ga aylantirish hollari uchrayotir[2].

Shaharda chiqindi suvlarining 70-75 % oqava shaxobchalari (kanalizatsiyasi) oqrali chiqariladi. Siyob tumanida bu ko'rsatgich 22% ni tashkil etadi. Oqibatda turli kasalliklarning ko'payishi kuzatilmoqda. Shuning uchun bolalar bog'chalari, maktablar, o'rta va oliy ta'lim muassasalarida yoshlarga tabiat, uni o'rganish, asrab-avaylash xususida mashg'ulotlar o'tkazish bugungi kunning eng asosiy masalalaridandir[3].

Yer usti suvlarining analitik xususiyatlarini baholash uchun Zarafshon daryosining Samarqand viloyatiga kirish joylaridan (Tayloq tumanidagi Ravotxo'ja qishlog'i hududi) va viloyatdan chiqish joylaridagi suv namunalari sifatida esa Oqdaryo va Qoradaryolarning (Zarafshon daryosi Samarqand shahri yaqinida (sharqroqda), Cho'ponota tepaligi yonida ikki tarmoqqa - Oqdaryo (o'ng) va Qoradaryo (chap)ga ajraladi. Ular Miyonko'l orolini hosil qilib, Navoiy viloyati Xatirchi tumani markazi - Yangiobod shaharchasi yaqinida birlashadi va yana Zarafshon nomi bilan oqadi. Zarafshon suvining 70-75% qismi Qoradaryo tarmog'idan oqadi) Zarafshon daryosidan ajralish, ya'ni

ularning boshlanish joylaridan olindi. Oqar suvlardan olingen laboratoriya namunalari davlat standartlarida ko'rsatilgan uslublar bo'yicha olindi va analizga tayyorlandi.

Ushbu ishning asosiy maqsadi hisoblangan tabiiy yer usti va xo'jalik hamda iste'mol maqsadlarda ishlatilayotgan yer usti suvlarining tarkibini analizning yuqorida qayd etib o'tilganidek, kimyoviy, elektrokimyoviy va fotokalorimetrik usullar yordamida amalga oshirildi.

Zarafshon daryosining Samarqand viloyatiga kirish joylaridan olingen suv namunalari 2015-2016-2017-yillar davomida va yilning bir xil fasllarida analitik monitoring qilinganda aniqlangan ionlar yoki moddalarning analitik ko'rsatkichlari bir-biridan ma'lum qiymatlarga farq qilishini quyidagi jadvaldan ko'rish mumkin.

Zarafshon daryosi suvlardan olingen namunalardagi ingrediyentlarni kimyoviy aniqlash natijalari
(Tayloq tumani Ravotxo'ja qo'rg'oni)

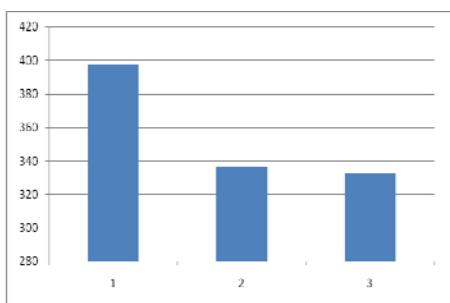
2015-2016-2017-yillar – dekabr; n=3; $\bar{P}=0,95$

№	2015-yil dekabr			2016-yil dekabr			2017-yil dekabr		
	Aniqlan-gan ionlar mg/l	Sr, %	$\Delta \bar{X}$	Aniqlan-gan ionlar mg/l	Sr, %	$\Delta \bar{X}$	Aniqlan-gan ionlar mg/l	Sr, %	$\Delta \bar{X}$
	NO ₃ ⁻ 3,87	0,67	0,064	NO ₃ ⁻ 3,41	1,01	0,085	NO ₃ ⁻ 3,40	0,71	0,060
2	NH ₄ ⁺ 0,69	0,94	0,016	NH ₄ ⁺ 0,62	0,98	0,015	NH ₄ ⁺ 0,67	0,91	0,015
3	SO ₄ ²⁻ 57,2	1,31	1,860	SO ₄ ²⁻ 37,4	1,21	0,030	SO ₄ ²⁻ 33,0	1,24	1,017
4	Cl ⁻ lar 32,1	0,87	0,690	Cl ⁻ lar 31,7	1,07	0,084	Cl ⁻ lar 18,2	1,08	0,488
5	Fe (um.) 0,064	0,16	0,00026	Fe (um.) 0,031	1,24	0,00096	Fe (um.) 0,038	1,16	0,001
6	Miner.397,4	1,64	16,199	Miner 336,0	1,28	10,6898	Miner.332,1	1,31	10,81
7	pH 7,5			pH 7,4			pH 7,4		
8	Um.qat. mg-ekv/l 6,1	1,32	0,531	Um.qat.mg-ekv/l 6,0	1,31	0,527	Um.qat. mg-ekv/l 6,5	1,34	0,542

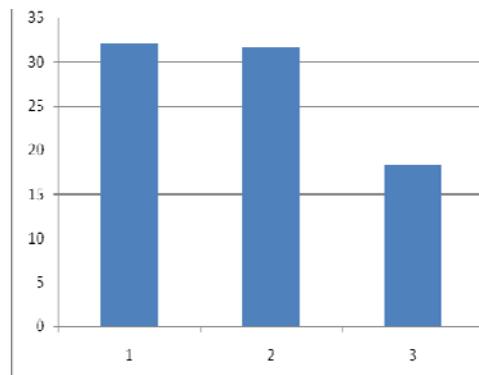
Qayd etib o'tilganidek Zarafshon daryosi suvlarining tarkibidagi nitrat, ammoniy, xlorid, temir kabi ionlar va eritmaning muhitini analizning elektrokimyoviy, sulfatlar, suvning umumiyligini va minerallashuvni kabi miqdoriy kattaliklar kimyoviy analiz usullari yordamida aniqlandi. Jadval natijalaridan 2015-yilga nisbatan 2016-yilda nitratlar miqdori 0,46 mg/l ga, 2017-yilda esa 0,47 mg/l ga farq qilganligini, ammoniy ionlari miqdori 0,07 mg/l va 0,02 mg/l ga, sulfatlar miqdori 19,8 mg/l va 24,2 mg/l ga, xloridlar miqdori 0,4 mg/l va 13,9 mg/l ga, temir ionlari miqdori 0,033 mg/l va 0,026 mg/l ga, minerallashuv darajasi esa 61,4 mg/l va 65,3 mg/l ga ortiq yoki kam qiymatlarga farq qilganligini ko'rish mumkin. Jadvalda berilgan barcha miqdoriy ko'rsatkichlarni aniqlash natijalari shu ionlar uchun shunday suvlarga belgilangan REM darajasidan ancha pastligini kuzatdi. Bajarilgan analiz natijalari metrologik jihatdan matematik-statistika usullari yordamida ishonch ehtimolining 0,95 ga mos keladigan va analiz natijalarning n=3 ga teng qiymatlarida St'yudent koeffitsiyentining 4,30 ga mos bo'lgan qiymatlari yordamida baholanib normal taqsimot qonunlariga asoslanib qayta ishlandi va tasodifiy xato qiymati baholandi. Yuqorida berilgan jadvalda keltirilgan natijalarning ishonchlilik oraliq'i qiymati 0,015 dan 16,199 gacha bo'lgan qiymatlarga teng bo'ldi.

Quyidagi 1-4 rasmlarda jadval natijalariga asoslangan miqdoriy analitik ko'rsatkichlarning 2015-2016-2017-yillar davomida olingen qiymatlari orasidagi farqlarni ifodalovchi diagrammalar keltirilgan.

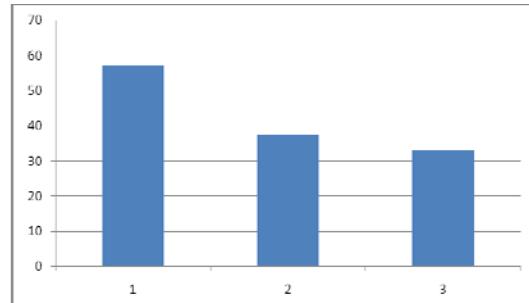
Navbatdagi analitik monitoring Zarafshon daryosidan chiqish joylaridagi suvlar bo'yicha o'tkazildi. Jadvalda Oqdaryo va Qoradaryo suvlarining tutashish joyidan olingen suv namunalarining analiz natijalari berilgan.



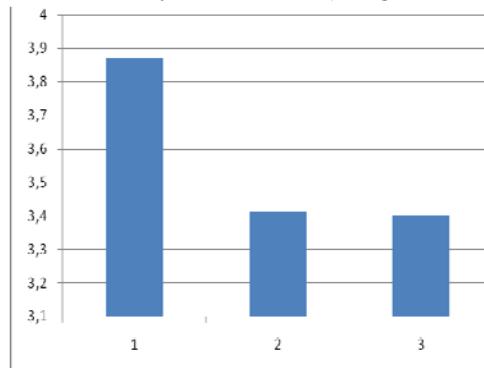
1-rasm. Zarafshon daryosi suvlaringin minerallasshuvini ifodalovchi diagramma (2015-2016-2017-yillar – dekabr), mg/l.



3-rasm. Zarafshon daryosining viloyatga kirish joyidan olingan suv namunalari tarkibidagi xloridlar miqdorini ifodalovchi diagramma (2015-2016-2017-yillar – dekabr), mg/l.



2-rasm. Zarafshon daryosining viloyatga kirish joyidan olingan suv namunalari tarkibidagi sulfatlar miqdorini ifodalovchi diagramma (2015-2016-2017-yillar – dekabr), mg/l.



4-rasm. Zarafshon daryosining viloyatga kirish joyidan olingan suv namunalari tarkibidagi nitratlar miqdorini ifodalovchi diagramma (2015-2016-2017-yillar – dekabr), mg/l.

Zarafshon daryosi chiqish joylaridagi suvlardan olingan namunalardagi ingrediyentlarni analitik baholash natijalari 2015-yil – dekabr; $n=3$; $P=0,95$

№	Qoradaryo (tugashi) Xatirchi tumani				Oqdaryo (tugashi) Xatirchi tumani			
	Aniqlanadigan ionlar mg/l	\bar{X}	Sr, %	$\Delta\bar{X}$	Aniqlanadigan ionlar mg/l	\bar{X}	Sr, %	$\Delta\bar{X}$
1	pH	7,10			pH	7,3		
2	Qattiq. mg-ekv/l	6,30	1,02	0,16	Qattiq. mg-ekv/l	6,5	1,12	0,17
3	Quruq qoldiq	445	1,24	13,7	Quruq qoldiq	561	1,83	25,5
4	nitratlar	4,51	0,97	0,11	nitratlar	4,11	1,07	0,11
5	NH_4^+	0,66	1,21	0,02	NH_4^+	0,74	1,14	0,02
6	Sulfatlar	96,0	0,92	2,19	Sulfatlar	89,2	1,02	2,26
7	Xloridlar	27,6	1,13	0,77	Xloridlar	24,5	1,16	0,70
8	Temir (um.)	0,072	1,07	0,002	Temir (um.)	0,091	1,15	0,002

Ushbu taqqoslash uchun olingan miqdoriy aniqlash natijalari ham shu analitik ko'rsatkichlar uchun belgilangan REM bilan solishtirilganda uning darajasidan ancha pastligi aniqlandi.

Qoradaryo va Oqdaryolarining tugash joylaridan olingan tabiiy suvlarning qattiqligi 0,2 mg-ekv/l ga, pH qiymati 0,2 ga, quruq qoldiq miqdori 116 mg/l ga, nitratlar 0,4 mg/l ga, ammoniy ionlari 0,08 mg/l ga, sulfatlar 6,8 mg/l ga, xloridlar 3,1 mg/l ga va temir(umumiy) miqdori 0,019 mg/l ga farq qilishini 6-jadval natijalaridan ko'rish mumkin.

Quyidagi jadvalda esa 2016 yilda Oqdaryo va Qoradaryo suvlaringin tutashish joyidan olingan suv namunalarining analiz natijalari berilgan.

Zarafshon daryosi suvlardan olingan namunalardagi ingrediyentlarni kimyoviy aniqlash natijalari (chiqish) 2016-yil – dekabr; n=3; $\bar{P}=0,95$

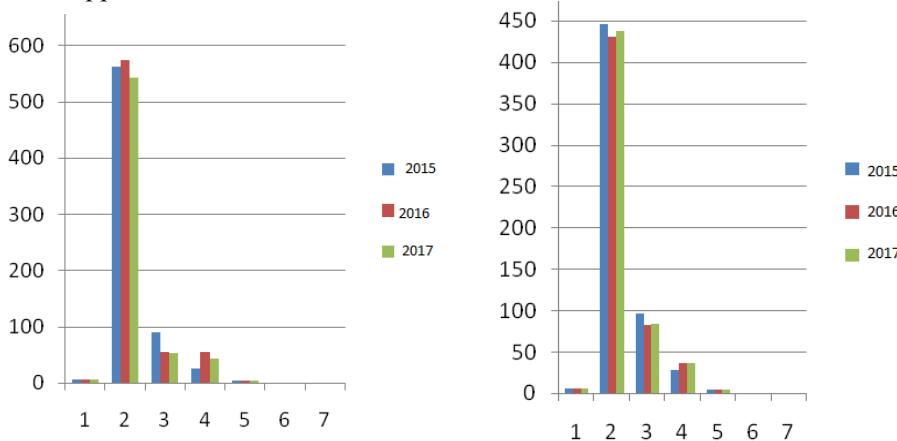
№	Qoradaryo (tugashi) Xatirchi tumani				Oqdaryo (tugashi) Xatirchi tumani			
	Aniqlanadigan ionlar mg/l	\bar{X}	Sr, %	$\Delta\bar{X}$	Aniqlanadigan ionlar mg/l	\bar{X}	Sr, %	$\Delta\bar{X}$
1	pH	7,40			pH	7,30		
2	Qattiq. mg-ekv/l	6,30	0,97	0,151	Qattiq. mg-ekv/l	6,50	0,91	1,470
3	Quruq qoldiq	430	1,12	11,97	Quruq qoldiq	574	1,08	15,41
4	nitratlar	4,61	0,96	0,110	nitratlar	3,82	0,99	0,939
5	NH_4^+	0,61	1,07	0,016	NH_4^+	0,63	1,02	0,016
6	Sulfatlar	82,1	2,05	4,183	Sulfatlar	54,2	1,94	2,613
7	Xloridlar	35,7	1,11	0,984	Xloridlar	55,1	1,07	1,465
8	Temir (um.)	0,073	0,93	0,002	Temir (um.)	0,074	0,88	0,002

Ushbu taqqoslash uchun olingan miqdoriy aniqlash natijalari ham shu analitik ko'rsatkichlar uchun belgilangan REM bilan solishtirilganda uning darajasidan ancha pastligi aniqlandi.

Yuqorida jadvalda berilgan natijalar 2015 yilda olingan qiymatlar bilan solishtirilganda Qoradaryo va Oqdaryolarning tugash joylaridan olingan suvlarning qattiqligi 0,2 mg-ekv/l ga, pH qiymati 0,1 ga, quruq qoldiq miqdori 144 mg/l ga, nitratlar 0,79 mg/l ga, ammoniy ionlari 0,02 mg/l ga, sulfatlar 27,9 mg/l ga, xloridlar 19,4 mg/l ga va temir(umumiy) miqdori 0,01 mg/l ga farq qilganligini ko'rish mumkin.

Quyidagi 5-rasmarda 2015-2016-2017-yillarda Zarafshon daryosidan chiqish joylaridan olingan suv namunalari tarkibidagi moddalar yoki ionlarni analizi natijasida olingan ko'rsatkichlarning solishtirish diagrammalari keltirilgan.

Zarafshon daryosi suvlarning tarkibidagi nitrat, ammoniy, xlorid, temir kabi ionlar, eritmaning muhiti, suvning umumiy qattiqligi va minerallashuvni kabi miqdoriy kattaliklarni aniqlash va taqqoslash natijasida 2015-yilga nisbatan 2016-yilda nitratlar miqdori 0,46 mg/l ga, 2017-yilda esa 0,47 mg/l ga farq qilganligini, ammoniy ionlari miqdori 0,07 mg/l va 0,02 mg/l ga, sulfatlar miqdori 19,8 mg/l va 24,2 mg/l ga, xloridlar miqdori 0,4 mg/l va 13,9 mg/l ga, temir ionlari miqdori 0,033 mg/l va 0,026 mg/l ga, minerallashuv darajasi esa 61,4 mg/l va 65,3 mg/l ga ortiq yoki kam qiymatlarga farq qilishi taqqoslandi



5-rasm. Oqdaryo va Qoradaryo suvlarning tarkibidagi 2015(ko'k), 2016(qizil) va 2017(yashil) yillarda qattiqlik(1), quruq qoldiq(1), sulfatlar(3), xloridlar(4), nitratlar(5), ammoniy ionlari(6) va temir(7) ionlarining analiz natijalari monitoringi diagrammasi.

Adabiyotlar

- E.A.Ro'ziyev., R.B.Toshmatova., T.Halimov. Yer usti suvlarini muhofaza qilish xususida. O'zbekiston Ekologik muammolarini va tabiatni muhofaza qilish. Ilmiy konf mater.1998.108-110- b.
- R.Shodiyev. Atrof-muhit muhofazasi asosiy masala. "Zarafshon" gazetasi. 10.06.2010.2-b.

3. E.A.Ro'ziyev. Qishloq ichimlik suvlarining analitik xususiyatlarini baholash. Kimyoning dolzarb muammolari. Ilm. amal. konf. mater. -Samarqand: SamDU nashri, 2009. 79-b.

UDK 543.544(29)

**MEZOG'OVAK KREMNIY (IV)-OKSIDINI
GIDROTERMAL SINTEZ USULIDA OLİSH**

Sh.M. Sayitqulov, N.Q. Muhamadiyev

Samarqand davlat universiteti

E-mail: m_nurali55@mail.ru

Annotatsiya. Ishda MSM-41 kremniy nanozarrachalari kation sirt-faol modda sifatida n-pentanitril, SiO₂ manbaai sifatida esa tetraethyl ortosilikat ishlatalib sintez qilindi va uning izotermasi o'rganilgan. Sintez qilingan mezog'ovakli nanozarrachalarning solishtirma sirt maydoni 1212 m²/g, g'ovakning solishtirma hajmi 0,88 m³/g, g'ovakning o'ttacha diametri XRD bo'yicha 3,00 nm, N₂ adsorbsiyasi bo'yicha esa 2,89 nm ga teng.

Kalit so'zlar: MSM-41, mezog'ovak, nanozarracha, izoterma, solishtirma sirt, solishtirma hajm, g'ovak diametri, sorbent.

Синтез мезопористого оксида кремния(IV) гидротермальным методом

Аннотация. В работе наночастиц кремния MKC-41 синтезирован с использованием в качестве поверхности-активного вещества n-пентанитрила, а в качестве источника SiO₂ тетраэтил ортосиликата и изучена его изотермы. Удельный площадь поверхности синтезированного мезопористого наночастиц составляет 1212 м²/г, удельный объем пор - 0,88 м³/г, средний диаметр пор равны по XRD 3,00 нм, а по абсорбции N₂ 2,89 нм.

Ключевые слова: MCM-41, мезопористый, наночастица, изотерма, удельный поверхность, удельный объем, диаметр пор, сорбент.

Synthesis of mesoporous silicon oxide(IV) hydrothermal method

Abstract. In the work of silicon nanoparticles MKS-41 was synthesized using n-pentanenitrile as a surfactant, and as a source of SiO₂ tetraethyl orthosilicate and its isotherms were studied. The specific surface area of the synthesized mesoporous nanoparticles is 1212 m²/g, the specific pore volume is 0.88 m³/g, the average pore diameter is equal to XRD 3.00 nm, and the N₂ absorption is 2.89 nm.

Keywords: MCM-41, mesoporous, nanoparticle, isotherm, specific surface, specific volume, pore diameter, sorbent.

I.Kirish. Ma'lumki, bugungi kunda mezog'ovakli materiallar o'zlarining o'lchamlari, g'ovaklik darajalari, tekstur harakteristikalar, sorbsion va katalitik faolliklariga ko'ra turli sohalarda, jumladan, katalizda [1], biomolekulalarni ajratishda, xromatografik tutuvchilar sifatida, tibbiyot uchun implantantlar ishlab chiqishda, elektron qurilmalarni miniatyuralashda va yarim o'tkazgichli nanostrukturalar hosil qilishda [2] qo'llaniladi. Maxsus sintez qilingan mezog'ovak MSM-41 ning xromatografiyada sorbent va katalitik maqsadlarda ishlatalishi keng imkoniyatlarni ochdi. Bu boradagi ishlarni amalga oshirishda hajmiy xossalari nazorat qilinadigan mezog'ovak materiallarni olish va ularni tadqiq etish dolzarbdir [3]. Shuning uchun ham Ozin hammalliflari [4] bilan ilk bora kislotali sharoitda turli morfoloyiyadagi mezog'ovak silikatlar zarrachalarini olishni namoyish etishdi. Materiallar tetraetoksisilan (TES) ning cheksiz suyultirilgan eritmasi va sirt-faol moddadan rN ning juda kichik qiymatida sintez qilingan. Xuo va boshqalar [5] marmar sfera ko'rinishidagi diametri qariyib 1 mm bo'lgan mezog'ovak kremnezemni olish mumkinligini namoyish etgan holda sharlar o'lchamlarini aralashtirish tezligi bilan nazorat qilish mumkinligini ko'rsatgan. Grun va hammalliflari [6] o'lchami 400 dan 1100 nm gacha o'zgaradigan MSM-41 strukturaga ega bo'lgan kremniy dioksidining sferik zarrachalari sintezi haqidagi ma'lumotni berishgan. Ularning sintez protsedurasi Shtoberning [7] MSM-41 hosil bo'lishi vaqtida reaksiyon aralashmaga kation sirt-faol moddani qo'shish yo'li bilan kremniy dioksidi monodispers sharchalarini hosil qilishning

modifikatsiyasidir. Keyingi vaqtda Buchel va boshqalar [8] submikronli (≈ 700 nm) yaxlit mezog‘ovak qobiqli kvars sferalarni sintezining yangi usuli haqida xabar berishgan. Ularning usuli Shtober [7] yondoshuvi, Ungerning [9] jarayonning o‘sishi va Kayser [10] yondoshuvining birgalikda qo‘llanilishiga asoslangan. [11] ishda ortosilikat kislotaning organik efirlaridan g‘ovaklik darajasi va sirtning kimyoviy tarkibi bir xil bo‘lgan sirt-g‘ovak silikagellarning sintezini bayon qilishgan.

Turli morfologiyali mezog‘ovak materiallarning olinishi bo‘yicha muvaffaqiyatlarga erishilishiga qaramasdan MSM-41 shakllanishi va morfologiyasining nazorati bo‘yicha ma’lumotlar kam. Shuning uchun ham mazkur ishda kremliy dioksidi zarrachalari morfologiyasini boshqarish bo‘yicha tadqiqotlarni bajarish dolzabdir.

Ishning maqsadi - MSM-41 tuzilishdagi mezag‘ovak strukturali kremliy dioksidi zarrachalari yuqori molekulyar nitril qo‘llab sintez qilish va uning morfologik harakteristikalarini o‘rganish.

II. Tajribaviy qism

Kimyoviy reagentlar. MSM-41 kremliy nanozarrachalarining sintezi uchun kation sirt-fao modda sifatida n-pentanitril, SiO_2 manbaasi sifatida esa tetraetil ortosilikat ishlatildi. NaOH ning suvdagi eritmasi katalizator sifatida, distillangan suv erituvchi sifatida ishlatildi.

Tartiblangan kremliy nanozarrachalarining tipik sintezi zarracha o‘lchamini nazorat qilishni namoyish etish bilan amalga oshirildi. Sintez 353 K da sirt-fao moddaning juda kichik konsentratsiyasi sharoitida o‘tkazildi. Bunda 1) 3,5 ml 2 M li NaOH eritmasi 480 ml distillangan suvda eritildi; 2) tayyorlangan eritmaga 1 g sirt-fao modda - n-pentonitril qo‘shilib, aralashtirildi va qizdirildi; 3) olingen eritma gomogen holatga keltirilgandan keyin unga 5 ml tetraetil ortosilikat sekinlik bilan tomchilab qo‘shildi va aralashtirish oq suspenziya hosil bo‘lgancha davom ettirildi; 4) oradan 2 soat o‘tgandan keyin mahsulot filtrlandi, distillangan suv bilan yuvildi, quritish pechida xona temperurasida quritildi, maydalandi va kuydirish pechida 823 K da 4 soat davomida kuydirildi va olingen namuna uning harakteristikalarini o‘rganish uchun ishlatildi. Bunda mezog‘ovak strukturalar o‘z-o‘zidan shakllanuvchi silikat-sterjenga o‘xshash mitsellalar asosida morfogenitik shakllanadi.

MSM-41 kremliy nanozarrachalari harakteristikasi. Namunaning tuzilishi va kristalligini o‘rganish uchun kukin XRD D8 Advanced Bruker rentgen difraktometri yordamida, $\text{Cu K}\alpha$, $\lambda=1,5406\text{\AA}$ nurlanishda tekshirildi. Namuna $0,8^\circ$ dan 6° gacha (2θ) $0,01^\circ$ qadam bilan skanerlandi va har qaysi nuqtada hisoblash vaqt 1 sekundni tashkil etdi.

Azotning namunadagi adsorbsiyasi va desorbsiyasi izotermalari 77 K da Micromeritics ASAP 2020 ni qo‘llab olindi. Namuna o‘lchashdan oldin 573 K da 12 soat davomida degazirlandi. Sirt maydonining solishtirma qiymati BET (Brunauer-Emett-Teller) tenglamasini qo‘llash bilan olindi.

Namunaning morfologiyasi SEM (Hitachi New Generation Cold field Emission – SU8000 Series, Japan) skanerlovchi elektron mikroskopida tekshirildi.

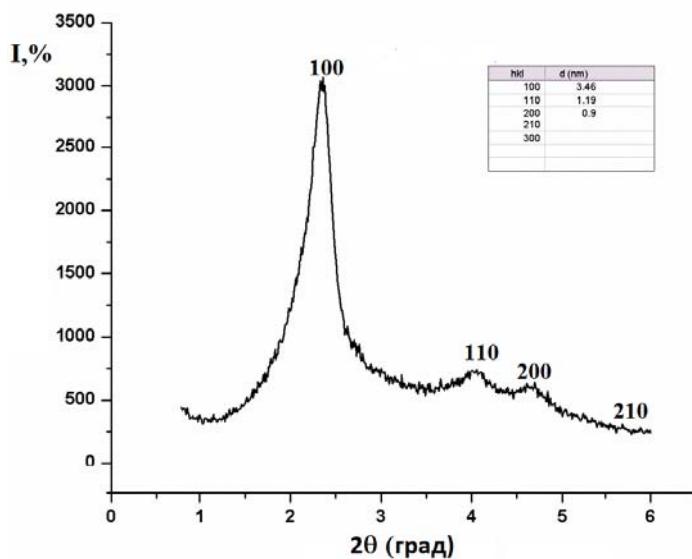
III.Olingen natijalar va ularning muhokamasi

O‘rganiladigan materialning difraktogrammasi 1-rasmida keltirilgan.

Namuna (katalizator NaOH, $\text{H}_2\text{O}/\text{TEOS}=1197$) to‘rtta o‘tkir Brengg cho‘qqilariga ega bo‘lib, ular (100), (110), (200) va (210) MSM-41 sifatida indeksirlanishi mumkin. MSM-41 dagi ikki g‘ovak juftlik o‘rtasidagi takrorlanish masofasi a_0 ni quyidagi formula bo‘yicha hisoblash mumkin:

$$a_0 = \frac{(2/\sqrt{3})d_{100}}{(1)}$$

Shuning uchun (1) formuladan foydalanib, g‘ovak devorining qalinligi [12] qiymati taxminan 1 nm ga teng deb olinib, g‘ovakning diametri hisoblanishi mumkin. d_{100} ning qiymati 3,433 nm ga tengligini hisobga olib, g‘ovak diametri 3,00 nm ga tengligini olamiz.



1-rasm. 823 K da kuydirilib olingan MSM-41 kremniy nanozarrachalarining rentgen difraktogrammasi

Olingen MSM-41 namunalarining morfoloyiyasi skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida yaqqol ifodalangan. Unga ko'ra nanozarrachalar sirti bir xil takrorlanuvchi strukturalardan iborat.

Mikrometr o'lchamdagи MSM-41 zarrachalarda azotning adsorbsiyalanishi va desorbsiyalanishi xossalari [7] ishda yaxshi berilganligiga qaramasdan, MSM-41 nanozarrachalarida qayd etilgan xossalari o'r ganilmagan. Shuning uchun ham ushbu ishda MSM-41 ning 100 nm atrofdagi nanozarrachalarida azotning adsorbsiyalanish va desorbsiyalanish xossalari ilk bora o'r ganilgan. MSM-41 nanoo'lchamli zarrachalarning o'ziga xos tomonlarini aniqlash uchun MSM-41 mikrometr o'lchamli nanozarrachalari nazorat sifatida qo'llanildi. Tipik misol sifatida 2-namunani boshqarish elementi sifatida tanlaymiz, namunada azotning adsorbsiyalanish izotermasi 3-rasmda berilgan. 3-rasmdagi namuna izotermasi IUPAC [13] nomenklaturasiga ko'ra IV tip izoterna sifatida klassifikatsiyalangan.

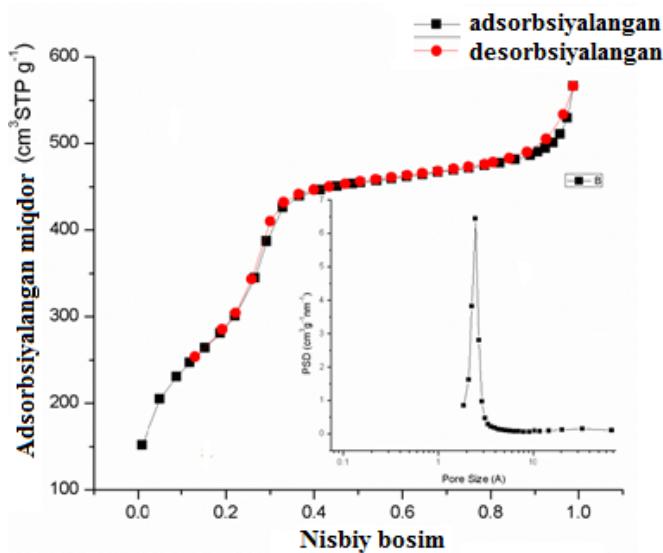
Shunga o'xshash hodisa har ikkala namunada ham kuzatiladi. Past bosimlarda yutilgan hajmning chiziqli ortishi mos ravishda 1-namuna uchun $0,24 < p/p_0 < 0,34$ va 2-namuna uchun $0,30 < p/p_0 < 0,40$ nisbiy bosimda azot yutilishining mezog'ovak ichida kapillyar kondensatsiya sababli keskin oshishi bilan amalga oshadi. Nisbatan yuqori nisbiy bosimlarda g'ovakning to'lishi 1-namuna uchun $p/p_0 = 0,30$ da va 2-namuna uchun 0,35 da bukilish nuqtasi bilan chegaralangan. Izotermalar orasidagi farq shundan iboratki, 1-namuna uchun $0,9 < p/p_0 < 1,0$ nisbiy bosimda azotning yutilishi yana bir marta keskin oshadi va adsorbsion halqa gisterezisi paydo bo'ladi, 2-namuna uchun esa qayd etilgan holat kuzatilmaydi. Bundan tashqari g'ovaklarning taqsimlanishini aniqlash uchun Barers-Djoyner-Xalenda (BJH) usuli ham qo'llanildi va olingen natijalar yuqorida qayd etilgan natijalarni takrorlaydi.

Namunalarning azotning sorbsiyasi va rentgen difraktometriya usulida olingen geometrik harakteristikalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

MSM-41 materiallarining geometrik harakteristikaları

Namuna	Katalizator	Sirtning solishtirma maydoni, (m^2/g)	G'ovakning solishtirma hajmi, (sm^3/g)	G'ovakning o'rtacha diametri, (XRD) (nm)	G'ovakning o'rtacha diametri, (N_2 sorbsiyasi) (nm)
1-namuna	NaOH	1212	0,88	3,00	2,89
2-namuna	NH ₄ OH	1020	0,93	2,94	2,90



2-rasm. Namunada 77 K da olingan azotning sorbsiya izotermasi va g'ovaklik o'chamlarining taqsimlanishi

2-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rilib turibdiki, 1-namunaning solishtirma sirt maydoni 2-namunaga qaraganda taxminan 1,2 martaga katta, g'ovakning solishtirma hajmi esa 1,06 marta kichik, g'ovakning o'rtacha diametri taxminan bir xil. Bular o'z navbatida sintez qilingan mezog'ovak MSM-41 tuzilishli kremniy (IV)-oksididan turli maqsadlarda foydalanish mumkinligini ko'rsatadi.

Ish OT-A-12-45 davlat granti doirasida bajarilgan.

IV. Xulosa

- MSM-41 kremniy nanozarrachalari kation sirt-faol modda sifatida n-pantanitril, SiO₂ manbaai sifatida esa tetraetil ortosilikat ishlatalib sintez qilindi.
- Sintez qilingan mezog'ovakli nanozarrachalarning solishtirma sirt maydoni 1212 m²/g, g'ovakning solishtirma hajmi 0,88 m²/g, g'ovakning o'rtacha diametri XRD bo'yicha 3,00 nm, N₂ adsorbsiyasi bo'yicha esa 2,89 nm ga teng.

Adabiyotlar

- Hoppe R., Ortlam A., Rathouský J., Schulz-Ekloff G., Zukal A. Synthesis of titanium-containing MCM-41 mesoporous molecular sieves in the presence of zinc phthalocyanine and rhodamine B //Microporous materials. – 1997. – V. 8. – №. 5-6. – S. 267-273.
- Chomski E., Dag Ö, Kuperman A., Coombs N., Ozin G.A. New forms of luminescent silicon: Silicon–silica composite mesostructures // Chemical Vapor Deposition. -1996. - V. 2. - N 1. – P. 8–13.
- a) Oliver S., Kuperman A., Coombs N., Lough A., Ozin G.A. Lamellar aluminophosphates with surface patterns that mimic diatom and radiolarian microskeletons // Nature. -1995. - V. 378. – N 6552. – P. 47-50.
b) Davis S.A., Burkett S.L., Mendelson N.H., Mann S. Bacterial templating of ordered macrostructures in silica and silica-surfactant mesophases // Nature. -1997. - V. 385. - N 6615. – P. 420-423.
- c) Schacht S., Huo Q., Voigt-Martin I. G., Stucky G. D., Schüth F. Oil-Water Interface Templating of Mesoporous Macroscale Structures // Science. -1996. - V. 273. - N 5276. - P. 768-771.
- a) Hong Yang, Neil Coombs, Igor Sokolov, Geoffrey A. Ozin. Registered growth of mesoporous silica films on graphite // Journal of Materials Chemistry. -1997. - V. 7. - N 7. - P. 1285-1290.

- b) Hong Yang, Neil Coombs, Geoffrey A. Ozin. Morphogenesis of shapes and surface patterns in mesoporous silica // Nature. -1997. - V. 386. – N 6626. – P. 692-695.
- c) Scott Oliver, Alex Kuperman, Neil Coombs, Alan Lough, Geoffrey A. Ozin. Lamellar aluminophosphates with surface patterns that mimic diatom and radiolarian microskeletons // Nature. -1995. - V. 378. – N 6552. – P. 47-50.
5. Qisheng Huo, Dongyuan Zhao, Jianglin Feng, Kenneth Weston, Steven K. Buratto, Galen D. Stucky, Stefan Schacht, Ferdi Schüth. Room temperature growth of mesoporous silica fibers: A new high-surface-area optical waveguide // Advanced Materials. -1997. - V. 9. – N 12. – P. 974–978.
6. Michael Grün, Iris Lauer, Prof. Klaus K. Unger. The synthesis of micrometer- and submicrometer-size spheres of ordered mesoporous oxide MCM-41 // Advanced Materials. - 1997. - V. 9. – N 3. – P. 254–257.
7. W. Stober, A. Fink, E. Bohn. Controlled Growth of Monodisperse Silica Spheres in the Micron Size Range // Colloid and Interface Science. -1968. - V. 26. - P. 62-69.
8. Gunter Büchel, Klaus K. Unger, Akihiko Matsumoto, Kazuo Tsutsumi. A Novel Pathway for Synthesis of Submicrometer-Size Solid Core/Mesoporous Shell Silica Spheres // Advanced Materials. -1997. - V. 10. - N 13. – P. 1036–1038.
9. Unger K.K., Giesche H., Kinkel J.N. German Patent DE-3534 143.2 (1985). In Chem. Abstr., 1987 (V. 106, P. 179029y).
10. Kaiser, C.; Unger, K. K. German Patent DE-195 30031 A1, 1997.
11. Muhamadiyev N.Q., Xalilov Q.F., Sayitqulov Sh.M., Muhamadiyev A.N. Sirt-g‘ovak silikagellarning olinishi va ularning geometrik tuzilishini adsorbsiya usulida o‘rganish // SamDU ilmiy axborotnomasi. – 2013. - N 5(81). - 107-109 betlar.
12. Cong-Yan Chen, Sandra L. Burkett, Hong-Xin Li, Mark E. Davis. Studies on mesoporous materials II. Synthesis mechanism of MCM-41 // Microporous Materials. – 1993. - V. 2. - N 1. - P. 27-34.
13. a) IUPAC, Reporting Physisorption Data for Gas/Solid Systems. Pure and Applied Chemistry. - 1957. - V. 87. – N 1. - P. 603-608.
 b) C. T. Kresge, M. E. Leonowicz, W. J. Roth, J. C. Vartuli, J. S. Beck. Ordered mesoporous molecular sieves synthesized by a liquid-crystal template mechanism // Nature. - 1992. - V. 359. – N 6397. - P. 710–712.
 c) J. S. Beck, J. C. Vartuli, W. J. Roth, M. E. Leonowicz, C. T. Kresge, K. D. Schmitt, C. T. W. Chu, D. H. Olson, E. W. Sheppard, S. B. McCullen, J. B. Higgins, and J. L. Schlenker. A new family of mesoporous molecular sieves prepared with liquid crystal templates // J. American Chemical Society. – 1992. –V. 114. - N 27. – P. 10834–10843.

УДК.543.27.: 53.0879.

**СЕНСОР ДЛЯ МОНИТОРИНГА АЦЕТОНА И АЦЕТАЛЬДЕГИДА ИЗ СОСТАВА
СМЕСИ ГАЗОВ**

3.Б. Мурадова, Ж. Бегимкулов, Э. Абдурахманов

Самаркандский государственный университет

E-mail: Ergash50@yandex.ru

Аннотация. В результаты экспериментов по изучению активности тонких пленник на основе оксидов цинка и мед с катализатором и без катализатора подобрана наиболее чувствительные и селективные газочувствительных материалов для полупроводниковых сенсоров ацетона и формальдегида. Содержание катализатора равен 2% от масса оксида металла в ГЧМ

Ключевые слова. Ацетон, ацетальдегид, смеси газов, сенсор, газочувствительная пленка, легколетучие органические соединения, полупроводниковый материал, контроль, состав атмосферного газа, технологические смеси газов.

Gazlar aralashmasi tarkibidagi atseton va atsetaldegid monitoringi uchun syensorlar

Annotatsiya. Yarim o'tkazgichli atseton ($\text{SiO}_2/\text{SnO}_2 + \text{ZnO} + \text{Pd}$) va formaldegid ($\text{SiO}_2/\text{ZnO} + \text{Pt}$) sensorlar uchun faol yupqa qavtli plynokalarda katalizator rux va mis oksidi asosida va katalizatorsiz sezgir va selektiv gazsezgir materiallar tanlandi tajriba natijasida o'r ganildi. Katalizatorlar tarkibida (Pt va Pd) GSM ichidagi metal oksidining 2% ni tashkil etadi.

Kalit so'zlar. Atseton, atsetaldegid, gaz aralashmalari, sensorlar, gazsezgir plynokalar, yengil uchuvchan organik brikmalar, yarim o'tkazuvchan materiallar, nazorat, atmosfera havosi tarkibi, gazlarning texnologik aralashmalari.

Sensor for monitoring of acetone and acetaldehyde in the composition of mixture of gases

Abstract. The most sensitive and selective gas sensitive materials for semiconductor acetone sensors ($\text{SiO}_2 / \text{SnO}_2 + \text{ZnO} + \text{Pd}$) and formaldehyde ($\text{SiO}_2 / \text{ZnO} + \text{Pt}$) are selected for the results of experiments on the activity of thin films based on zinc oxides and honey with catalyst and without a catalyst. . The catalyst content (Pt and Pd) is 2% of the mass of the metal oxide in the VOC.

Keywords: acetone, acetaldehyde, gas mixtures, sensor, gas-sensitive film, volatile organic compounds, semiconductor material, control, composition of atmospheric gas, technological mixtures of gases.

Актуальность. Большое разнообразие современных методов анализа, применяемых в современной аналитической химии, позволяет определять в воздухе нанограммовые количества загрязнителей. Легколетучие органические соединения (ЛОС) существенно влияют на экологическое состояние как близкой, так и удаленной от человека зоны, различаются по частоте воздействия на организм: от ежедневного до редкого[1]. При редком воздействии и содержании ЛОС на уровне предельно допустимых концентраций (ПДК) не возникает какой-либо существенной проблемы, однако за последние 20 лет, в связи с большим распространение полимерных материалов в жизни человека, увеличилось содержание антропогенных загрязнителей в воздухе жилых помещений.

Актуально расширение обязательных параметров мониторинга для оценки состояния объектов окружающей среды, воздуха замкнутых помещений, повышение экспрессности получения информации. Необходимы разработка новых способов, средств экологического мониторинга универсального назначения, предназначенных как для специалистов, так и для широких слоев населения. Перспективными в этом направлении являются измерительные средства на основе сенсоров различных видов от датчиков до приборов периодического действия. Исследования, связанные с изучением закономерности процессов формирования газочувствительных тонких пленок и разработка на их основе высокочувствительных, селективных сенсоров, легколетучих органических соединений на сегодняшней день актуальны.

Цель работы –разработка методов определения легколетучих органических соединений - в частности ацетона и ацетальдегида, создание на их основе полупроводниковых сенсоров контроля состава атмосферного газа и технологических газов.

Ацетон широко используется в качестве растворителя эпоксидных и природных смол, масел и других материалов, а также для обезжиривания поверхности. Ацетон с кислородом воздуха образует легко воспламеняющиеся смеси. При контакте с некоторыми окислителями ацетон загорается со взрывом. По фармакологическим свойствам ацетон относится к числу веществ, обладающих наркотическим действием. Он обладает кумулятивными свойствами и медленно выводится из организма. Ацетон образуется в организме человека в состоянии «кетоза», являющимся осложнением диабета.

В ходе экспериментов изучено сорбционные свойства тонких пленок полупроводниковых сенсоров по отношению к ацетону и ацетальдегида. Обоснован возможности и условия проведения качественного и количественного анализа с применением выбранного массива сенсоров. Оценены эксплуатационные свойства массива сенсоров, возможность раздельного/суммарного определения анализаторов.

Основной недостаток полупроводниковых сенсоров ацетона и формальдегида на основе оксидов металлов связан с относительно слабой селективностью к определяемому компоненту.

Влияние катализатора на газочувствительность и селективность пленок на основе оксидов металлов в литературе освещены слабо, имеющиеся отдельные данные по селективности, чувствительности и быстродействию в значительной степени противоречивы и нередко не соответствуют действительности [2].

Поэтому в задачи разработки технологии необходимо включать также аргументированный выбор катализитических добавок и способы их введения в синтезируемые гели.

В настоящее время для управления селективностью сенсоров на основе оксидов металлов наиболее часто используют катализитические добавки. В качестве катализатора используются: Pt, Pd, Ru, Rh, и оксиды металлов

Следует отметить, что имеющиеся в литературе экспериментальные результаты различных авторов для чувствительных слоев полупроводниковых сенсоров одного и того же состава с одинаковым содержанием катализитических добавок зачастую отличаются коренным образом. Внедрение катализитических примесей в полупроводник из пленки, нанесенной на его поверхность осуществлялось в процессе высокотемпературного отжига посредством диффузии его из наноразмерных пленок, нанесенных на поверхность оксида из золей на основе гидролизованного водно-спиртового раствора тетраэтоксисилана и хлорида. Самым перспективным применением наноразмерных пленок, получаемых из золей, в настоящее время является их использование в качестве катализитических покрытий для полупроводниковых газовых сенсоров.

Преимущество в газочувствительности или селективности сенсоров может быть достигнуто применением катализитического покрытия, сформированного по золь-гель технологии на поверхности газочувствительного слоя. Катализитическое покрытие наносят центрифугированием из водно-спиртовых растворов гидролизованного тетраэтоксисилана (ТЭОС) и неорганических соединений Pt или Pd с последующей термообработкой. В результате на поверхности газочувствительного слоя образуется пористое кремнеземное покрытие, легированное катализитическими элементами. Разработанный нами сенсор с платиносодержащим катализатором, получаемым по золь-гель технологии, обнаруживает ацетона уже при $100-150^{\circ}\text{C}$. Снижение рабочей температуры существенно уменьшает скорость дестабилизирующих процессов, связанных с изменением структуры мелкокристаллической пленки CuO ZnO. Вследствие этого существенно уменьшается дрейф электрического сопротивления газочувствительного слоя (R_g). В ходе экспериментов нами изучены процессы синтеза многокомпонентных гелей на основе оксидов металлов меди и цинка и легирующих компонентов (катализаторов) представленные в таблице 1

Таблице 1

Состав многокомпонентной гелей Легирующий добавки

№ п/п	Состав газочувствительного материала			
		Pt	Pd	Pt +Pd
2	SiO ₂ /CuO	+	+	+
3	SiO ₂ /ZnO	+	+	+
	SiO ₂ /CuO+ZnO	+	+	-

В результате экспериментов были сформулированы основные технологические режимы и параметры катализитических пленок, получаемых на основе ТЭОС. Для получения катализитических покрытий использовались растворы хлоридов металлов Pt и Pd с небольшой концентрацией (от 1 до 2,0 масс.%) в пересчете на катализитического элемента.

Оксиды мед и цинка является материалом, который обладает высоким электрическим сопротивлением газочувствительного слоя (R_g) с разбросом значений в широком интервале. Поэтому в CuO и ZnO необходимо вводить легирующие примеси (платины, палладия, кобальта и др). Варьируя концентрациями которых, можно управлять электрическим сопротивлением слоя. Чем меньше сопротивление резистивного слоя, тем в меньшей степени будет проявляться дестабилизирующее влияние таких факторов, как миграция посторонних примесей в слой ZnO, изменение внешних условий (температуры и влажности окружающей среды и т. п.). Однако, примерно в той же степени будет снижаться и чувствительность к определяемым компонентом, особенно при низких пороговых уровнях их концентраций.

В силу изложенного обычно выбирается компромиссный вариант, который обеспечил бы и приемлемые значения чувствительности к обнаруживаемым газам, и небольшой дрейф R_g во времени. Нами использован способ введения примеси в слой CuO и ZnO посредством диффузии Pt из наноразмерных пленок, нанесенных на поверхность ZnO из золей на основе гидролизованного водно-спиртового раствора тетраэтоксисилана и хлорида Pt. Диффузию проводили при температуре 900—950 °C. В зависимости от концентрации хлорида Pt в золе и от длительности термообработки можно плавно варьировать электрическим сопротивлением в широких пределах (таблица 2.).

Таблица 2

Зависимость электропроводности от содержания платины в пленке

№ п/п	Содержание платины в пленке	Электропроводность пленки, МоМ
1	0,1	2,22
2	0,5	2,03
3	1,0	1,89

Диффузия из наноразмерных пленок позволяет вводить в полупроводниковый материал одновременно несколько легирующих примесей. Введение легирующих добавок оказывая каталитическое действие обеспечивает высокую чувствительность и селективность пленки к отдельным компонентам смеси газов.

В данной работе полученные газочувствительные материалы сенсора ацетона и формальдегида содержал тонкой пленки на основе оксидов цинка и мед. В ходе экспериментов газочувствительная тонкая пленка на основе CuO и ZnO (SiO_2/CuO , SiO_2/ZnO и $\text{SiO}_2/\text{CuO+ZnO}$) с катализатором и без катализатора формировались непосредственно на поверхности кварцевой трубы. Количество катализатора во всех газочувствительных материалов равнялось на 0,1- 2,0 % от массы оксида металла. При исследовании метрологических характеристик сенсоров изучаются зависимости сопротивления сенсора от состава анализируемой смеси. Сопротивление при этом может меняться в диапазоне от сотен Ом до нескольких МОм. Скорость его изменения для разных газов может лежать в пределах от долей секунды до десятка минут. Эксперименты по изучению чувствительности ГЧМ в процессе определения ацетона и формальдегида проводили на установке, приведенной на рис. 1.

Сенсор помещался в камеру состав атмосферы, в которой мог изменяться по мере напуска туда газа. Управляемый источник питания задавал напряжение нагревателя сенсора. Измерение сигнала сенсоров производилось при помощи ЭВМ.

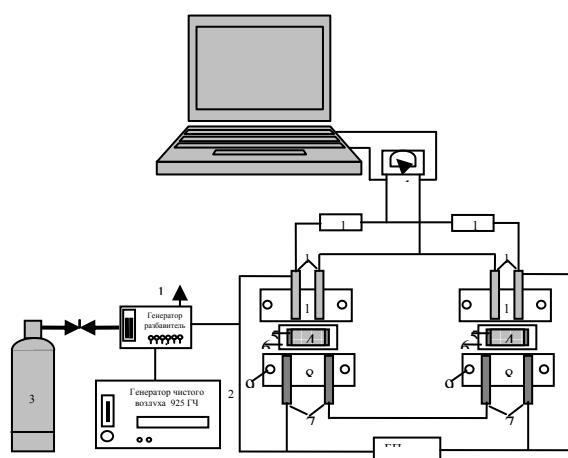


Рис. 2.1. Установка для испытания полупроводниковых сенсоров легколетучих органических веществ.

Блок камеры, в которую устанавливается сенсор, устроен следующим образом. На платформе блока расположен металлический колпак со штуцером для выпуска газа из дозирующего устройства. Для герметизации объема, колпак ставится на резиновую прокладку. Под колпаком расположены крепления для 5 сенсоров. Крепление представляет собой две параллельных прямоугольных пластинки из меди, разнесенных на расстояние 8 мм. На каждой пластинке крепиться пластина из стеклотекстолита с протравленными медными дорожками для подпайки контактов к сенсорной пластине. Подпайка к контактам сенсора производится дозированными шариками припоя с флюсом (полихлорвенилацетат).

Сигналы, снимаемые с сенсоров, поступают на операционный усилитель (ОУ), расположенный внутри платформы. В платформе имеются входные разъемы для подключения питания ОУ, сенсора, напряжения нагревателя. Выходной разъем, находящийся на боковой панели платформы, предназначен для соединения выходов ОУ с входом АЦП ЭВМ. Для контроля тока через нагреватель, на платформе установлен миллиамперметр. Для ввода под колпак камеры, в которой установлен сенсор, порции газа, использовалось дозирующее устройство аналогичное шприцу.

В опытах использовали парогазовой смеси ацетона и формальдегида в воздухе полученной с применением динамического дозатора. Результаты изучение чувствительности полупроводниковых материалов в процессе определение ацетона и формальдегида приведено в таблицах 3 и 4.

Таблица 3.

Результаты изучение чувствительности полупроводниковых материалов на основе оксидов мед и цинка в процессе определения ацетона из парогазовых смесей.

№ п/п	Состав ГЧМ	Введено $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$, мг/м ³	Сигнал сенсора $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$, мВ		
			$\bar{x} \pm \Delta x$	S	$\text{Sr} \cdot 10^2$
1	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2$	100,0	$14,1 \pm 0,2$	0,16	1,14
2	SiO_2/ZnO	100,0	$17,2 \pm 0,4$	0,32	1,87
3	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{ZnO}$	100,0	$21,2 \pm 0,3$	0,24	1,14
4	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{Pt}$	100,0	$29,1 \pm 0,2$	0,16	0,55
5	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{Pd}$	100,0	$44,0 \pm 0,9$	0,72	1,64
6	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{Pt}+\text{Pd}$	100,0	$43,9 \pm 1,1$	0,88	2,01
7	$\text{SiO}_2/\text{ZnO}+\text{Pt}$	100,0	$18,5 \pm 0,4$	0,32	1,74
8	$\text{SiO}_2/\text{ZnO}+\text{Pd}$	100,0	$27,0 \pm 0,7$	0,56	2,08
9	$\text{SiO}_2/\text{ZnO}+\text{Pt}+\text{Pd}$	100,0	$26,0 \pm 0,6$	0,48	1,86
10	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{ZnO}+\text{Pt}$	100,0	$34,5 \pm 0,3$	0,24	0,7
11	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{ZnO}+\text{Pd}$	100,0	$47,9 \pm 0,8$	0,64	1,34
12	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{ZnO}+\text{Pt}+\text{Pd}$	100,0	$41,8 \pm 0,8$	0,64	1,54

Таблица 4.

Результаты изучение чувствительности полупроводниковых материалов на основе оксидов мед и цинка в процессе определения формальдегида из парогазовых смесей.

№ п/п	Состав ГЧМ	Введено HCHO , мг/м ³	Сигнал сенсора HCHO , мВ		
			$\bar{x} \pm \Delta x$	S	$\text{Sr} \cdot 10^2$
1	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2$	100,0	$10,1 \pm 0,2$	0,16	1,59
2	SiO_2/ZnO	100,0	$15,8 \pm 0,4$	0,32	2,04
3	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{ZnO}$	100,0	$16,4 \pm 0,2$	0,16	0,98
4	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{Pt}$	100,0	$41,0 \pm 0,5$	0,4	0,98
5	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{Pd}$	100,0	$32,0 \pm 0,5$	0,4	1,26
6	$\text{SiO}_2/\text{SnO}_2+\text{Pt}+\text{Pd}$	100,0	$37,0 \pm 0,7$	0,56	1,52
7	$\text{SiO}_2/\text{ZnO}+\text{Pt}$	100,0	$48,4 \pm 1,2$	0,96	1,99

8	SiO ₂ /ZnO+Pd	100,0	34,1±0,6	0,48	1,41
9	SiO ₂ /ZnO+Pt+Pd	100,0	46,5±1,0	0,8	1,73
10	SiO ₂ /SnO ₂ +ZnO +Pt	100,0	23,0±0,3	0,24	1,05
11	SiO ₂ /SnO ₂ +ZnO+Pd	100,0	15,2±0,5	0,4	2,64
12	SiO ₂ /SnO ₂ +ZnO+Pt+Pd	100,0	20,0±0,2	0,16	0,8

Как следует из данных приведенных в таблице 3 и 4, что наиболее высокой чувствительностью по ацетону характеризуются газочувствительный материал составом SiO₂/CuO+ZnO+Pd. В присутствии данного нанокомпозита сигнал сенсора соответствующий к ацетону с концентрацией 100 мг/м³ равен 47,9 мВ.

Увеличение чувствительности исследованных газочувствительных материалов по ацетону соответствуют следующему последовательности: SiO₂/CuO+ZnO+Pd(47,9)>SiO₂/SnO₂+Pd (44,0)>SiO₂/SnO₂+Pt+Pd(43,9)>SiO₂/ SnO₂+ZnO+Pt+Pd(41,8)>SiO₂/SnO₂+ZnO+Pt(34,5). При этом в присутствии SiO₂/CuO+ZnO+Pd наблюдается наиболее высокий сигнал по ацетону и наиболее низкий сигнал по формальдегиду. Следовательно, данный ГЧМ материал является наиболее селективным по ацетону в присутствии формальдегида.

Окисление формальдегида на поверхности газочувствительного материала полупроводникового сенсора адсорбированном кислородом протекать по схеме: HCHO + 2O⁻ → CO₂ + H₂O+2e⁻

Следовательно, в результате реакции окислении одного молью НCHO выделяется 2 электрона. Как видно из данных таблице 4, окисление НCHO сопровождается значительным легко и быстро в присутствии ГЧМ на основе аксида цинка с добавкой Pt и Pt+Pd. В присутствии этих газочувствительных материалов наблюдается наиболее высокие сигналы: 48,4 мВ (ZnO+Pt) и 46,5мВ (ZnO+Pt+Pd) полупроводниковых сенсоров по формальдегиду.

Согласно экспериментальным данным, наиболее высокие чувствительность исследованных газочувствительных материалов при определение формальдегида уменьшается в ряду: SiO₂/ZnO+Pt (48,4)>SiO₂/ZnO+Pt+Pd (46,5)>SiO₂/SnO₂+Pt(41,0)>SiO₂/SnO₂+Pt+Pd(37,0)>SiO₂/ZnO+Pd(34,1)>SiO₂/ SnO₂+ Pd(32,0).

Наиболее высокой чувствительности и селективности в процессе определение формальдегида обладает ГЧМ на основе ZnO+Pt. Данному ГЧМ соответствуют наиболее низкий сигнал по ацетону.

Таким образом, в результаты экспериментов по изучению активности тонких пленник на основе оксидов цинка и мед с катализатором и без катализатора подобрана наиболее чувствительные и селективные газочувствительных материалов для полупроводниковых сенсоров ацетона (SiO₂/SnO₂+ZnO+ Pd) и формальдегида (SiO₂/ZnO+Pt). Содержание катализатора (Pt и Pd) равен 2% от масса оксида металла в ГЧМ

Литературы

- Сборник санитарно-гигиенических нормативов и методов контроля вредных веществ в объектах окружающей среды. Москва: 1991.
- [Сысоев В. В. Мультисенсорные системы распознавания газов на основе металлооксидных тонких пленок иnanoструктур. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук.-Саратов,2009.-24 с.](#)

УДК.543.27.: 53.0879.

**METANNI ANIQLOVCHI TERMOKATALITIK SENSORNING AYRIM
METROLOGIK TAVSIFLARI**

M.E. Eshqobilova, J.N. Begimqulov, A.M. Nasimov

Samarqand davlat universiteti

E-mail: begimqulov@mail.ru

Annotasiya. Metanni aniqlovchi teromokatalitik sensorning ayrim metrologik tavsiflari o'rganildi. Atmosfera havosi va texnologik gazlar tarkibidan metanni uzluksiz selektiv aniqlash uchun In_2O_3 - Ag_2O va Fe_2O_3 - Ni_2O_3 katalizatorlarga asoslangan sensorning ishlash imkoniyati doirasida tajriba natijalari olindi.

Kalit so'zlar. Metan, tabiiy gaz, termokatalitik usul, sensor, katalizator, sezgirlik, selektivlik, neft va gaz sanoati, ekologik nazorat.

**Некоторые метрологические параметры термокатализитического сенсора изучено
метана**

Аннотация. В работе изучено некоторые метрологические параметры термокатализитического сенсора метана. Полученные при этом экспериментальные результаты свидетельствуют о возможности использования сенсора на основе катализатора In_2O_3 - Ag_2O и Fe_2O_3 - Ni_2O_3 для непрерывного селективного контроля содержания метана из состава атмосферного воздуха и технологических газов.

Ключевые слова. Метан, природный газ, термокатализитический метод, датчик, катализатор, чувствительность, селективность, нефтегазовая промышленность, экологический контроль.

Some metrological parameters of the thermocatalytic sensor for methane determination

Abstract. Some metrological parameters of a thermocatalytic methane sensor have been studied. The experimental results obtained in this case testify to the possibility of using a sensor based on In_2O_3 - Ag_2O and Fe_2O_3 - Ni_2O_3 catalysts for continuous selective control of methane content from atmospheric air and process gases.

Keywords. Methane, natural gas, thermocatalytic method, sensor, catalyst, sensitivity, selectivity, oil and gas industry, ecological control.

Mavzuning dolzarbliji. Bugungi kunda sanoatni jadal rivojlantirishda, ekologik muammolarni hal etishda, ayniqsa, kimyo, neft va gaz kimyosining jadal rivojlanishi natijasida butun dunyoda vujudga kelgan atmosfera havosi monitoringi muammosini hal etishda selektiv usullar va sezgir sensorlarni qo'llash dolzarb masalaga aylanib bormoqda. Termokatalitik sensorlar (TKS) sezgir asboblar jumlasiga kiradi va ularning asosiy qulayliklari yuqori sezgirligi, ekspressligi, kichik o'lchamliligi va ishlatishdagi oddiyligi [1]. Mustaqillik yillarda mamlakatimizda neft va gazni ishlab chiqarish va qayta ishlash sanoati sohasida qator yangi korxonalar ishga tushirildi. Ushbu korxonalar atmosfera havosi va texnologik chiqindi gazlari nazoratida keng qo'llaniladigan sensorlarni yaratish va ularni ishlab chiqishga joriy etish ekologiya va analitik kimyo sohasidagi faol muammolardan biri.

O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasiga muvofiq, neft va gaz sanoati sohalarini rivojlantirish jumladan, tabiiy gazni ishlab chiqarish va uni qayta ishlash muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu sohaga yangi texnologiyalarning joriy etilishi va analitik nazoratning rivojlanishi bilan moddalarni aniqlash usullarining sezgirligi va selektivligiga qo'yiladigan talablar ham ortib boradi.

Adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarning analitik tahlili metanni (tabiiy gazni) gazlar aralashmasidan aniqlash jarayonining selektivligini ta'minlashga bag'ishlangan ishlar sonining chegaralanganligini ko'rsatadi [2,3]. Yonuvchi gazlarni shu jumladan metanni aniqlash sohasidagi mavjud sensorlar ularning portlashgacha bo'lgan yuqori konsentrasiyasini aniqlashga imkon beradi [4,5]. Gazlarni aniqlashning optik, elektrokimiyoviy va termokonduktometrik sensorlari va analitik metodlari hozirgi kunda keng o'rjanilgan. Ammo bu sensorlar qator kamchiliklarga ega bo'lib,

ulardan eng muhimlari yetarlicha selektiv emasligi, signal qiymatining tashqi omillarga bog'liqligidan iborat [6-7]. Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda aytish mumkinki, gazlar aralashmasining zaharli va portlovchan tarkibiy qismlarini aniqlashning yangi, takomillashtirilgan va zamonaviy yarim o'tkazgichli usullari va sensorlarini yaratish ekologik xavfsizlikni ta'minlash sohasidagi dolzab masalalardan biri bo'lib qolmoqda. O'tkazilgan tadqiqodlar natijasida gaz aralashmalari tarkibidan metan gazini aniqlovchi selektiv termokatalitik sensorning ishchi va taqqoslash termosezgir elementlari uchun In_2O_3 - Ag_2O va Fe_2O_3 - Ni_2O_3 katalizatorlar tanlangan [8].

Ishning maqsadi. Metanni gaz aralashmalari tarkibidan aniqlovchi selektiv termokatalitik sensorning signal qiymatiga turli faktorlarning ta'sirini o'rganishdan iborat. Ishda ilk bor gaz aralashmalari tarkibidan metanning aniqlovchi In_2O_3 - Ag_2O va Fe_2O_3 - Ni_2O_3 katalizatorlar asosidagi selektiv termokatalitik sensorning signal qiymatiga turli faktorlarning ta'siri aniqlangan.

Tajriba natijalari va ularning taxlili. Ishlab chiqilgan metanni termokatalitik sensori (TKS) elektronika nuqtai nazaridan bitta korpusga joylashtirilgan ikkita rezistrdan iborat. Ulardan biri ishchi, ikkinchisi esa taqqoslash elementlari vazifasini o'taydi. Sensorning ishchi termosezgir elementi yuzasi In_2O_3 - Ag_2O tarkibli katalizator bilan, taqqoslash elementi yuzasi esa Fe_2O_3 - Ni_2O_3 oksidlaridan iborat katalizator bilan qoplangan. Tayyorlangan TKSning gazsezgir elementlari TO-5 tipidagi tranzestorning korpusga joylashtirildi.

TKSni gazsezgir elementi (GSE) temperaturasi unga beriladigan kuchlanish yordamida ta'minlanadi. GSE temperaturasini sensorga beriladigan tok kuchlanishi qiymatiga bog'liqligi kuchlanish qiymatini $1,0 - 5,0$ V diapazonida o'rganildi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

Jadval 1.

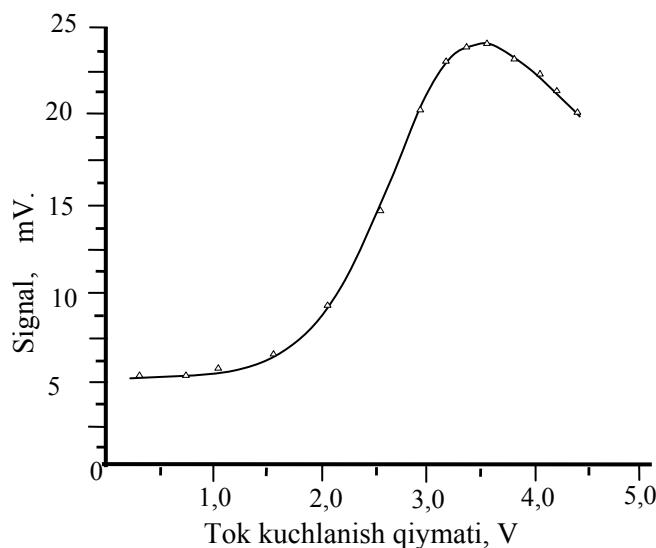
Termokatalitik sensor gazsezgir elementi temperaturasini unga beriladigan tok kuchlanishiga bog'liqligini o'rganish natijalari ($n=5$, $p=0,95$)

T/R	Kuchlanish, V	GSE temperaturasi, °C		
		$\bar{x} \pm \Delta X$	S	$Sr \cdot 10^2$
1	1,0	$150 \pm 2,0$	1,7	1,14
2	2,0	$250 \pm 3,0$	2,5	1,05
3	3,0	$350 \pm 5,0$	4,1	1,15
4	4,0	$500 \pm 5,5$	4,6	0,92
5	5,0	$650 \pm 5,8$	4,9	0,75

Gafikdan o'rganilgan diapazonda temperaturani sensorga beriladigan tok kuchlanishiga proporsional ravishda ortishini ko'ramiz.

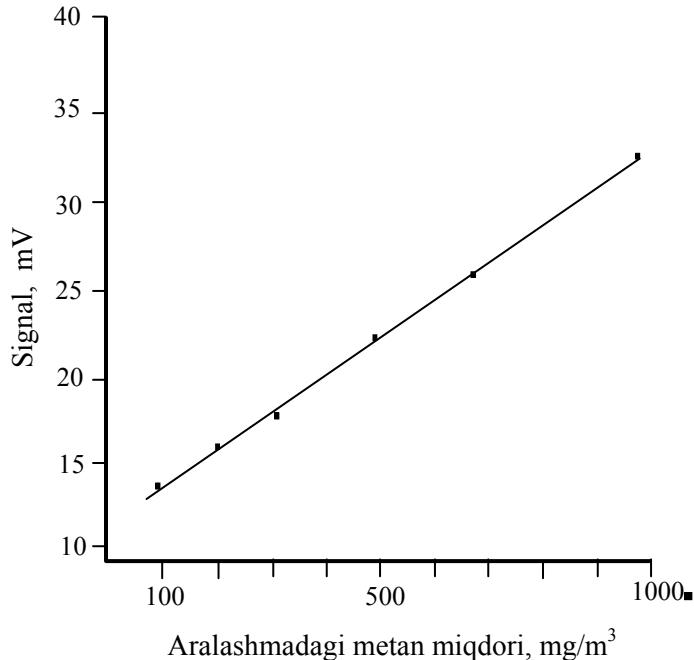
Sensorga beriladigan kuchlanishning optimal qiymati uning metanga nisbatan sezgirligining maksimal qiymati bilan belgilanadi. CH_4 ni aniqlovchi sensor sezgirligiga unga beriladigan kuchlanishning ta'siri tok kuchlanishi qiymatini 0,5 dan 4,0 V gacha bo'lgan diapazoni o'rganildi. 1-rasmda keltirilgan natijalardan metanni selektiv aniqlovchi sensor uchun kuchlanishning optimal qiymatlari 3,4 V ga teng ekanligini ko'ramiz. Kuchlanishning optimal qiymatidan ortishi yoki kamayishi TKS signal qiymatining kamayishiga va sensorning metanni aniqlashdagi selektivligining pasayishiga olib keladi.

Bunga sabab termokatalitik sensorga beriladigan kuchlanish qiymatini 3,4 V dan past qiymatlarida extimol ishchi sezgir elementini yetarlicha aktiv emasligi va reaksiya mahsulotlari desorbsiyalanishining kamayishi natijasida sezgir element yuzasida metan va kislородни adsorbsiyalovchi markazlar sonining qisqarishi, kuchlanishning 3,4 V dan yuqori qiymatlarida esa kislород va metanning aktiv yuzalarga adsorbsiyasining qiyinlashishi va metanni taqqoslash elementi yuzasida oksidlanishi bo'lishi mumkin.



1-rasm. Sensorsning metan bo'yicha signalini unga beriladigan tok kuchlanishi qiymatiga bog'liqligi.

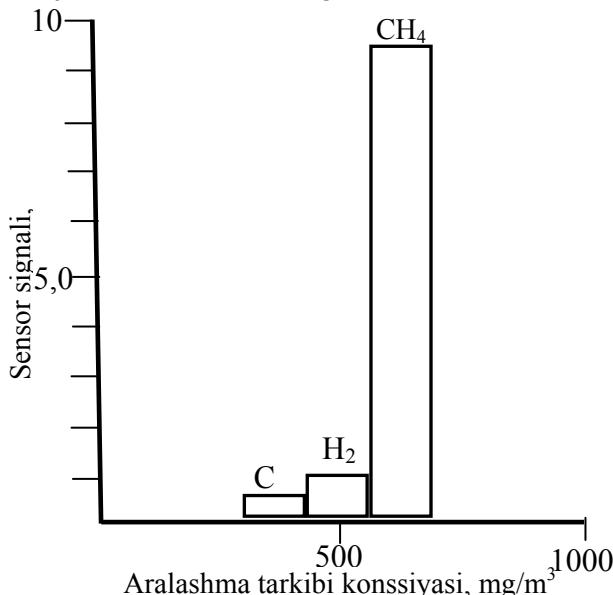
TKSning dinamik ko'rsatgichlari maxsus qurilmada tekshirildi. Tajribalarda tarkibida 150 mg/m³ CH₄ saqlagan gaz aralashmasidan foydalanildi. Bir vaqtning o'zida sensor signalining maksimal qiymatiga ($t_{maks.}$) va boshlang'ich (t_{norm}) qiymatiga erishish uchun sarf bo'ladigan vaqt aniqlandi. Sensorsning dinamik parametrlarini aniqlash natijalari uning signalining maksimal qiymatiga yetishish vaqtiga 10 sekundga, boshlang'ich qiymatigacha qaytish vaqtiga esa 17 sekundga mos kelishini ko'rsatdi. CH₄ ni aniqlovchi sensor signalini CH₄ ning aralashmadagi miqdoriga bog'liqlik grafigi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Sensor signalining aralashmadagi metan miqdoriga bog'liqlik grafigi

Rasmdan CH₄ konsentrasiyasining 50dan 1000 mg/m³ bo'lган diapazonda sensor signalining aralashmadagi CH₄ miqdoriga bog'liqligi to'g'ri chiziqli xarakterga ega ekanligini ko'ramiz. Ishlab chiqilgan TKS yordamida CH₄ ning aniqlanishi mumkin bo'lган eng kam miqdori 50 mg/m³ga teng.

Ishlab chiqilgan TKSda CH_4 ni aniqlashning selektivligini ta'minlash temperatura va katalizator tanlash orqali amalga oshirildi. Sensorsning selektivligi H_2 va CO ishtirokida tekshirildi. Tajribalar tarkibida bir xil miqdordagi (500 mg/m^3) CH_4 , H_2 va CO bo'lgan aralashmalarda tekshirildi. Tajriba natijalari 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Termokatalitik sensorni H_2 va CO ishtirokida CH_4 metanni aniqlash jarayonidagi selektivligini o'rganish natijalari.

Olingen natijalardan ishchi va taqqoslash termosezgir elementlari yuzasi $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Ag}_2\text{O}$ va $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Ni}_2\text{O}_3$ oksidlaridan iborat katalizator bilan qoplangan sensorsning CH_4 ga nisbatan sezgirligi yuqori ekanligi aniqlandi. Ushbu sensor CO va H_2 ishtirokida CH_4 ni selektiv aniqlashga imkon beradi. Keltirilgan natijalardan ishlab chiqilgan selektiv TKSning konsentrasiyani keng oralig'ida CH_4 ni atmosfera havosi va texnologik gaz aralashmalari tarkibidan CO va H_2 ishtirokida selektiv aniqlashini ko'rsatadi.

Xulosa. O'rganilgan parametrлarning keng diapazonida $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Ag}_2\text{O}$ va $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Ni}_2\text{O}_3$ tarkibli katalizatorlar asasida tayyorlangan termokatalitik sensorsning signal qiymatiga turli faktorлarning ta'siri aniqlangan.

CH_4 ni zaharli, yengil alanganuvchan va portlovchan gazlar aralashmasi tarkibidan aniqlovchi yuqori selektiv va sezgir termokatalitik sensorlar ishlab chiqilgan. Ishlab chiqilgan selektiv termokatalitik sensorлarning CH_4 ni aniqlash jarayonidagi asosiy ekspulatasion va metrologik tavsifi baholangan. Ushbu sensorlar konsentrasiyaning keng oralig'ida CH_4 ni aniqlashga imkon beradi va yuqori metrologik hamda ekspulatasion tavsifga ega. Ishlab chiqilgan sensorlar sanoat chiqindi gazlari va yopiq ekologik sistemalar atmosfera havosi tarkibidan CH_4 ning uzluksiz avtomatik analizida qo'llaniladi.

Adabiyotlar

- Рязанов А.В. Чувствительные элементы на основе литого микропровода / А.В. Рязанов, А.Н. Докичев // Датчики и системы. – 2007.-№11. – С. 42-45.
- Сысоев В.В. Мультисенсорные системы распознавания газов типа «электронный нос»: краткий обзор литературы / В.В. Сысоев, Ю.А. Зюрюкин // Вестник СГТУ. - 2007.- №2 (24). - Вып. 1. - С. 111-119.
- Абдурахманов Э. Сенсор для селективного мониторинга оксида углерода в воздухе и промышленных газообразных выбросах // Журнал Анал. и конт. - Москва, 2004. - № 2(8). - С. 165 - 168.
- Абдурахманов, Э.А. Сенсор для контроля довзрывной концентрации водорода в газовой среде / Э.А. Абдурахманов // Сенсор. – 2004. – № 1. – С. 37–41.
- Гринчук, А.П. Разработка газовых сенсоров для контроля горючих газов / А.П. Гринчук, И.А. Таратын, В.В. Хатько // Приборы и методы измерений. – 2010. – № 1. – С. 51–55.

5. Nancy Savagea, Brian Chwierothb, Arwa Ginwallaa, Bruce R. Pattonb, Sheikh A. Akbarc, Prabir K. Duttaa // Sens. Actuators B. 2001. Vol. 79. – P. 17–27. www.gazotron.ru
7. Молодечкин М.О. Термокаталитический сенсор на основе оксидов титана для детектирования метана//Вестник Полоцкого Государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. Машиноведение и машиностроение 2014, № 3. С.67 – 72.
8. Эшкабилов Ш.А., Эшкабилова М.Э., Абдурахманов Э. Разработка катализатора для селективного сенсора природного газа//Журнал. Хим. промышленность. С.Пб .

UDK: 543.421

AMMIAKNI ANIQLOVCHI SENSOR UCHUN ZOL-GEL TEXNOLOGIYASI ASOSIDA

NANOGRIBRID MATERIALLAR TAYYORLASH

A.M.Nasimov, A.O. Buronov, X.Sh.Tashpulatov, A.S. Mamatov, Sh.Mirzayev

Samarqand davlat universiteti

E-mail: urshiduz@rambler.ru

Annotation. Ushbu maqolada zol-gel texnologiyasidan foydalanib eritma muhitida ammiakni aniqlovchi sensor uchun nanogibrild materiallar tayyorlash bayon qilingan. Unda bunday materiallar tayyorlash usullari va optimal sharoitlari keltirilgan. Olingan materialarning xossalari molekulyar masshtabda tahlil qilingan va xossalarning kelib chiqishi izohlangan.

Kalit so‘zlar: zol, gel, ammiak, optik, material, indikator, alkoksid.

Preparation nanohybrid materials for ammonia sensor using sol-gel technology

Abstract. In this article is discussed preparation of nanohybrid materials using sol-gel technology for ammonia sensor. Here the preparation methods and optimal conditions are also given. Characterization of final materials was carried out in molecular scale and properties explained.

Keywords: sol, gel, ammonia, optic, material, indicator, alkoxide.

Подготовка наногибридных материалов для сенсора аммиака с использованием золь-гель-технологии

Аннотация. В этой статье обсуждается подготовка наногибридных материалов с использованием золь-гель-технологии для сенсора аммиака. Здесь также приведены методы приготовления и оптимальные условия. Характеристика конечных материалов проводилась в молекулярном масштабе и объяснялась свойствами.

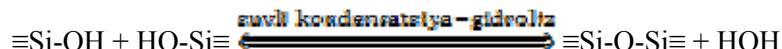
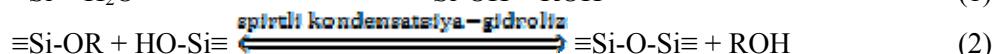
Ключевые слова: золь, гель, аммиак, оптика, материал, индикатор, алкоксид.

Hozirgi ko‘pchilik zamonaliv zol-gelga asoslangan sensorlar pH ni aniqlashga bag‘ishlangan bo‘lib, bu ko‘pchilik pH indikator bo‘yoqlarning xilma-xilligidan va g‘ovak zol-gel shishadan protonlarning oson diffuziyalanishidan kelib chiqadi. Optik pH sensorlar mavjud pH elektrodlarga nisbatan elektromagnit xalaqit beruvchilarning osongina oldini olish va bundan signal-shovqin nisbatining juda ustunligiga erishish orqali ta’milanadi. Tipik optik pH sensorlar qisqa pH intervalini aniqlasada, uzoq yashash vaqtiga ega. Shuningdek ular qaytarlik va tez javob vaqtiga, chidamlilik, arzonlik, xavfsizlik, oson miniataturalashtira olinish va mexanik bardoshlilik kabi xususiyatlarga ega. Bunday sezuvchi asboblar pH indikatorni zol-gel matritsaga oson biriktirib chiziqli xarakterga erishish mumkin[1]. Odatdagagi to‘lqin uzatgichsiz optik sensorlar zol-gel matritsaga pH sezuvchi bo‘yoq biriktirilgan bo‘lib, fluoressensiya yoki absorbsiyani o‘lchashga asoslangan.

Zol-gel jarayoni anorganik alkoksidlarni suyuq fazadan qattiq fazaga o‘tishini anglatadi. Bu anorganik boshlang‘ich moddalardan yuqori temperaturada olinadigan odatdagagi shishaga qaraganda yaxshi va toza shisha hamda keramikani past temperaturada hosil qilishni bildiradi[2]. Zol-gel jarayonning eng e’tiborli jihatni odatdagagi usullar bilan molekulyar masshtabdagi kompozitsion materiallarni olib bo‘lmasligidir. Zol-gel usuli shishalar, optik tolalar, maxsus qoplamlar, ultra-toza kukunlar va multifunksional materiallar kabi mahsulotlarni tayyorlashda keng qo’llanilib kelmoqda[3].

Bu jarayon shaffof va g'ovak matritsaga organik va anorganik molekulalarni biriktirish imkonini beradi[4-6].

Kremniy alkoksildari ishtirokida zol-gel jarayoni boradigan reaksiyalarni umumiy holda quyidagicha tasvirlash mumkin:



Metall alkoksidlar suv bilan oson reaksiyaga kirishganligi uchun eng ko‘p qo‘llaniladiganlari alkoksilanlar - tetrametoksisilan(TMOS) va tetraetoksisilikat(TEOS) dir. Zol-gel jarayonida alyuminatlar, titanatlar va boratlar ham TEOS bilan birqalikda ishlatilishi mumkin. Bu jarayon ancha murakkab, chunki bog‘lanmagan zanjir oraliqlarga ega shisha hosil bo‘lishiga olib keladigan boshqa zol-gel o‘tishlar mavjud.

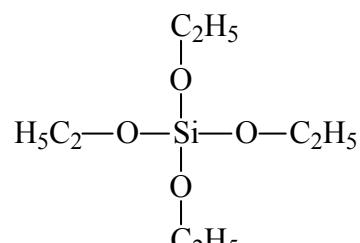
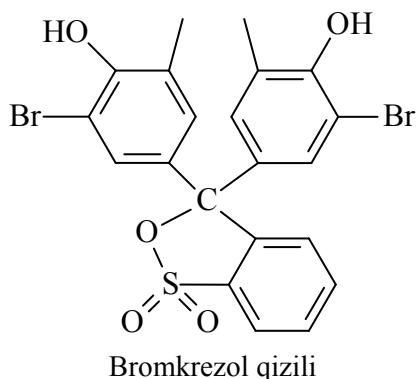
Bir qancha zol-gel plenkali pH sensorlar ammiak monitoringi uchun qo‘llangan. Bir qator olimlar erigan ammiakni uzluksiz aniqlovchi optik sensor yaratsih uchun aminofluorescinni ORMSIL, TMOS va difenildimetoksisilan sopolimeriga biriktirishdi[7]. Dinamik soha 1-20 ppm gacha bo‘lib, distillangan suvda 6 oydan uzoq saqlash mumkin bo‘lgan. Shuningdek yassi tuzilishli ammiak sensorini atrof-muhit monitoringi uchun syanin bo‘yog‘ini zol-gel plenkaga biriktirib to‘la qaytar va aniqlash chegarasi 5 ppm bo‘lganini e’lon qilishdi[8]. Shu bilan birga zol-gelga bromkrezol ko‘kini biriktirib ammiak gazini aniqlovchi optik sensor yaratsihdi[9-11]. E’lon qilingan natijalar arzon, sezgir va tez javob bera olishi bilan ajralib turadi.

Ushbu maqola zol-gel usulida ammiakni gazli muhitda aniqlovchi optik sensorni zol-gel texnologiyasi asosida tayyorlash va jarayon uchun optimal sharoitlar tanlash keltirilgan.

Tajribaviy qism

Asboblar va reaktivlar

Ishda quyidagi reaktivlar va materiallar ishlatildi: bromkrezol qizili – BKQ, distillangan suv – H_2O , etanol – $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, nitrat kislota – HNO_3 . Tadqiqotda qo‘llanilgan ba’zi moddalarning tuzilishi quyida keltirilgan.



Zol-gel jarayonini amalgal oshirish

Tajribalarni bajarish uchun dastlab hech qanday dopantlarsiz zol-gel eritmali tayyorlandi.

Tertaetoksisilan iborat kislotali katalizator ishtirokidagi anorganik zol-gel quyidagi ketma-ketlikda tayyorlanadi. Buning uchun erituvchi sifatida etanol ishlatildi va kondensatsiya reaksiyasi amalgal oshishi uchun konsentrangan xlorid kislota eritmasi yordamida eritma pH=1 ga keltirildi.

4,5 ml TEOS 5,5 ml etanol bilan xona sharoitida 30 daqiqa davomida aralashtirildi. Shundan so‘ng 1 ml HCl eritmasi quyildi va aralashtirish yana 3 soat davomida olib borildi.

Olingan zol-gel qatlamlar tekshirib ko‘yilgandan so‘ng ammiakni aniqlovchi optik sensor uchun qo‘llaniladigan bromkrezol qizili biriktirish uchun mosligini tekshirish uchun turli

konsentratsiyali indikatorning etanoldagi eritmasi qo'shildi. Tayyorlangan zol-gel eritmalar tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tayyorlangan zol-gel eritmalar tarkibi

Nº	Alkoksid	Erituvchi	Indikator	C_{Ind} , mg/ml
1	TEOS	C_2H_5OH	-	-
2	TEOS	C_2H_5OH	BKQ	10
3	TEOS	C_2H_5OH	BKQ	5
4	TEOS	C_2H_5OH	BKQ	1
5	TEOS	C_2H_5OH	BKQ	0,5

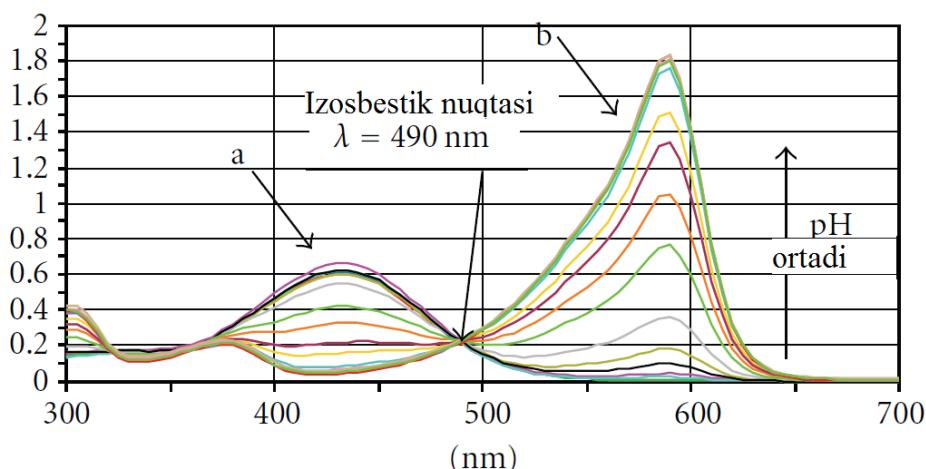
Zol-gel reaksiyasi amalga oshgandan so'ng uni yotqizish uchun lyuminessent bo'lmanan mikroskop shishalariga yotqizildi. Buning uchun shishalar 1 kun davomida 30% li HNO_3 ga botirib qo'yildi va avval distillangan suvda, etanolda bir necha marta yaxshilab yuvildi. Bunda silikat yuzasidagi alkoksi guruqlar faollashadi.

Barcha tajribalar oqimli qoplash usuli bilan amala oshirildi [12]. Shundan so'ng ular $70^{\circ}C$ da bir kunga yorug'lik tushmaydigan sharoitda qurutush shkafida qoldirildi. Olingan qatlamlarni tekshirish uchun ular yana xona sharoitida 1 hafta qoldirildi va shundan so'ng ularning xossalari tekshirildi.

Natijalar va ularning tahlili

Zol-gel texnologiyasi yordamida zolning polimerlanishi gidroliz va kondensatsiya reaksiyasi hisobiga sodir bo'ladi. natijada uning qovushqoqligi ortib boradi. Tajribalar juda uzoq vaqt va yuqori haroratda ishlov berish zol eritmasining qoplami tegishli substratga yotqizishdan oldin qotib qolishiga olib kelishini ko'rsatdi. Boshqa tajribalar esa ammoniy gidroksid katalizatori qo'shilganda g'ovakliklarning o'lchami sezilarli katta bo'lishini ko'rsatdi.

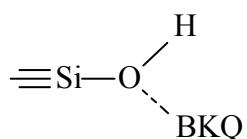
Ishda indikator sifatida bromkrezol qizilining tanlanishiga sabab u UB-ko'rnatadigan spektroskopiyada tadqiqotlar uchun eng yaxshi fotokimyoviy xossalarga egaligidir. Uning pH ga bog'liq yutilish spektri 1-rasmida keltirilgan.



1-rasm. Bromkrezol qizilining pH ga bog'liq yutilish spektri [13].

Bromtimol ko'kida izosbestik nuqta 490 nm da joylshgan. Bunday o'rishlar kislotali shakli (sariq-a) dan asosli shakli (qizil-b)ga o'tishi sabab sodir bo'ladi. Ammiakni aniqlovchilash uchun BKQ indikatori TEOS asosida olingan zol-gel membranada o'z fotokimyoviy xossalarni saqlab qolishi, qatlama yaxshi birikishi (fizikaviy), uzoq vaqt barqaror ishlashi va tashqi ta'sirlarga chidamli bo'lishi lozim.

Zol-gel texnologiyasi asosida olingan optik qatlama BKQ ning immobilizatsiyasini quyidagicha sxematik tasvirlash mumkin:



Ma'lulumki, BKQ da gidrofil guruqlar mavjudligidan, optik qatlamlar ham hidrofil tabiatga ega bo'lishi, shu bilan birga yaxshi birikishi ham lozim. Shuning uchun biz tadqiqotlarda TEOS:EtOH:HCl (0,1M) eritmalarini mol nisbati 1:4:4 nisbatda olindi. Olingan optik qatlamlarga indikator birikkanligi olingan optik qatlamlarning turli konsentratsiyali dopantlar – BKQ biriktirib ko'rib tekshirildi va BKQ ning konsentratsiyasi 0,6 mg/ml dan ko'p bo'lganda indikatorning taqsimlanishi gomogen bo'lmasligi kuzatildi.

Ushbi tadqiqot ammiakni aniqlash uchun olib borilganligi uchun tayyorlangan optik qatlamlar bir haftadan so'ng turli konsentratsiyali ammiak eritmalariga botirliganda ularning rangi o'zgarishi kuzatildi. Bu esa BKQ o'z xossalarni saqlab qolganligidan dalolat beradi.

Xulosalar

BKQ TEOS asosida tayyorlangan optik qatlamga biriktirilganda o'z fotokimyoviy xossasini saqlab qolishi kuzatildi. Optik qatlamda indikator fizik jihatdan bog'lanib, uning o'z tabiatini saqlab qolishi tayyorlanayotgan zol eritmasi tayyrolanish sharoitlariga bog'liqligi o'rnatildi. Tayyorlangan qatlamlar ammiakni optik aniqlash uchun dastlabki sinovlar eritmada o'tkazildi va indikator rangi oz'garishi kuzatildi.

Adabiyotlar

1. Baklanov, M.R.; Mogilnikov, K.P.; Polovinkin, V.G. & Dultsev, F.N. Determination of pore size distribution in films by ellipsometric porosimetry. *J. Vac. Sci. Technol., B*, 18/3 (2000), 1385-1391.
2. Kaufman, V.R. & Avnir, D. Structural changes along the sol/gel/xerogel/ transition in silica as probed by pyrene-excited state emission. // *Langmuir*, 1986, 2, pp. 717-722.
3. Lev, O.; Tsionsky, L.; Rabinovich, L.; Glezer, V.; Sampath, S.; Pankratov, I. & Gun, J. Organically modified sol-gel sensors. // *Analytical Chemistry*, 1995, 67/1, pp. 22A-30A.
4. Brinker, C.J. & Scherer, G.W. *Sol-gel science: The physics and chemistry of sol-gel processing*. Academic Press, New York, 1990.
5. Klotz, M.; Ayral, A.; Guizard, C. & Cot, L. Tailoring of the porosity in sol-gel derived silica thin layers.// *Bull. Korean Chem. Soc.*, 1999, 20/8, pp. 879-884.
6. Gupta, R.; Mozumdar, S. & Chaudhury, N.K. Effect of ethanol variation on the internal environment of sol-gel bulk and thin films with aging. // *Biosensors Bioelectronics*, 2005, 21/4, pp. 549-560.
7. A.Lobnik, O.S.Wolfbeis, Probing the polarity of sol-gels and ormosils via the absorption of Nile Red, *Sens. Actuators B*, 51 (1998), 203-208.
8. C.Malins, A.Doyle, B.D.MacCraith, F.Kvasnik, M.Landl, P.Simon, L.Kalvoda, R.Lukas, K.Pufler, I.Babusik, Personal ammonia sensor for industrial environments, *J. Environ. Monit.* 1 (1999), 417-421.
9. C.Malins, T.M. Butler, B.D. MacCraith, Influence of the surface polarity of dye-doped sol-gel glass films on optical ammonia sensor response, *Thin Solid Films*, 368 (2000), 105-108.
10. W.Cao, Y.Duan, Optical fiber-based evanescent ammonia sensor, *Sens. Actuators B*, 110 (2005), 252-256.
11. S.Tao, L. Xu, J.C. Fanguy, Optical fiber ammonia sensing probes using reagent immobilized porous silica coating as transducers, *Sens. Actuators B*, 115 (2006), 158-163.
12. A.M.Nasimov, X.Sh.Tashpulatov, Sh.Mirzayev, D.T.Tashpulatov. Zol-gel texnologiyasi asosida «smart» nanogibrif materiallar tayyorlash. SamDU ilmiy axborotnomasi, 2017, 3, 72-76 bb.
13. Nizam M. El-Ashgar et al, Sol-gel thin films immobilized with bromocresol purple ph-sensitive indicator in presence of surfactants. *ISRN Analytical Chemistry*, 2012, 1-11 pp.

UDK: 541.49+546.47

**KOBALT(II) ATSETATNING MELAMIN VA GLITSIN BILAN HOSIL QILGAN
ARALASH LIGANDLI KOMPLEKSLARINI IQ SPEKTROSKOPIYA USULIDA TAHLIL
QILISH**

E` Buvrayev¹, Sh Kadirova², S. Tillayev¹, Z.N. Normurodov, Z. Xushnazarov¹

¹*Samarqand davlat universiteti, ²O'zbekiston Milliy universiteti*

Annotatsiya. Ishda Co(II) atsetatning melamin va glitsin bilan aralash ligandli komplekslarini sintez qilish usuli, sintez sharoitlari hamda zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari asosida yangi sintez qilingan kompleks birikmalarining qattiq holatdagi tarkibi va tuzilishini o'rganish natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Co(II), melamin, glitsin, IQ-spektroskopiya, kompleks, bioligand.

**Исследование комплексов ацетата кобальта (II),
образованные смешенными лигандами меламина и глицина, ИК спектроскопическим
методом**

Аннотация. В работе приведены результаты получения смешаннолигандных комплексных соединений кобальта с меламином и глицином. Выявлены оптимальные условия для синтеза комплексов и изучены состав и структура полученных новых комплексов со современными физико-химическими методами.

Ключевые слова: Co(II), меламин, глицин, ИК-спектроскопия, комплексные соединения, биолиганды.

**Study of cobalt(II) acetate complexes formed by mixed melamine and glycine ligands
using IR spectroscopy**

Abstract. In job are given the results of reception mixed-ligand complex connections Co (II) acetate with melamine and glycine. The optimum conditions for synthesis of complexes are revealed and are investigated structure of the received new complexes with modern physical-chemical methods.

Keywords: Co (II), mixed-liganded, complex connections, IR-spectroscopy, bioligands.

Ishning dolzarbliji. Hozirgi kunda triazin hosilalari, aminokislotalar hamda d-metallar sistemasidan iborat aralashligandli kompleks birikmalar deyarli o'rganilmagan [1-4]. Triazin hosilalari va aminokislotalarning yuqori biologik faolligini e'tiborga olgan holda bioelementlar bilan kompleks birikmalarining sintezini olib borish, tarkibi va tuzilishini tadqiq qilish koordinatsion birikmalar kimyosini dolzarb muammolarini hal qilib qolmasdan, balki amaliyatga tatbiq qilish mumkin bo'lgan moddalar yaratishda dolzarb masala hisoblanadi.

Tadqiqot ob'ekti va predmeti. Ilmiy tadqiqotning ob'ektlari triazin hosilasi, glitsin aminokislotsasi hamda Co(II) atsetatli tuzlari. Tadqiqot predmeti oraliq metallarning triazin hosilasi bo'lgan melamin va glitsin bilan komplekslarning IQ spektroskopiya usulida tahlil qilish.

Ishning maqsadi. Sintez qilingan Co(II) atsetatning melamin va glitsin bilan aralash ligandli komplekslarning IQ spektroskopiya usulida ularning tuzilishini o'rganish.

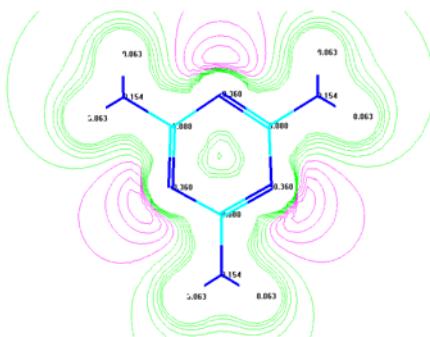
Tadqiqotning vazifalari.

Co(II) atsetatning melamin va glitsin bilan aralash ligandli komplekslarini sintezi metodikasini ishlab chiqish va sintez qilingan komplekslarning IQ spektroskopiya usulida ularning tuzilishini o'rganish.

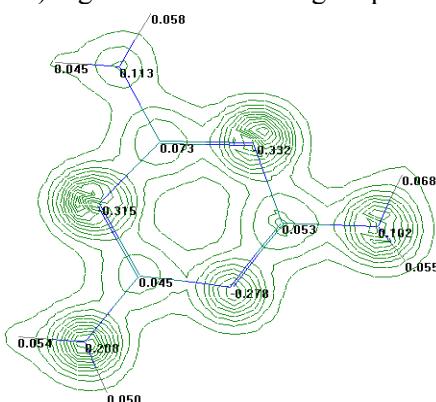
Ishning ilmiy yangiligi. O'tkazilgan tadqiqotlar asosida Co(II) atsetatning melamin va glitsinlar bilan aralash ligandli kompleksining sintez usuli ishlab chiqildi va yangi komplekslar sintez qilindi. Olingan kompleks birikmalarining tarkibi va tuzilishi IQ spektroskopiya usullarini qo'llagan holda tadqiq qilindi.

Tadqiqot usullari. IQ-spektroskopiya, kvant-kimyoviy hisoblash usullaridan yarimempirik PM 3 hisoblash usuli.

Ligandlarning reaksiyon qobiliyatini kvant-kimyoviy baholash. Ligandlarning kvant-kimyoviy analizi ChemOffice Ultra dasturida olib borildi. Kvant-kimyoviy hisoblashlar natijalariga ko‘ra xulosa qilib shuni aytish mumkinki melamin kompleks hosil bo‘lishida o‘zining manfiy zaryadi eng yuqori (-0.332 eV) bo‘lgan sikldagi azot bilan donor-akseptor bog‘lanishda ishtirok etadi. Glitsin kompleks hosil kiluvchi ion bilan aminoguruxdagi manfiy zaryadi eng yuqori (-0.326 eV) bo‘lgan azot bilan ishtirok etadi. Olingan nazariy natijalar keyinchalik tanlangan metallarning melamin va glitsin bilan aralash ligandli komplekslarini tarkibi va tuzilishini IQ-spektrlari tahlili asosida tekshiriladi.



1-rasm. L^1 (melamin) Ligand elektron zichligi taqsimoti sxemasi PM3 da

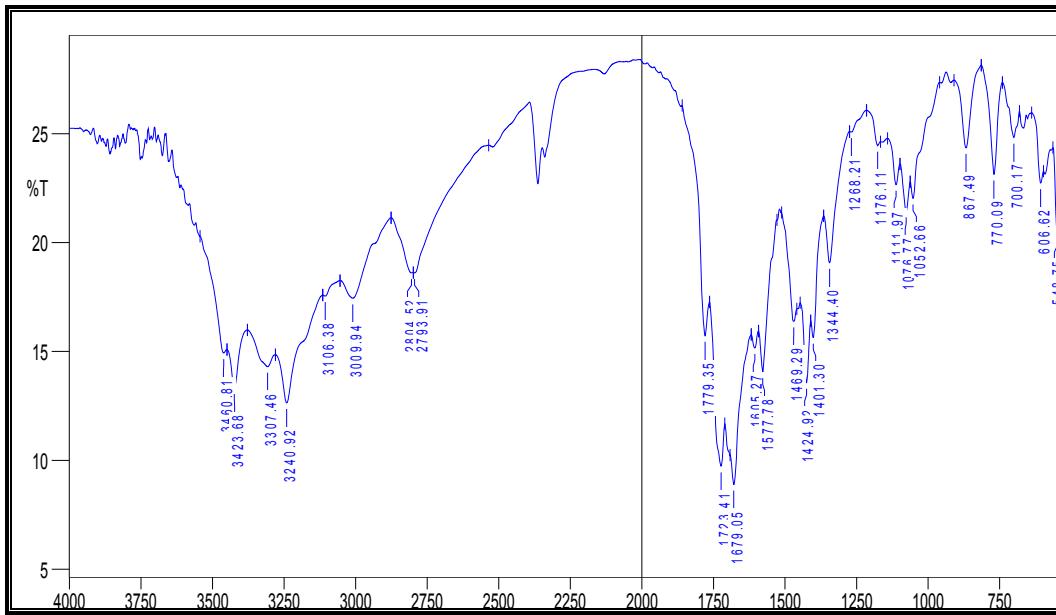


2-rasm. Melamin molekulasida elektron zichligining taqsimlanishi

Komplekslarning IQ spektroskopiya usulida tahlil qilish. IQ spektroskopiya metodidan foydalangan holda kompleks hosil bo‘lishidagi elektron-konformatsion o‘zgarishlarni baholashga harakat qilindi. Ligand sifatida olingan melamin bir qancha funksional guruxlarga ega. 1732 cm^{-1} sohada C=N guruhi tegishli intensiv assimmetrik, 1662 cm^{-1} da esa simmetrik tebranish chastotalari kuzatiladi. Aminoguruxning simmetrik assimmetrik, valent va deformatsion tebranishlari mos ravishda 3450 cm^{-1} , 3422 cm^{-1} , 3193 cm^{-1} , 1598 cm^{-1} soxalarda kuzatiladi. C-N bog‘ining valent tebranishi 1357 cm^{-1} soxada joylashgan. Aralash ligandli komplekslar sinteziga olingan glitsin kuyidagi funksional guruxlarga ega: C=O, NH₂, C-N. Glitsinning IQ spektri analizida 1670 cm^{-1} va 1624 cm^{-1} soxalarida karbonil guruxning simmetrik va assimmetrik valent tebranishlarining intensiv chiziqlari kuzatiladi. Aminoguruxning simmetrik va assimmetrik valent tebranishlari 3348 cm^{-1} va 3442 cm^{-1} sohalarda kuzatiladi. C-N bog‘ining valent tebranishi 1464 cm^{-1} da kuzatildi.

Ikki valentli kobalt atsetati bilan melamin komplekslarining IQ spektrlari boshlang‘ich ligand spektri bilan solishtirilganda C=N guruhining assimetrik va simmetrik valent tebranish chastotalari $6-11\text{ cm}^{-1}$ va $26-32\text{ cm}^{-1}$ ga siljiganini ko‘rishimiz mumkin. Bundan komplekslar geterotsikldagi azotning juft elektronlari orqali xosil bo‘lgan. Aminoguruhning simmetrik va assimetrik valent tebranishlari ham o‘zgarishga uchraydi, bu koordinatsion birikmalar hosil bo‘lganda elektronlarning qayta taqsimlanishi bilan bog‘liq bo‘lishi kerak deb taxmin qilindi. $3000-3400\text{ cm}^{-1}$ oraliqdagi yutilish chiziqlarini kengayishi komplekslar tarkibida namlik borligini ko‘rsatadi. $429-427\text{ cm}^{-1}$

sohadagi M-N bog‘ining valent tebranishiga tegishli bo‘lgan yangi tebranish chastotalarini namoyon bo‘lishi kompleks hosil bo‘lgandan dalolatdir.



3- rasm. $\text{CoL}^{\text{L}^2}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ kompleksining IQ spektri

Aralash ligandli komplekslarning IQ spektrlarini tahlili shuni ko‘rsatdiki, melamin molekulasi dagi C=N guruhining valent tebranishlari 1651 cm^{-1} dan 1679 cm^{-1} , 1677 cm^{-1} gacha keskin o‘zgarishlarga uchragan. Melamindagi aminoguruhlarning valent tebranishlari 3330 cm^{-1} dan komplekslarda 3321 cm^{-1} gacha deyarli o‘zgarmagan. Glitsindagi aminoguruhnning tebranish chastotalari 3169 cm^{-1} dan 3249 cm^{-1} gacha keskin o‘zgarishga uchragan. Glitsin molekulasi dagi COOH guruhining xarakteristik valent tebranishlari 2807 cm^{-1} dan 2801 cm^{-1} gacha keskin o‘zgarishsiz komplekslarda namoyon bo‘lgan. Bundan xulosa qilib, aralashligandli komplekslarda metall kompleks hosil qiluvchi bilan koordinatsion bog‘lanish melamindagi endosiklik azot atomidan hamda glitsindagi aminoguruhnning azot atomidan sodir bo‘lmoqda deb ta’kidlash mumkin. Kompleks hosil bo‘lishining aynan azot atomlari orqali sodir bo‘layotganligining yana bir dalili komplekslarning IQ spektrida 465 cm^{-1} , 458 cm^{-1} sohada ligandlarning spektrida kuzatilmagan yangi yutilish chiziqlarining namoyon bo‘lishidadir. Ligandlarning spektridan farqli ravishda komplekslarning spektrida 1330 - 1344 cm^{-1} sohada ham yangi yutilish chiziqlari namoyon bo‘lgan. Bu chiziqlar adabiyotlarga [5-7] asosan bog‘langan atsetatli atsetoligandlarning yutilish chiziqlariga tegishliligi ushbu kislotga qoldiqlarining ichki sferada joylashganligidan dalolatdir. Kobalt kompleksining tarkibida suv molekulalari borligi to‘g‘risida spektral natijalar xulosa berdi.

Ligandlar va ularning asosidagi aralashligandli metall komplekslarning IQ spektrlarini tahlilidan kompleks hosil bo‘lish reaksiyalarida qo‘llanilgan polidentant ligandlar tarkibidagi azot atomlari orqali markaziy atomga monodentat holatda koordinatsiyaga uchrashi to‘g‘risida xulosa qilish mumkin. Bu xulosalar kvant kimyoviy hisoblash natijalarini tasdiqlaganligini ta’kidlash mumkin. Sintez qilingan kompleks birikmalar tuzilishi tetraedrik shaklda bo‘lishi mumkinligi to‘g‘risida xulosa qilindi.

Sintez qilingan komplekslarning spektroskopik tahlil natijalari qo‘llanilgan ligandlar tarkibidagi azot atomlari orqali monodentat koordinatsiyaga uchrashi, atsitoligandlar ichki sferada ekanligi aniqlandi.

Xulosalar. Co(II) atsetatning melamin va glitsin bilan aralashligandli komplekslarini sintezi metodikasini ishlab chiqildi va suvda yaxshi eriydigan yangi kompleks birikmalar sintez qilindi. Fizik kimyoviy tadqiqotlar yordamida sintez qilingan kompleks birikmalarning tarkibi va tuzilishi

o'rganildi. IQ-spektroskopik tahlil natijalariga ko'ra sintez qilingan kompleks birikmalarda polidentat ligandlar monodentatlikni namoyon qilishi o'rganildi. Sintez qilingan kompleks birikmalar ustidan o'tkazilgan fizik kimyoviy tadqiqotlar asosida olingan komplekslarning tarkibi 1:1:1 M:L¹:L² nisbatda ekanligi, individual kristall panjaraga ega ekanligi xulosa qilindi.

Adabiyotlar

1. Mamoor G.M., Sahin O., Islam Ullah Khan, Ejaz. Crystal structure of melamine bridged polymeric complex of copper(II)// Журн. структур. хим. 2011.-Т.52.-№6.-С.1152-1156.
2. Bairi Partha, Roy Bappaditya, Nandi Arun. Гидрогели координационного полимера серебро (I)-меламин// J.Mater. Chem.-2011.-21, №32, с 11747-11749.
3. Семенова М.Г., Корнев В.И. Комплексонаты кобальта(II) и никеля(II) в водных растворах щавелевой кислоты. Химическая физика и мезоскопия.-2010.-Т. 12, -№1.-С. 131-138.
4. Францева, Ю.В. Расчет химических равновесий в системе гепарин-ион Co²⁺ - глицин // Журнал физической химии. 2013. Т. 87. № 8. С. 1432-1434.
5. Казицина Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопии в органической химии. М.: В.Ш., 1971. С. 214-234.
6. Накамото К. ИК спектры неорганических и координационных соединений. М.: Мир. 1996. 204 с.
7. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений.-М.: Высш. шк.-1985.-С.178-186.

УДК 547.856.1.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА НАПРАВЛЕНИЕ РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ 6-МЕТИЛ-2-ОКСОПИРИМИДИН-4-ОНА

К.А. Захидов, О.И. Уринов, Г. Эшмурадова

Самаркандинский государственный университет

E-mail: Zarif.Samarov.80@mail.ru

Аннотация. Впервые систематически изучена множественная реакционная способность полидентного аниона 6-метил-2-оксопиримидин-4-она «мягким» (иодистый метил) и «жестким» (метилтозилат) алкилирующими агентами. Выявлены основные закономерности реакции метилирования.

Ключевые слова: 6-метил-2-оксопиримидин-4-он, «мягкий», «жесткий», метил иодистый, метилтозилат, реакционные центры, этанол, ацетонитрил, диоксан, ДМФА, ДМСО.

6-Metil-2-oksopirimidin-4-onning alkillash reaksiyalariga turli omillarning ta'siri.

Annotasiya: Birinchi marta 6-metil-2-oksopirimidin-4-onni polident anionining ko'ptomonlama reaksiyon qobiliyatiga "yumshoq" (metil yodid) va "qattiq" (metil tozilat) metillash agentlari bilan metillash reaksiyalarini o'tkazish orqali sistematik o'rganildi. Metillash reaksiyalarining asosiy qonuniyatlarani aniqlandi.

Kalit so'zlar: 6-metil-2-oksopirimidin-4-on, "yumshoq" "qattiq", metilyodid, metiltozilate, reaksiyon markazlar, etanol, asetonitrile, dioksan, DMFA, DMSO.

Effect various factors on the alkylation reaction of 6-methyl-2-oxopyrimidine-4-one.

Abstract. Alkylation of polident anion of 6-methyl-2-oxopyrimidine-4-one with "soft" methyl iodide) and "hard" (methyltozilate) alkylation agents have been systematically studied. It was shown the nature of solvents influence on reactivity and the direction of reaction of alkylation.

Keywords: 6-methyl-2-oxopyrimidine-4-one, "soft", "hard", methyl iodide, methyltozilate, reaction senters, etanole, asetonitrile, dioxane, DMFA, DMSO.

Конец XX и начало XXI веков характеризуются бурным развитием химии гетероциклических соединений. Среди них особое значения имеют производные пиримидина и их различные аналоги (фуро-,тиено-, -пирроло-,бенз-, -пиридопиримидины). Это связано с

тем, что они представляют как теоретический так и практический интерес. Теоретический интерес этих соединений связан с наличием в их молекулах нескольких реакционных центров, таких как N¹- и N³ эндоциклические атомы азота и экзоциклические гетероатомы в положениях 2 и 4 (-O-, -S-, -Se-, -NH-, -NHCOCH₃-и т.д.). Из-за чего производные пиримидина проявляют двойственную (множественную) реакционную способность в реакциях электрофильного замещения, в частности, в реакциях алкилирования. А практический интерес метадиазинов обусловлен нахождением среди них множества биологически активных соединений многие из которых успешно применяются в различных отраслях народного хозяйства. Среди них имеются высокоэффективные лекарственные препараты, химические средства защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, химические средства защиты животных от эктопаразитов. Поэтому поиск путей синтеза производных пиримидинов и изучения их химических превращений является актуальной задачей.

Ранее были изучена множественная реакционная способность 2-оксотиено [2,3-d]-, -пирроло [2,3-d] бенз-, -пиридо [2,3-d] примидин-4-онов [1-4]. Но множественная реакционная способность самих 2-оксопримидин-4-онов очень мало изучены. Поэтому было интересно изучить множественную реакционную способность 6-метил-2-оксопримидин-4-она в реакциях алкилирования.

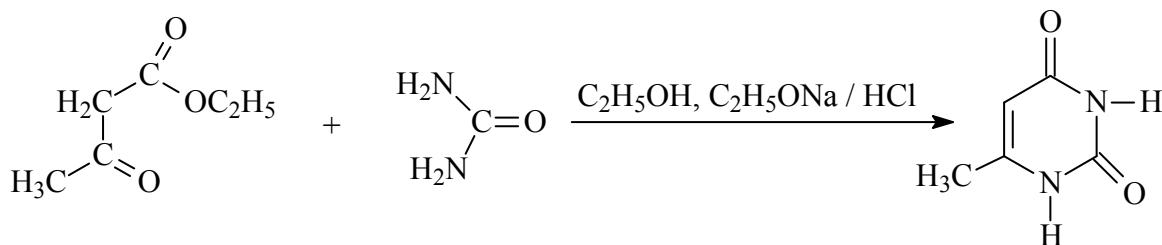
В молекуле 6-метил 2-оксопримидин-4-она содержатся четыре потенциальных реакционных центра. Наличие их может обуславливать проявление множественной реакционной способности. Поэтому было интересно выявить факторы влияющие на направление реакции алкилирования по тому или иному реакционному центру, а именно проследить влияние:

- 1) природа гетероатома (О) в положения 2 пиримидинового цикла;
- 2) характера алкилирующего агента и эффекта среды;
- 3) условий реакции алкилирования (температурный режим, продолжительность процесса) 6-метил-2-оксопримидин-4-она;

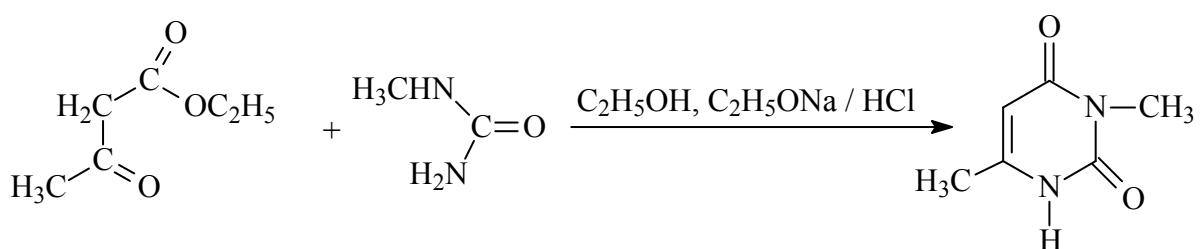
Реакции метилирования проводили “мягким” алкилирующим агентом иодистым -метилом и “жестким”-метилтозилатом в среде абсолютного растворителя при нагревании (77-85°C) или при комнатной температуре (20-25°C), в качестве солеобразователя был использован гидрид натрия в соотношении субстрат-гидрид натрия (1:1).

Для этого сначала были осуществлены синтезы 6-метил-2-оксопримидин-4-она и ее метил производных.

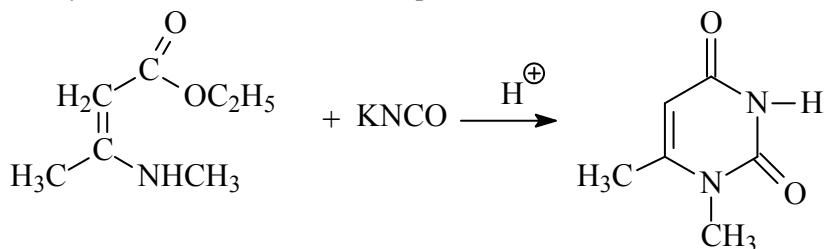
Взаимодействием ацетоуксусного эфира с мочевиной был синтезирован 6-метил-2-оксопримидин-4-он [5]:



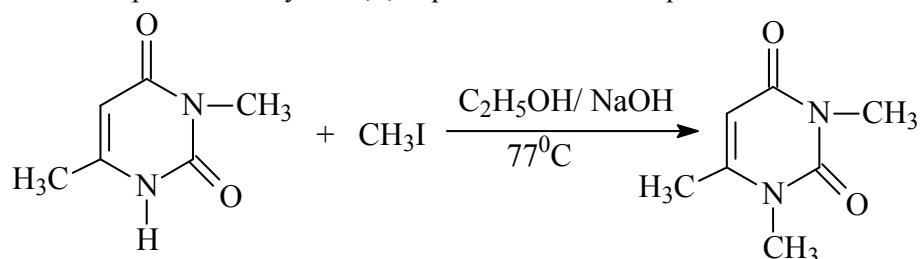
Взаимодействием ацетоуксусного эфира с N-метилмочевиной получен 3,6-диметил 2-оксопримидин-4-он [6]:



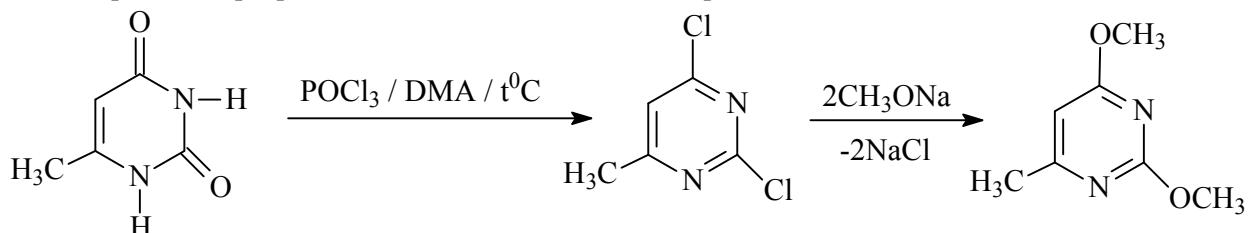
Взаимодействием этилового эфира N-метиламинокротовой кислоты с изоцианатом калия в кислой среде был получен 1,6-диметил-2-оксопиримидин-4-он [7]:



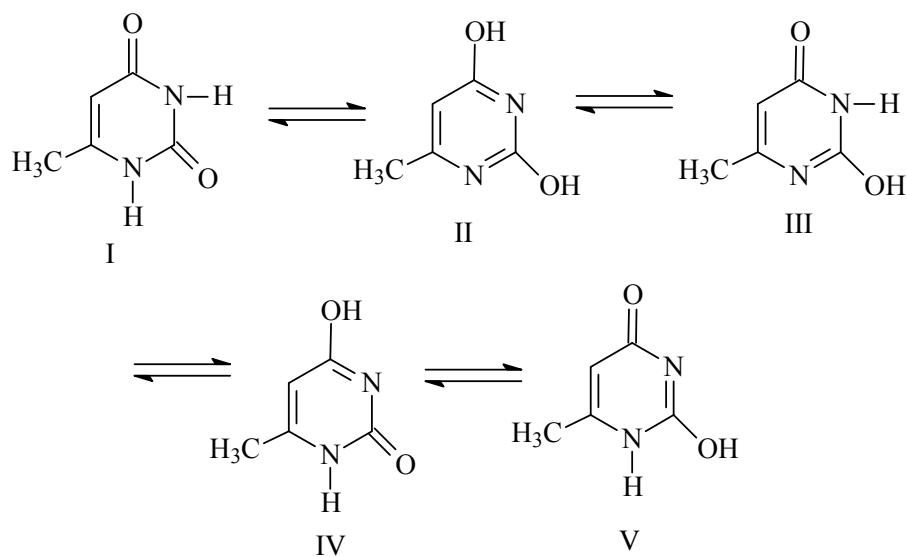
Алкилированием 3,6-диметил-2-оксопиримидин-4-она с иодистым метилом в спиртовом растворе гидроксида натрия был получен 1,3,6-триметил-2-оксопиримидин-4-он:



Хлорированием 6-метил-2-оксопиримидин-4-она с хлорокисью фосфора в присутствии диметиланилина был получен 2,4-дихлор-6-метилпиримидин, который взаимодействием с метилатом натрия был превращен в 2,4-диметокси-6-метилпиримидин: [7]:



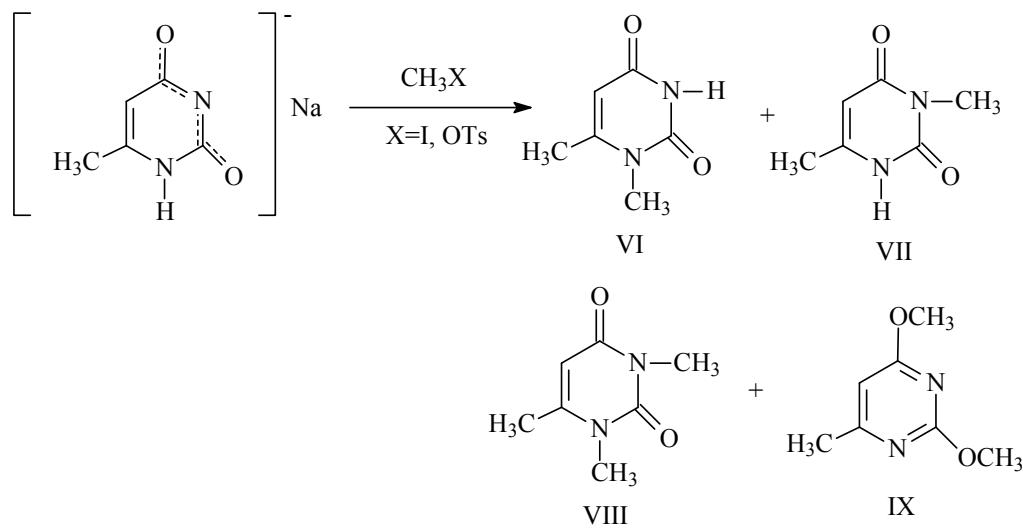
6-Метил-2-оксопиримидин-4-оны теоретически могут существовать в следующих таутомерных формах:



Термодинамически более стабильным для 6-метил-2-оксопиримидин-4-она является таутомер I. Термодинамическую устойчивость данной формы главным образом определяет симметричность молекулы. Кроме того, отрицательный заряд атома N³ частично компенсируется соседними электроположительными атомами C² и C⁴, определяя тем самым большую выгодность данной таутомерной формы перед другими. Поэтому в образовании соли 6-метил-2-оксопиримидин-4-она эта форма является определяющей.

При метилировании 6-метил-2-оксопirimидин-4-она в спиртовом растворе с иодистым метилом при комнатной температуре образуется примерно одинаковое количество N¹ (VI) и N³(VII) изомеров, а при нагревании наряду с ними был обнаружен и третий продукт реакции - 1,3,6- trimetil 2-оксопirimидин-4-он (VIII) в соотношении 2,6:1:1,1. Реакция же с метилтозилатом при 25°C дает смесь VI, VII (1,9:1), а при нагревании смесь VI, VII, VIII в соотношении 5,4:1,9:1.

При метилировании метилтозилатом в ДМФА метилпродукты образуются в соотношении 12:7:1 (при 25⁰С) и 4,3:1,3:1(при 90-95⁰С) т.е. при переходе от иодистого метила к метилтозилату количество N¹метилпродукта увеличивается. Это указывает, что N¹-центр является более “жёстким” чем N³.



**Алкилирования 6-метил-2-оксопиримидин-4-она
в различных растворителях**

Растворитель	Алкилирую- щий агент	Температура, °C	Продолжи- тельность, час	Процентный состав алкилпродуктов			
				N ¹	N ³	N ¹ , N ³	O ² , O ⁴
Этанол	CH ₃ I	20-25	24	54	46	-	-
Этанол	CH ₃ I	77-78	4	55	21	24	-
Этанол	CH ₃ OTs	20-25	24	66	34	-	-
Этанол	CH ₃ OTs	77-78	4	65	23	12	-
Ацетонитрил	CH ₃ I	20-25	24	20	60	15	5
Ацетонитрил	CH ₃ I	80-81	4	20	50	20	10
Ацетонитрил	CH ₃ OTs	20-25	24	35	35	15	15
Ацетонитрил	CH ₃ OTs	80-81	4	40	15	25	20
Диоксан	CH ₃ I	20-25	24	23	77	-	-
Диоксан	CH ₃ I	90-95	4	31	69	-	-
Диоксан	CH ₃ OTs	20-25	24	34	66	-	-
Диоксан	CH ₃ OTs	90-95	4	40	60	-	-
ДМФА	CH ₃ I	20-25	24	50	48	2	-
ДМФА	CH ₃ I	90-95	4	53	38	9	-
ДМФА	CH ₃ OTs	20-25	24	60	35	5	-
ДМФА	CH ₃ OTs	90-95	4	65	20	15	-
ДМСО	CH ₃ I	20-25	24	55	44	следы	-
ДМСО	CH ₃ I	90-95	4	58	24	18	-
ДМСО	CH ₃ OTs	20-25	24	61	28	11	-
ДМСО	CH ₃ OTs	90-95	4	68	15	17	-

В среде ацетонитрила обнаружено образование наряду с VI-VIII 6-метил-2,4-диметоксипиримидина (IX).

При метилировании в диоксане выход N¹-метилпродукта меньше, чем N³-метилпродукта. На основании полученных результатов можно считать, что при метилировании 6-метил-2-оксопиримидин-4-она основными факторами, определяющими направление реакции, являются природа растворителя и характер алкилирующего агента.

Сопоставление полученных данных метилирования 6-метил-2-оксохиназолин-4-она показывает, что в случае последнего образуется продукт алкилирования по атомам азота N¹-, N³-, причем преобладающим является количество N³-изомера. Для 6-метил-2-оксопиримидин-4-она преобладает количество N³-изомера, а также наблюдается образование продуктов по O²-, O⁴-центрам. Этот факт, на наш взгляд, объясняется различной основностью реакционных центров.

В зависимости от природы растворителя, общая реакционная способность алкилируемого агента уменьшается в следующем порядке: ацетонитрил > диоксан > этанол > ДМСО > ДМФА, а изомерный состав образующихся продуктов в основном отвечает общим правилам ЖМКО Пирсона, т.е. количество алкилпродуктов по более “жесткому” реакционному центру падает при переходе от более полярного к менее полярному растворителю. Исключением является алкилирование 6-метил-2-оксопиримидин-4-она в ацетонитриле обоими алкилирующими агентами, где наблюдается образование продукта О-алкилирования. При метилировании в таких полярных растворителях как ДМФА и ДМСО в тех же условиях не был получен О-метилпродукт.

При метилировании 6-метил-2-оксопиримидин-4-она реакция в диоксане идет лучше при нагревании и общий выход составляет 15-20%. Из-за небольшой величины диэлектрической постоянной диоксана 6-метил-2-оксопиримидин-4-он мало растворяется в нем и почти не ионизируется. Поэтому в растворе содержится незначительная часть ионных пар и еще меньше свободных ионов, вследствие чего при метилировании метилтозилатом образуется до 34% N¹-

метилпродукта, а основным является 3,6-диметил-2-оксопиrimидин-4-он (до 66%). Метилирование иодистым метилом при нагревании дает 23% N¹- и 77% N³-метил продукта.

За счет своих относительно больших значений диэлектрических постоянных и катионсольватирующих способностей ДМФА и ДМСО способствуют образованию ионных пар и свободных ионов, причем содержание N¹- метилпродукта увеличивается, и в случае метилирования метилтозилатом в ДМФА его доля составляет 35%.

Экспериментальная часть

ИК-спектры изучались на спектрофотометре ИК-го в таблетках КВг и на приборе ИК-20 в спиртовом растворе, спектры ПМР-на приборе JNM-4H-100 (растворителе -CF₃COOH, внутренний стандарт ТМС или ГМДС, шкала δ). Значение R_f определены на незакрепленном слое окиси алюминия (нейтральной) и "Silufol" UV-254. (ЧССР). Проявители: пары йода, УФ-свет. Растворители очищены и абсолютированы по методике [8].

Синтез 6-метил-2-оксопиrimидин-4-она и ее метилированных аналогов.

6-Метил-2-оксопиrimидин-4-он. В чашку Петри диаметром 10 см помещали 50 мл (0,4 моль) ацетоуксусного эфира, 25г (0,4 моль) мочевины, 40мл абсолютного спирта, 1мл концентрированной соляной кислоты и перемешивали. Чашку помещали в вакуум-эксикатор с концентрированной серной кислотой и оставляли на 3 суток. Высохшую реакционную массу хорошо перемешивая вносили в стакан с нагретым до 90⁰C раствором, содержащим 25 г гидроксида калия в 300мл воды. Перемешивали до полного растворения реакционной массы. Раствор охлаждали до 50⁰C и нейтрализовали конц. соляной кислотой до pH=6-7. Выпавший осадок фильтровали на воронке Бюхнера. Промывали холодной водой, 2%-ной уксусной кислотой, спиртом и эфиром. Перекристаллизовывали из воды. Выход 25г(60%). Т пл. 310⁰C (спектральные характеристики соответствуют данным работы [5]).

1,6-Диметил-2-оксопиrimидин-4-он. В колбе емкостью 500мл готовили раствор из 6г (0,04 моль) этилового эфира **B - N -** метиламинокротоновой кислоты, 100мл теплой воды и 1мл уксусной кислоты. Перемешивали механической мешалкой и охлаждали до комнатной температуры. Затем при перемешивании по каплям добавляли раствор 3,6г (0,042 моль) циановокислого калия в 30мл воды и перемешивали еще 30 минут. После чего по порциям добавили гранулированный гидроксид калия (40г). Температуру реакционной смеси выдерживали в интервале 40-45⁰C. Перемешивали в течении двух часов, оставили на ночь. Выпавший белый осадок отфильтровали, растворяли в 500г горячей воды (температура 90-95⁰C) и перемешивали. Нейтрализовали 10мл серной кислотой (1:1). Выпавший осадок отфильтровали, промывали водой и сушили. Получали продукт с выходом 4,1г (70%). Т.пл.270⁰C (вода) ПМР-спектр (CF₃COOH):2.00 м.д.(3Н.C.C⁶-CH₃), 3.03 м.д. (3Н.C.N¹-CH₃),5.80 м.д.(1Н.C.C⁵-H).

3,6-диметил-2-оксопиrimидин-4-он. К 0,68г (0,04 моль) 3,6-диметил-2-метилтиопиrimидин-4-она добавляли 15мл 6Н соляной кислоты и нагревали в течении 6 часов. Охлаждали, нейтрализовали аммиаком до pH-6, выпавший осадок отфильтровали, промывали водой, сушили. Выход составляет 0,3г (54%). Т.пл.198-200⁰C (спирт). ПМР спектр(CF₃COOH): 1.32м.д. (3Н.C.C⁶-CH₃), 3.13 м.д. (3Н.C.N³-CH₃), 5.77 м.д. (1Н.C.C⁵-H).

1,3,6-Триметил-3-оксопиrimидин-4-он. К суспензии 0,7г (0,005 моль) 3,6- диметил-2-оксопиrimидин-4-она в 35мл абсолютного спирта добавляли 0,11г (0,005 моль) гидрида натрия и перемешивали в течение 30 минут. Затем добавляли раствор 0,7г (0,005 моль) иодистого метила в 5мл спирта. Реакционную смесь нагревали в течение 3-х часов. Растворитель отгоняли, остаток перекристаллизовали из гексана. Получили 0,33г (40%) продукта с т.пл.112⁰C.

ПМР-спектр (CF₃COOH):2.00 м.д.(3Н.C.C⁶-CH₃), 3.08 м.д. (3Н.C.N¹-CH₃),3.15 м.д. (3Н.C.N³-CH₃),5.81 м.д.(1Н.C.C⁵-H).

6-Метил-2,4-диметокси пиrimидин.

а) 2,4-Дихлор-6-метилпиrimидин. В колбу емкостью 100мл поместили 2,7г (0,021 моль) 6-метил-2-оксопиrimидин-4-она, 10 мл хлорокси фосфора и 1,5мл диметиланилина. Реакционную смесь кипятили на песочной бане

в течение 6 часов. Охлаждали, выливали на мелконарезанный лед и перемешивали без повышения температуры. Нейтрализовали раствором аммиака до pH=7. Экстрагировали хлороформом, сушили над безводным сульфатом натрия. Хлороформ отгоняли, остаток перегоняли в вакууме. Собирали фракцию с т.кип.150-158°C/ 0,4мм пт.ст. Выход 2,9г (56%). Т.пл.50°C (петр.эф.).

6)-Метил-2,4-диметоксипирамидин.

В круглодонную колбу на. 100мл поместили 50мл 0,42Н раствора метилата натрия в метаноле и 2г (0,012моль) 2,4-дихлор-6-метилпирамидина. Реакционную смесь перемешивали при комнатной температуре 2 ч. Выпавший хлористый натрий отфильтровали, растворитель отгоняли в вакууме. Остаются кристаллы желтого цвета. Проба Бельштейна отрицательна. Переизомеризация из гексана дает 1,5г (79%) продукта с т.пл. 63-65°C. ПМР спектр (CF_3COOH):2.15 м.д.(3Н.С.С⁶-CH₃), 3.62 м.д. (3Н.С.С⁴-OCH₃),3.88 м.д. (3Н.С.С²-OCH₃),6.26 м.д.(1Н.С.С⁵-H).

Общая методика реакций метилирования 6-метил-2-оксопирамидин-4-она иодистым метилом или метилтозилатом в различных растворителях.

В трехгорлую колбу ёмкостью. 100мл снабженную капельной воронкой, механической мешалкой и обратным холодильником с хлоркальцевой трубкой помещают 1,26г (0,01моль) 6-метил-2-оксопирамидин-4-она. Вещество растворяют и суспензируют в 45 мл абсолютного растворителя и при перемешивании прибавляют 0,24г (0,01моль) гидрида натрия. Перемешивают 30 минут и в образовавшийся раствор (в некоторых случаях суспензия) натриевой соли 6-метил-2-оксопирамидин-4-она при перемешивании по каплям прибавляют 0,01моля алкилирующего агента (1,42г иодистого метила или 1,86г метилтозилата) в 5мл растворителя. Реакционную смесь перемешивают при комнатной температуре 24 часа или при нагревании на водяной бане 4 часа. По окончании реакции содержимое колбы растворяют в 150мл холодной воды. Образовавшийся осадок, в основном смесь изомерных метилпродуктов и исходного соединения, отфильтровывают (в тех случаях, когда при разложении осадок не выпадает продукт реакции извлекают хлороформом), промывают водой, сушат и определяют количественное соотношение изомерных метилпродуктов методом ПМР- спектроскопии. Глубина превращения исходного соединения в продукты метилирования в случае 6-метил-2-оксопирамидин-4-она составляет 60-70%.

Литература

1. Шодиев М. Химические превращения 2-оксо-тиоксо-, -селеноксо-, -аминотиено [2,3-d]-пирамидинонов-4. Дис...канд. хим.наук. Ташкент.1993.
2. Мелик –Оганджанян Р.Г., Хачатрян В.Э. Гапоян А.С. Фуро-,тиено-и пирроло [2,3-d]-пирамидины// Усп. хим. 1985.N3.С. 450-478.
3. Несмянов А.Н., Кабачник М.И. Двойственная реакционная способность и таутомерия// Журн.общ.химии.1955.Т.25.С.41-87.
4. Ходжаниязов Х.У., Ураков Б.А., Шахидоятов Х.М. Таутомерия и множественная реакционная способность замещенных пирамидинонов. VIII. Влияние природы растворителя на двойственную реакционную способность 2-оксо-5,7-диметилпиридо [2,3-d]-пирамидиона-4// Химия природ. соедин.1997. Спецвыпуск.С.48-50.
5. Ma T.S.,Zoellner W.G. Механизм образования замещенных урацилов и тиоурацилов // J. Chinese Chem. Soc.1957. vol.4.p.56; Chem. Abstrs. 1959.vol.53.p.8158.
6. Патент 968662 Англия. Гербицидные препараты содержащие 3-замещенные урацилы // Ellis L.M. chem.Abstrs. 1964.vol.61.P.13327.
7. Gershon H., Grefig Antony T.Pyrimidines Z. A study of chlorination of pyrimidines with phosphorus oxychloride in the presence of N,N-dimethyl aniline// Heterocycl.chem.1984. vol.21.N4.P.1161-1167.
8. Органикум. В 2-х томах. Перевод с немецкого Е.В. Ивойловой. Москва “Мир” 1992.

UDK: 634.1:574.6

**MEVA SHARBATLARI ISHLAB CHIQARISH KORXONALARI CHIQINDILARINING
UGLEVODLAR TARKIBI**

M.R. Maxmatkulova, Z.F. Ismoilov,
Samarqand davlat universiteti
E-mail: Zafar_ismailov@yahoo.com

Annotatsiya. Hozirgi kunda organik chiqindilarni qayta ishlash va ular tarkibidagi monomerlardan xalq xo'jaligida foydalanishning yangi usullarini, nazariy - amaliy jihatlarini o'rGANISH dolzarb masalalaridan bo'lib hisoblanadi. "AGROMIR JUICE" MCHJ QK kabi mamlakatimizdagi korxonalar va qishloq xo'jaligida hosil bo'ladigan chiqindilarni mikroorganizmlar yordamida biotexnologik usullar vositasida qayta ishlash asosida texnik spirt – bioetanol olish imkonini yechimini tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: organik chiqindi, monomer, texnik spirt, bioetanol, qayta ishlash, gidroliz, bijg'ish, polimer, glukoza, selluloza, kraxmal, polisaxarid, monosaxarid, oligosaxarid, saxaromiset, galaktoza, fruktoza, saxaroza, maltoza.

Состав углеводов в отходах сокопроизводимых предприятий

Аннотация. Одной из актуальной проблемы настоящего времени является теоретическое и практические особенности использования мономеров органических отходов в сельском хозяйстве. На предприятиях нашей страны, такие как ООО СП «AGROMIR JUICE», и в фермерских хозяйствах с помощью биотехнологических методов с использованием микроорганизмов получение технического спирта – биоэтанола имеет важное значение в решении этой проблемы.

Ключевые слова: Органические отходы, мономеры, технический спирт – биоэтанол, гидролиз, переработка, брожение, полимер, глюкоза, целлюлоза, крахмал, полисахарид, олигосахарид, моносахарид, сахаромицет, фруктоза, галактоза, сахароза, малтоза.

Composition of carbohydrates in waste of the fruit juices of enterprises

Abstract. One of the current problem is theoretical and practical features use of monomers of organic waste in Agriculture. At the enterprises of our country, such as CC "AGROMIR JUICE" and in farms with the help of biotechnological methods with use of microorganisms receiving technical alcohol – bioethanol is important value in the solution of this problem.

Keywords: Organic waste, monomers, technical alcohol, bioethanol, hydrolysis, reproduce, fermentation, polymer, glucose, cellulose, starch, polysaccharide, oligosaccharide, monosaccharide, sacharomyces, fructose, galactose, sucrose and maltose.

Dunyo aholisi sonining keskin ortib borishi nafaqat oziq-ovqat mahsulotlariga bo'lgan talabning proporsional o'sib borishiga, balki sanoat chiqindilarining ko'payishiga sabab bo'lmoqda. Tabiatdagi organik materiallar o'z vazifasini o'tab bo'lgach organik chiqindiga aylanadi. Shu bois, ulardan samarali foydalanish usullarini o'rGANISH lozim. Meva va sabzavotlarga ishlov berish jarayonida hosil bo'lgan organik chiqindilarni qayta ishlash usullari mexanik, fizik-kimyoviy, biologik va kombinirlangan turlarga bo'linadi [1, 5].

Selluloza va gemiselluloza saqlovchi mahsulotlar ozuqa spirti olish uchun yaroqsiz, shuning uchun ular dan texnik spirt olishda foydalaniladi. Spirtli ichimliklar tayyorlash uchun o'simlik substratlari – mono-, di-, oligosaxarid va polisaxaridlardan (kraxmal, selluloza, ba'zida gemiselluloza) foydalaniladi. O'simlik hujayrasining o'rtacha 80-85 foizini suv; qolgan quruq qismining og'irligiga nisbatan 95-96 foizini organik moddalar tashkil etadi. Bunday organik moddalardan murakkab uglevodlarni kimyoviy gidrolizlanishi natijasida oddiy uglevodlar hosil bo'ladi. Bularga disaxaridlar, trisaxaridlar va polisaxaridlar kiradi. Saxaroza o'simliklarda eng ko'p uchraydigan uglevoddir. Polisaxaridlarni oldindan parchalashga (gidroliz) to'g'ri keladi. Bu jarayon esa tegishli fermentlar yordamida (kraxmal – amilazalar; selluloza va gemiselluloza esa selulolitik fermentlar) kamdan kam hollarda kimyoviy gidroliz- konsentrangan noorganik kislotalar (sulfat yoki xlorid kislotalar) ishtirokida amalgalashadi. Polimerlarni kislotalar yordamida parchalash odatda texnik maqsadlar uchun ishlataladi [1, 4].

Uglevod saqlovchi chiqindilarni biotexnologik qayta ishash texnologiyalarida asosan polisaxaridlar parchalangandan so‘ng hosil bo‘lgan shakar eritmasiga achitqi zamburug‘i yordamida ishlov beriladi. Odatta bu maqsadda saxaromisetlar (*Sacharomyces sp.*) ishlataladi. Saxaromisetlarning boshqa avlodga mansub bo‘lgan achitqi zamburug‘lariga nisbatan etil spirtiga chidamliroq ekanligi o‘rganilgan. Bijg‘ish jarayoni tugaganda aralashmada 14-16% gacha etil spirti to‘planadi. Bijg‘ib turgan muhitda etil spirtining bu miqdori achitqi zamburug‘ining o‘sishini to‘xtatadi. Bu vaqtga kelib muhitning kislotaliligi ko‘tarilib boradi. Bunga sabab saxaromisetlar tomonidan sintez bo‘ladigan organik kislotalarning miqdorini oshishidir [5].

Ayrim hollarda bakteriyalardan – *Zymomonas mobilis* dan ushbu texnologiyada foydalaniлади. Bunday usul asosan Markaziy Amerika mamlakatlarda keng foydalaniлади. Saxaromisetlar har xil monosaxaridlarni – glukoza, fruktoza, galaktoza va disaxaridlardan – saxaroza, maltozani etil spirtigacha bijg‘itib beradilar [2].

Meva sharbatlari ishlab chiqaruvchi sanoat korxonalaridan chiqadigan chiqindilaridan oqilona foydalanish usullarini o‘rganish uchun – ularning organik tarkibi, jumladan uglevodlarni sifat va miqdor jihatdan tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois, biz organik chiqindilarini biotexnologik qayta ishslash imkoniyatlarini o‘rganishda obyekti sifatida “AGROMIR JUICE” MCHJ QK chiqindilarini tanlab oldik va ularning uglevodlar tarkibini aniqlashni maqsad qilib oldik.

Korxonadan olingan organik chiqindilar (olma, uzum, olcha, shaftoli qoldiqlari)ning uglevodlar tarkibini aniqlashga qaratilgan tajribalar O‘zRFA Akademik S.Yu Yunusov nomidagi O‘simlik moddalari kimyosi institutining “Yuqori molekulali o‘simlik moddalari kimyosi” laboratoriyasida Kochetkova (1988) usulida olib borildi. Natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Korxonadagi meva qoldiqlari tarkibidagi uglevodlar miqdori (% hisobida)

Namunalar nomi	Namlik %	Uglevodlar, %			
		Umumiy	Monosaxarid	Boshqa shakarlar (tetroza, pentoza, geksoza)	Kraxmal
Olma qoldig‘i	14	12,2	10,1	1,3	0,8
Uzum qoldig‘i	18	20,5	18,3	2,2	-
Olcha qoldig‘i	16	11,6	9,5	2,1	-
Shaftoli qoldig‘i	22	11,8	8,9	2,8	0,1
Aralash	17	13,5	10,8	2,3	0,4

1-jadval ma`lumotlaridan ko`rinib turibdiki, organik chiqindilar tarkibidagi kraxmal olma qoldig‘i tarkibida 0,8% ni, shaftoli qoldig‘i tarkibida 0,1% ni, aralash massada esa 0,4% ni tashkil etdi. Oligosaxaridlar esa eng ko‘p miqdorda shaftoli qoldig‘ida uchrashi aniqlandi, ya`ni unda bu ko‘rsatkich 2,8% ga teng bo`ldi. Uning eng kam miqdori olma qoldig‘ida - 1,3% , o‘rtacha ko‘rsatgichi uzum qoldig‘ida - 2,2% , olcha qoldig‘ida esa - 2,1% , aralash massada esa 2,3% ekanligi o‘rganildi. Monosaxaridlar uzum qoldig‘ida eng yuqori 18,3% ni, ikkinchi o‘rinda olma qoldig‘ida 10,1% ni, olcha qoldig‘ida esa 9,5% ni, shaftoli qoldig‘ida eng past 8,9% ni tashkil qildi. Umimiy holda uglevodlarning eng yuqori ko‘rsatgichi uzum qoldig‘ida 20,5%ni, aralash massada 13,5%ni, olma qoldig‘ida 12,2%ni o‘rtacha shaftoli va olchada 11,8% va 11,6%ni tashkil etishi aniqlandi. Qoldiqlarning uglevodlar tarkibi boshqa chiqindilar uglevodlar tarkibidan yaxshiroq ko‘rsatgichga ega shu bois, meva sharbat ishlab chiqaradigan korxonalar organik chiqindilaridan spirt ajratib olish imkoniyati mavjud deb hisoblaymiz.

Adabiyotlar

- Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. «Биологическая химия», М., «Медицина», 1990-йил, 251-бет.
- Rasulov A., «Sabzavot, kartoshka va poliz mahsulotlarini saqlash», T., «Mehnat», 1995-йил, 53-бет.
- Buriyev X. CH., Rizayev R., «Meva-uzum mahsulotlari biokimyosi va texnologiyasi», T., «Mehnat», 1996-йил, 38-бет.
- Oripov R.va boshqalar, «Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini saqlash va qayta ishslash texnologiyasi», T., «Mehnat», 1991-йил, 87-бет.
- Широков Э.П., «Технология хранения и переработки плодов и овощей основами стандартизации », М., «Агромиздат», 1988-год, 92-страница.

UDK 551.55(575.1)**JIZZAX VILOYATI SHAMOL RESUSRSLARIDAN ELEKTR ENERGIYASIISHLAB****CHIQARISH MASALALARI****X.X. Jo‘raqulov, S.T. Nishonov***Samarqand davlat universiteti*E-mail: nishonov.salohiddin@mail.ru

Annotatsiya. Bugungi kunda iqtisodiyotning har qanday sohasini qay darajada rivojlanishida elektr energiyasining ishonchli zaxiralarini yaratish zarurligi hech kimga sir emas. Ayniqsa iqtisodiy arzon va ekologik toza hisoblangan muqobil energiya manbalaridan foydalanish, o‘zlashtirishning geografik asoslari Jizzax viloyati hududi misolida berilgan. Jahon mamlakatlaridagi shamol energetikasi va bizning mamlakatimizdagi mavjud imkoniyatlari, shamol esishi ko‘rsatkichlari, hududda qilinishi kerak bo‘lgan chora-tadbirlar, misollar yoirdamida asoslab berilgan. Maqolada shamol elektr stansiyasi (ShES) uchun energiya manbai bo‘lgan shamol kuchidan foydalanishning ilmiy-texnik asoslari yoritilganini ko‘ramiz.

Kalit so‘zlar: muqobil energiya, shamol energetikasi, tog‘ adirlari, dara, shamol intensivligi, shamol esish kartasi.

Задачи джиззакской области ветренные ресурсы электро-энергии

Аннотация. На сегодняшний день в любой сфере экономики использование ресурсов электроэнергии считается глобальным, и это ни для кого не секрет. Особенно использование низких цен и экологически чистых альтернативных энергий. Успеваемость географических основ, например показан в Джиззакской Области во всём мире энергетика ветре и в нашей стране существующий возмо жности, показаны направления ветра, мероприятия проводятся в регионе, показан на примерах. В статье показаны источник ветренной электро станций, использований сил ветера мидим в научно технической сути.

Ключевые слова: алтернативная энергия , ветряная энргетика, предгоря, горний проход, интенсивность ветре, карте сил ветре

Matters of producing electric power from wind resources in jizzakh region

Abstract. It is not secret that nowadays it is important to create reliable storages of electric power in order to develop every sphere of economics cheap and ecologically clean alternative energy sources geographical bases of reclamation region wind power in world’s other countries and available opportunities in our country, indicators of wind blows, measures that should be done in the region are based on examples. The article shows scientific-technical bases of using wind power which is source of energy for wind power stations.

Keywords: alternative energy, wind power, hillock-mountains, ravine, intensify of wind map blows.

Kirish.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2013 yil 1 martdagisi-“Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi farmoni muqobil energiya manbalaridan, jumladan, quyosh va shamol energiyasidan foydalanish ko‘lamini yanada takomillashtirishga xizmat qilmoqda.

Hozirgi kunda Respublika elektrenergiyasining 90% issiqlik elektrostansiyalarida ishlab chiqariladi. Ularni ishlatalish jarayonida ancha miqdorda uglerod dioksidi ajralib chiqadi. Respublika tamonidan xalqaro xujjalalar, jumladan Kioto protokoli bo‘yicha majburiyatlarni bajarish yoqiladigan yoqilg‘i miqdorini asta-sekinlik bilan kamaytirish talab qilinadi. Ekologik xavfsizlik va atrof-muhitni muxofaza qilish muammosini ham hisobga olish kerak. Shunday qilib, tiklanadigan energiya resurslarini, xusussan, shamol energiyasini o‘zlashtirish hozirgi kunda eng istiqbolli hisoblanadi. Bu esa O‘rta Osiyodagi shamol energiya resurslarini tadqiq qilishni dolzarbligini belgilab beradi.

Bugungi kunda dunyoda kuniga millionlab tonna neft, gaz, uran va boshqa energiyaning tabiiy manbalari qazib olinyapti. Agar birgina «qoraoltin»ning paydo bo‘lishi uchun 100 million yil kerakligini hisobga olsak, mavjud resurslar XXI asrdayoq tugash ehtimoli juda yuqori. Ammo unutmaslik kerakki, havoni ifloslantirishning 80 % dan ko‘progi aynan shu energetika sohasi hissasiga to‘g‘ri keladi. Demak, atrof-muhitga yetkazilayotgan zarar miqdori juda katta. Shu bois

dunyo hamjamiyati bugun qayta tiklanuvchi energiya manbalariga najot ko‘zi bilan qaramoqda. Bunday manbalarga quyosh, shamol, suv resurslari, geotermal manbalar, sanoat, maishiy va qishloq xo‘jalik chiqindilaridan olinadigan biogazlar kiradi. Ular orasida, ayniqsa, shamol energiyasi eng arzon va samaraliligi bilan ajralib turadi.

Shamol energetikas-fan va texnikaning shamol oqimining kinetik energiyasidan mexanik, elektr va issiklik energiyasi olishda foydalanish usullarini, nazariy asoslarini ishlab chiquvchi va xalq xujaligida shamol energiyasidan foydalanish tarmoqlari hamda yo‘llarini belgilovchi sohasi.

Shamol energiyasidan Quyosh va suv energiyasi bilan birga foydalanish katta ahamiyatga ega. Hozirgi vaqtga kelib, ShESlarning qo‘llanilish geografiyasi g‘arbiy Yevropani deyarli qamrab olmoqda. Bu holga birlamchi sabab, muqobil elektr energiyasiga bo‘lgan zaruriyatning shiddat bilan o‘sib borishi bo‘lsa, ikkinchi sabab, tabiiy shart-sharoitdir. Zero zamonaviy ShESlar 3-4 m/s dan 25 m/s gacha bo‘lgan tezlikdagi shamol sharoitida va relefni nisbatan baland bo‘lmagan joylarda optimal ishlaydi.

Ba‘zi mamlakatlarda shamol energetikasi sohasini maqsadli rivojlantirishga yo‘naltirilgan tadbirlarga e’tibor qarataylik .2020 yilga kelib, Germaniya 20 foiz elektr energiyasini ShESlar yordamida ishlab chiqarishni rejalashtirgan. Xalqaro EnergetikaAgentligi (IEA)ning taxminiga ko‘ra, 2030 yilga kelib, sayyoramizda shamol energetikasiga bo‘lgan ehtiyoj 4800 gigavattni tashkil etadi [1].

Asosiy qism. Endi shamol energetikasining ba‘zi iqtisodiy va ekologik afzallikkleri haqida to‘xtalib o‘tsak. Ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi tannarxining asosiy qismini ShESni qurishga sarflangan dastlabki xarajatlar tashkil etadi. ShES minorasining poydevori (fundamenti) odatda to‘laligicha yer ostida bo‘ladi. Bu hol o‘sha joyda bemalel qishloq xo‘jaligi mahsulotlari etishtirishda davom etish imkonini beradi. Shunday qilib, ShESlar uchun ajratilgan yer maydonlari ekinlar hosilining salmog‘iga deyarli ta’sir qilmaydi; Ekspluatasiya davomida ShES amalda hech qanday yoqilg‘i talab etmaydi. Misol uchun, 1 MVt quvvatli ShES 20 yilda taxminan 29 ming tonna ko‘mir yoki 92 ming barrel neftni tejash imkonini beradi; Boshqa energiya ishlab chiqaruvchilardan farqli holda ular zararli chiqindilar bilan tevarak-atrofnii ifloslantirmaydi. 1 MVt quvvatli bunday ShES sayyoramiz atmosferasiga har yili chiqarilayotgan karbonat angidrid (CO_2) gazini 1800 tonnaga, sulfat oksidi (SO_2) gazini 9 tonnaga, azot oksidini 4 tonnaga qisqartiradi. Global Wind Energy Council tashkilotining hisob-kitoblarga asoslanib tarqatgan ma'lumotiga ko‘ra, 2050 yilga kelib jahon shamol energetikasi atmosferaga chiqarilayotgan CO_2 gazining yillik hajmini 1,5 milliard tonnaga qisqartirar ekan. ShESlarning yana bir afzallik tomoni shuki, ular muayyan sharoitlarda qayta tiklanmaydigan boshqa energiya manbalarini bilan raqobatlasha oladi. Eng muhimi, ShES uchun energiya manbai bo‘lgan shamol tabiatan bitmas tunganmasdir. Zero, mutaxassislarning aniqlashlaricha, shamol energiyasi manbasi sayyoramizdagisi barcha daryolarda mavjud suv energiyasi (gidroenergiya) manbalaridan 100 barobardan ortiqroq marta ko‘pdir. Yer sathidan 7-14 km balandlikdagi shamol oqimlarining tezligi yer sathidagidan ko‘ra 10-15 barobar yuqori va bu oqimlarning tezligi yil davomida deyarli o‘zgarmaydi.

Yuqoridagilardan ko‘rinadiki jahon shamol energetikasi istiqboliga ishonch bilan qarashga umid uyg‘otadi. Albatta, barcha sohalar kabi shamol energetikasini amaliyatga tadbiq etish bilan bog‘liq qator muammolar mavjud. Birlamchi, asosiy muammo bu shamolning beqarorligidir. Bunday beqarorlik shamol yo‘nalishi va tezligining tez-tez o‘zgarishida namoyon bo‘ladi. Bu esa ShES quvvatining ba‘zan salbiy o‘zgarishi ehtimolini vujudga keltiradi. Bunday holda ShESlarning nisbatan lokal tarmog‘ida muayyan quvvatdagi energiya ta‘minotini uzatish mumkin bo‘lmay qoladi. ShES tarmog‘ining turg‘un va barqaror ishlashini ta‘minlash maqsadida akkumulyator batareyalaridan foydalaniladi. Ular ShES ishlab chiqargan elektr energiyasini to‘playdi va bir maromda iste’molga uzatadi. Ta‘minot uzlusiz davom etishi uchun bu batareyalarni boshqa energiya manbalariga bog‘lash zarurati mavjud. Bunday manbalar sifatida quyosh batareyalaridan foydalanish mumkin. O‘zbekiston har yili shamoldan 1 trillion kVt/s elektr energiyasi olishi mumkin, deb yozadi UzDaily Germaniya kompaniyalari konsorsiumining O‘zbekistonning shamol energetikasi salohiyati haqidagi ma‘ruzasiiga tayanib. Geo-Net kompaniyasining dastlabki taxminlarga ko‘ra, O‘zbekistonning shamol energetik manbalarini yiliga 520 ming MVt quvvat va 1 milliard megavatt/soat elektr energiyasiga ega. Bu esa yiliga jami 1 077 651 GVt/s (1078 TVt/s)

Energiya ishlab chiqarilishiga umid qilish mumkindir. Bugun shamol va uning qudratli kuchidan inson manfaatlari yo‘lida foydalanish ancha ommalashgan. Zamonaviy shamol elektr stantsiyalari 5 m/s. dan

25 m/s. gacha bo‘lgan tezlikdagi shamol muhiti, relefi nisbatan baland bo‘limgan joylarda juda samarali ishlaydi[1].

Xo‘sh, bugun energiya manbalariga talab kuchayotgan bir paytda bizning mamlakatimizda mazkur tizimni rivojlantirishning istiqbollari qanday? Mutaxassislar tomonidan yurtimizda shamol energiyasining yalpi potentsiali 2,2million tonna neft ekvivalentiga teng deb baholangan. Ammo bunda alohida hududlardagi, jumladan

Ustyurt va Bekobod shamol energiyasi imkoniyati to‘la hisobga olinmagan. Qolaversa, bu ko‘rsatkich 5-8 metr balandlikda hisoblangan. Aslida esa 25-100 metrda aniqlanishi kerak. Umuman, respublikamizda doimiy shamol esib turadigan ochiq hududlarning ko‘pligi bu borada umidbaxsh hayollar uyg‘otadi. Shamol energiyasidan yoritish, televa radio, aloqa asboblarini ishlatish, suv tortib chiqarish, isitish va boshqa ko‘plab maqsadlarda foydalanish mumkin. Jizzax viloyatining tekislik hamda tog‘oldi hududlarida juda ko‘p shamol

Resurslari mavjud. Tekislik qismida, ko‘pincha 5 m/s dan yuqori tezlikda shamollar esishi kuzatiladi. Shuning uchun ushbu tezlikda ishlashni boshlaydigan shamol qurilmalari buyerda kam mudatda bo‘sh turib qolib ishlaydi (30% vaqtadan kam). Viloyatning shimoliy katta hududida, Paxtokor, Arnasoy, Do‘stlik, Mirzacho‘l, Zafarobod, Forish qishloq tumanlarining katta qismi tekisliklardan iborat bo‘lib shamol elektrostansiyalarining doimiy ishlashi imkonli bordir.

Viloyatning tog‘oldi hududlarida shamol tezligi o‘rtacha 2,0-2,5 m/s ni tashkil etadi. Shuning uchun tog‘oldi hududlarining katta qismida shamol energiyasi qurilmalari uzoq vaqt bo‘sh turub qolib ishlaydi. Bundan istisno sifatida tog‘oldilarining alohida yerlarini keltirish mumkin (Jilliguli, G‘allaorol, Baliqlitog‘ va Pistaletog‘lar oraliq qismlarida 5-6 m/s tezlikda), ular to‘g‘ adirlaridan chiqish yerlarida joylsahgan. U yerlarda esa shamol rejimi bir jixatdan kuchli shamollarning tez-tez takrorlanishi bilan xarekterlanadi. Shuning uchun ushbu hududlarda shamol energetika qurilmalarini, buyerda ancha samarali ammo tekisliklarga qaraganda past unumdonorlik bilan ishlaydigan quyosh energetikasi qurilmalari bilan birga qo‘llash maqsadiga muoffiq.

Qayta ishlangan energiya (quyosh, shamol, gibriddi quyosh-shamol-dizel va boshqa) manbalardan foydalanib, qishloq va olis tumanlarda elektr aloqa obyektlari uchun elektr energiyasini yetkazib berishning samarali usullarini aniqlashdan iborat bo‘lib hisoblanadi.

Xulosa. Qishloq va olisdagi tumanlarda elektr aloqa, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari obyektlarini barqaror energiya bilan ta‘minlash bir tomonidan, energiyani tejovchi va ekologik toza texnologiyalar, boshqa tomonidan, gibriddi quyosh-shamol-dizel elektrostansiyalarining amal qilishining ishonchlilagini ta‘minlash bo‘yicha muhim vazifa bo‘lib hisoblanadi. Tog‘ hududlarida ularga kelib tushadigan shamol energiyasi miqdoriga

ko‘ra bir tekis emas, tog‘larda shamolning o‘rtacha tezligi tog‘larning yopiqichki havzalarida 1,0-1,5 m/s dan baland. Tog‘ning qoya hamda davonlarida ham shamol tezligi yuqori bo‘lishi kuzatiladi. Tog‘li tumanlarining katta qismida ular 2 m/s dan oshmaydi. Mamlakatimizda, xususan, Orolbo‘yi kabi ekologik nochor hududlarda yashovchi aholini, shuningdek, elektr energiyasi, tabiiy gaz, issiq suv ta‘minotidan uzoqda joylashgan, ichimlik suvi bilan ta‘minlanmagan, cho‘l, sahro, tog‘ hududlaridagi maskanlarni elektr energiyasi, issiqlik va ichimlik suvi bilan ta‘minlashda shamol energiyasidan foydalanish yaxshi samara beradi[2].

Ko‘rinib turibdiki, shamolning bezavol va ekologik zararsiz kuchidan foydalanish ham iqtisodiy, ham ekologik jihatdan katta foyda keltiradi, aholi turmushi farovonligiga xizmat qiladi. Vaholanki, mamlakatimizning yuqori salohiyatlari qayta tiklanadigan energiya manbalaridan to‘liq foydalanilsa, atmosfera havosiga chiqariladigan 450 million tonnaga yaqin is gazining (uglerod ikki oksidi) bartaraf qilinishiga erishish mumkin.

Adabiyotlar

- Energetika va barqaror rivojlanish muammolarini sharhi. BMTning Iqtisodiyot va ijtimoiy muammolar deparmenti, Jahon energetika kengashi. AQSh., 2000. 23-26-betlar.
- Energetika tarmog‘i: masalalar, tahlil va islohatlar dasturi. Jahon banki. Toshkent, 2003. 19-32-betlar.
- O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2003 yil 17 sentyabrdagi — “Qishloq uylarini ichimlik suvi va tabiiy gaz bilan ta‘minlashni yanada yaxshilashga doir qo‘sishmcha chora tadbirlar to‘g‘risidagi” 405- sonli qarori.

UDK: 551.55 (575.1)

THE FEATURE OF VERTICAL AND SPATIAL DEVELOPMENT OF EXOGENOUS MORPHOGENESIS PROCESSES OF ZARAFSHAN AND KASHKADARYA INTERFLUVES

K.H. Jurakulov and D. Jurakulova

Samarkand State University

Abstract. The article discusses the interaction of endogenous and exogenous factors of morphogenesis in the interfluves between Zarafshan and Kashkadarya, and various types of relief are analyzed, which differ sharply from each other in the genesis of the structure, resulting from the latest tectonic movements.

Keywords: differentiation, tectonics, exogenous, anticline, horst, deflection, erosion, neotectonics, asymmetry, zoning, landscape.

Zarafshon va Qashqadaryo orasi hududlarida ekzogen morfogenez jarayonlarning bo'ylama va balandlik bo'yicha rivojlanish xususiyatlari

Annotatsiya. Zarafshon va Qashqadaryo oralig'idagi hududda endogen va ekzogen omillarning o'zaro ta'siri ko'rib chiqilgan , tuzilishi va genezisi bo'yicha bir birlaridan keskin farq qiluvchi turli relief tiplarining neotektonik harakatlar tufayli shakillanishi tahlil qilingan.

Kalitso'zlar: tabaqalanish, tektonika, ekzogenkuchlar, antiklinal, gorst, buklima, eroziya, neotektonika, asimmetriya, zonallik, landshaft.

Особенности вертикального и пространственного развития процессов экзогенного морфогенеза междууречья Зарафшана и Кашкадары

Аннотация. В статье рассматривается взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов морфогенеза на территории междууречья Зарагшана и Кашкадары, и анализируются различные типы рельефа, резко отличающиеся друг от друга по генезису и строению, возникающие в результате новейших тектонических движений.

Ключевые слова: дифференцированность, тектоника, экзогенный, антиклиналь, горст, прогиб, эрозия, неотектоника, асимметрия, зональность, ландшафт.

For the Zarafshanand Kashkadarya interfluvies territory, where the activity and differentiation of new tectonic activities is very high is clearly seen that the formation of the relief happens under concerted action of internal (tectonic) and external (exogenous) factors of morphogenesis. In connection with this, within the scope of describing region for clarification genesis form types of the reliefit is necessary to account of new tectonics.

The mountain range of the Zarafshan and Kashkadarya interfluvies is character with its active new differentiated activity of a great amplitude (up to 2-3 km.) Differentiation of motion determined the depth and net of erosion breakout, consequently the intensity of dismemberment of the relief. It is clearly stated the net of mountain rangeswith anticline and horst anticline high. Large valleys of the Zarafshan and Kashkadarya time to synclinal, horst synclinal, long developing yield, within the scope of which the depth of bedding foundation is 3 km. Hereby, the amipitude excursion of motion for new modem tectonic stage reached to 5-6 km.

Modern tectonic motioning directly takes place in formation the main form of the mountain relief and sub mountain plain conditional on the character of the erosion breakout depth and other processes development of morphogenesis. The territory of erosion breakout in the mountainous regions reached not less than 500-600 m depth only a quarter of period. The character and intensity of motions is clearly expressed in river terrace constructions the quantity and height of which naturally has been rising up downstream of a lot of river valleys. For instance, middle , quaternary (Tashkent) terrace which is in the middle part of the Zarafshan river valley is the fourth and has 25-30 m. height over shore line, whereas in region of Ayni city it is VI, and its height is 150 and more.

In the result of influence of not tectonic motions river valleys of the describing regions has asymmetric structure. The appearance of the main features and particularly the isolation mountains from border plains was happening on the territory under research in the beginning of Neogene, it means when the neotectonic period stepped in. During all this time the describing valleys act as a

region of gathering things which break the border mountains. But from the early quaternary period in raising the close mountain plains began to involve too and port zones intermountain hollow, that conditional on entry of the rivers in their own debris and formation the complex of the cut terrace.

Intermountain and sub mountain through of the investigated region, no matter that immersion, it takes rather high position as the consequence of general raising and most part due to rapidly stacking of fragmental materials.

The analyses of exogenesis relief forming processes of the investigated region shows that they have different character in its different parts. In the mountain mass where vertical climate and landscape zonality are observed, exogenesis processes substantially differentiated vertically. For example, in the mountain ranges which are located in the east of the investigated region the main relief forming factor is linear and surface erosion. The intensity of erosion activity there linked with tectonic motion with moisture territory and also pliability mountain rock, hi the areas of Zarafshan and Kashkadarya there is the most rate of precipitation on middle mountain areas (456mm. in Urgut, 639mm. in Hazrat Bashir). According that, in the mountainous arbas under irrigated land the surface is leveled pricks are fixed up, positive forms of the relief is smoothed and so on.

Thick net of irrigation channels established by human causes to breakout of the relief. Stocked dump of loosearterial by channel shores during their cleaning increases to 14m. (inDargom, Yangiarik). Old channels deeply cut in loess like loamy soil, formed their own valleys with terrace and became as natural rivers. The irrigational net has changed during historical period of time, some of channels have been neglected, and others have been appeared. There are a number of old channels as Mirzaarik, Pay, Dargom in the region, and their width is 10m./ depth is 12m. Their longitude can be abseiled in many 10 kilometers. On the shores of the channels in a result of change bases of erosion ravine surface process is extremely developed. This situation is clearly expressed along the shore of Dargom channel.

So as it stated above the processes of bulge forming in Zarafshan and Kashkadaryainterfluves are rather complicated.

Investigating region in geomorphologic relation is typical for South Tien Shan, because different types and forms of relief are combined there which is typical for intermundane plain and submontane trough, and also for low high and medium high mountains. Such kind of difference gives the base for genetic classification of the relief.

As O.Y.Poslavskaya (1958) mentioned, the question about relief appeared with the science of geomorphology and every followed scientist studying the diagram previous scientist proposed his principles of form classifications and types of relief, their own diagram of geomorphologic zoning.

We are not going to study the works of those authors according relief classification because it is not our task but we would like to underline that during last years the staff group of the geographical faculty of Moscow State University and some other geomorphologists (Paslavskaya 1958; Kogay 1969; Svarichovskaya 1964 and others) made a great work related to this question, partly touching our region too.

During the classification the relief of the Zarafshan and Kashkadarya interfluves we were guided by the experience of above mentioned authors.

Our classification-is made with a glance of interaction of endogenous and exogenous factors of morphogenesis. As it is known mountain ranges and intermundane differentiated new tectonic motion and sharply differentiated from each other vertical motion define the main morphological characters of the relief And it is also taken into consideration that every time exogenesis power interact with tectonic together, particularly river erosion, flat-bed flash and others.

Proceeding from this situation, the relief of the investigating region we saw two complexes: mountain ranges and submontane plains, intermundane trough. Each complex is heterogeneous, because its types of relief has its own morphological and geological particularities. We divide into two parts of reefing mountain complex; erosion- denudational medium mountains and erosion denudation low mountains. The complex of submontane plains and intermontaine through hare also divided into erosion accumulated submontane sand the plains of bottom of intermundane valleys.

It will be reasonable to underline that the effect of erosion can be seen in all types of the relief It depends on the particularity of type where it is in progress (absolute and comparative high, geological structure, initial track angle of the surface), erosion combines with other factors and gets different importance in the formation of relief and different morphological formula.

Hereby each type of relief differentiates with the particularity of genesis, I morphologies and-morphometries. So erosion- denudational medium mountains appeared in the presence of more powerful raising tectonic motions (principally in water shared places) and mainly tinder water erosion influence. Morphologically narrow rowing lines predominates here, different forms of the hills, ravine-form valleys and etc. In hypsometrical relation erosion- denudational medium mountains takes the highest level in the region.

Other types of relief have the same characteristics. But their clear delimitation due, to presence transitions in the forms of relief, in bulge forming factors and processes in many cases occur big difficulties. So bordering on the geomorphological' charts is partly conditional. There is distinctive "set" in each type of the relief form. Basing on above explained principles the classification diagram of types and forms of the rehaf was made for the Zarafshan and Kashkadarya interfluvies. ; Short characteristics of these types of relief.

- Erosion- denudational medium mountains. Situated on high 1700-2800 m. Medium mountains cover south and north bias of Chakilkalyansk and Karatepa mountains, composed with Silurian limestone, shale, granite and granodiorite. The main face of the relief was formed in neogene, their final fonnation occurred in quaternary time.

Plunging modern rivers and streams in basement rock and alluvial cany-overs indicate the continuing breaking-up process of medium mountains. The breaking- up has been happening and now it happens because of river activity. Erosion activity of rivers appeared directly depending on structural and litho logical characters of the relief and also rate and character of precipitation on equal descent expositions.

It has to be marked that the formation of heavily and deeply broken-up medium mountains has been occurred by erosion way rising water separated of the cam. Sharply cut slopes coupons to the intensively raising stages and animation erosion activity. Main forms of medium type of relief is valleys of mountain rivers. They are more deep and rocky in limestone and in some areas make canyons. Especially in southern slopes of Chakilkalyanmountains the valley of Kashkadarya river reminds typical canyon. Diametrical profile of the valley as Y-shape, there is no terrace in narrow areas but in wide areas there are accumulative terrace. In some areas accumulative-erosion and high erosion terrace are kept.

The valleys of rivers in intrusive rocks and shale have rather wide form- in upper part Y-shape, and in lower part U-shape form. Slopes are not very steep, matted. Terraces have developed in the valleys of the rivers. There are terraces above the flood plain in Amankutan, which lie in different levels of height (Yurev, 1964).

The characteristic feature of the medium mountain relief morphology is the development vast poly genetic (exogenesis- tectonic) surface of the ancient.

The relief in Zirabilak-Ziadinsk Mountains differentiates from rest part of low mountain zone with strong erosion break-up, rather great vibrations of related hills and rocky character. Prevailing sharp and steep forms of development on the limestone rocks. Because of big dryness and continental climate the slopes of describing region mountains often bared, plants are heavily cut or often absent.

Physical airing processes are widely developed. River valleys and their streams differentiate with a little downfall, relating flat depth, having a few terraces (up to 34 m). Side streams of the valley are Y- shaped.

Cueste relief is insreasedin separate areas of Zirabilak-Ziadinsk Mountains where Mesozoic and paleogene deposits are bared rotation of different endurable stratum. Denudation surfaces layer can be seen in watershed ridge part of mountains, which has Pliocene (akchagil) age.

Denudatinal accumulate submontane sloping plains-edge with medium and low mountain massifs of the investigated region. Their absolute height is about from 280 m. in the west and up to 700 m. in the east. According tectonic relation it is related to the zone which is involved to insignificant rise, set proluvium deposits which are different in different parts. Coming close to the mountains proluvium deposits becomes roughly skeletal, and while going away from the mountains they are rich with pit-run fines and unnoticeably replaced with enormous layer of loess like loamy soil.

Specifics of the submontane relief of the sloping plains are determine hypsometer marks, lithology, downhill locality, amount of precipitation, which enhance in eastern direction. For instance, submontane plains of northern Chakilkalyan range, near Kamangaran village, have meridioal elongated ridge character of the relief which is connected with dismemberment their links and dry

beds. The climate is more moisture there, on the top prevail deposits of loess like loamy soil. In the relief submontane plains of this region the cones of gab of the Kamangaran to meridian Djuma the character of the relief changes, it becomes flat plain, downhill. The surface is usually smooth here, some places are strongly cut by small ravine, with steep slopes depth up to 10 m and more. Left bank side of the Dargom channel is differentiate with its most depth of ravine set and often break ups denudation, the appearance of which related to pre-orogenic period (relicts of ancient peneplain) and neogene (new surface smoothing). In a new tectonic stage they are risen and threaten to crash. Most territories of those surfaces are covered during water-separated spaces of Chakilkalyan and Karatepa ranges. They form weak wavy horizontal on high surface, cutting dislocated layer of Paleozoic. Surfaces of denudation which areas of ranges are threatened with much heavier moisture. It leads to karts topography in case of limestone developing which are mostly spread on Chakilkalyan range. Where the limestone is spread, the surface teems with streaks and downfalloffs. The caves can also be met there. The biggest cave is in Amankutanvalley. There the complex of cultural work tool was found (late lithic age). Special interest has Amir-Temur's cave, which extends not less than 350 m. and it was formed in stratum of limestone, upright among intrusions.

Erosion-denudational low mountains cover the low area of Chakilkalyan and Karatepa Mountains and also Zirabilak-Ziadinsk Mountains. The highest peaks are from 700 up to 1700 m.

In low mountain row the definite relief forms the same as in medium mountains are predefined by erosion-denudational processes. In the case they are morphologically similar with medium mountains, but due to rather low hypsometry position and dry climate differentiate from them with less depth of vertical break-up (usually not more than 300 m).

The general regulation for low row is-asymmetry of slopes: the southern is steeper and higher, the northern is gentler and lower. Altogether the character of the morphological structure of the character of constituent rocks and their locus. For instance, the low mountain located in northern slopes of Chakilkalyan and Karatepa Mountains (between Vagash and Kizinbash villages), reminds "adir" hills type. It is separated by river valleys of the most depth. The valley slopes are soft, flat: the peaks are covered with heavy pit-run fines materials. Erosion processes and acceptable forms of relief (groove, ravine) have developed.

Hills type of the relief is also met in Zirabilak-Ziadinsk Mountains, where slopes of mountains are combined with upper Paleocene and sandy-argillaceous neogene deposits. In that area the main role in formation of the relief plays deflationary processes.

Submontane plains in the southern slopes of Karatepa range differentiate from other submontane plains in the southern slope because that they are formed with loess like loamy. The surface is flat but cut up by many wide ravines. Submontane plains are also met in the south of Zirabilak-Ziadinsk mountains. They are formed of loess loamy soil. The surface moderately breaks up.

Accumulate submontane plains cover the area of Djamsk, Ulus and Karatepa plains. These plains tectonically relate to the steel regime zone. Average height on the west is 225 and in the east is 450-275 m. Those plains are folded provilium deposits-gravel, sand, conglomerate which are blocked by loess deposits of Tashkent, Golodnosep and Sirdarya complexes. The special hills can be met which are consist of upper polygonal and neogene deposits (Karnab steppe). The surface of those plains has wide wavy character. Here gentle slope ridge are divided into wide ravine: the bottom of these ravines are wide enough, flat and in some places covered with saline.

Accumulate terrace plain valleys cover the left bank areas of Zarafshan river and right bank area of Kashkadarya river valley. The valleys prevail the process of accumulation in these territories. The surface layers are formed with quatrains deposits, among which the important place takes Tashkent, Golodnosep and Sirdarya complexes.

In the territory of Zarafshan and Kashkadarya river valleys low terraces and valley bottom are formed with Sirdarya complex deposits. In the structure of valley bottom deposits there are pebbles and sand. The first and the second under valley bottom terraces have much wider extent: they are formed with sandy loam-pebble deposits.

The high terraces (304) differentiate from low terrace of their loess deposit form of Golodnosep and Tashkent complexes. The surface of the terraces are wavy, broken up with ravines, gully and river valleys.

So in conclusion, we can mark that in the tectonic-erosion-denudational relief of mountains complex types* with endogenous and intermontane valleys are- accumulation. This regulation is the

important factor to define the stages of relief development of Zarafshan and Kashkadarya intermudane

References

1. Abdulqasimov A.A. Theproblem of studying intermontane-hollow landscapes of Central Asia. Published in “Fan” Tashkent, 1983., p. 130
2. Kogay N.A. Physical-geographical province of Turon. Research work. Tashkent State University №353 Tashkent, 1969 p. 18.
3. Poslovskaya O.Y. Geomrphology (Kashkadarya region) Tashkent 1958 p. 120.
4. Svarichevskaya Z.A. The modern views about evolution of pedimental plain. The problems of surface leveling, science. Moscow 1964 p. 38.

УДК 372.851

ТРИ ФОРМУЛЫ РАМАНУДЖАНА**Г. Злоцкий***Самаркандинский государственный университет*

Аннотация. В этой статье анализировано три замечательные формулы Рамануджана. Даны доказательства этих формул и приведены упражнения для самостоятельного решения.

Ключевые слова: формула, кубические корни, формула Виета, тройки косинусов, тригонометрия, алгебра, упрощение, сумма корней.

Ramanujanning uchta formulasi

Annotatsiya. Bu maqolada Ramanujanning uchta formulasi tahlil etilgan. Bu formulalarning isbotlari va mustaqil yechish uchun mashqlar keltirilgan.

Tayanch so‘zlar: formula, kubik ildizlar, Viyet formulasi, kosinuslar uchligi, trigonometriya, algebra, soddalashtirish, ildizlar yig‘indisi.

The three formulas of Ramanujan

Abstract. In this article, Ramanujan's three remarkable formulas are analyzed. The proofs of these formulas are given and the exercises for independent solution are given.

Keywords: formula, cubic roots, Vieta formula, triples of cosines, trigonometry, algebra, simplification, sum of roots.

1. Постановка вопроса

В этой статье речь пойдет от трех замечательных формулах Рамануджана, каждая из которых содержит в левой части три кубические корни:

$$\sqrt[3]{\frac{1}{9}} - \sqrt[3]{\frac{2}{9}} + \sqrt[3]{\frac{4}{9}} = \sqrt[3]{\sqrt{2} - 1} \quad (1)$$

$$\sqrt[3]{\cos \frac{2\pi}{7}} + \sqrt[3]{\cos \frac{4\pi}{7}} + \sqrt[3]{\cos \frac{8\pi}{7}} = \sqrt[3]{\frac{25 - 3\sqrt[3]{7}}{2}} \quad (2)$$

$$\sqrt[3]{\cos \frac{2\pi}{9}} + \sqrt[3]{\cos \frac{4\pi}{9}} + \sqrt[3]{\cos \frac{8\pi}{9}} = \sqrt[3]{\frac{3\sqrt[3]{9} - 6}{2}} \quad (3)$$

Эти формулы трудно спутать с формулами какого-либо другого математика: они напоминают загадочное жонглирование с числами.

Первая формула более проста и доказывается последовательным возведением в куб. Для нас, кроме эстетического восприятия, она интересна тем, что в структурном отношении очень похожа на две следующие. Что же касается формул (2) и (3), то здесь далеко не так просто. Приведем интересные цитаты об этих формулах из брошюры В.И.Левина: «Эти формулы совсем элементарны, но очень глубоки. Они обладают неповторимой внутренней симметрией, и догадаться об их существовании мог только математик самого высокого ранга». И еще: «Эти точные равенства являются, конечно, частными случаями значительно более общих соотношений, которыми располагал Рамануджан, но о которых он никому ничего не сообщил...»

2. Связь с формулами Виета

Анализируя числа

$$\left\{ \cos \frac{2\pi}{7}, \cos \frac{4\pi}{7}, \cos \frac{8\pi}{7} \right\}, \left\{ \cos \frac{2\pi}{9}, \cos \frac{4\pi}{9}, \cos \frac{8\pi}{9} \right\} \quad (4)$$

замечаем связь тригонометрии с алгеброй: аргументы косинусов составляют в обеих тройках геометрические прогрессии со знаменателем 2.

Далее осуществляем преобразование

$$\cos \alpha \cos 2\alpha \cos 4\alpha = \frac{\sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 4\alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{\sin 4\alpha \cos 4\alpha}{4 \sin \alpha} = \frac{\sin 8\alpha}{8 \sin \alpha} \quad (5)$$

Преобразование (5) позволяет установить следующие равенства:

$$\cos \frac{2\pi}{7} \cos \frac{4\pi}{7} \cos \frac{8\pi}{7} = \frac{1}{8}, \quad \cos \frac{2\pi}{9} \cos \frac{4\pi}{9} \cos \frac{8\pi}{9} = -\frac{1}{8} \quad (6)$$

Далее имеем:

$$\begin{aligned} \cos \frac{2\pi}{7} + \cos \frac{4\pi}{7} + \cos \frac{8\pi}{7} &= \frac{2 \sin \frac{\pi}{7}}{2 \sin \frac{\pi}{7}} (\cos \frac{2\pi}{7} + \cos \frac{4\pi}{7} + \cos \frac{8\pi}{7}) = \\ &= \frac{1}{2 \sin \frac{\pi}{7}} (\sin \frac{3\pi}{7} - \sin \frac{\pi}{7} + \sin \frac{5\pi}{7} - \sin \frac{3\pi}{7} + \sin \pi - \sin \frac{5\pi}{7}) = -\frac{1}{2}; \end{aligned} \quad (7)$$

Аналогично

$$\cos \frac{2\pi}{9} + \cos \frac{4\pi}{9} + \cos \frac{8\pi}{9} = \cos \frac{2\pi}{9} + \cos \frac{4\pi}{9} - \cos \frac{\pi}{9} = 2 \cos \frac{3\pi}{9} \cos \frac{\pi}{9} - \cos \frac{\pi}{9} = 0. \quad (8)$$

Теперь поищем такие суммы:

$$\begin{aligned} S_1 &= \cos \frac{2\pi}{7} \cos \frac{4\pi}{7} + \cos \frac{2\pi}{7} \cos \frac{8\pi}{7} + \cos \frac{4\pi}{7} \cos \frac{8\pi}{7} \\ S_2 &= \cos \frac{2\pi}{9} \cos \frac{4\pi}{9} + \cos \frac{2\pi}{9} \cos \frac{8\pi}{9} + \cos \frac{4\pi}{9} \cos \frac{8\pi}{9} \end{aligned} \quad (9)$$

(10)

Упражнение 1. Докажите, что

$$S_1 = -\frac{1}{2}; \quad S_2 = -\frac{3}{4}.$$

Напишем теперь формулы Виета для кубического уравнения. Если x, y, z - корни уравнения

$$t^3 + pt^2 + qt + r = 0, \quad (11)$$

то как известно

$$\begin{cases} x + y + z = -p, \\ xy + xz + yz = q, \\ xyz = -r \end{cases} \quad (12)$$

Сравнивая (12) с равенствами, которые мы получили выше для рамануджановских троек косинусов, заключаем, что первая тройка состоит из корней уравнения

$$t^3 + \frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{2}t - \frac{1}{8} = 0, \quad (13)$$

а вторая - из корней уравнения

$$t^3 - \frac{3}{4}t + \frac{1}{8} = 0, \quad (14)$$

Полученный результат показывает, какова природа связи между тригонометрическими и алгебраическими выражениями в формулах (2) и (3).

3. Найдем теперь сумму трех кубических корней

Поставим теперь задачу так. Дано уравнение

$$t^3 + pt^2 + qt + r = 0, \quad (15)$$

корнями которого являются числа x, y, z . Требуется найти сумму их кубических корней

$$\sqrt[3]{x} + \sqrt[3]{y} + \sqrt[3]{z} = ? \quad (16)$$

Для этого куб этой суммы обозначим через A :

$$\sqrt[3]{x} + \sqrt[3]{y} + \sqrt[3]{z} = \sqrt[3]{A} \quad (17)$$

Оказывается, сумму (17) легче искать вместе с другой суммой:

$$\sqrt[3]{xy} + \sqrt[3]{xz} + \sqrt[3]{yz} = \sqrt[3]{B} \quad (18)$$

Возводя обе части (17) в куб и затем (8) в них учитывая формулы Виета (12), получаем:

$$A = -p + 3\sqrt[3]{AB} + 3\sqrt[3]{r}, \quad (19)$$

$$B = q - 3\sqrt[3]{ABr} - 3\sqrt[3]{r^2}, \quad (20)$$

Умножая (19) на $\sqrt[3]{r}$ и складывая с (20), выражаем В через А:

$$B = q - (A + p)\sqrt[3]{r}. \quad (21)$$

Подставляя это в (21) в (19) получаем уравнение только относительно А:

$$A + p - 3\sqrt[3]{r} = 3\sqrt[3]{A(q - (A + p)\sqrt[3]{r})}, \quad (22)$$

Наконец, возводя обе части уравнения в куб, получаем следующее кубическое уравнение относительно А :

$$A^3 + 3(p + 6\sqrt[3]{r})A^2 + 3(p^2 + 3p\sqrt[3]{r} + 9\sqrt[3]{r^2} - 9q)A + (p - 3\sqrt[3]{r})^3 = 0 \quad (23)$$

4. Упрощение кубического уравнения

Пусть дано кубическое уравнение

$$x^3 + 3bx^2 + 3cx + d = 0, \quad (24)$$

Подставляя в (24) $x = z - b$, получаем кубическое уравнение относительно z , не содержащее z^2 . Более того, если b и c в уравнении (24) связаны соотношением

$$b^2 = c \quad (24 \text{ a})$$

то в уравнении относительно z исчезнет и член с z . В результате уравнение (24) примет вид

$$z^3 = b^3 - d \quad (25)$$

Возвращаясь к x , получим

$$x = \sqrt[3]{b^3 - d} - b \quad (26)$$

Проверим, в каком случае выполняется условие $b^2 = c$ для уравнения (23). Сравнивая его с (24) имеем:

$$b = p + 6\sqrt[3]{r}, \quad (27)$$

$$c = p^2 + 3p\sqrt[3]{r} + 9\sqrt[3]{r^2} - 9q \quad (28)$$

и условие $b^2 = c$ принимает вид :

$$3\sqrt[3]{r^2} + p\sqrt[3]{r} + q = 0 \quad (29)$$

Числа p , q , r известны для уравнений, корнями которых являются рамануджановские тройки косинусов.

Для первой тройки:

$$p = \frac{1}{2}, q = -\frac{1}{2}, r = -\frac{1}{8}; \quad (30)$$

для второй тройки :

$$p = 0, q = -\frac{3}{4}, r = \frac{1}{8}. \quad (31)$$

Подставляя эти значения в (29) получим числовые равенства. Но в этом случае, согласно (26) при $x = A$, $b = p + 6\sqrt[3]{r}$, $d = (p - 3\sqrt[3]{r})^3$

$$A = \sqrt[3]{b^3 - d} - b \quad (32)$$

В случае первой тройки:

$$b = \frac{1}{2} - 3 = -\frac{5}{2}, d = \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{2}\right)^3 = 8 \quad (33)$$

так что

$$A = \frac{-\sqrt[3]{189} + 5}{2} = \frac{5 - 3\sqrt[3]{7}}{2}; \quad (34)$$

В случае второй тройки :

$$b = 3, d = \left(-\frac{3}{2}\right)^3 = -\frac{27}{8} \quad (35)$$

так что

$$A = \sqrt[3]{27 + \frac{27}{8}} - 3 = \frac{3\sqrt[3]{9} - 6}{2}; \quad (36)$$

Правые части равенств (34) и (36) являются подкоренными выражениями правых частей формул (2) и (3) пункта 1 Рамануджана. Этим самым доказательство завершено.

Упражнение 2. Положив

$$\sqrt[3]{x} = u, \sqrt[3]{y} = v, \sqrt[3]{z} = \omega \quad (37)$$

докажите, что условие (24 а) при u, v, ω не равных нулю эквивалентно условию так что

$$\frac{u^3 + v^3 + \omega^3}{\omega} + \frac{(uv)^2}{v} + \frac{(u\omega)^2}{u} + \frac{(v\omega)^2}{u} + 3uv\omega = 0 \quad (38)$$

Из нашего доказательства следует что условию (25) удовлетворяют кубические корни рамануджановских косинусов. Непосредственно легко проверить, что ему удовлетворяет также тройка чисел :

$$\sqrt[3]{\frac{1}{9}} = u, -\sqrt[3]{\frac{2}{9}} = v, \sqrt[3]{\frac{4}{9}} = \omega \quad (39)$$

Таким образом, в основе равенств (1), (2) и (3) лежит общее условие (15).

Упражнение 3. Покажите, что вместе с числами u, v, ω условию (25) удовлетворяют :

а) числа $\frac{1}{u}, \frac{1}{v}, \frac{1}{\omega}$; б) числа

$$\sqrt[3]{u^3 + uv\omega}, \sqrt[3]{v^3 + uv\omega}, \sqrt[3]{\omega^3 + uv\omega} \quad (40)$$

Упражнение 4. Докажите, что если выполнено условие (25) то справедливо равенство

$$\left(\frac{u}{v} + \frac{v}{u} + \frac{u}{\omega} + \frac{\omega}{u} + \frac{v}{\omega} + \frac{\omega}{v}\right)^3 + 6 = \left(\frac{u}{v}\right)^3 + \left(\frac{v}{u}\right)^3 + \left(\frac{u}{\omega}\right)^3 + \left(\frac{\omega}{u}\right)^3 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^3 + \left(\frac{\omega}{v}\right)^3 \quad (41)$$

Проверьте (2) для тройки $\sqrt[3]{\frac{1}{9}} = u, -\sqrt[3]{\frac{2}{9}} = v, \sqrt[3]{\frac{4}{9}} = \omega$. Можно ли условие (1) вывести из равенства (2).

Упражнение 5. Докажите равенства:

$$1. \sqrt[3]{\sec \frac{2\pi}{7}} + \sqrt[3]{\sec \frac{4\pi}{7}} + \sqrt[3]{\sec \frac{8\pi}{7}} = \sqrt[3]{8 - 6\sqrt[3]{7}};$$

$$2. \sqrt[3]{\sec \frac{2\pi}{9}} + \sqrt[3]{\sec \frac{4\pi}{9}} + \sqrt[3]{\sec \frac{8\pi}{9}} = \sqrt[3]{6(\sqrt[3]{9} - 1)};$$

$$3. \sqrt[3]{2 + \sec \frac{2\pi}{7}} + \sqrt[3]{2 + \sec \frac{4\pi}{7}} + \sqrt[3]{2 + \sec \frac{8\pi}{7}} = \sqrt[3]{6(\sqrt[3]{7} - 10)};$$

$$4. \sqrt[3]{\frac{1}{2} + \sec \frac{2\pi}{7}} + \sqrt[3]{\frac{1}{2} + \sec \frac{4\pi}{7}} + \sqrt[3]{\frac{1}{2} + \sec \frac{8\pi}{7}} = \sqrt[3]{\frac{3}{2}\sqrt[3]{7} - 2};$$

$$5. \sqrt[3]{\frac{\cos \frac{2\pi}{7}}{2\cos \frac{2\pi}{7} + 1}} + \sqrt[3]{\frac{\cos \frac{4\pi}{7}}{2\cos \frac{4\pi}{7} + 1}} + \sqrt[3]{\frac{\cos \frac{8\pi}{7}}{2\cos \frac{8\pi}{7} + 1}} = \sqrt[3]{\frac{3}{2}\sqrt[3]{7} - 2};$$

$$6. \sqrt[3]{2 - \sec \frac{2\pi}{7}} + \sqrt[3]{2 - \sec \frac{4\pi}{7}} + \sqrt[3]{2 - \sec \frac{8\pi}{7}} = \sqrt[3]{6(\sqrt[3]{9} - 2)};$$

$$7. \sqrt[3]{\frac{1}{2} - \cos \frac{2\pi}{9}} + \sqrt[3]{\frac{1}{2} - \cos \frac{4\pi}{9}} + \sqrt[3]{\frac{1}{2} - \cos \frac{8\pi}{9}} = \sqrt[3]{\frac{3}{2}(\sqrt[3]{9} - 1)};$$

$$8. \sqrt[3]{\frac{\cos \frac{2\pi}{9}}{2 \cos \frac{2\pi}{9} - 1}} + \sqrt[3]{\frac{\cos \frac{4\pi}{9}}{2 \cos \frac{4\pi}{9} - 1}} + \sqrt[3]{\frac{\cos \frac{8\pi}{9}}{2 \cos \frac{8\pi}{9} - 1}} = \sqrt[3]{\frac{3}{2}(\sqrt[3]{9} - 1)}$$

Литература

1. Гиндикин С.Г. Рассказы о физиках и математиках. -Издание третье, расширенное. - М.:МЦНМО,2001.
2. Харди Г. Двенадцать лекций о Рамануджане. - М.: Институт компьютерных исследований, 2002.-336 с.
3. Гиндикин С.Г. Загадка Рамануджана. // Квант.-1987.-№ 10.- С.14.
4. Левин В.И. Рамануджан - математический гений Индии.-М.:Знание,1968.
5. Левин В.И. Жизнь и творчество индийского математика С. Рамануджана. //Историко-математические исследования. -М: Физматгиз, 1960.-Т.XIII.
6. Литлвуд Дж.И. Рецензия на собрание сочинений Рамануджана. //Математическая смесь-М.:Наука,1990.
7. Шевелев В.С. Три формулы Рамануджана./Квант,1988,№ 6,с.52-55.

UDK:004.9:372.8

TA'LIMDA YANGI AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH - O'QITUVCHI VA O'QUVCHI SHAXSINI RIVOJLANTIRUVCHI OMIL

D. Qarshiyeva

Samarqand viloyat xalq ta'limi xodimlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish instituti
E-mail: (dilnoza_85@inbox.uz)

Annotasiya. Ushbu ilmiy maqolada ta'lif tizimining barcha bo'g'inlarida axborot texnologiyalaridan foydalanish o'qituvchi va o'quvchilardan yangi axborot muhitida ishlay olish ko'nikmalarini shakllantirishni talablari haqida so'z yuritiladi.

Kalit so'zlar: axborot, kommunikasiya, texnologiya, kommunikativ, eksperimental, globallashuv, telekommunikatsiya, telekonferensiya.

Применение новых информационных технологий в образовании-фактор развития личности учителя и учащегося

Аннотация. В этой статье говорится о требованиях, предъявляемых для развития новиков учителей и учащихся в современной информационной среде и применении информационных технологий во всех сферах образования.

Ключевые слова: информация, коммуникация, технология, коммуникативная, экспериментальная, глобальная, телекоммуникация, телеконференция.

Using of new informational technologies in education and factor of developmental identity of teachers and pupils

Abstract. This article discbsses how to use information technology in all aspecs of thy education system requires teachers and learners to develop thyer skills in a new information yenvironment.

Keywords: information, communication, technology, communicative, yexperimental, globaliration, telecommunication, teleconferension.

Mamlakatimiz o‘z taraqqiyotining yangi davriga qadam qo‘ygan hozirgi kunda O‘zbekiston Respublikasining 2017-2021 yillarda rivojlantirishni beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha “Harakatlar strategiyasi” asosida barcha sohalarda keng ko‘lamli o‘zgarishlar amalga oshirilmoqda. Yurtboshimiz Sh.M.Mirziyoyev ta’kidlaganidek, “Zamonaviy pedagogik va axborot texnologiyalarini o‘quv jarayoniga joriy etishda asosiy boshqaruvchi o‘qituvchi hisoblanadi. Agar shu nuqtai nazardan kelib chiqib qaraydigan bo‘lsak, innovatsion pedagogik va axborot-kommunikasiya texnologiyalarini ta’lim-tarbiya jarayoniga joriy etishda uning boshqaruvchisi bo‘lmish o‘qituvchining tayyorgarlik darajasini birinchi o‘ringa qo‘yish lozim”. Ana shu islohotlarning muvaffaqiyati, mamlakatimizning dunyodagi rivojlangan, zamonaviy davlatlar qatoridan munosib o‘rin egallashi avvalo ilm-fan va ta’lim-tarbiya sohasining rivoji bilan, bu borada bizning dunyo miqyosida raqobatdosh bo‘la olishimiz bilan uzviy bog‘liq, desak, hyech qanday mubolag‘a bo‘lmaydi.

O‘tgan bir yil davomida O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti va Vazirlar Mahkamasining bevosita ta’lim-tarbiya sohasiga daxldor bo‘lgan 74 ta farmoni, qaror va farmoyishi qabul qilingani ta’lim tizimini yangi bosqichga ko‘tardi. Eng katta o‘zgarish Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 6 aprelda 187-sonli kompitensiyaviy yondashuvga asoslangan yangi Davlat Ta’lim Standarti bo‘ldi. Ushbu DTSning bosh maqsadi o‘sib kelayotgan avlodni zamonaviy axborot texnologiya vositalari bilan ishslash malakalari, mustaqil, mantiqiy va algoritmik fikrlash qobiliyatini rivojlantirishda va olgan bilimlarini hayotda tatbiq etishga o‘rgatishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi kunda kompetentsiyaviy yondoshuv deganda nima? Uning ta’limdagi o‘rni qanday degan savollar barchaning diqqat markazidadir. Lug‘atlarda qayd etilishicha, “Competence” so‘zi “to compete” so‘zidan kelib chiqqan bo‘lib, “musobaqaqlashmoq”, “raqobatlashmoq”, “bellashmoq” degan ma’noni bildiradi. So‘zma-so‘z tarjima qilinsa “musobaqaqlashishga layoqatlichkeit” ma’nosida keladi. Ilmiy pedagogik, psixologik manbalarda berilishicha, kompetensiya, kompetentlilik o‘tamurakkab, ko‘p qismli, ko‘pgina fanlar uchun mushtarak bo‘lgan tushunchalardir. Shu boisdan uning talqinlari ham hajman, ham tarkibiga ko‘ra, ham ma’no, mantiq mundarijasi jihatidan turli-tuman. Atamaning mohiyati shuningdek “samaradorlik”, “moslashuvchanlik”, “yutuqlilik”, “muvaqqiyatlichkeit”, “tushunuvchanlik”, “natijalilik”, “uquvlilik”, “xocca”, “xususiyat”, “sifat”, “miqdor” kabi tushunchalar asosida ham tavsiflanmokda. Shunga ko‘ra ta’lim kompetensiylarini tasdiqlangan standartda keltirilgan ta’rif bo‘yicha qabul qilamiz.

DTSlarida kompetensiya ikki turga bo‘linadi: Tayanch kompetensiylar –ta’lim mazmunining umumiy (metapredmet) qismiga tegishli; Fanga oid kompetensiylar – oldingiga nisbatan xususiy hisoblanib, o‘quv predmeti doirasida shakllantiriladi.

Ta’lim tizimi uchun ishlab chiqilgan tayanch kompetensiylarning barchasiga haqida to‘xtalib o‘tirmaymiz. Balki aynan tayanch kompetensiylarga e’tibor bersak, axborotlar bilan ishslash kompetensiysi mavjud. Bu kompetensiya o‘quvchilarda mediamanbalardan zarus ma’lumotlarni izlab topa olishni, saralashni, qayta ishslashni, saqlashni, ulardan samarali foydalana olishni, ularning xavfsizligini ta’minlashni, media madaniyatga ega bo‘lish layoqatlarini shakllantirishni nazarda tutadi.O‘quvchilarda ushbu kompetensiyanı shakllantirish haqida fikr ketganda, axborot bilan ishslash kompetensiyasini darslik va o‘quv qo‘llanmalar bilan ishslash, badiiy adabiyot, kinofilmlardan jarayon, hodisa, qonun hamda qoidalar qo‘llanilgan vaziyatlar to‘g‘risida axborotlarni izlab topish, ularni tushuntirish orqali shakllantirish mumkin.

Hozirgi zamon ilmiy-texnikaviy taraqqiyot bosqichining xarakterli xususiyatlaridan biri – jamiyat xayotining barcha jabxalari kompyuterlashtirilishidir.

O‘zbekistan Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2002 yil 6 iyundagi “Kompyuterlashtirishni yanada rivojpantirish va axborot-kommunikasiya texnologiyalarini joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risidagi 200-sonli qarori bilan tasdiqlangan “2002-2010 yillarda kompyuterlashtirish va axborot texnologiyalarini rivojlantirish dasturi”da davlatning bu soxadagi siyosati milliy axborot tizimini shakllantirish deb ifodalangan bo‘lsa, Kadrlar tayyorlash milliy dasturining 4.10-bandida ta’lim tizimining yaxlit elektron axborot-makonini vujudga keltirish vazifasi belgilangan.

DTSlarida “Informatika va axborot texnologiyalari” faniga oid xususiy kompetensiylar sifatida **axborotlarni izlash va elektron vositalarda yig‘ish, axborotlarni elektron vositalarda qayta ishslash va saqlash, axborotlarni elektron vositalar orqali uzatish kompetensiylari** keltirilgan. Ushbu kompetensiylar ta’lim tizimining barcha bo‘g‘inlarida axborot texnologiyalaridan foydalanan o‘qituvchi va o‘quvchilardan yangi axborot muxitida bermalol ishlay olish ko‘nikmalarini shakllantirishni talab etadi. Bunday hollarda o‘qitishning maqsadi bilim berish va o‘zlashtirish bilan

birga axborotni tahlil qilish, axborot almashish va ulardan yangi bilim olishda foydalanish ko'nikmalarini shakllantirishdan iborat bo'ladi. Shuning uchun axborot bilan ishlashning kompyuter metodlarini to'liq biluvchi malakali mutaxassislarga talab ortadi.

Zamonaviy ta'lilda axborot-kommunikasiya texnologiyalarini qo'llash ularning imkoniyatlarinito'liq tatbiq etishga asoslanadi. Hozirda ma'lum pedagogik maqsadlarga erishish uchun axborot-kommunikasiya texnologiyalaridan foydalanish yuqori samara beradi:

1. Jamiyatning ommaviy axborotlashuvi va globallashuvi sharoitida o'quvchi shaxsini rivojlantirish va xayotiy faoliyatida qulayliklardan foydalanishga tayyorlash:

- fikrlashni rivojlantirish maqsadida o'z aqliy faoliyati strukturasini ko'rish imkoniyatini beruvchi psixologik-pedagogik ta'sirni kuchaytirish;
- bir vaqtning o'zida axborot turli manbalardan olinganda fikrlash va optimal qarorlar qabul qilish yoki og'ir xolatlarda o'z variantini taklif qila bilish qobiliyatini rivojlantirish;
- axborotni yig'ish, qayta ishslash, uzatish, arxivlash kunikmalarini shakllantirish va rivojlantirish;
- integrasiyalashgan axborotni tushunish qobiliyatini rivojlantirish;
- katta xajmli axborotni almashish jarayonida kommunikativ qobiliyatni rivojlantirish;
- modellashtirish jarayonini tashkillashtirish asosida axborotni qidiruv, eksperimental-tadqiqiy faoliyat olib borish qobiliyatini rivojlantirish.

2. Jamiyatning axborotlashuv globallashuv sharoitida ijtimoiy buyurtmani bajarish:

- inson faoliyatining kerakli soxalarida informatika vositalari va metodlari imkoniyatlaridan foydalana oluvchi malakali kadrlar va mutaxassislar tayyorlash;
- foydalanuvchini turli darajadagi axborot-kommunikasiya vositalaridan foydalanishga tayyorlash.

3. Uzluksiz ta'lim tizimining barcha bosqichlarida ta'lim jarayonini jadallashtirish:

- pedagogik tatbiq jixatidan noyob bo'lgan AKT imkoniyatlaridan foydalanish hisobiga ta'lim jarayonining sifat samaradorligini oshirish;
- AKT vositalaridan foydalanib bilim olishga intilishni oshirish;
- turli predmetlar buyicha masalalar yechishda axborotni qayta ishslashning zamonaviy vositalaridan foydalanish hisobiga predmetlararo bog'liqlikni chuqurlashtirish;
- taqsimlangan axborot resurslaridan foydalanish asosida ommaviy ta'lim g'oyalarini tatbiq etish.

Ta'lim jarayonida o'quvchi-talabalarning bilimini har tomonlama mustaxkamlash, murakkab jarayonlarni yaqqol ko'z oldilariga keltirishlari va vizual qabul qilishlarida kompyuter va axborot texnologiyalarining xissasi katta. Axborot texnologiyalarini o'quv jarayonida qo'llash o'quvchi-talabalar o'zlashtirish ko'rsatkichlarining yuqori bo'lishini ta'minlaydi. O'quv jarayonida o'qitishning texnik vositalaridan faol foydalanilishiga qaramasdan, ular yordamchi didaktik vosita xisoblanadi. An'anaviy ta'limda o'qituvchi bilim beruvchi sifatida asosiy rol o'ynaydi. O'qituvchining o'quvchilar bilan muloqoti axborot uzatishning asosi xisoblanadi. O'qitishning o'qituvchi va o'quvchining muloqotiga asoslangan an'anaviy usullaridan foydalanish texnika qanchalik mukammal bo'lmasin, yaxshi natija bermaydi, bunday texnologiyalarning qimmatligini aytmasa xam bulaveradi.

Dars jarayonida kompyuterdan foydalanilganda darsda ijodiy va vizual muhit yuzaga keladi. Boshqa texnik vositalardan kompyuterning afzalligi insonning kompyuter bilan interfaol dasturlar yordamida muloqot qilish imkoniyatidadir. Albatta, bunday muloqotning axborot bilan to'yinganligi va pedagogik-psixologik jihatdan o'quvchiga mosligi jarayonda ishlatilayotgan texnik vositalar darajasiga bog'liq. Telekommunikasiya kanallari mavjud bo'lsa, kompyuter o'qituvchi va o'quvchi o'rtasida vositachi bo'lib xizmat qilish bilan birga, o'quv jarayonining bir qismini o'z zimmasiga oladi. Bunda ma'lumotlarni saqlash uchun uning xotirasi vaqayta ishslash uchun multimedia vositalari bor. Shu bilan birga, turli ma'lumotlar bazasi bilan ishslash imkoniyati mavjud. Shu sababli o'quvchi tarmoq orqali istagan ma'lumotini olishi va telekonferensiyalarda qatnashishi mumkin. Albatta, ta'limning mazmuni va maqsadi o'qitish shakliga bog'liq emas. Lekin o'qitish jarayoniga kompyuter vositalarining tatbiqi bilim berishning boshqa shaklini, o'quvchining bilim olish faoliyatini maxsus tashkil etishni va unga mos o'qitish metodlarini tanlashni talab etadi.

Eng avvalo, bu o'quvchilarning mustaqil ishslashlari xisobiga o'quv jarayonini optimallashtirish, uning sifati va samarasini oshirish imkoniyatining paydo bo'lishi bilan bog'liq. O'qish jarayonida kompyuter vositalaridan foydalanish natijasida o'quvchi birlamchi ma'lumotni o'qituvchidan emas,

balki interfaol o'qitish dasturlari yordamida internetdan oladi. O'quvchi u yoki bu predmetni shu yo'1 bilan o'rganishi mumkin.Bunda o'quvchining bilim olishiga juda keng imkoniyatlar ochiladi. Mustaqil o'rganish jarayonida u cheklanmagan xajmda axborot olishi va doimo turli axborot manbalari bilan maslaxatlashib turishi mumkin. Bundan tashkari, kompyuter o'z-o'zini sinash imkoniyatini yaratadi, bu o'quvchining ijodiy fikrlashini rivojlantirishga yordam beradi. Kompyuter vositalarini qo'llashning yana bir muhim jixati qaror qabul qilishga yo'naltirilgan bo'ladi. O'quv jarayonida kompyuter vositalaridan foydalanish jadal (intensiv) metodlarga kiradi.

O'quv materiallarining gipermatnli strukturaga ega ekanligi jadal o'qitishning ochik tizimini yaratishga yordam beradi. Bunda o'quvchiga istagan darsini vao'qitish texnologiyasini tanlash imkonи beriladi, ya'ni tizim o'quvchining individual imkoniyatlariga moslashadi.O'qitish jarayoni bir oz yumshaydi. U qat'iy jadvallarga va auditoriya tadbirlariga bog'lanmaydi. Texnologiyalar takomillashib borgani sari o'qituvchining roli ta'lim jarayonini boshqarish bo'lib qoladi. Lekin bu xolat o'qituvchining ta'limdagи o'rnnini xech kamaytirmaydi va uni chetga surib chiqarmaydi.

Ta'lim jarayonida axborot-kommunikasiya texnologiyalaridan foydalanish o'qituvchi vazifasini tubdan o'zgartiradi. An'anaviy ta'limda o'qituvchining vazifasi axborot berish (mavzuni tushuntirish, takrorlash, mustaxkamlash va x.k.) bo'lsa, axborot-kommunikasiya texnologiyapari qo'llanganda bu vazifalarni kompyuter bajaradi (o'quv materiali kompyuter xotirasiga yoki SD disklarga kiritilgan bo'ladi), o'qituvchining asosiy vazifasi o'quvchining anglash faoliyatini boshqarish. O'quv jarayonini rejalashtirish va nazorat qilish bo'ladi.

Ular quyidagilardan iborat:

1. Diskka yozilishi mo'ljallangan o'quv predmeti strukturasi, mazmuni, shu asosida o'quv modullarini ishlab chikish.
2. Ular bir modul mazmunini yaratish.
3. Mustaqil ishslash, o'zlashtirish va mustaxkamlash uchun savollar to'plamini ishlab chikish.
4. Bilimni sinash uchun test savollarini tuzish, sinov va imtixonlarni o'tkazish.
5. Materialni chuqur o'rganish uchun manbalar ro'yxati, adabiyotlar katalogi, ijodiy ishlар mavzularini ishlab chiqish, virtual kutubxona yaratish.
6. Telekonferensiylar uyuştirish, faol muxokamani tashkil etish, referat, laboratoriya ishlari uchun mavzular ruyxatini tayyorlash.
7. O'quv mashqlarini bajarish, ketma-ketligini nazorat qilish va baholash shakllarini aniqlash.
8. O'quvchilar WWW tizimida ishlashi uchun dastur tuzish.
9. O'quvchilarning elektron pochta bilan ishslash dasturini tuzish.
10. Nazorat ishlарini utkazish.
11. O'qitish natijalarini taxlil kilish va takomillashtirish bo'yicha taklif berish.

Shunday qilib, kompyuter vositalari yordamida olib boriladigan dars an'anaviy darsdan o'quv jarayonini tashkil etish va unda ishlataladigan metodlar bilan ham farklanadi. Bunday o'qitish shaklining asosida ma'lum didaktik konsepsiya yotadi.

Adabiyotlar

1. Press-service.uz Sh. Mirziyoyev 2017-yil 27- sentyabrdagi "O'qituvchi va murabbiylar kuni munosabati bilan ta'lim-tarbiya tizimida alohida o'rnak ko'rsatgan xodimlardan bir guruhini mukofotlash" to'g'risida PF-5193 son farmoni.
2. Lex.uz Sh. Mirziyoyev 2017 yil 29-sentyabrdagi "O'qituvchi va murabbiylarni bayrami munosabati" bilan tabrik so'zları.
3. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 6 apreldagi 187-sonli "Umumiy o'rta va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limining davlat ta'lim standartlarini tasdiqlash to'g'risida"gi qarori.
4. O'quvchi shaxsini rivojlantirish yo'naltirilgan ta'lim. 3-modul. – Toshkent, 2013. B.81-93.

UDK: 371.3

PEDAGOGIK KONSEPSIYAGA VA TALABANING MUSTAQIL**ISHIGA OID BA'ZI USLUBIY TAVSIYALAR****A. Abdirashidov, A. Arziqulov, B. Aminov***Samarqand davlat universiteti*

Annotatsiya. Pedagogik konsepsiylarga oid bir qator tushunchalar bayon qilingan. Ma'ruza va amaliyot darslari jarayonida innovatsion va axborot texnologiyalarini samarali qo'llash bo'yicha ba'zi tavsiyalar berilgan. Uy vazifasi sifatida o'tilgan mavzudan olgan bilimini talabaning o'zi baholay olishi maqsadidabir qator savollarga mustaqil javob yozish tavsiya qilingan. Talabalar mustaqil ishini tashkil etish, bajarish va uni qabul qilishga oid uslubiy tavsiyalar keltirilgan.

Kalit so'zlar: pedagogik maqsad, interaktiv usullar, innovatsiya, axborot texnologiyalari, Internet, ma'ruza.

Некоторые методические рекомендации по педагогической концепции и самостоятельной работе студента

Аннотация. В работе описаны некоторые понятия по педагогической концепции. Даны некоторые рекомендации по эффективному применению инновационных и информационных технологий в лекционных и практических занятиях. В целях самооценки знания студенту рекомендованы написать самостоятельные ответы на некоторые вопросы по пройденным материалам, как домашнее задание. Приведены некоторые методические рекомендации по организации, выполнение и принятию самостоятельной работы студентов.

Ключевые слова: педагогическая цель, интерактивные методы, инновация, информационные технологии, Интернет, лекция.

The solution of burgers equation by finite difference method with implementation of electronic spreadsheet MS Excel

Abstract. The nonlinear Burgers equation in the concrete example is numerically solved. The finite difference scheme and computation algorithm are constituted, it is realized in the MS Excel.

Keywords: Burgers equation; finite difference method; difference the implicit circuit; boundary value problem; initial and boundary conditions; the square equation; method of Newton; MS Excel.

XXI asr avlodni vakillari axborot texnologiyalari atmosferasi bilan o'rallan va shuning uchun ular Internet, elektron darsliklar, saytlar, bloglar va boshqalar rejimida ishlashga moslashib bormoqda.

Ta'lilda yangi texnologiyalar va metodikalar, dars o'tishning nostandard shakllari, zamonaviy texnik va dasturiy vositalar, zamonaviy darsliklar va boshqalar paydo bo'lmoqda. Bularning ichida eng tezkor rivojlanish, albatta, kompyuter texnologiyalarida. Talabalar ham avvalgilaridan keskin farq qilib bormoqda. Bularning bari yangi zamon o'qituvchisining shakllanib borishini talab qiladi. Ta'lilda muvaffaqiyatga olib keluvchi eng muhim jihat – bu o'qituvchining pedagogik mahorati va talabaning qobiliyatini e'tiborga olish.

Hozirgi zamon talabasi – bu yangi taraqqiyot va ulkan o'zgarishlar yaratish yo'lida sobit qadamlar bilan borayotgan Mustaqil yurning yosh farzandi. Bunday cheksiz bilimlar ummonida u o'zini yolg'iz va kuchsiz sezmasligi uchun uning atrofida kelajakka umid bilan intiluvchi tengdoshlari va ularga mehr bilan ta'lim-tarbiy bera oladigan, yangi o'zgarishlarni tez o'zlashtira oladigan zamonining pedagoglar zarur. Shuning uchun har bir pedagog zamondan orqada qolmaslik, ilg'or pedagoglar safida bo'lishi uchun tinmay izlanishda bo'lmog'i lozim. Buning uchun undan eng avvalo shu vaqtgacha egallagan bilim, malaka va ko'nikmalarini doimo to'ldirib borish talab qilinadi. Bu borada har doim ta'limning yangi yo'llarini, uslublarini va shakllarini izlash va ularni o'rganib borish maqsadga muvofiq.

Shunday ekan, har bir ilg'or pedagog o'z oldiga shunday savollar qo'yishi lozim: vaqt bilan hamnafas bo'lib, talabalarni qanday vositalar asosida ilm olishga qiziqtirish kerak? Ikkinchisi tomondan, bugungi kun talabasini nima qiziqtirardi va nima ularni o'ziga jalb qiladi?

Bizning fikrimizcha bu – *innovatsion, axborot va Internet texnologilayalari....*

Hozirgi zamon pedagogida esa ta'lif berish uchun zarur bo'lgan kompyuter savodxonligi, pedagogik va innovatsion texnologiyalar, zamonaviy kompyuter texnikasi va uning dasturiy ta'minoti bor.

O'quv xonalarining kompyuter texnikasi bilan ta'minlanganligi va ularning Internet tarmog'iga ulanganligi o'quv-tarbiya jarayonida yangi pedagogik-axbortot texnologiyalarni qo'llashga keng imkoniyatlar eshagini ochib beradi, bu esa ta'lif jarayonini samarali tashkil qilgan holda quyidagilarga imkon beradi: rivojlantiruvchi, har xil darajali va muammoli ta'lif; axborot-kommunikatsiya texnologiyalar; ilmiy tadqiqot va loyiha yaratish faoliyat; masofaviy ta'lif elementlari; ilmiy-ijodiy masalalarni yechish; ta'lif texnologiyasi darajasini differensiallash va hokazo. Ana shu jihatlar pedagog faoliyatida muhim ahamiyat kasb etadi.

Bizning fikrimizcha, *pedagogikning asosiy maqsadi* – bu dars beradigan fanlardan talabalarga ma'ruzalarda matematik dalillar, uslub va qoidalarni o'rgatish, amaliyot darslarida va mustaqil ta'lilda esa ularni amaliy mashqlar va ijodiy xarakterdagi topshiriqlar yordamida axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan samarali foydalangan holda mustahkamlashdan hamda kelgusida ularning shu fanlardan olgan bilimlarni amaliyotga va boshqa fanlarni namunali o'zlashtirishlariga qo'llash ko'nikma va malakalarini shakllantirishdan iborat.

Biz bilamizki, matematik bilimlarni egallagan talabada o'ziga xos ilg'or fikrlash, keng dunyoqarash, muammoga kompleks va tizimli yondashish, ta'lif olish va ta'lif berishning o'ziga xos qirralarini tezkor ilg'ash, albatta, mehnatsevarlik ma'naviy yetuklik jihatlari paydo bo'ladi va bular dars jarayonida, muloqotda, mustaqil tadqiqotchilik jarayonida namoyon bo'ladi.

Ilg'or pedagog faoliyatda talabani mustaqil tadqiqotchilik jarayoniga ijodiy va samarali jalb qilish va uni tayyorlashning eng muhim yo'nalishlaridan biri – bu *ta'limming interaktiv usullari* (masalan, muammoli qidiruv holatlarini yaratish, diskussiya, ishlab chiqarish amaliyotiga yo'naltirilgan topshiriqlar berish va boshqalar) bo'lib, bunda, masalan, rivojlantiruvchi ta'lif (mavjud umumiy bilimlarni talabaga yetkazish bilan birga ularga mustaqil fikrlashni o'rgatish, ilmiy tadqiqot ko'nikmalarini shakllantirish va boshqa) elementlaridan samarali foydalanishdir.

Bularga erishish uchun *mustaqil o'zlashtirishga mo'ljallangan va nostandardta'ruza va amaliyot darslari uchun innovatsion va axborot texnologiyalarini quyidagi yo'nalishda samarali qo'llashni tavsiya etamiz*: butun dars jarayoni yoki uning qismlari uchun multimediali ssenariy yaratish; dars jarayoni uchun kerakli didaktik materiallarni tayyorlash; kompyuter dasturiy ta'minotidan va axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan samarali foydalanish; matematik paketlardan foydalangan holda darsni faollashtirish; elektron darsliklardan foydalanish; darsga tayyorlanishda va talabalar bilan darsdan tashqari ijodiy xarakterdagi faoliyatda, zarurat bo'lganda esa, dars jarayonining o'zida Internetdan kerakli ma'lumotlarni topish; ba'zi Web-saytlar materiallaridan foydalangan holda darsda ta'lif jarayonini faollashtirish; talabada o'ziga ishonch uyg'otish, uning kasbiy yutug'i ijodiy faoliyatiga uzviy bog'liq ekanligini tushuntirish; modulli ta'lif texnologiyasi; tayyor test-qobiqlardan foydalangan holda tezkor nazoratni tashkil etish va hokazo.

Dars jarayonida multimediali proyektordan, multimediali taqdimotlardan foydalanish elektron o'quv materallarni aniq ko'rsatish imkonini beradi. Kompyuterlarning Internetga ulanganligi dasturiy ta'minotdan foydalanish imkoniyatini kengaytiradi. Kompyuterdagi test-qobiqlardan foydalanish savollarni tasodifiy tanlash imkonini berib, mavzular bo'yicha, frontal, lokal nazoratning sifatini va tezkorligini oshiradi. Nazorat natijalarining elektron jurnalda o'z vaqtida qayd qilib borilishi esa bilimni odilona baholashning shaffofligini ta'minlaydi.

Amaliyot darslari jarayonida talabaning mustaqil ishlashiga turki bo'ladigan quyidagilar jihatlarga jiddiy e'tiborimni qaratishni tavsiya etamiz: amaliyot darsini ilmiy izlanuvchilikning birinchi boshqichi deb qarash; nazariy ma'lumotlarga zamonaviylik ruhiyatini kiritish va ularni talabalar ongiga mashqlar yordamida singdirish; zamonaviy fan, texnika va texnologiya elementlaridan misollar keltirish; mashqlardagi masalalarning qo'yilishini hayotiy masalalarga olib borish; ba'zan hayoliy, fantastik va ertaksimon syujetlarga ham e'tiborni qaratish; nostandard masalalarni (masalan, obyekt, predmet, element va boshqa) standart masalalarga olib kelish; masalani yechishda chalg'ituvchi salbiy holatlar va ulardan qutilish yo'llarini o'rgatish; olingan natijalarни aniq dalillar (masalan, aniq yechim) bilan asoslash; talabaga erkin ijodiy fikrlash imkoniyatini berish; tarixiy ma'lumotlar bilan tanishtirib borish va hokazo.

Ta'lif texnologiyasining elementi sifatida mavzuni o'zlashtirish jarayonida yoki dars yakunida talabaga uy vazifasi sifatida o'tilgan mavzudan olgan bilimini o'zi mustaqil baholay olishi

maqsadida quyidagi savollarga mustaqil javob yozishni tavsiya etish maqsadga muvofiq: quyidagilarni oldindan bilar edim...; bugun men quyidagilarni bilib oldim...; menga quyidagilar juda qiziqarli bo'ldi...; mening quyidagilarni tushunishim qiyin bo'ldi...; men shuni angladimki,...; endi men bilamanki,...; men quyidagilarni o'rgandim...; endi men quyidagilarni bajara olaman...; men quyidagilarni bajardim...; meni lol qoldirgan holatlar quyidagilar...; ushbu darsdan hayot uchun quyidagi saboqlarni oldim...; men yana quyidagilarni bilishni xoxlayman... va hokazo.

Bularning barhasi zamirida ta'lif jarayonining maxsus shakllaridan biri –*mustaqil ishyotadi* va u o'qituvchining topshiriqlarini bajarish jarayonida talabidan faol fikrlash faoliyatni va yuksak tafakkurga intilishni talab qiladi.

Talabalarning mustaqil ishi – bu talabalarning auditoriyada yoki auditoriyadan tashqari maxsus ajratilgan vaqtda, o'qituvchi rahbarligida, ammo uning bevosita ishtirokisiz, ko'p qirrali ko'rinishdagi yakka tartibda yoki jamaoa bo'lib faoliyat olib borishidir(Mustaqil ta'lif to'g'risidagi nizomdan).

Talabalar mustaqil ishining uslubiy ta'minoti – bu mustaqil ishlar shakli va mavzulari ro'yxatini tuzish, ularning har biri uchun maqsad va muammolarni shakllantirish, ularga yo'l-yo'riq va uslubiy tavsiyalar ishlab chiqish, foydalanish uchun o'quv, uslubiy va ilmiy adabiyotlarni, turli ma'lumotlar beradigan yordamchi adabiyotlarni va Internet saytlarini tanlashdan iborat. Birinchi kurs talabalari bilan mustaqil ishni tashkil etish, uni bajarish, nazorat qilish va baholash yuzasidan albatta uslubiy seminar tashkil etish lozim.

Dastlab mustaqil ishni tashkil etishga oid ba'zi tavsiyalar keltirilib o'tamiz:

Talabalarning mustaqil ishni bajarishiga rahbarlik: joriy suhbat va nazorat; maslahatlar; tahrirlash, tahlil qilish, taqrizlash, baholash; kesimlarda taqrizlash; diskussiya; natijalarni umumlashtirish va hokazo.

Talabalar mustaqil ishini modellashtirish: o'tilgan nazariy ma'lumotlarni takrorlash; mavzuga oid asosiy savollarni qo'yish; mavzu yuzasidan chuqur bilim olishni va uning tarkibini aniqlash; har bir mavzuning qisqa mazmunini tuzish; mashqlar va masalalarni yechish; bajariladigan o'quv faoliyat tahlili va o'zini o'zi baholay bilish; malaka va ko'nikmani shakllantirish; mavzu mazmuni bo'yicha savollar, krossvordlar va testlar tuza bilish.

Topshiriqlarni tabaqlashtirish: uslubiy, amaliy va ilmiy ishlar uchun ada-biyotlar tanlash; adabiyotlarni sharhlash; masalani yechish; muammoli vaziyatlar; talabaning ilmiy tadqiqot ishi; xulosada bilim test sinovi orqali nazorat qilish.

Talabalarning mustaqil ishi bosqichlari va ularni qabul qilish tartibi: tavsiya qilinadigan adabiyotlarni to'plash; dars mavzusining rejasи va uslubiy ishlanmasi hamda mavzuga oid savollar bilan tanishish; mavzuga oid savollar ichidan o'qiladiganlarini va konspektlashtiriladiganlarini ajratib olish; ma'ruzalar matni, darslik, monografiya asosida kerakli sxema va jadvallar tuzib olish va hokazo.

Talabalarning mustaqil ishi uchun zarur bo'ladigan ba'zi ta'lif vositalari kompleksi: fanning asosiy mazmunini o'z ichiga olgan uslubiy ishlanmalar; fanning ichki bog'lanishlari matritsasi; didaktik tarqatma materiallar; ma'ruzalarning qisqacha sharhi; savollar va testlar to'plami; audio-, kino-, bideo-filmalar; masala va mashqlar to'plami va hokazo.

Talabalarning mustaqil ishini tashkil etishning ba'zi ko'rinish va shakllari (bunda o'qituvchining rahbarligi): konspektlashtirish (saralab tekshirish); adabiyotlar va Internet ma'lumotlari sharhi (mavzularni ishlab chiqish va tekshirish); maqola va kitobga annotatsiya yozish (annotatsiyalar namunalari va tekshirish); izlanish-tadqiqot xarakteriga ega topshiriqlarni bajarish (topshiriqlarni ishlab chiqish, izlanish holatlarini yaratish, mavzular yuzasidan maxsus kurs va seminarlarga tayyorlash, mavzular kartotekasini tuzish); ilmiy-uslubiy adabiyotlarni chuqur tahlil qilish va kerakli eksperimentlar o'tkazish (o'rganib chiqilgan adabiyot bo'yicha suhbat uyushtirish, bundan keyingi ishlarning rejasini tuzish, axborot olishning uslubini ishlab shiqish); ma'ruza: ma'ruza rejasini tuzish va unga amal qilish; ma'ruza konspektini qayta ishlab chiqish; konspekti qo'shimcha adabiyotlar va Internet sahifalar manzillari bilan to'ldirib borish (tayyor rejani taklif etish yoki talabaga o'zi reja tuzishga imkon berish, yakuniy holatni tekshirish); seminarda: seminarda chiqish qilish uchun konspekt, referat, mashqlar bajarishga tayyorgarlik (seminar rejasini tuzish, adabiyotlarni tavsiya etish, topshiriqlarni tekshirish); laboratoriya-amaliy mashg'ulotlarda: mos yo'riqnomalar, ko'rsatma va uslubiy tavsiyalarga asosan kerakli natijalarni olish (topshiriqlarni ishlab chiqish, uslubiy tavsiyalar va algoritmlar yaratish, erishiladigan natijaning darajasini ko'rsata bilish); ilmiy to'garakda: mustaqil ishi, nazorat ishi, kurs ishi, bitiruv malakaviy ishlarning bajarilishni eshitib borish (ularning mavzularini ishlab

chiqish, maslahatlar tashkil etish va umumiyoq rahbarlik qilish); nazorat ishi – yozma bajariladi (topshiriqlarni ishlab chiqish va tekshirish); amaliyot jarayonida kuzatilgan va yig'ilgan materiallar bo'yicha topshiriqlarni bajarish (topshiriqlarni ishlab chiqish va tekshirish).

Talabalarning mustaqil ishini tashkil etishda quyidagi tavsiyalarga amal qilish maqsadga muvofiq: ijodiy xarakterdagi topshiriqlar bilan talabani ko'p yuklab qo'ymaslik; talabaga aniq va to'la yo'riqnomalar berish (topshiriqlarning maqsadi; bajarilish shartlari; hajm; namuna va hokazo); mavzularni va topshiriqlarni ishlab chiqish, kartoteka tuzish; mustaqil ishning uslubiy ta'minotini yaratish; talaba bilan suhbatta quyidagilarga jiddiy e'tibor qaratish; adabiyotlarni sharhlash, reja tuzish, annotatsiya tuzish, kerakli axborotni kutubxona va Internetdan izlab topish, tadqiqotning muammoli vaziyatlari bilan tanishtirish, kartoteka yuritish va boshqa; nazorat qilish va baholashning qoidalari bilan tanishtirish; joriy nazorat qilib borish (saralab tekshirish; baholash; taqrizlash; mustaqil va ijodiy ishdan egallagan ko'nikmasining darajasini ko'rsatish va hokazo).

Mustaqil ishni bajarish uchun quyidagi uslubiy tavsiyalarni keltiramiz: Mustaqil ishni bajarish ishchi o'quv dasturida ko'rsatilgan mavzular taqvimi asosida amalga oshiriladi. Mustaqil ish ma'ruza, amaliyot, seminar va laboratoriya mashg'ulotlarida hamda darsdan tashqari paytda bajarilishi mumkin.

Fanni o'zlashtirishda talaba quyidagilarga amal qilishi lozim: ko'rsatilgan manbadan nazariy ma'lumotlar e'tibor va sinchkovlik bilan o'qiladi; parallel ravishda shu manbada ko'rsatilgan mavzuga oid kerakli ko'rsatmalar bilan yechilgan, yechish tavsiya qilingan misol va masalalar bilan tanishib chiqiladi, talabaning o'zi ham shularga mos misol va masalalar tuzadi; shu misol va masalalarni talaba mustaqil yechadi (agar bu jarayonda tushunmovchiliklar, noaniqliklar, qiyinchiliklar yoki ba'zi qo'shimcha ma'lumotlar zarurati tug'ilsa, talaba nazariy ma'lumotlarni shu manbadan, ma'rzedan, qo'shimcha manbalardan, Internet ma'lumotlaridan qayta ko'rib chiqadi); mustaqil ravishda gipotezalar o'ylab topiladi, tadqiqotlar tashkil etiladi, o'z ma'lumotlarini qayta ishlab chiqadi, natijalarning interpretatsiyasiga e'tibor qaratadi; kutilgan javob chiqariladi va qo'yilgan savollarga javob topadi.

Adabiyot bilan ishlash usullari: ko'z yugirtirib chiqish (umumiyoq tasavvurga ega bo'lish va matnni ko'zdan kechirish, bunda titul varag'i annotatsiyasi, mundarijasi, ba'zi abzatslar va ilovalar o'qiladi); ba'zi bo'lim, bob yoki mavzular bilan tanishib chiqish (bu usul ba'zi savollarga javoblarni oydinlashtirish, taqqoslash, olingan ma'lumotlarni qiyoslash, savolga nisbatan o'z fikri va xulosasini chiqarish maqsadida ishlatiladi); o'rganish uchun o'qib chiqish (bu faol o'qish usuli bo'lib, topshirilgan materialni sinchiklab o'rganish, matnning mag'zini, maqsadini, mantiqiy tuzilmasini va hokazo tushinish uchun ishlatiladi, bunda o'rganish ketma-ket o'qish bilan amalga oshiriladi) va hokazo;

Bundan tashqari tushunchalarning sxematik tuzilmasini hamda tushuncha va atamalarning lug'atini tuzish, kalit so'zlarga va adabiyotlar manbaiga e'tiborni qaratish foydali.

Talabaning bilim, o'zlashtirish, ko'nikma hosil qilish darajasiga qarab, masalan, informatika fanidan unga namuna sifatida quyidagi ko'rinishdagi mustaqil ishlarni bajarishni berish mumkin:

1) *nusxa olish darajasidagi mustaqil ush* – bu matn (darslik, elektron qo'llanma, Internet-manba, qo'shimcha adabiyotlar va boshqa)ga reja tuzish, ushbu matndan konsept olish; – javoblarga reja va tezis tuzish; – yopiq kalitli test topshiriqlari bajarish; – topshiriqlarni bajarish uchun o'qituvchi bilan ketma-ket sxema va jadvallarni to'ldirib borish; – namunaga qarab masalani yechish; – berilgan algoritm bo'yicha tuzilgan amaliy dasturdan va matematik paketlardan natijalar olish;

2) *tanlash va yaratish darajasidagi mustaqil ish* – bu matnni analitik tahlil qilish (matnga annotatsiya, taqriz, mulohaza, referat yozish); – ochiq kalitli test topshiriqlari bajarish; – seminar va anjumanlarda chiqish uchun ma'ruza tayyorlash; – ortiqcha ma'lumotli masalalarni yechish; – mavzu yuzasidan referat, esse, ma'ruza, krossvord va boshqalarni tayyorlash; – algoritmi berilmagan amaliy dasturdan va matematik paketlardan natijalar olish;

3) *ijodiy darajadagi mustaqil ish* – bu topshiriqlari bajarish va olingan natijalarning qo'llanilish chegaralarini izlash; – topshiriqlari bajarish va olingan natijalarning ishonchilik darajasini aniqlash; evristik suhbatlarda ishtiroy etish; – telekommunikation loyihibalar, olimpiadalar va ishbilarmonlik o'yinlariga tayyorgarlik ko'rish; – spravochnik va Internet-resurslardan foydalangan holda amaliy dasturlardan va matematik paketlardan foydalananishning yangi yo'llarini o'zlashtirish; – nostandard evristik masalalarni yechish va hokazo.

Masalan, shulardan biri, konsept tayyorlashda reja, ba'zi ko'chirmalar va annotatsiya, mantiqiy izohlar, asosiy tushunchalar va xulosalar, dalillar, isbotlar, o'rganilayotgan materialga talabaning

shaxsiy fikri, bu ishga boshqa shaxslarning ko'rsatgan fikr va mulohazalari va hokazolar kirishi mumkin. Konspekt taylorayotganda ko'psozlilikdan, ortiqcha tsitatalardan, asosiy mazmun va mantiqni yo'qotib qo'yishdan qochish lozim. *Konspektning to'rt turi mavjud*, bular: *rejali* (dastlabki reja asosida yoziladi; har bir bandga konspektning aniq qismlari mos keladi); *matnli* (asosan o'zaro bo'g'langan sitatalar yoziladi); *erkin* (qisqa ko'chirmalar, sitatalar va tezislardan iborat); *tematik* (matnni to'la qoplamaydi, balki uning mazmuni, ma'lum bir mavzulari, aniq savollarga aniq javoblar keltiriladi).

Endi talabaning bitta muammoli masala ustida qanday mustaqil ishlashi mumkinligi uchun misol tariqasida suyuqlik va gaz mexanikasi fanidan quyidagi muammoli vazifalarni namuna sifatida keltirib o'taylik. Gidrostatikaning asosiy qonunlarini yanada chuqurroq o'rganish maqsadida quyidagi sodda sinovlarni o'tkazing va ularni shu qonunlarga tayanib asoslang hamda tegishli xulosalar chiqaring: 1) Oddiy stakanni suv bilan liq to'ldiring. Stakanni qog'oz bilan yoping, uni kaftingiz bilan ushlang va stakanni to'nkaring, keyin esa qo'lingizni oling. Stakandagi suv uning tubidagi qog'ozga tayansada u to'kilmaydi. Nima uchun? 2) Suv jo'mragini asta sekin yoping va bunda suvning nobarqaror harakati statsionar holatga yaqin bo'lib borishini kuzatasiz. Statsionar harakatning oqim chiziqlarini ko'rish uchun, masalan, quyidagicha sinov o'tkazing: vodoprovod jo'mragi ichiga bir necha dona permanganat kukuni (kaliy margansovkasi) solingen shaffof rezina quvurcha ulang, suvning naychadagi oqimi va uning shisha idishga tushishini kuzating. Statsionar harakatda suyuqlik zarrachalarining biror oqim naychasidan chiqib ketish holati uchraydimi? 3) Suv jo'mragini shunday ochingki, undan oqayotgan suv oqimi statsionar holatga yaqin bo'lsin. Shu oqimning jo'mrak og'zidagi va quyi qismidagi tezliklarini taqqoslang.

Mustaqil ishni nazorat qilish va baholash uchun quyidagi ba'zi uslubiy tavsiyalarni keltiramiz:

Fan bo'yicha mustaqil ish natijalari haqida hisobot tayyorlab boriladi, bunda hisobot og'zaki yoki yozma ma'ruza, konspekt, referat, hisob-grafik ish, kontrol ish, kurs ishi, bitiruv malakaviy ishi va hokazolar shaklida bo'lishi mumkin.

Talabaning mustaqil ishini baholashdan oldin uning bajargan mustaqil ishining ana shu shakliga qarab u bilan yakka tartibda suhbat o'tkazish juda katta ahamiyat kasb etadi, bunda quyidagilarga jiddiy e'tibor qaratish maqsadga muvofiq: adabiyotlarni saralab sharhlay olishi, mustaqil ishiga reja va annotatsiya tuza bilishi, kerakli axborotni kutubxona va Internetdan izlab topa olishi, tadqiqotning muammoli vaziyatlaridan chiqa olishi, mustaqil va ijodiy ishdan egallagan ko'nikmasining darajasini ko'rsata bilishi va hokazo.

Nazorat turlarining barchasida talabaning bilimini baholash to'g'risidagi Nizom asosida uning barcha turdag'i mustaqil ishlari baholab boriladi. Uni baholash mezoni ishchi o'quv dasturda va texnologik xaritada, yuqorida Nizomga tayanib, batafsil bayon qilinadi.

Shunday qilib, pedagogik konsepsiya asosan quyidagilarni o'z ichiga oladi: har bir dars qiziqarli, jalb qiluvchi va ijodiy bo'lishi lozim; talabaning muvaffaqiyati – bu o'qituvchining quvonchi; bilish ajablanishdan boshlanadi; talabaga darsni shunday tushuntirish kerakki, unga bular avvaldan tanishdek tuyulsin va u buni amaliyatga qo'llay olsin; talabaning mustaqil ishi uning salmoqli ijodiy mahsuloti bo'lsin va hokazo.

Fanni o'zlashtirishning mustaqil ish jarayonida talabaga tug'iladigan qiyinchiliklar va ularni ijobjiy hal qilish yo'llari:boshlahg'ich bilimlarga ega bo'lmaslik, tushuncha va atamalarining ko'pligi; fanni o'rganishda psixologik va pedagogik tushunchalardan foydalana olish; foydalani layotgan asosiy manbalarda kerakli barcha tushuncha va atamalar hamda foydali ishlanmalarning yo'qligi, chunki mavjud pedagogik, psixologik va axborot kommunikatsiya texnologiyalarining tadbiqi zamon talabiga javob bermasligi mumkin; fanni mustaqil o'zlashtira olmaslik haqidagi ishonchszilik.

Shunga qaramasdan bunday qiyinchiliklarni yengib borish uchun mayjud uslubiy va matematik asoslardan samarali foydalanish, o'z o'quv faoliyatini tashkil qila bilish lozim. Bunda aniq amaliy topshiriqlarni bajarib borish ana shunday qiyinchiliklarni yengishga zamin yaratadi.

Shunday qilib, kelajakda talabalar oliy ta'lim muassasi yoki akademik litsey va kasb-hunar kollejlari bitiruvchisi sifatida qaysi yo'ldan borishi bizga qorong'u, ammo biz shuni bilamizki, ular yangiliklar yaratish, kitoblar yozish, Mustaqil yurtning yoshlariga ta'lim-tarbiya berish, ishlab chiqarish va iqtisodiyotning ilg'orlari qatorida bo'lish uchun hayotga qadam qo'yadi. Biz ishonamizki, ular bu maqsadlariga albatta erishadilar.

Адабиётлар

1. Арзикулов А., Усанов Ш. Мустакил таълимнинг методик таъминоти хакида. Таълим тараккиёти, № 3-4, 2001 й.
2. Бердиева О. Геометрия таълимида укувчиларнинг мустакил ишлаш кунига ва малакаларини шакллантириш методикаси. ТДГУ, Т. 2007 й.
3. Арзикулов А. Талабаларнинг мустакил ишларини ташкил этиш ва баҳолашнинг баъзи усуллари хакида. Андижон давлат университетнинг 75 йилигига багишлаб утказилган «Узлуксиз таълим тизимида математика фанини уқитишини такомиллаштириш масалалари» Республика илмий анжумани материаллари, 28-29 апрель 2006 й. Андижон, 12- 13 бетлар.
4. Арзикулов А. Математик анализ фани буйиича мустакил таълим ва уни баҳолаш хакида. Национальная программа по подготовка кадров; результаты и перспективы реформ. Тошкент, 2000, 5-6 декабрь.

UDK: 517.3:371 (575.1)**TALABA VA O'QUVCHILARNING MATEMATIK QOBILIYATLARINI
RIVOJLANTIRISH USULLARI HAQIDA**

N. Sh. Ibragimov
Termiz davlat universiteti

Annotatsiya. Maqola o'quvchilarning matematik xotira va diqqatini rivojlantirishga doir masalalarini tanlash metodikasiga bag'ishlangan, misollar keltirilgan.

Kalit so'zlar: matematik qobiliyat, rivojlantirish, komponent, matematik xotira, diqqat, fikrlash, xulosa, g'oya, tasavvur.

О способах развития математических способностей студентов и учеников

Аннотация. Статья посвящена методику подборка примеров, которые помогает развитие математические памяти и внимание учащихся. Приведены примеры.

Ключевые слова: математических способностей, развития, компоненты, математическая память, внимание, мышление, взгляды, идеи, воображение.

About methods developing math skills of students and pupils

Abstract. The article gives methodology of selection of examples that memory helps to fix and to develop mathematical skills of students.

Keywords: mathematical capabilities, development, component, mathematical memory, attention, thinking, looks, ideas, imagination.

Bugungi kunda matematikani o'qitish jarayonini samarali amalga oshirish va o'quvchilarning matematik qobiliyatlarini rivojlantirish eng dolzarb muammolardan biri ekanligi barchaga ma'lum. Shuning uchun ham talaba va o'quvchilarning qobiliyatlarini shu jumladan, matematik qobiliyatlarini rivojlantirishga bag'ishlangan ilmiy izlanishlar olib borilgan va turli usullar taklif qilingan. Aytish joizki aynan matematik qibiliyatlarini rivojlantirish usullari yoritilgan ilmiy izlanishlarni hoyatda kam. Bizning bu boradagi izlanishlarimiz shuni ko'rsatmoqdaki taklif qilingan usullar ichida eng samaralisi matematik qobiliyatni aniqlovchi komponentlarni o'rganish va ularni rivojlantiruvchi masalalarini tuzishdir [4;5;6;8].

Bunday taklif birinchilardan bo'lib V.A. Krutetskiyning izlanishlaridan berilgan. Masalan uning [6] kitobida turli o'quvchilarning matematik qobiliyat komponentlari ilmiy jihatdan o'rganilib 9 ta turdag'i matematik qobiliyat komponentlariga jamlangan. Jumladan u, bu kitobda o'quvchilarning matematik qobiliyatlarini eksperimental o'rganish davomida matematik qobiliyat tuzilishini o'rganishga, ularning aqliy faoliyatni xususiyatlarini tushunishga muvaffaq bo'ldi.

I.Ya. Kaplunovich [5] esa, o'zining ishlarida o'quvchilarning matematik qibiliyatlarini komponentlarini namoyon qilish imkonini beruvchi masalalarini tadqiq qilgan. U masalalar yechish jarayonida fazoviy fikrlash strukturasini rivojlantirish, matematik fikrlashning hukumron tuzilishini aniqlash usullarini o'rgangan.

T.U. O'tapov [8] tadqiqotida 9 sinf o'quvchilari uchun 12 ta turdag'i matematik qobiliyat komponentlarini taklif etgan va ularni namoyon etuvchi test topshirilarni tuzgan. Lekin yuqoridagi tadqiqotlarda taklif qilingan komponentlarni namoyon qiluvchi masala (test)lar tuzishda nimalarga e'tibor berilishi yetarli darajada bayon qilinmagan. Ularning ayrimlari intuitiv tarzda tanlangan deyish mumkin. [6] va [8] dagi masala (test)lar o'z nomi bilan matematik qobiliyatli o'quvchilarni tanlab olishdagina ishlatilishi mumkin. Tanlab olingan o'quvchilar matematik qobiliyatlarini tizimli rivojlantirishga mo'ljallangan masalalar to'plamlari yo'q. Demak ularni tuzish usullari ham yo'q.

Biz ushbu maqlolada aniqlab olingan matematik qobiliyat komponentlaridan matematik xotira va diqqatni o'quv jarayonida rivojlantirish imkonini beruvchi 8, 9-sinf o'quvchilariga mo'ljallangan manbalardan masalalar tuzish usullariga to'xtalamiz.

I. Matematik xotira - bu o'quv materialini eslab qolish o'quvchilarning o'quv-bilish faoliyatining ajralmas qismi hisoblanadi. Ma'lumki, xotira jarayoni 3 xil ko'rinishda amalga oshadi: xotirada saklash, ixtiyorsiz eslab qolish ba ixtiyoriy eslab qolish. Eslab qolishni amalga oshirish uchun o'quvchilarning sezgi va idrokini faollashtirish zarur. Xotira jarayonida sezgining pertseptiv organlari qancha ko'p ishtirok etsa, eslab qolish shuncha boy va mustaxkam bo'ladi. Bu tasvirlanayotgan yoki namoyish qilinayotgan materialni to'lakonli eslab qolish imkonini beradi.

Xotirada saqlash-bu materialni bir marta taqdim etish natijasida xotirada qisqa muddatli yoki uzoq muddatli mustaxkam va aniq saqlashdir. Qisqa muddatli xotirada saqlash didaktik nuqtai nazardan qaraganda samarasiz hisoblanadi, chunki materialning asosiy qismi tez orada esdan chiqib ketadi. Uzoq muddatli xotirada saqlash, biz kuchli hayajonli taassurot qoldiradigan voqealar bilan to'qnashganimizda yuzaga keladi. Shundan keyin ma'lumotlarni qisqa muddatli xotiradan uzoq muddatli xotiraga uzatish keladi. Buning uchun materialni taxlil qilish, tushunchalar va xodisalar o'rtasidagi aloqalarni aniqlash imkonini beruvchi fikrlash va tasavvurni ishga solish, mantiqiy tuzilish va eslab qolinayotgan asosiy joylarini bir necha bor qayta takrorlash va idrok qilish zarur [8]. Bundan tashqari o'quvchinig matematik fikrlash va xulosalash, aniq g'oya va hayoliy tasavvuri, esda saqlagan taassuroti matematik xotirani rivojlantirishga yordam beradi. Ayniqsa quyidagi xotira turlari matematika fani bilan inson ongida faollashadi.

Mantiq xotirasi-ma'lum g'oyalar, fikrlar hamda ular o'rtasidagi mantiqiy bog'lanishlarni esda qoldirish, mustahkamlash va zarur paytlarda esga tushirishdan iborat bo'lgan xotira turi. Masalan, falsafiy mushohadalar, qonuniyatlar va shu kabilarni esda qoldirish, mustahkamlash va qayta tiklash jarayonlaridir. So'zlar ya`ni verbal orqali ifodalangan fikrlar so'z mantiq xotirasi yordamida esda olib qolinadi.

Fenomenal (gr.phainomenal-noyob) xotira-idrok qilingan narsa va hodisalarni, ularning bog'lanish muiosabatlarini favqulodda tez hamda aniq esda qoldirish va esga tushirishga qaratilgan nodir qobiliyat.

Esda qoldirish-idrok qilingan materiallarni, narsa va hodisalarni ongimizda qoldirishdan iborat xotira jarayoni.

Ixtiyoriy esda qoldirish-idrok materialini maqsadga muvofiq, uning muhimligini anglangan holda, irodaviy va asabiy kuch sarflab esda qoldirishdai iborat xotira jarayoni.

Tezkor (operativ. lat. operativ-tezkor) xotira inson tomonidan bevosita amalga oshiriladigan ko'z harakatlari, aqliy harakatlarni uchun xizmat qiluvchi xotira jarayonidan iboratdir. Masalan, matematik amalni bajarishga kirishar ekanmiz, biz uni bo'laklarga ajratib bajarishga kirishamiz; oraliq natijalarini esimizda saqlab turamiz, faoliyatimiz nihoyasiga yaqinlashgan sari ayrim materiallarni esdan chiqa boshlaydi. Bunday holatni matnni o'qishda, uni ko'chirib yozishda, murakkabroq aqliy mehnatni amalga oshirishda kuzatish mumkin.

Matematik xotirani rivojlantirishda ushbu ko'rinishdagi masalalarni qo'llash maqsadga muvofiqdir: a) matematik fikrlash va xulosalashga oid masalalar; b) aniq g'oya va hayoliy tasavvurni uyg'otadigan masalalar; v) esda saqlash taassurotini oshiruvchi masalalardan iborat [5;7].

a) bandga doir 1-masala.

$$\text{b)} \quad \text{Agar } x + y + z = 1 \text{ va } \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = 0 \text{ bo'lsa, } x^2 + y^2 + z^2 \text{ ni toping.}$$

Yechish. Bu masalani yechishda o'quvchi quyidagicha fikr yuritadi. Bunda birinchi tenglikning ikkala tamonini kvadratga ko'tarishda izlanayotgan $x^2 + y^2 + z^2$ ifoda bilan birga hosil

bo‘ladigan ikkilangan $2xy + 2yz + 2zx$ noma'lum ifoda o‘rniga nimani qo‘yish haqida xulosaga keladi. Bu esa o‘quvchining **mantiqiy xotirasini** ishga tushishiga olib keladi. Shu maqsadda **mantiqiy xotirasidan** foydalanib ikkinchi ifodani umumiy maxrajga keltirib ko‘radi va kasr suratidagi ifoda birinchi ifodaning no‘malum qismi bilan bir xil ekanligi va uni o‘rniga qo‘yish imkonli borligi haqida xulosaga keladi. Haqiqatdan o‘quvchi so‘ralgan yig‘indini topishda birinchi berilgan tenglamaning ikkala tamonini kvatratga ko‘tarish fikrni hayolidan o‘tkazadi. Shunda masalani yechimini

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = 0$$

tenglik orqali topish haqida aniq xulosaga keladi. Bunda tenglikdan

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{xy + yz + zx}{xyz} = 0$$

tenglik kelib $xy + yz + zx = 0$ chiqadi. Endi xulosadan foydalanib

$$x + y + z = 1$$

tenglikni ikkala tamonini kvadratga ko‘tarib, quydagi

$$x^2 + y^2 + z^2 + 2(xy + yz + zx) = x^2 + y^2 + z^2 = 1$$

tenglikni keltirib chiqaradi.

b) bandga doir 1-masala. Yozilish tartibida arifmetik progressiyani tashkil qiluvchi va $xy = \sqrt{ztuv}$ shartni qanotlantiruvchi ikki xonali $\overline{xy}, \overline{zt}, \overline{uv}$ sonlarni toping.

Yechish. Ushbu misol nisbatan mantiqiyidik ko‘rinsada uni yechish o‘quvchidan aniq g‘oya talab qilinadi. Bu g‘oyani aniqlash uchun o‘quvchining **tezkor xotirasi** ishga tushadi. **Tezkor xotirasi** orqali oldin $xy = a, zt = b, uv = c$ ushbu ko‘rinishdagi belgilashni kiritib olish g‘oyasi paydo bo‘ladi, o‘quvchi masala shartiga ko‘ra $\overline{xy}, \overline{zt}, \overline{uv}$ sonlar ikki xonali son ekanligi va ular arifmetik progressiyani tashkil etishini hayolan tasavvur qilib, bu ildiz ostidan ifoda to‘rt xonali son ekanligidan quyidagi ishni amalga oshiradi. $\overline{ztuv} = \overline{zt} + \overline{uv}$ ni $a = \sqrt{\overline{zt} + \overline{uv}}$ yozishi mumkin va $a^2 = 100b + c$

bunda arifmetik progressiyaning birinchi va uchunchi hadlarining yarmi ikkinchi hadini hosil qilishidan $2b = a + c, b = \frac{a + c}{2}$ ni hayolan tasavvur qiladi. Bu yerda a ni

$$a^2 = 50a + 51c, a(a - 50) = 51c$$

bo‘lgani uchun $a(a - 50)$ soni musbat va 51 ga bo‘linadi, bo‘linmada esa ikki xonali son hosil bo‘ladi. Bulardan, a soni $51 + 17 = 68$ yoki 84, c ning unga mos qiymatlari 24 va 56, bunda b ning qiymati 46 va 70 bo‘lishi mumkinligi kelib chiqadi, demak $(68;46;24) (84;70;56)$. Bu o‘quvchida matematik xotirani kuchayishiga xizmat qiladi.

v) bandga doir 1-masala. Tenglamalar sistemasini yeching,

$$\begin{cases} x - \sqrt{y} = 1, \\ y - \sqrt{z} = 1, \\ z - \sqrt{x} = 1. \end{cases}$$

Yechish. Tenglamalar sistemasida ildiz qatnashganligi uchun lar musbat ekanligini eslab qolishi zarur bo‘ladi. Bunda esa o‘quvchi ma'lumotni **ixtiyoriy esda qoldirish** xotirasini ishlatadi. Shu shartlarni hisobga olib faraz qilaylik. x ularning eng kattasi bo‘lsin: $x \geq y, x \geq z, y = (x-1)^2, x = (z-1)^2$ va $z = (y-1)^2$ bo‘lgani uchun $x \geq y$ dan $(z-1)^2 \geq (x-1)^2$ ekanligi kelib chiqadi. Bundan $z \geq x$, ammo shartga ko‘ra $x \geq z$ edi. Demak esda saqlangan ma'lumotlardan, $x = z$ ekan. Xuddi shunday $x = y$ bo‘lishini ko‘rsatish mumkin. Shunda $x = y = z$ ekan, haqiqatdan ham yuqorida tongsizlik tasdiqlandi. Bundan foydalanib tenglamalar sistemasini yechsak, javob: $x = y = z = \frac{3 + \sqrt{5}}{2}$ bo‘ladi.

2-masala. O‘tgan kuni men 14 yoshga to‘lgan edim, kelgusi yili esa 17 yoshga qarab ketaman, dedi Sherzod. Suhbat qachon bo‘lgan?

Yechish. Ushbu masala o‘quvchining eslash qobiliyatini o‘yg‘otishga undaydi. Bunda o‘quvchi masalada ma'lum qilingan ma'lumotlarni xotirasida qayta ishlab **esda qoldirish** qobiliyatini ishga soladi. O‘quvchi Sherzodning tug‘ilgan yili qachon ekanligini aniqlash kerak 14 yosh bilan 17 yosh o‘rtasida 3 yosh farq bor bu esa, yechim izlashda eslash taassurotiga yo‘naltiradi. Bu suhbatni

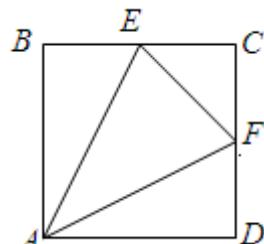
o'quvchi quyidagicha topadi. Suhbat 2017 yil 1 yanvarda bo'lib o'tgan. Sherzod 14 yoshga 2016 yil dekabrda to'lgan. Shuning uchun ham 2018 yil 31 dekabrda o'n yettiga qarab ketadi. Demak bu turdagi masalalar o'quvchilarning eslash qobiliyatini ochib beradi va shunda o'quvchining xotirasi rivojlanadi.

8-sinf "Algebra" (mualliflar SH.A. Alimov, O.R. Xolmuhammedov, M.A. Mirzahmedov) darsligining [1] II-bobida chiziqli tenglamalar sistemasi mavzusidagi 70, 71-masalalari, chasalalarni tenglamalar sistemasi yordamida yechish mavzusidagi 97, 98, 101-masalalar, "Geometriya" (muallif A.A. Rahimqoriev) darsligining [9] qavariq ko'pburchak ichki va tashqi burchaklarining yig'indisi mavzusidagi 20, 22-masalalar, trapetsiya mavzusidagi 29, 31-masalalar. 9-sinf "Algebra" (mualliflar SH.A. Alimov, O.R. Xolmuhammedov, M.A. Mirzahmedov) darsligining [2] I-bobida $y = ax^2 + bx + c$ funktsiya mavzusidagi 27, 28-masalalar, II-bobida kvadrat tengsizlikni kvadrat funktsiya grafigi yordamida yechish mavzusidagi 81, 82-masalalar, "Geometriya" (mualliflar B. Haydarov, E. Sariqov, A. Qo'chqorov) darsligining [10] II-bobida o'tkir burchakning sinusi, kosinusi, tangensi va kotangensi mavzusidagi 6, 7-masalalar, uchburchak yuzini burchak sinusi yordamida hisoblash mavzusidagi 7, 8-masalalar. Qo'shimcha adabiyotdan "O'quvchilarni matematik olimpiadalarga tayyorlash" (mualliflar M.A. Mirzaahmedov, D. Sotiboldiev) ko'llanmasidagi [7] 90, 130, 168, 690, 909 –masalalar **xotirani rivojlantiruvchi** yuqoridagidek ko'rinishdagi masalalardir.

II. Diqqat - bu diqqat-ongning biron-bir buyum yoki xodisaga yunaltirilganligidir. Har qanday faoliyat insondan berilib ishslash talab qiladi. O'quvchi matematik masalani yechayotganda, geometrik figurani o'rganayotganda, komp'yuterda ishlayotganda barchasida diqqat ishtirot etadi. O'quvchilar diqqat tufayligina o'qituvchini tinglay oladilar, uning tushuntirishlarini idrok qila oladilar. O'quvchi xar bir ishni oxiriga yetkazish uchun idroq xotira, fikrlash kabi psixik jarayonlarni ishga tushiradi. Diqqat kishining holati, oldiga kuygan maqsadi va vazifalariga, muayyan ishni bajarishga, tashki sharoitga, diqqatning yaxshi o'tish-o'tmasligiga imkon beradigan sharoitning mavjudligi yoki mavjud emasligiga bog'lik, bo'ladi. Bundan tashqari o'quvchining aniqlikga intilishi, sinchkovligi, fikran yod olib umumiylondagi geometrik elementlarni va shakllarni ajratishi, uzluksiz e'tibori matematik nuqtai nazardan diqqatini rivojlantiradi.

Diqqatni rivojlantirishda ushbu ko'rinishdagi masalalarni qo'llash maqsadga muvofiqdir: a) matematik aniqlik va sinchkovlikni o'yg'atuvchi masalalar; b) fikran yod olib umumiylondagi geometrik elementlarni va shakllarni ajratishga doir masalalalar; v) uzluksiz e'tiborni jalb etuvchi masalalar kiradi[5;7].

a) bandga doir masala. ABCD kvadratda E nuqta BS tomonning, F nuqta esa CD tomonning o'rtasi. EAF burchakning tangensini toping.



Yechish. Bu masalani yechishda o'quvchi EAF burchakning tangensini topish uchun **diqqat** bilan masala ustida mulohaza yuritadi. EAF burchakni topish uchun AF va AE tamonlarini, ECF uchburchakdan EF ni, $\angle EAF$ dan α burchakni va bu orqali burchak tangensini aniqlash mumkinligini topadi. Demak bu izlanish matematik **aniqlik** va **sinchkovlikni** taqzoa etib o'quvchining **diqqatini** yanada rivojlantiradi. Kvadratning tamoni a desak $AF = AE = \frac{\sqrt{5}a}{2}$, ECF

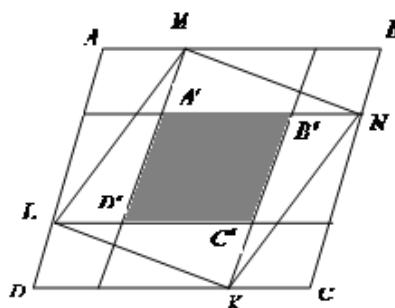
uchburchakdan $EF = \frac{a\sqrt{2}}{2}$, $\angle EAF$ dan α burchakni kosinuslar teoremasidan foydalanib

$\cos \alpha = \frac{4}{5}$ va burchak tangensi $1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$ formulasidan $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$ ni topadi.

b) bandga doir masala. Rasmda bo'yagan sohalarning yuzlarini taqqoslang.

Yechish. Bu masalani rasmga **diqqat** bilan qarab uning ichidagi shakllarni ajratib fikran tasavvur etishga harakat qilinadi. Savol shundan iboratki ikkita kvadratning bo'yagan yuzalarini bir-biridan farqlash o'quvchi bo'yagan qism kvadratlarining tomonlarini topishda ularning o'zaro ichki shakllarini ajratish **diqqatini** tortadi. Birinchi kvadratning ichki qismidagi kvadratlarning tamonini x va y bilan belgilaymiz. Ikkinci kvadrat tamonini ham huddi shunday belgilaymiz. Yuzlarini hisoblaydigan bo'lsak, birinchi bo'yagan kvadratlarning yuzi $S_1 = x^2 + y^2$, ikkinchi bo'yagan kvadratning tamoni $\sqrt{x^2 + y^2}$ ga teng, yuzi esa $S_2 = (\sqrt{x^2 + y^2})^2 = x^2 + y^2$. Demak kvadratlarning bo'yagan qismlari teng ekan. O'quvchi bu masalani yechishda fikran xulosalab **umumiylondagi geometrik shakllarni ajrata oldi**, bu esa o'quvchining **diqqatini** rivojlantirishga yordam beradi.

v) bandga doir 1-masala. ABCD parallelogramm tomonlariga parallel ikki juft to'g'ri chiziqlar bilan to'qqizta parallelogrammga ajratilgan. Agar S berilgan parallelogrammning yuzi Q markaziy figura (shtrixlangan $A'B'C'D'$) ning yuzi bo'lsa, MNKL to'rt burchakning yuzini toping.



Yechish. O'quvchi MNKL to'rtburchakning yuzini topish uchun parallelogramm chizmalari **diqqatini** jalb etadi. Chizmaga **uzlucksiz e'tiborni qaratib** quyidagilarni topamiz. MNKL to'rtburchak $AMD'L$, $A'MBN$, $B'NCK$, $C'KDL$ parallelogrammlarning yarimlari va $A'B'C'D'$ parallelogramm yuzlarining yig'indisiga teng. Shuning uchun: $S_{MNKL} = Q + \frac{S - Q}{2} = \frac{S + Q}{2}$

8-sinf "Algebra" (mualliflar SH.A. Alimov, O.R. Xolmuhammedov, M.A. Mirzahmedov) darsligining [1] III-bobida tengsizliklar sistemasini yechish mavzusidagi 198, 202, 203-masalalar, "Geometriya" (muallif A. Rahimqoriev) darsligining [9] ko'pburchaklar mavzusidagi 5, 6, 7-masalalar, Fales teoremasi mavzusidagi 114, 120-masalalar. 9-sinf "Algebra" (mualliflar SH.A. Alimov, O.R. Xolmuhammedov, M.A. Mirzahmedov) darsligining [2] II-bobida kvadrat tengsizlikni kvadrat funktsiya grafigi yordamida yechish mavzusidagi 80, 81, 82-masalalar, II-bobida butun ko'rsatkichli daraja mavzusidagi 129, 130 -masalalar, "Geometriya" (mualliflar B. Haydarov, E. Sariqov, A. Qo'chqorov) darsligining [10] II-bobida uchburchaklarni yechishning amaliyotda qo'llanishi

mavzusidagi 4, 5, 6-masalalar. Qo'shimcha adabiyotdan "O'quvchilarni matematik olimpiadalarga tayyorlash" (mualliflar M.A. Mirzaahmedov, D. Sotiboldiev) ko'llanmasidagi [7] 92, 196, 210, 922, 950-masalalar **diqqatni rivojlantiruvchi** yuqorida gidek ko'rinishdagi masalalardir.

Matematikani o'qitishda o'quvchilarning matematik qobiliyatlarini rivojlantirish uchun matematik xotira va diqqatini rivojlantirish masalalari muhimdir. Albatta matematik xotira va diqqatni bir biridan ajratib o'rganishni imkoniy yo'q. Chunki xotirani rivojlantirishga mo'ljalangan masalalar bir vaqtida diqqatni ham rivojlantiradi va aksincha. Biz bu yerda qaysi biri ustunligiga qarab masalalarni tanladik. O'quvchilarning matematik qobiliyatlarini rivojlantirishda komponentlarga maxsus masalalarni tanlash va ularni yechishda qaysi qobiliyat turlari namoyon bo'lishi masalasi ko'rib chiqildi.

Adabiyotlar

1. Alimov Sh.A., Xolmuhammedov O.R., Mirzahmedov M.A. Algebra 8-sinf. –Toshkent: O'qituvchi, 2010.-222 b.

2. Alimov Sh.A., Xolmuhamedov O.R., Mirzahmedov M.A. Algebra 9-sinf. –Toshkent: O'qituvchi, 2010.-238 b.
3. Alihanov S. Matematika o'qitish metodikasi.-Toshkent: Cho'lpon nomidagi nashiriyot-matbaa ijodiy uyi, 2011.-302 b.
4. Ибрагимов Н.Ш. Математические способности и их развитие в академических лицеях //Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. Научно-методический журнал. –Москва, 2015. – № 8. – С. 92.
5. Каплунович И. Я., Верзилова Н. И. Учет индивидуальных особенностей мышления при обучении учащихся решению математических задач. Психологическая наука и образование,2003, № 4. - С.74.
6. Крутецкий В.А. Психология математических способностей школьников. Москва: Просвещение, 1998. – С. 410.
7. Mirzaahmedov M.A., Sotiboldiev D. O'quvchilarni matematik olimpiadalarga tayyorlash. - Toshkent: O'qituvchi, 1996. – 420 b.
8. O'tapov T.U. Matemaktik iqtidorli o'quvchilarni aniqlovchi test topshiriqlarni tuzish va natijalarini qayta ishslash metodikasi. Uslubiy qo'llanma. -Toshkent: Fan, 2007. – B. 98.
9. Rahimqoriyev A.A. Geometriya 8-sinf –Toshkent: Yangiyo'l polygraph service, 2010. –160 b.
10. Haydarov B., Sariqov E., Qo'chqorov A. Geometriya 9-sinf –Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2010. –158 b.

UDK 377.514

**IXTISOSLASHGAN O'QUV-ISHLAB CHIQARISH MAJMULARIDA
GEOMETRIYALARING ROLI**
R.M Ibadov¹. X.N. Umarova²

¹*Samarqand davlat universiteti*, ²*Nurobod tumani sanoat kasb-hunar kolleji*

E-mail: ibrustam@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada uzlusiz ta'lim tizimining tarkibiy qismi bo'lgan kasbiy ta'lim berishga ixtisoslashgan o'quv-ishlab chiqarish majmualari o'quvchilari uchun fanlar yutuqlaridan ma'lumotlarga ega bo'lishlari foydali bo'lishi keltirilgan. Jumladan, xozirgi zamon geometriyalari rollari bilan o'quvchini chuqurlashtirilmagan holda tanishtirish maqsadli ekanligig'oyasi ilgari surilgan

Kalit so'zlar: Kasbiy ta'lim, ixtisoslashgan o'quv-ishlab chiqarish majmualari, Yevklid geometriyasi, Noyevklid geometriyalar, Finsler geometriyasi, Fraktallar geometriyasi, Mandelbrot ketma-ketligi.

Роль геометрии в специализированных учебно-производственных комплексах

Аннотация. В статье описываются преимущества овладения достижениями науки для учащихся специализированных учебных и производственных комплексов, входящих в систему непрерывного образования. В частности, выдвинуть идею целесообразности неуглубленного ознакомления студентов с современными геометриями.

Ключевые слова: Профессиональное образование, специализированные учебно-производственные комплексы, геометрия Евклида, Неевклидовы геометрии, геометрия Финслера, Фрактальная геометрия, последовательность Мандельброта.

The role of geometry in specialized educational and production complexes

Abstract. The article describes the advantages of mastering the achievements of science for students of specialized educational and production complexes which are the part of the system of continuous education. In particular, it is to put forward the idea of expediency of not in-depth familiarization of students with modern geometries.

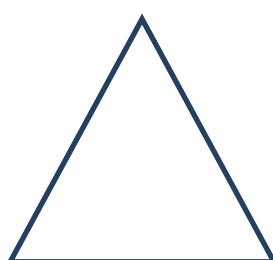
Keywords: Professional education, specialized educational and production complexes, Euclidean geometry, non-Euclidean geometry, Finsler geometry, Fractal geometry, Mandelbrot sequence.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining umumiy o'rta ta'lif muassasalarining 10-11-sinflari o'quvchilariga kasbiy ta'lif berishga ixtisoslashgan o'quv-ishlab chiqarish majmualarini tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risidagi 2017 yil 24 oktabrdagi 868-sonli qarori asosan o'quvchilarga kasbiy ta'lif berish uzlusiz ta'lif tizimining tarkibiy qismi ekanligi, ularning kasb-hunar o'rganishga bo'lgan ehtiyojini qondirish, kasbiy bilim va ko'nikmalarini shakllantirish, respublika iqtisodiyoti tarmoqlari uchun zarur mutaxassislarini tayyorlashga yo'naltirilgan. Mutaxassislarimiz esa, o'z navbatida, jahon andazolariga mos va ulardan ham yuqori darajadagi ishlab-chiqarish maxsulotlari yaratish Vatanimizning jahon bozorida mavqiyasini oshiradi. Bu maqsadga erishishda o'quv-ishlab chiqarish majmualari o'quvchilari uchun fanlar yutuqlaridan ma'lum darajada ma'lumotlarga ega bo'lishlari foydali bo'ladi. Jumladan o'quv-ishlab chiqarish majmualarining «Zardo'zlik», «Gilam to'qish», «Kashtachilik», «Duradgorlik», «Yog'och o'ymakorligi», «Mebel yasash», «Naqqoshlik, rassom», «Kulolchilik», «Quruvchilik», «Tikuvchilik», «Bichuvchilik», va boshqa yo'nalishlari bo'yicha kasbiy bilimlarni egalashda geometriyalar bilan o'quvchini chuqurlashtirilmagan holda tanishtirish yo'qoridagi maqsadga erishish uchun omil bo'ladi. Chunki, ushbu jarayonlarda geometrik obyektlar bilan ishlanadi. Hattoki, oddiy ayniqsa «Tikuvchilik» va «Bichuvchilik» yo'nalishlari jarayonida, biz hayyoliy ravishda, matodan nima tikishimiz va natijada bu tikilgan buyim qancha vaqtga xizmat qilishini miyamizdan o'tkazib, biz geometriyalardan foydalanayotganligimizni sezib-sezmay ish yuritamiz [1]. Ayniqsa, loyihalash murakkab ijodiy jarayon va unda har qanday buyumning eng avval geometrik o'lchamlarini bilishimiz lozim [2]. Masalan, inson uchun mo'ljallangan buyum oddiy hisoblansa ham tikilishidan avval boshlang'ich shartlar bo'lgan insonning uch o'lchamlarini va yoshini bilishimz zarur bo'ladi. Bunda, biz to'rt o'lchamli fazo va vaqtidan foydalanayotganimiz, 3 ta o'lchami fazo va to'rtinchchi o'lchami esa vaqt ekanligini aniqlashimiz lozim. Tikilayotgan buyimlarning katta-kichikligi, simmetriyasi va geometrik shaklariga ham ehtibor qaratishimizga to'g'ri keladi. Biz o'lkan dirjablar, havo sharlari, yoki katta chodirlarni tikish jarayonlarida inson uchun tikilayotgan bo'yimlardan farqli ravishda boshqa qushimcha boshlang'ich shartlarga riyoo etgan tarzda geometriyalardan foydalanishimiz lozim bo'ladi.

Tikuv matoning geometrik xarakteristikalariga e'tibor berishimiz lozim. Bunga matoning eni, qalinliga va uzunligi kiradi. Geometrik xarakteristikasi o'z navbatida tikuv jarayonining barcha etaplarida katta rol uynaydi. Matoning qalinligi va sirt zichligini model va konstruksiya tuzishda hisobga olinadi. Aylana, yarim oy, kvadrat va boshqa har xil ornamentlar tekstilda qadimiy davrlardan qo'llanilib kelganligi e'tiborga olib tekstil madaniyatida ornament kompleksining geometrik elementlari asosini bilishimiz lozim bo'ladi. Yuqoridagi misollar to'qimachilik, tikuv buyumlarini loyihalash, dizayin jarayonlarida geometriyalarga katta e'tiborimizni qaratish lozimligini bildiradi.

Hozirgi kunda dunyoning eng qadimiy geometriyasi «Yevklid geometriyasi» hisoblanib, eramizdan 300 yillar oldin Yevklid (eradan oldin 325 -265 y.) tomonidan yaratilgan. Yevklid geometriyasi elementar geometriyaham deb nomlanib asosini beshta postulat tashkil qiladi:

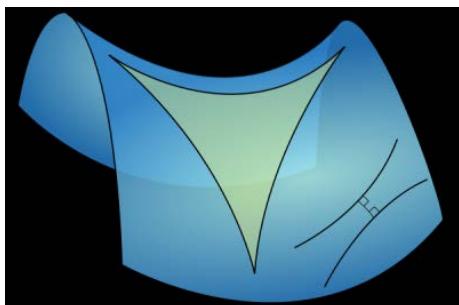
- 1) Ixtiyoriy ikki nuqta orasidan to'g'ri chiziq o'tkazish mumkin;
- 2) To'g'ri chiziqni istagancha davom ettirish mumkin;
- 3) Ixtiyoriy markazdan turli radiusli aylana chizish mumkin;
- 4) Hamma to'g'ri burchaklar tengdir;
- 5) Parallel chiziqlar istalgancha davom ettirilsa ham ular o'zaro bir-biri bilan kesishmaydi.



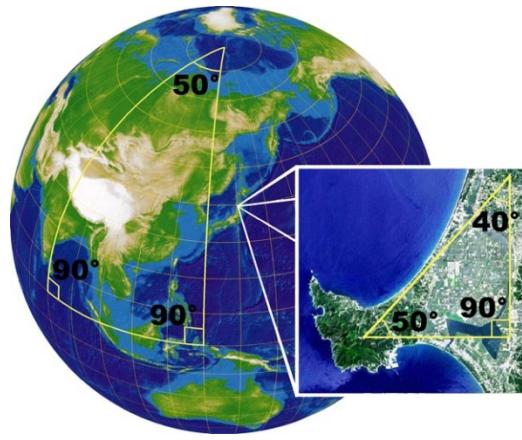
Rasm 1.Yevklid geometriyasi bo'yicha uch burchakning ichki burchaklar yig'indisi 180^0 gradusga teng va egrilik radiusi nol.

Yevklid aksiomalar sistemasining analizi XIX asrning ikkinchi yarimlariga kelib uning to'liq emasligi namoyon bo'ldi. Yevklid geometriyasi bo'yicha uch burchakning (Rasm 1.) ichki burchaklar yig'indisi 180^0 gradusga teng va egrilik radiusi nol. Yevklidning 5-postulati qolgan 4 ta postulatlar asosida isbotlanishi mumkin bo'lgan teorema deb hisoblanib kelingan edi. Lekin, N.I. Lobachevskiy 5-postulat

haqiqatdan ham postulat ekanligini isbot etdi. Bu natijaga K.Gauss va Y.Boyyailar ham erishdilar. Bu esa xozirgi vaqtida manfiy egrilikka ega bo'lgan 2-o'lchamli fazo deb ataladi. Demak, yevklid geometriyasidan farqli bo'lgan *Noyevklid geometriyalar* mavjud ekanligi ma'lum bo'ldi. «noyevklid geometriya» termini faqat ikkita: Lobachevskiy va sferik geometriyaga qo'llaniladi. «Noyevklid geometriya»ci xam Yevklid geometriyasi kabi egrilik radiusi o'zgarmas bo'lgan fazo metrik geometriyasidir. Egrilik radiusi nol bo'lsa – Yevklid geometriyasi, musbat bo'lsa-sferik, manfiy bo'lsa Lobachevskiy geometriyasiga mos keladi. Labachevskiy geometriyasi bo'yicha uch burchakning (Rasm 2.) ichki burchaklar yig'indisi 180^0 gradusdan kichik, egrilik radiusi esa manfiy. Lobachevskiy geometriyasi - bu noyevklid geometriyasining biri bo'lib, Yevklid geometriyasidan faqat parallellar aksiomasi bilan farq qiladi vagiperbolik geometriya ham deb nomlanadi.

**Rasm 2.**

Lobachevskiy geometriyasi bo'yicha uchburchakning ichki burchaklar yig'indisi 180^0 gradusdan kichik, egrilik radiusi esa manfiy.

**Rasm 3.**

Riman geometriyasi bo'yicha uchburchakning ichki burchaklar yig'indisi 180^0 gradusdan katta, egrilik radiusi esa musbat.

Noyevklid geometriyasini yaratilishida B. Rimanning xizmatlari katta bo'ldi. *Riman geometriyasi* differensial geometriyaning bo'limi bo'lib, nemis matematigi Rimanning ilmiy izlanishlaridan boshlanadi.

Riman geometriyasining analitik apparatini esa tenzor hisoblashlarni qo'llab italiyalik geometr Richchi-Kurbasto va uning o'quvchisi Levi-Chivita yaratishdilar. Riman geometriyasida nuqtalar orasidagi masofa yevklid geometriyasidagi va Lobachevskiy geometriyasidagi qaraganda boshqacha ifodalanadi. Rimanning tekislik uchun munosabatlari sfera geometriyasiga mos keladi. Sfera sirtida biz to'g'ri burchakli dekart koordinatalaridan emas, balki o'zaro kesishadigan meridianlar va parallellar sistemasiidan, ya'ni egri chiziqli koordinatalardan foydalanamiz. Riman nazariyasiga ko'ra to'g'ri chiziqdagi joylashmagan nuqtadan shu to'g'ri chiziqni kesib o'tmaydigan boshqa to'g'ri chiziq o'tkazish mumkin emas, ya'ni ikkita ixtiyoriy parallel «to'g'ri chiziq» davom ettirilganda albatta bir-birini kesishadi. Bunday geometriyada uch burchakning ichki burchaklar (Rasm 3.) yig'indisi 180^0 gradusdan katta, egrilik radiusi esa musbat.

Lobachevskiy, Bolyai va Riman geometriyasi falsafiy va hayotiy tushunchalarga zid bo'lganligi uchun uzoq vaqt largacha kulgilarga sabab bo'lib yurdi. Biroq, XIX asrning 60-yillardidan boshlab o'zgarish yuz berdi. Eski ma'lumotlarga qiziqish paydo bo'ldi, noyevklid geometriya apparatidan foydalangan yangi nazariyalar yaratildi. Riman geometriyasini fizikaga tadbiqi esa umumiylis nisbiylik nazariyasini yaratilishida hal qiluvchi omil bo'ldi. Bu esa o'z navbatida riman geometriyasi juda tez rivojlanishiga olib keldi. A.Eynshteyn gravitatsion o'zarota'sirni fazoning geometrik hususiyati bilan bog'liqligini e'tiborga olgan holda oldin maxsus, so'ngra umumiylis nisbiylik nazariyasini yaratdi. Albatta, Riman geometrisidano'z tenzor o'lchami bo'yicha murakkab bo'lgan *Finsler geometriyasi* ham mavjud. Hattoki, buyuk nazariyachi A.Eynshteyn ham matematikaning bunday murakkabligini e'tiborga olib uni chetlab o'tgan.

O'zining beqiyos go'zal formalari bilan namoyon bo'lgan *Fraktallar geometriyasidan* [3,4] yengil sanoatda maxsulotlarga dizayn berishda, qurilish materiallarini yaratilishida qo'llash taklifini [1] kiritgan edik. Bizni urab turuvchi Olam fraktal formaga (Rasm 4.) ega ekanligi hozirgi zamон

olimlarining markaziy e'tiborida. Shu joyda, Bertrand Rasselning «*Matematikaga diqqat bilanyondoshsak, faqat haqiqatni emas, balki mislsiz go'zallikning ham akslanganligini ko'ramiz*» degan so'zlaridan matematikada insoniyat uchun juda ko'p foydali jarayonlar yashiringanligiga ishonchimiz komil bo'ladi. Albatta, bu jarayonlardan qo'rmasdan xalq xo'jaligini turli tarmoqlarida, jumladan yengil sanoatda, to'qimachilik, dizayin jarayonlarida keng qullansa bo'ladi. Bunda biz sezishimiz va ko'rishimiz uchun esa, matematikani musiqa va poeziya kabi estetik rohatlanish obyekti qatorida tasavvur etishimiz lozim. Keyingi yillarda matematika fanining fraktal geometriyasiga ta'luqli bo'limlari juda qiziqarli ekanligi va ularni fan va texnika sohasida qo'llash imkoniyatlari mumkinligi bilinmoqda. Misol tariqasida, oddiy kompleks sonlar $c = a + i \cdot b$, bunda $i = \sqrt{-1}$, yordamida yozilgan Mandelbrot[1,3,4] ketma-ketligini yozib,

$$\begin{aligned} z_0 &= 0 \\ z_1 &= z_0^2 + 0 \\ z_2 &= z_1^2 + c \end{aligned}$$

kompyuterda yechimlarini topsak ajoyib xususiyatlarga ega bo'lgan fraktal geometriyasiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida juda chiroyli quyidagi geometrik obyektlarga (Rasm 4.) olib keladi.



Rasm 4.Hozirgi zamон олимларининг марказије етебори Кононот фрактал формага ега бо'лиши мумкинлигига.

Google Earth servisi ma'lumotlarini o'rganish natijalaridan xattoki Yer relyeflari ham fraktallar ko'rinishda ekanligi ma'lum bo'ldi. Fraktal geometriyasida olingan natijalarni yengil sanoatda maxsulotlarga dizayn berishda, qurilish materiallarini yaratilishida qo'llanilsa juda ajoyib estetik natijalarga ega bo'lamiz.

Adabiyotlar

- Ibadov R.M., Usarov U.T., Umarova X.N. «Fraktal geometriyasidan sanoatda foydalanish imkoniyatlari to'g'risida», akademik Xabibullayev P.Q.ning 100 yiliga bag'ishlangan «Fizikaning dolzarb muammolari» respublika ilmiy-amaliy konferensiysi tuplami, Toshkent 2017 y., 176-177 b.
- Abdullaeva Q.M., Gaipova N.S., Gafurova M.A. “Tikuv buyumlarni loyihalash, modellash va badiiy bezash”, “Noshir” nashiriyoti, Toshkent 2010.
- Бенуа Мандельброт «Фрактальная геометрия», М.: Институт компьютерных исследований, 2002. - 656 с.
- Мандельброт Б. «Фракталы, случай и финансы», Бенуа Мандельброт. — Москва — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004. – 256 с.



ILMGA BAXSHIDA UMR

Keyingi ikki yil ichida respublikamiz ijtimoiy, iqtisodiy va siyosiy hayotining barcha jabhalarida misli ko'rilmagan o'zgarishlar yuz bermoqda. O'zbekiston respublikasi 2017-yil iqtisodiy ko'rsatgichlar bo'yicha eng yaxshi deb topilgan mamlakatlar ro'yxatidan ishonchli joy egalladi. Boshqa bir jihatni respublikamizda ilm-fan rivojiga ham katta e'tibor berila boshladi. Rivojlangan chet el mamlakatlari nufuzli oliv o'quv yurtlarining mamlakatimizda filiallarining ochilishi, Prezidentimizning ilm-fan nomoyodalari bilan uchrashuvlari, O'zbekiston FA institutlarining qayta tiklanishi aytilganlarga yaqqol misol bo'la oladi. Shundan e'tiborga molik ishlardan biri 1996-yildan buyon to'xtab qolgan O'zbekiston FA akademikligiga saylov ham qayta tiklandi va shu bugunga kelib respublikamiz iml-faniga salmoqli hissalarini qo'shib kelayotgan 32 nafar yirik olimlar akademiklar safigi qo'shildilar. Shulardan biri Bahodirxonov Muhammad Kabir Sayidxonovich bo'ladilar. U 1942-yil 27-avgustda Toshkent shahrida tavallud topdi. 1959-1965-yillarda Toshkent davlat universitetining fizika fakultetida "Yarim o'tkazgichlar va dielektriklar fizikasi" yo'nalishi bo'yicha tahsil oldi. Universitetni muvaffaqiyatli tugatganidan so'ng, Leningrad shahridagi Ioffe nomidagi Fizika-texnika institutida "Yarim o'tkazgichlar fizikasi" sohasida yetuk olim Bori Iosifovich Boltaks rahbarligida nomzodlik dissertatsiyasini bajarib, 1971-yili himoya qildi. 1971-yildan Toshkent davlat universitetining Yarimo'tkazgichlar va dielektriklar fizikasi kafedrasida pedagogik va ilmiy faoliyatini boshlagan M.Bahodirxonov, qisqa vaqt ichida tajribali, mohir ustozga aylandi, hamda Toshkent shahrida Yarimo'tkazgich materiallarida diffuzion jarayonlarni o'rganuvchi ilmiy maktabga asos soldi.

1985-yildan Toshkent politexnika institutida "Fizikaviy elektronika" kafedrasи mudiri sifatida faoliyat boshlagan Muhammad Kabir Bahodirxonov fizika sohasida yangi yo'nalish hisoblangan "Kirishma atomlari bilan kompensatsiyalangan kremlniy materialining elektrofizik, fotoelektrik, optik va galvanomagnit xususiyatlarini o'rganish" bo'yicha maktab yaratdi. Maktabning birinchi tadqiqotchilari o'z navbatida soha bo'yicha yetuk mutaxassis bo'lib yetishdilar va respublikamizning Andijon, Samarqand, Nukus, Qarshi shaharlaridagi oliy ta'lim muassasalarida ilmiy yo'nalishning davomchilari sifatida o'zlarining ilmiy maktablarini yaratdilar.

Muhammad Kabir Bahodirxonovning rahbarligida yarimo'tkazgichlar fizikasida yangi ilmiy yo'nalish bo'lgan, kuchli kompensatsiyalangan kremlniy materialining elektrofizik xususiyatlari va ularni elektronika sanoatida qo'llash imkoniyatlarini ochib berishda 10 dan ortiq fan doktori va 40 dan ortiq fan nomzodlari dissertatsiyalarini himoya qildilar. Muhammad Kabir Bahodirxonov chet el olimlari tomonidan tan olingan o'z ilmiy yo'nalishini yaratdi va yuksak ilmiy yutuqlarga erishdi. Uning kamtarona mehnatlari respublika rahbariyati tomonidan yuksak baholanib, 1992-yilda fan va texnika sohasida Beruniy nomidagi Davlat mukofoti, shuningdek, Mustaqillik yillarida O'zbekiston Respublikasi "Mustaqillik nishoni" medallari hamda O'zbekiston va Qozog'iston Respublikalarining Fahriy yorliqlari hamda ko'plab diplomlari bilan rag'batlantirildi.

U O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi a'lochisi, 2003-yilda Xitoy Xalq Respublikasining Sin Zyan davlat universiteti va 2012-yilda Qoraqolpog'iston Respublikasi Nukus davlat universitetining faxriy professori etib saylandi.

Muhammad Kabir Bahodirxonov 1985-yildan shu davrgacha Toshkent davlat texnika universitetining "Raqamli elektronika va mikroelektronika" kafedrasida pedagogik va ilmiy faoliyatini olib bormoqda. 1991-1992-yillar oralig'ida Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy ishlari bo'yicha prorektori, 1996-yildan 2003-yilgacha O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi

huzuridagi Oliy Attestatsiya qo'mitasi raisining birinchi muovini lavozimida faoliyat olib bordi.

Muhammad Kabir Bohodirxonov 10 dan ortiq ilmiy monografiya, 16 ta darslik, 300 dan ortiq ilmiy maqolalar muallifi va 20 ga yaqin ixtiolariga patentlik guvohnomalarini olgan.

Hozirgi kunda Toshkent davlat texnika universitetining raqamli elektronika va mikroelektronika kafedrasida bakalavrlar va magistrantlarga elektronika sohasi bo'yicha dars berishi bilan birga, xalqaro va respublika miqiyosidagi ilmiy loyihalarga, magistrant va fan doktorlariga ilmiy rahbarlik ham qilib kelmoqda.

E.U.Arziqulov

AKADEMIK S.N.LAKAYEV VA UNING ILMIY-PEDAGOGIK FAOLIYATI



Pedagogik va tashkilotchilik faoliyati. Lakayev Saidaxmat Norjigitovich 1952-yil 9-martda Samarqand viloyat Payariq tumanida xizmatchi oilasida tug'ildi. 1968-yilda maktabni a'lo baholarga tugatib, shu yili Samarqand Davlat universiteti mexanika-matematika fakultetiga o'qishga kirdi va uni 1973-yilda muvaffaqiyatli tamomladi. S.N.Lakayev 1973-1978-yillarda Moskva Davlat universiteti (MDU) professori Robert Adolfovich Minlos rahbarligida diplom ishi yozdi, stajirovkada bo'ldi hamda shu universitetning matematika bo'limi aspiranturasida tahsil oldi. Aspiranturani bitirib kelgan yosh olim 1978-yildan Samarqand Davlat universiteti mexanika-matematika fakultetida *talabalarga tanlov* fanidan ma'ruza va seminarlar o'tishni boshladi va iqtidorli talabalarni ilmiy tadqiqot bilan shug'ullanishga jalb qildi. Jumladan, professorlar Sh.Qosimov, I.Ikromov, S.Imomqulov, J.Abdullayevlar talabalik

yillarida S.N.Lakayev rahbarligida ilmiy tadqiqot bilan shug'ullanishganlar. Hozirda S.N.Lakayev haqiqiy o'zgaruvchining funksiyalari nazariysi, funksional analiz, chiziqli operatorlar, o'z-o'ziga qo'shma operatorlarning spektral nazariysi fanlardan maruzalar o'qimoqda. Differensial tenglamalar va matematik fizika mutaxassisligi magistrantlariga ixtisoslik fanlardan ma'ruzalar o'qib kelmoqda. S.N.Lakayev 1981-yilda (fizika-matematika fanlari nomzodi, Moskva Davlat universiteti) nomzodlik, 1992-yilda (fizika-matematika fanlari doktori, Sankt-Peterburg Davlat universiteti) doktorlik dissertatsiyalarini muvaffaqiyatli himoya qildi. U matematik analiz, funksional analiz hamda matematik fizika va funksional analiz kafedralarida assistent, dotsent va 1993-yildan professor lavozimida ishlab kelmoqda.

Mustaqillik davrida S.N.Lakayev ilmiy maktabi pedagogik kadrlar tayyorlashda salmoqli ishlarni amalga oshirdi. Uning ko'p qirrali faoliyatida yosh olimlarni tarbiyalash va mutaxassislar tayyorlash alohida o'r'in tutadi. Uning rahbarligida 2 ta fan doktori J.Abdullayev (2001), A.Xalxo'jayev (2016) va 13 ta fan nomzodi J.Abdullayev (1992), E.Chulfa (1997), M. Mo'minov (1997), A.Xalxo'jayev (2001), Sh.Tilavova-Xudoynazarova (2001), I.Xayrullayev (2002), S.Samatov (2004), U.Soatoev (2004), T.Rasulov (2005), Z.Mo'minov (2008), I. Bozorov (2008), G. Yodgorov (2009), Sh. Xolmatov (2012), 3 ta falsafa doktori (PhD) Sh.Latipov (2017), S.Ulashov (2017), Sh.Qurbanov (2018) tayyorlangan.

U oilali, 5 nafar (ikkita qiz va uch o'g'il) farzandi bor.

Akademik S.N.Lakayev Respublikamiz mustaqillikka erishgandan so'ng xalqaro ilmiy hamkorlikni yo'lga qo'yish, Respublikamiz fani yutuqlarini jahonga targ'ib etish bo'yicha qator yutuqlarga erishdi. Jumladan, Fransiya (1995, 2000), Italiya (1998, 2001), Germaniya (1996, 1998, 2000-2012), Angliya (2000), Turkiya (1999, 2004), Rossiya (1995, 2000, 2011, 2016), Armaniston (2005, 2007), Malayziya (2012), AQSh (2013-2014) kabi mamlakatlarga taklif qilindi va xalqaro kongresslar, simpoziumlar, konferensiylar, ilmiy seminarlarda ma'ruzalar qildi.

Akademik Saidaxmat Lakayev 1994-2012-yillarda universitetda faoliyat ko'rsatish bilan birga O'zRFA Samarqand bo'linmasi "Matematika" bo'limiga rahbarlik qildi, bo'limda aspirantura va doktorantura ochdi.

Akademik S.N.Lakayev say'i-harakatlari tufayli Samarqand Davlat universitetida 2003- yilda "Matematik-fizika" kafedrasi tashkili qilindi hamda kafedrada ixtisoslik bo'yicha magistratura, aspirantura va doktoranturalar ochildi.

Akademik S.N.Lakayevning tashkilotchilik faoliyati va bevosita ishtiroki natijasida Samarqand Davlat universitetida Matematik fizika va funksional analiz kafedrasi va Germaniyaning Rur, Bonn, Maynz, Braunshveyg universitetlari; Angliyaning Zusseks universiteti; Italiyaning SISSA, ICTP ilmiy markazlari, Rim universiteti; AQShning Kolumbiya (Missuri), Devis (Kaliforniya) universitetlari; Shvetsiyaning Stokholm universiteti, Rossiyaning Moskva Davlat universiteti, Informatsiyani uzatish muammolari ilmiy tadqiqot instituti, Dubna shahridagi Yadro tadqiqotlari Birlashgan instituti; Malayziyaning Malayziya, Mara texnologiya universitetlari, Putra, Kebangsaan universitetlari kabi qator yirik ilmiy markazlar o'rtaida ilmiy hamkorlik yo'liga qo'yilgan va ular bilan xalqaro ilmiy loyihalarni bajarish ustida ish olib borilmoqda.

Akademik S.N.Lakayev ilmiy maktabi xalqaro hamjamiyat tomonidan keng e'tirof etilmoqda.

Xorijiy olimlar bilan hamkorlik aloqalari. S.N.Lakayev 1972-1978-yillarda Moskva Davlat universitetida stajirovkada bo'lgan va aspiranturada tahlil olgan davrlarida ko'plab xorijiy olimlar Ya.G.Sinay, R.L.Dobrushin, D.R.Yafayev, S.P.Merkuryev, P.Exner, P.Seba, A.Mogilnerlar, keyinchalik S.A.Vugalter, G.M.Jislin, S.Albeverio, J.Dell Antonio bilan tanishdi va ular bilan hamkorlik aloqalarini o'rnatdi. Natijada S.N.Lakayev bir qator xorijiy mamlakatlarda ilmiy xizmat safarlarida bo'ldi. U 1985-86-yillarda 10 oy Chexoslovakiyaning Karlov universitetida hamkorlikda ilmiy tadqiqotlar olib bordi, 1996 va 2000-yillarda Germaniyaning Rur va Bonn universitetlari (5 oy) hamda 2001-2012-yillarda esa har yili (2-3 oy) shogirdlari J.Abdullayev, M.Shermatov, S.Samatov, M.Mo'minov, Z.Mo'minov, T.Rasulov va A.Xalxo'jayevlar bilan birga Germaniyaning Bonn universiteti professori S.Albeverio taklifiga ko'ra Germaniyaning DFG (Deutschen Forschungsgemeinschaft) ilmiy fondi DFG 436 UZB 113/3, DFG 436 UZB 113/4, DFG 436 UZB 113/6, DFG 436 UZB 113/7 grantlari asosida hamkorlikda ilmiy tadqiqotlar olib bordi, ilmiy seminar va konferensiyalarda ma'ruzalar qildi. Bu grantlarda akademiklar Sh.Ayupov (shogirdlari bilan), Sh.Alimovlar ham ishtirok etdilar.

S.N.Lakayev 1998 yilda Italiyaning Xalqaro nazariy fizika markazida (International centre for theoretical Physics – ICTP 3 oy), 2001 yil prof. J.Dell Antonio taklifiga ko'ra Italiyaning SISSA ilmiy markazi va Rim universitetlarida (1 oy) bo'lib, ilmiy seminar va konferensiyalarda ma'ruzalar qildi va hamkorlikda ilmiy tadqiqotlar olib bordi.

Akademik S.N.Lakayev 2012-yilda Malayziya Mara texnologiya universitetiga taklif etilgan professor sifatida Malayziyaning Mara, Malayziya texnologiya universiteti, Putra, Kebangsaan universitetlariда 2 oy mobaynida magistr va olimlar uchun ilmiy ma'ruzalar o'qidi hamda prof. A.Ibrohim va M.Daruslar bilan hamkorlikda ilmiy tadqiqotlar olib bordi.

Akademik S.N.Lakayev 2013-2014-yillarda Fulbrayt granti sovrindori sifatida 10 oy davomida AQShning Devis (Kaliforniya) va Kolumbiya (Missuri) universitetlarida ilmiy tadqiqotlar olib bordi va Kolumbiya (Missuri), Prinseton (Nyu-Jersi), Fullerton, Irvayn, Devis (Kaliforniya), Ana J.Mendez (Puerto-Riko) universitetlarida matematik fizika ilmiy seminarlarida talabalar hamda olimlar uchun ilmiy ma'ruzalar qildi, olingen ilmiy natijalarini muhokama qildi.

2017-2018-yillarda akademik S.N.Lakayevning 3 nafar shogirdi Sh.Latipov, S.Ulashov, Sh.Qurbanovlar falsafa doktori -- PhD dissertatsiyalarini muvaffaqiyatli himoya qildilar. 2018-yilda shogirdi prof. A.Xalxo'jayev rahbarligida Sh.Lakayev PhD dissertatsiyasini muvaffaqiyatli himoya qildi.

Olimning 3 nafar shogirdi (M.Mo'minov, Z.Mo'minov, T.Rasulov) doktorlik dissertatsiyalarini himoyaga tayyor qilishgan, 3 nafar shogirdi (A.Xurramov, S.Do'stov, A.Boltayev) va prof. J.Abdullayev, M.Mo'minov, Z.Mo'minovlarning 4 nafar shogirdlari (B.Mamirov, U.Shodiyev, N.Aliyev, U.Quljonovlar) PhD dissertatsiyalari talablariga mos ilmiy natijalarga erishganlar.

Akademik S.N.Lakayevning shogirdlari hozirgi paytda Italiya (Sh.Xolmatov), Avstraliya (Sh.Allado'stov), Malayziya (M.Mo'minov, Z.Mo'minov) va Turkiya (E.Chulfa) mamlakatlari ilmiy markazlarida hamkorlikda ilmiy tadqiqotlar olib bormoqdalar.

Umumlashgan Fridrixs modelining spektral xossalari. Nemis va AQSh matematigi K.Fridrixs tomonidan 1938-yilda uzlusiz spektr qo'zg'alishini ifodalovchi model operatorini kiritdi. 1968 yilda ushbu operator L.D.Faddeyev tomonidan umumlashtirildi va har ikkala olim tomonidan tadqiq qilindi. Keyinchalik bu operator Fridrixs modeli deb ataldi. Ta'kidlash joizki, ushbu operatorning uzlusiz

spektridagi barcha nuqtalarning karraliligi bir xil bo‘ladi. S.N.Lakayev fanga birinchi bo‘lib qo‘zg‘almas operator bir o‘lchamli kesmada aniqlangan Van-Xov maxsusligiga (kritik nuqtalarga) ega bo‘lgan ixtiyoriy funksiyaga ko‘paytirish operatori bo‘lgan holni kiritdi va bu modelni umumlashgan Fridrixs modeli deb atadi. Bunda uzlusiz spektr karraliligi Fridrixs modelidan farqli o‘laroq o‘zgaruvchan bo‘lishi mumkin. S.N.Lakayev bu model hamda ikki zarrachali sistemalarning xos qiymatlarini va rezonanslarini o‘rganishga Fredholm determinantini qo‘llash usulini va uni analitik davom ettirish nazariyasini yaratdi.

Umumlashgan Fridrixs modelining muhim spektral xossalari S.N.Lakayev va J.Abdullayevlar tomonidan keng o‘rganildi. S.N.Lakayev, J.Abdullayev va I.Ikromovlar uzlusiz spektrda berilgan sondagi xos qiymatlarga ega bo‘lgan umumlashgan Fridrixs modeli qurdilar va kichik qo‘zg‘alishlar natijasida bu xos qiymatlarning fizik rezonanslarga aylanishini ko‘rsatdilar. I.Ikromov va F.Sharipovlar umumlashgan Fridrixs modelining keng sinfi uchun, qo‘zg‘almas operatorni aniqlovchi ko‘paytirish funksiyasi chekli karrali yakkalangan kritik nuqtalarga ega bo‘lganda diskret spektr chekliligining yetarli shartlarini topdilar. Shuningdek, zamonaviy matematik fizika (kvant mexanikasi, statistik fizika va maydonlar nazariyasi) asoslari jiddiy o‘rganildi. S.N.Lakayev umumlashgan Fridrixs modeli, uzlusiz Shryodinger operatorlari hamda statistik fizika masalalarini yechishda paydo bo‘ladigan stoxastik operatorlarning spektral nazariyasi sohasida ilmiy tadqiqotlar olib bordi.

S.N.Lakayev, A.Ibrohim, M.Darus, Sh.X.Qurbanov va S.T Do‘slovlar bir, ikki va uch o‘lchamli panjaralarda nolokal potensial vositasida ta’sirlashuvchi ikkita bir xil zarrachali sistemaga mos rangi birga teng qo‘zg‘alishli umumlashgan Fridrixs modeli uchun bo‘sag‘a effektini o‘rgandilar. 1980-yillarda S.N.Lakayev bilan hamkorlikda dotsent E.Abduoqodirov va S.G.Djangiryan, S.Imomqulov, M.Shermatov, R.Shamsiyev kabi talabalar umumlashgan Fridrixs modelining xos qiymatlari va rezonanslari paydo bo‘lishi hamda uning sabablarini o‘rgandilar. Xususan, S.N.Lakayev va S.G.Djangiryan-lar Fridrixs modelining cheksiz sondagi rezonanslarga ega bo‘lishini ko‘rsatishgan.

Soni saqlanmaydigan zarrachalar sistemasiga mos Hamiltonianning xossalari. Zarrachalar soni saqlanmaydigan sistemalarga mos Hamiltonianning spektral xossalari o‘rganish Fridrixs modelining yana bir yo‘nalish bo‘yicha umumlashmasini qarashga olib keldi. Fok fazosida qaralgan Hamiltonian uchun ko‘p hollarda “**■ zarrachali**” qism fazolar invariant bo‘ladi va Hamiltonianni “**■ zarrachali**” fazoni o‘zini-o‘ziga akslantiruvchi operator sifatida qarab uning xossalari o‘rganiladi. Statistik fizika va kvant maydonlar nazariyasining bazi masalalarida “**■ zarrachali**” qism fazolar Fok fazosida qaralgan Hamiltonian uchun invariant bo‘lmaydi. Natijada soni saqlanmaydigan sistemalarni qarashga to‘g‘ri keladi. Bunday sistemalarga ikki magnonli spin polyaronli sistemanini misol keltirish mumkin. Ikki magnonli spin polyaronli sistemaning spektral xossalari birinchilardan bo‘lib R.A.Minlos, S.N.Lakayev, A.Mogilner va J.Abdullayev ishlarida tadqiq qilingan. S.N.Lakayev, Sh.Latipov va A.Boltayevlar tomonidan panjarada kontakt potensiali paydo qiluvchi va yo‘qotuvchi operatorlar yordamida ta’sirlashuvchi zarrachalar soni saqlanmaydigan va ikkitadan oshmaydigan sistemalarning bog‘langan holatlari mavjudligi yoki mavjud emasligi operator parametrlariga bog‘liq ravishda o‘rganildi.

Kvant mexanikasida uch zarrachali sistemalardagi Efimov effekti deb ataluvchi hodisaning yuzaga kelishi faqat zarrachalarning o‘zaro ta’sir kuchiga bog‘liq bo‘ladi. Ammo S.N.Lakayev, S.Albeverio, T.Rasulovlar birinchilardan bo‘lib, statistik fizika va kvant maydonlar nazariyasi masalalarida paydo bo‘ladigan soni saqlanmaydigan va uchtadan oshmaydigan o‘zaro ta’sirga ega bo‘lmagan, biroq paydo qiluvchi va yo‘qotuvchi operatorlar yordamida harakatlanuvchi erkin zarrachalar sistemasi uchun ham Efimov effekti mavjud bo‘lishini isbotladi ya’ni Efimov effekti universal xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatdilar. Bundan soni saqlanmaydigan va uchtadan oshmaydigan, ammo faqat paydo qiluvchi va yo‘qotuvchi operatorlar yordamida harakatlanuvchi erkin zarrachalar sistemasining bog‘langan holatlari mavjud bo‘lishi kelib chiqadi.

Panjaradagi ko‘p zarrachali sistemalarga mos Shryodinger operatorining bog‘langan holatlari. Atom va molekulyar hamda qattiq jismlar fizikasi, kvant maydonlar nazariyasining asosiy masalalari Shryodinger operatorlarini o‘rganishga qaratilgan. Bu sohada olingan natijalar to‘g‘risida ko‘plab ma’lumotlar zamonaviy matematik fizikaning “ensiklopediyasi” – M.Rid va B.Saymonning to‘rt tomli kitobida keltirilgan. Ammo, Rossiya Fanlar Akademiyasi akademigi, zamonaviy matematik fizikaning tashkilotchilaridan biri, uch o‘lchamli kvant sochilish nazariyasi teskari masalasi va uch kvant jism muammosini yechishda hal qiluvchi hissa qo‘shgan, Leningrad matematik fizika maktabi asoschilaridan biri L.D.Faddeyev va uning safdoshlari hamda shogirdlari xizmatlarini alohida

ta'kidlash lozimdir. S.N.Lakayev 1980-yillar so'ngida professor R.A.Minlos va nazariy fizika bo'yicha mutaxassis A.Mogilnerlar (AQSh Kurant instituti professori) taklifi va ta'sirida butun sonli panjaradagi ikki va uch zarrachali sistemalarning muhim spektri tavsifi va bog'langan holatlari mavjudligi (Efimov effekti) kabi matematik muammolar bilan shug'ullanishni boshladi. U panjaradagi zarrachalar sistemalarini tavsiflovchi Xabbard modeli, jumladan bir, ikki, uch va to'rt zarrachali sistemalar Hamiltonianlari va ularning kvaziimpulsalarini kiritib, bu Hamiltonianlarni Fon-Neyman to'g'ri integraliga yoydi va uni ikki, uch va to'rt zarrachali sistemalarga mos Shryodinger operatorlari oilasini o'rghanishga keltirdi. Ushbu operatorlar oilasi uchun kutilmagan (uzluksiz Shryodinger operatorlarida uchramaydigan) muhim va noyob natijalar olindi, jumladan Efimov effekti va kvaziimpulsning bo'sag'a effektlari aniqlandi va isbotlandi.

S.N. Lakayev birinchi bo'lib uch o'lchamli panjarada juft-jufti bilan o'zaro kontakt potensial yordamida ta'sirlashuvchi ikki bozonli sistemaga mos nomanfiy diskret Shryodinger operatori kvaziimpulsning nol qiymatida muhim spektrning quyi bo'sag'asida virtual sathga ega bo'lgan holda, u kvaziimpulsning barcha nolmas qiymatlarida muhim spektr bo'sag'asidan pastda xos qiymatga ega bo'lishini, ya'ni **kvaziimpulsning bo'sag'a effekti** sodir bo'lishini ko'rsatdi. Keyinroq S.Albeverio, S.N.Lakayev, K.A.Makarov, Z.E.Mo'minovlar va S.N.Lakayev, Sh.Allado'stovlar tomonidan **kvaziimpuls-ning bo'sag'a effekti** ikkita ixtiyoriy zarrachali sistemalarining keng sinfi uchun uch va undan katta o'lchamli panjaralarda isbotlanib mantiqiy yakuniga etkazildi.

Efimov effekti - bu 1970 yilda Rossiyalik nazariyotchi fizik V.N. Efimov kvant mexanikasida uch jism sistemasi uchun oldindan bayon qilgan effektdir (bu effekt 40 yildan keyin Avstriyalik fizik olim Rudolf Grimm tomonidan tajribada tasdiqlandi). Efimov effekti uchta bir xil bozonning o'zaro ta'sirini ifodalaydi va uchta zarrachaning cheksiz ko'p energetik sathlari mavjudligini ta'kidlaydi. Bunda agar ikki o'zaro tortishuvchi bozonlar juftining tortishish kuchi yetarlicha kuchsiz bo'lsa ham uchta bozonli bog'langan holatlar mavjudligi kelib chiqadi. Ikki zarrachali (jismli) qism sistemalar bog'lanmagan bo'lganda, Efimov holati (uch zarracha uchun) ko'pincha Borromeo halqasi kabi tasvirlanadi, demak, agar uch obyektdan biri uzoqlashtirilsa, qolgan ikkitasi mustaqil ikkita ob'ektga ajraladi, bunday Efimov holati **Borromeo holati** deyiladi. Efimov effekti mavjudligining qat'iy matematik isboti birinchi bo'lib D.R.Yafayevning (Renne universiteti, Fransiya), keyinchalik Yu.N.Ovchinnikov (Murakkab sistemalar Maks Plank instituti) va I.M.Sigal (Toronto universiteti, Kanada) larning ishida, shuningdek, A.Sobolev (London kollej universiteti, Angliya) va X.Tamura (Ibaraki universiteti, Yaponiya) lar maqolalarida keltirilgan.

S.N.Lakayevning o'tkir matematik intuitsiyasi va chuqur analitik bilimi unga fanda birinchi bo'lib uch o'lchamli panjaradagi uchta bir xil zarrachali sistema uchun **Efimov effekti** mavjudligini isbotlashga va Efimov effekti mavjud bo'ladigan **sistema kvaziimpulslari to'plamini** ajratishdek noyob va nozik natijani qo'lga kiritishga imkoniyat yaratdi.

Shuningdek, S.N.Lakayev o'zining doktorlik dissertatsiyasida va keyingi ilmiy ishlarida panjaradagi ikki va uch zarrachali sistemalar uchun, uzluksiz fazoda harakatlanuvchi ikki va uch zarrachali sistemalarda uchramaydigan, quyidagi yangi effektlarni aniqladi:

1.Itarishuvchi zarrachalar effekti. Panjaradagi ikki va uch o'zaro itarishuvchi zarrachalar sistemalariga mos ikki va uch zarrachali diskret Shryodinger operatorlari energetik sathi muhim spektr tepasidan yuqorida yotuvchi bog'langan holatlarga ega (bu effekt ikki zarracha uchun 2006 yilda Avstriyaning Insbruk universiteti olimlari tomonidan tajribada tasdiqlangan).

2.Panjara effekti. Uch o'lchamli panjaradagi o'zaro juft-jufti bilan tortishuvchi kontakt ta'sirli uchta ixtiyoriy zarrachali sistemada Efimov effekti, hattoki ikki zarrachali uchta qism sistemalardan birining energetik sathi uch zarrachali kontinuumdan quyida joylashgan bog'langan holatlarga ega bo'lsa ham, qolgan ikkitasi uch zarrachali kontinuum tubida virtual sath (rezonans)ga ega bo'lsa, bu uch zarrachali sistemada Efimov effekti mavjud bo'ladi, ya'ni uch zarrachali Shryodinger operatorlari energetik sathlari ikki va uch zarrachali kontinuumlar orasida bo'lgan cheksiz sondagi bog'langan holatlari mavjud va ularning energetik sathlari uch zarrachali kontinuum bo'sag'asi (tubi)ga intiladi. Bu Efimov effekti uzluksiz tortishuvchi zarrachalar sistemasida uchramaydi.

3.Efimov effekti va kvaziimpuls bo'sag'a effekti. Uch o'lchamli panjaradagi o'zaro juft-jufti bilan itarishuvchi (tortishuvchi) kontakt ta'sirli uchta zarrachali sistemada faqat **kvaziimpulsning nol**

qiymatida Efimov effekti o‘rinli, ya’ni uch zarrachali sistemaning energetik sathlari uch zarrachali kontinuumdan yuqorida (quyida) joylashgan cheksiz sondagi bog‘langan holatlari mavjud va ularning energetik sathlari uch zarrachali kontinuum tepasiga (tubiga) intiladi. **Kvaziimpulsning nolmas qiymatlarida** uch zarrachali sistema energetik sathlari uch zarrachali kontinuumdan yuqorida (quyida) joylashgan faqat chekli sondagi bog‘langan holatlarga ega.

S.N. Lakayev Germaniyalik matematiklar Folker Bax va Valter Pedralar bilan hamkorlikda bog‘langanlik o‘zgarmasining katta qiymatlarida bir va undan katta o‘lchamli panjaralarda Shryodinger operatori diskret spektri uchun, ikki tomonlama chegara ma’nosida, **Veyl asimtotikasining** to‘g‘riligini muhokama qilgan.

S.N.Lakayev, E.Ozdemir, I.Bozorovlar bir va uch o‘lchamli panjaralarda kontakt ta’sir, panjara qo’shni tugunlaridagi o‘zaro ta’sir parametrlari orqali aniqlanuvchi diskret Shryodinger operatori muhim spektridan quyida, shuningdek undan yuqorida joylashgan xos qiymatlari soni to‘liq o‘rganilgan. S.N.Lakayev, Sh.Tilavova, S.Ulashovlarning qator maqlolarida o‘zaro ta’sirlashuvchi ikki zarrachali sistemalar uchun kvaziimpuls effekti nafaqat tortishuvchi, balki itarishuvchi potensiallar uchun ham o‘rganilgan.

S.N.Lakayev, A.M.Xalxo‘jayev, Sh.Yu.Xolmatov va Sh.S.Lakayevlar tomonidan kontakt potensial yordamida tortishuvchi va itarishuvchi ikki zarrachali sistemalarga mos Shryodinger operatorlarining muhim spektridan tashqarida yagona xos qiymat mavjudligi isbotlandi va ushbu xos qiymat uchun bog‘langanlik o‘zgarmasi va kvaziimpulslar bo‘yicha asimptotikalar olindi. M.Mo‘minov va A.Xurramovlar bir va uch o‘lchamli panjaralarda ekzotik potensial yordamida o‘zaro ta’sirlashuvchi ikki zarrachali sistemalar virtual sathi va xos qiymatlari mavjudligi zarrachaning panjara qo’shni tugunlariga sakrashini ifodalovchi dispersion munosabatlar, ikki zarrachali kvaziimpuls va panjara o‘lchamlariga bog‘liq ravishda o‘rganilgan.

S.N.Lakayev, S.Albeverio va Z.E.Mo‘minovlar maqlolarida uch o‘lchamli panjaradagi uchta ixtiyorli tortishuvchi zarrachalar sistemasiga mos uch zarrachali diskret Shryodinger operatori uchun **Efimov effekti va kvaziimpulsning bo‘sag‘a effekti** isbotlandi. Operator muhim spektri uch zarrachali kontinuum va undan quyida joylashgan chekli sondagi ikki zarrachali kontinuumlardan iborat ekanligi ko‘rsatildi. C.N.Lakayev, J.Abdullayev, Z.E.Mo‘minov, A.Xalxo‘jayev va M.Shermatovlar ishlarida turli uch zarrachali sistemalar uchun Efimov effekti isbotlandi va xos qiymatlari soni uchun asimptotik formulalar olindi. S.N.Lakayev va S.M.Samatovlar tomonidan sistema bog‘langan holatlari soni chekliligi isbotlangan. S.N.Lakayev, S.Albeverio va J.Abdullayevlar tomonidan to‘rt zarrachali sistemalarda **Efimov effekti mavjud emasligi** ko‘rsatilgan.

S.N.Lakayev, J.Dell-Antonio, A.R.Xalmuxamedov, A.M.Xalxo‘jayev va Sh.S.Lakayevlar, birinchi bo‘lib, qator ilmiy maqlolarida bir va ikki o‘lchamli panjarada juft-jufti bilan o‘zaro tortishuvchi (itarishuvchi) kontakt potensiallar yordamida ta’sirlashuvchi uchta bozonli hamda ikkita bir xil fermion va bozondan iborat sistemalarning energetik sathlari muhim spektr tubidan quyida (tepasidan yuqorida) joylashgan bog‘langan holatlarning mavjudligi va xos qiymatlari soni chekliligi ko‘rsatilgan. Bu natijalar hatto uch zarrachali uzlusiz Shryodinger operatorlari uchun ham yangidir.

Akademik S.N.Lakayev tomonidan 140 dan ziyod ilmiy maqlolar chop qilingan, ulardan 45 tasi AQSh, Angliya, Germaniya, Fransiya, Rossiya kabi rivojlangan mamlakatlarning yuqori impakt faktorli jurnallarida nashr etilgan hamda bu maqlolarga ko‘plab (1054) havolalar qilingan.

S.N.Lakayevning matematika sohasida erishgan muvaffaqiyatlari Respublika ilmiy hamjamiyati tomonidan e’tirof etilib, unga yuksak daraja O‘zR Fanlar Akademiyasining akademigi ilmiy unvoni berildi. S.N.Lakayevning O‘zR Fanlar Akademiyasining haqiqiy a’zoligiga qabul qilinishi unga katta masuliyat yuklaydi. Akademik S.N.Lakayev kuch-g‘ayratga to‘la, unda matematik fizika va oily ta’lim muammolarini yechish uchun ko‘plab g‘oyalar mavjud. Lakayev Saidaxmat Norjigitovich ilmiy, pedagogik, tashkilotchilik faoliyatida bundanda yuksak natijalarga erishishiga hamda Respublikamiz uchun yuqori malakali, ilmiy salohiyatli pedagogik kadrlar tayyorlashda o‘zining munosib hissasini qo’shishiga hech qanday shubha yo‘q.

**I.A. Ikromov,
J.I. Abdullayev,
A.M. Xalxo‘jayev**

SAMARQAND TURIZM IQTISODIYOT MAKTABINING YETAKCHI NAMOYONDASI

*Agar inson biror kasbni mukammal egallasa,
mehnat unga huzur bag'ishlaydi.*

Andre Morua.



O'zbekiston va umuman jahonda iqtisodiyot fanining tarixi, uning rivojlanish bosqichlari yetarlicha o'rganilmagan soha bo'lib qolmoqda. Fan tarixini o'rganuvchi bu fanning shakllanishini yaqin o'tmishga, aniqrog'i – Adam Smit va David Rikardolar (XVIII asr ikkinchi yarmi) nomi bilan bog'laydilar. Ammo bu fikrlar fan tarixining yevropacha talqini uchun ilmiy muomilaga kiritish uchun zarur edi. Bizning nazdimizda, jahonshumil ilmiy ixtiolar, yangiliklar mualliflari bo'lgan, o'z aql-idroki, ijodkorlik qobiliyati bilan butun dunyoni lol qoldirgan allomalar makon topgan Movarounnahr va islom sivilizasiyasining beshigi bo'lgan Sharq mamlakatlarida savdo-soti, tijorat va umuman iqtisodiyotga oid bilimlarni to'plash va uni ilmiy jihatdan o'rganish an'anasi qadimdan mavjud ekanligini e'tirof etmoq lozim. Unutilmas hamyurtimiz Abu Muqotil as – Samarqandiy tomonidan IX – asr boshlarida bitilgan va Abu Mansur Muhammad Motrudiy yaratgan motrudiya ta'limotining asosi hamda manbalaridan biri hisoblanadigan "Kitob al-olim va – al-mutaollim" ("Ustoz va shogird kitobi") asarining ilk sahifalarida "Ilm – doimiy asoslanadigan tayanchimizdir. Amal ilmning natijasigina bo'lishi mumkin, xolos, va u hyech qachon yetishmagan bilimlarning o'rnnini bosolmaydi", degan o'gitni o'qiyimiz. Mazkur o'git Markaziy Osiyo olimlari mashg'ul bo'lgan ilm turlari tasnifi – Ulumi mudavvanada, shuningdek, ilmu fanning "oltin davridayoq" tashkil topa boshlagan madrasalar o'quv rejalarida shar'iy-diniy, ilohiyot bilimlarini beruvchi fanlar bilan bir qatorda, g'ayri-sha'riy, ya'ni diniy bo'Imagan fanlarning kiritilishida o'z o'rmini topganligi aniq. Madrasalarning oliy bosqichida o'qitilgan ilmi ijtimo, ilmi muhosobat, ilmi siyoq kabi fanlar mundarijasini iqtisodiyotga oid bilimlarsiz tasavvur qilish qiyin. Shu o'rinda sara olimlarni to'plab, ularga homiylik ko'rsatishni doimo maqbul ko'rgan Amir Temur iqtisodiyot har qanday saltanatning poydevori ekanligini ta'kidlayotib, ijtimoiy - iqtisodiy bilimini egallash davlat tizimi barqarorligini ta'minlovchi asosiy vositalardan biri ekanligini o'z "Tuzuklari"da ta'riflab bergenligini ham unutmaslik kerak.

Temuriylar davrida bunyod qilingan va elimiz ma'naviy-ma'rifiy ravnaqiga benihoya katta hissa qo'shgan oliy madrasalar vorisi bo'lgan Samarqand davlat universiteti tashkil qilinganining dastlabki kunlaridan boshlaboq, ilm va ta'lif sohasidagi qadimgi an'analarning davomchisi sifatida, ularni avaylab-asrab saqlash hamda yangidan rivojlantirish yo'llini tanlagan maskan ekanligini namoyon etib kelmoqda. Natijada, universitet tashkiliy tuzilmasidan muqim o'rin egallagan iqtisodiyot kafedrasi ham ziyo nurini tarqatish, yoshlarga ilm va bilim berish manbasiga aylandi. Universitet rahbariyati esa muntazam kafedra tarkibini kuchaytirish, uning ilmiy salohiyatini oshirish izmida bo'ldi. Turli hududlardan taklif qilingan mutaxassislar tajribasidan keng va unumli foydalanish zarurati keng miqyosda targ'ib qilindi. Pirovardida, universitet bag'rida o'tgan asrning oxirlarida Yu.Dunayev, K.Saidov, E.Xo'jayev, B.Mirzaxujayev, E.Aliqulov singari iqtisodiyotchilarning yangi avlodи shakllandiki, ularning ijodida bilimning har bir inson uchun naqadar zarur ekani, bilim ma'naviy kamolot eshigini ochib beradigan birlamchi kalit ekanligi ruhiyatni barq urib turar edi.

Ammo unutmeylik-ki, olimning salohiyatini qadrlash, e'tirof etish uchun u yashab turgan jamiyat uning bajargan ishining mohiyatini anglab yetish va baholash qudratiga ega bo'lishi lozim. Har qanday ilmiy faoliyatning metodologik asosini markscha-leninchcha g'oyalar soyasidan izlashga majburlangan, hatto, mashhur iqtisodchilar A.Smit va D.Rikardonning mahsulot qiymatini surʼat qilingan mehnatga nisbatan belgilash haqidagi klassik nazariyasini ham "burjuachilik"da ayblash yo'llidan borgan sho'rolar tuzumi sharoitida ilmiy haqiqatni aytish, voqyelikni to'g'ri baholash va sharhlash naqadar mushkul kechganligini tasavvur qilib ko'ring. Tabiiyki, bunday sharoitda ilm ahli fan rivoji yo'nalishlarini oldindan ko'ra oladigan va boshqalarni shu yo'nalishlar sari yetaklay oladigan yetakchi-liderga muhtojlik sezadi, aks holda fan bir joyda tepsinishdan nariga o'tmaydi, izlanishlardagi oqilonalik va obyektivlik izsiz yo'qoladi. o'

Xayriyatki, samarqandlik iqtisodiyotchilar orasida ilmiy mulohazadagi obyekтивликни qo‘riqlaydigan, ilmiy tadqiqot obyekti va mahsulini real voqyelikdan qidirishga undaydigan yetakchilar bor ekan. Ana shunday insonlardan biri, so‘zsiz, professor Karim Saidov (1928-2006) edi. Iqtisodiyot jamiyat taraqqiyoti mahsuli sifatida odamlar ehtiyoji va talablarini qondirishga yo‘naltirganligiga doimo ishongan va boshqalarni ham shunga ishonishga chaqirgan bu inson o‘z vazifasini hamkasblarini iqtisodiyot fanining tub ijtimoiy jihatlarini tahlil qilishga chorlash lozimligida deb bilar edi. Yetakchining mahorati uning tashabbuskorligi va dadilligida namoyon bo‘ladi, dovyuraklikdan xabarsiz shaxs o‘zgalarni ergashtira olmaydi. Karim Saidovning fuqaro va olim sifatidagi jasoratini uning o‘sha mustabid tuzum davridayoq chop qilgan ilmiy ishlarida, tayyorlagan dissertasiyalarida aholining turmush-sharoitini, urbanizasiyaning ijtimoiy oqibatlarini o‘rganish masalasi ustuvorlik qilganida ko‘rishimiz mumkin.

Umuman, professor K.Saidov shijoatlari, rostgo‘y, o‘z fikrini isbotlashda hyechkim va hyech narsadan tap tortmaydigan shaxs edi. Ehtimol, domlaning bu fazilatlarga sohib bo‘lishi va ilmu-fandaadolat, haqiqatgo‘ylik tarafdori bo‘lishini uning hozirgi kunda buyuk alloma Imom al-Motrudiymaqbarasi tiklagan Chokardiza qabristoniga yaqin mavzeda voyaga yetganligi hamda motrudiya maktabining davomchisi Imom Abu Lays as-Samarqandiy madrasasi yaqinida joylashgan maktabda 7 yillik bilimni olganligi bilan bog‘liqidir. Zero, bul zotlarning ruhi ularni o‘ziga yaqin tutgan har bir insonga aqlu-zakovat va ildamlikka undovchi shijoat baxshida etishi muqarrar. Buyuk ajdodlar ruhini e’zozlashdan horimagan olimning ilmiy faoliyati mahsulorligi uning qalami ostida 250 dan ortiq ilmiy ish yaratilganligida namoyon bo‘ladi. Eng muhimi, ushbu ishlarning barchasi yangilikka dahldor, ularning xulosalarida nazariya va amaliyot mushtaraklashgan, faktlar talqinida hurfikrlilik ustuvorlik qiladi.

Iqtisodiyot dunyosiga mashhur O‘zbekiston turizm iqtisodiyoti ilmiy maktabi paydo bo‘lgan qutlug‘ maskan Samarqand davlat universiteti bo‘ldi. Iqtisodiyotning bu sohasiga doir nazariy va amaliy tadqiqotlar O‘zbekistonda mana shu ilmiy maktab shakllanishidan boshlandi. Bunda atoqli iqtisodchi olim, professor Karim Saidovich Saidovning xizmati katta bo‘ldi. O‘zbekiston iqtisodchi olimlarining bu sohadagi barcha yutuqlari shu buyuk insonning nomi bilan bog‘liqidir. U zabardast olim va ajoyib pedagog sifatida O‘zbekistonda o‘ziga ko‘pgina iqtidorli hamkor va shogirdlar topib, ularning iqtisodiyot fanida o‘z o‘rnini topishiga behad katta hissa qushdi. O’tgan asrning 60 yillardan to oxiriga qadar K.Saidov Yu.Dunayev, B.Mirzaxujayev, E.Aliqulov bilan hamkorlikda ishladi. Sal keyinroq, ularga X.Qosimov, Z.Karimov, R.Kushatov, B.Usmonov, B.Turayevlar ham qo‘silib, iqtisodiyotning nazariy va amaliy tadqiqotlari bilan mashg‘ul bo‘ldilar. Xullas, K.Saidov, E.Aliqulovlarning hamkorlikdagi ijodiy mehnatlari samarasi ila O‘zbekistonda ilk bor turizm iqtisodiyoti ilmiy maktabi XX asrning 90 yillarda shakllanib, hamon samarali rivojlanib kelmoqda.

Aytish joizki, ilmiy faoliyatdagi batamoman hurfikrlilikka faqat mustaqillik sharofati ila erishildi. Barcha ijtimoiy fanlar vakillari qatorida, iqtisodiyotchi olimlar ham kommunistik firqaviy ta’limot iskanjasidan qutulib, bozor munosabatlarini aks ettiruvchi iqtisodiyot tamoyillarga asoslangan tizim tadqiqi imkoniyatiga ega bo‘ldilar. Professor K. Saidovning tadqiqotchilik, tashkilotchilik qobiliyati mustaqillik davriga kelib yanada keng ko‘lamda namoyon bo‘la boshladi. Iqtidori cheksiz olim zudlik bilan ishlab chiqarishni tashkil etish va boshqarish, oila iqtisodiyoti va uni tashkillashtirish, davlatlararo iqtisodiy munosabatlarga oid mavzular tadqiqi bilan shug‘ullanishga kirishib ketdi. Iqtisodiyotning jamiyat taraqqiyoti, unda mavjud bo‘lgan holatlar bilan boy‘liq jihatlarini asosli ravishda izohlash maqsadida hammualiflar bilan hamkorlikda “Bandlik va ijtimoiy himoya” hamda “Sosial iqtisodiyot” o‘quv qo‘llanmalari yaratilib, o‘zbek va rus tillarida nashr qilindi.

Olimning kuch-quvvati va ifodasi nafaqat ilmiy ishlarni e’lon qilish, asarlar yaratishda, balki olib borilgan tadqiqotlar natijalariga, erishilgan xulosalarga boshqalarni ham ishontirish, ularning ahamiyatini isbotlay olishida ko‘rinadi. Domlamizda bu sohada bo‘lgan iqtidor cheksiz edi, u kishi innovasion xususiyatlari yangiliklarni amaliyotga joriy qilishning mohir ustasi edilar. Mustaqillikning dastlabki yillarda mamlakatimizda bozor iqtisodiyoti talablariga javob beradigan kadrlarga bo‘lgan ehtiyoj kuchaydi va davr talabiga hozirjavob K.Saidov boshqaruv kadrlarini qayta tayyorlash kursini tashkil qilish tashabbusi bilan chiqdi. Tez orada Samarqand davlat universiteti qoshida “Menejer” o‘quv markazi tashkil qilinib, 200 dan ortiq hokimiyat xodimlari va 250 ga yaqin mahalla oqsoqollari malaka oshirish kurslarini o‘tadilar. Tinglovchilarga bozor iqtisodiyotiga oid bilimlarni yetkazish hamda ularda boshqaruv madaniyati ko‘nikmalarini shakllantirishda ustozning o‘zları bevosita ishtirok etdilar.

Ustozning tashabbuskorlik va yangilikka intiluvchanlik xislati, ayniqsa, mamlakatimizda ochiq iqtisodiy xududlarni tashkil qilish g'oyasi dolzarblashgan paytda yorqin namoyon bo'ldi. Professor K.Saidov 1995-yil 2-iyunda "O'zbekiston Respublikasining Buyuk ipak yo'lini qayta tiklash va turizm rivojidagi faol ishtiroki" haqidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qarori qabul qilinganidan so'ng ochiq iqtisodiy hududlarni tashkil qilish g'oyasining faol targ'ibotchisiga aylandi. Televideniyada bu mavzuga oid 50 ga yaqin davra suhbatlari o'tkazdi, matbuotda maqolalar e'lon qildi, turli seminar, konferensiyalarda ma'ruzalar qildi va jamoat diqqatini ushbu masala dolzarbligiga jalg qilish yo'llarini qidirdi. Domlaning shu mavzuga oid risolasida erkin iqtisodiy hududlarning mamlakatimiz iqtisodiy rivojidagi istiqboli asoslab berildi.

Samarqand davlat universitet jamoasi K.Saidovning tashkilotchilik tajribasidan doimo bahramand bo'lib kelgan, jumladan uning universitetda iqtisodiyot fakulteti tashkil etilishiga qanchalik jonbozlik ko'rsatganini barcha professor-o'qituvchilar yaxshi eslaydilar. Fakultetning birinchi dekani sifatida K.Saidov uning moddiy-texnik bazasini yaratish, kadrlar tarkibini kuchaytirish, o'quv adabiyotlari bilan ta'minlashda katta kuch sarfladi. G'ayratli insonning oqilonqa rahbarligi tufayli fakultet iqtisodiyot sohasida mutaxassislar tayyorlash borasida respublikaning yetakchi ta'lif markazlaridan biriga aylandi. Fakultetda tahsil olgan mutaxassislar hozirgi paytda iqtisodiyotning turli sohalarida, korxonalar va tashkilotlarda faoliyat ko'rsatmoqda, ulardan ba'zilari xorijiy kompaniyalarda menejerlik, ish boshqaruvchilik kabi yuqori lavozimlarni egallab turibdilar.

Professor Karim Saidov mehribon ustoz edi va olimning bevosita rahbarligida 11 ta (Vafayev X., Pak L., Ilayev G., Xujayev Y., Bobokulov B., Seytmuratov R., Ambarsumyan A., Rashidova Z., Niyozov F., Xalikova L., Yuldashev Sh.) tadqiqotchilar nomzodlik dissertasiyalarini yoqlashgan. Domlaning ustozlik mahorati o'ziga xos bo'lib, u kishi shogirdlariga mehribonlik ko'rsatish bilan bir qatorda, ularga nisbatan talabchanlikni bir qatra ham susaytirmas edilar va qat'iyat ila ularni to'g'ri, kelajagi aniq yo'ldan borishga chaqirar edilarki, oqibatda yosh tadqiqotchilar ilmiy izlanishlari samarasidan mammuniyat hosil qilar edilar. Biz ham domlaga shogird tushish va olimning pandunasihatlariga quloq osish baxtiga tuyassar bo'lganlardanmiz. Aspiranturada tahsil olayotganimizda ustoz bizni turizm iqtisodiyoti sohasining istiqboliga ishontirganlari tufayli biz ushbu sohani innovation rivojlantirish muammolari bilan muntazam shug'ullanib kelmoqdamiz.

Professor K.Saidov universitet va iqtisodiyot fakultetining xorijiy oliy o'quv yurtlari va xalqaro tashkilotlar bilan uzbek hamkorligini mustahkamlash tarafdarlaridan edi. Olimning sayi-harakatlari bilan universitetning o'nlab yosh o'qituvchilari va aspirantlari Koventri (Buyuk Britaniya), Olborg (Daniya) hamda Moskva davlat universitetlarida stajirovka o'tab qaytdilar. Domlaning o'zları London, Berlin, Bonn, Dresden, Moskva, Sankt-Peterburg shaharlari o'tkazilgan xalqaro konferensiyalarda ma'ruzalar o'qigan. Ustozning 1997 yilda Sohibqiron Amir Temuring 660 yilligiga bag'ishlab o'tkazilgan xalqaro konferensiya temuriylar davri iqtisodiy tizimi haqida qilgan ma'ruzasi xalqaro hamjamiyatda katta qiziqish uyg'otdi va Konrad Adenauer jamg'armasi u kishini Bonn shahrida tashkil qilingan simpoziumga taklif qildi.

K.Saidov, 1997-yil, mart oyida BMT tarkibidagi Xalqaro Axborotlashtarish Akademiyasining akademigi etib saylandi.

Tabiatan xushfe'l, dilkash bo'lgan K.Saidov o'zining qadriyatini yuqori qo'yadigan inson bo'lganligi bois, o'zgalarning qadriga ham yeta olar edi. Bunday odamlar bilan suhbatni Nobel mukofoti sohibi Ernest Xeminguey "seni bir umr tark etmaydigan bayram", deb atagan ekan. Samarqandlik ziyorolar, ishlab chiqarish xodimlari ushbu bayramli damlarni hyech qachon unutmasliklariga imonimiz komil. Muqaddas hadislardan birida "Yomonlarning yomoni – yomon olimlar; Yaxshilarning yaxshisi – yaxshi olimlar", deyilgan. Har qanday Samarqand ahlidan Karim Saidovga ta'rif berishni so'rasangiz "Rahmatli yaxshi odam va yaxshi olim edi", degan javobni olishingizga ishonavering.

Ushbu satrlarni yozish orqali, 2018-yilda 90 yillik yubileyini nishonloyotgan ulug' inson va olim Karim Saidovning yituqlari va zalvarli xizmatlarini hurmat bilan e'tirof etmoqchimiz.

**B. Safarov,
D. Nasimov.**

MUALLIFLAR DIQQATIGA!

Hurmatli mualliflar, maqola muallif tomonidan qog‘ozda chop etilgan va elektron shaklida taqdim qilinishi shart. **Maqolada quyidagi bandlar:** UDK, ishning nomi (o‘zbek, rus va ingliz tillarida), maqola hammualliflarining ro‘yxati (to‘liq familiya, ismi, otasining ismi – o‘zbek, rus va ingliz tillarida), muallif haqida ma'lumotlar: ish joyi, lavozimi, pochta va elektron pochta manzili; maqola annotatsiyasi (300 belgigacha, o‘zbek, rus va ingliz tillarida), kalit so‘zlar (5-7, o‘zbek, rus va ingliz tillarida) bo‘lishi lozim.

MAQOLALARGA QO‘YILADIGAN TALABLAR!

Maqolalarning nashr etilishi uchun shartlar nashr etilishi mo‘ljallangan maqolalar dolzarb mavzuga bag‘ishlangan, ilmiy yangilikka ega, muammoning qo‘yilishi, muallif tomonidan olingan asosiy ilmiy natijalar, xulosalar kabi bandlardan iborat bo‘lishi lozim; ilmiy maqolaning mavzusi informativ bo‘lib, mumkin qadar qisqa so‘zlar bilan ifodالangan bo‘lishi kerak va unda umumiyligini qilingan qisqartirishlardan foydalanish mumkin; “Ilmiy axborotnoma” jurnali mustaqil (ichki) taqrizlashni amalga oshiradi.

MAQOLALARNI YOZISH VA RASMIYLASHTIRISHDA QUYIDAGI QOIDALARGA RIOYA QILISH LOZIM:

Maqolalarning tarkibiy qismlariga: kirish (qisqacha), tadqiqot maqsadi, tadqiqotning usuli va obyekti, tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi, xulosalar yoki xotima, bibliografik ro‘yxat. Maqola kompyuterda Microsoft Office Word dasturida yagona fayl ko‘rinishida terilgan bo‘lishi zarur. Maqolaning hajmi jadvallar, sxemalar, rasmlar va adabiyotlar ro‘yxati bilan birgalikda doktorantlar uchun 0,25 b.t. dan kam bo‘lmasligi kerak. Sahifaning yuqori va pastki tomonidan, chap va o‘ng tomonlaridan - 2,5 sm; oriyentatsiyasi - kitob shaklida. Shrift - Times New Roman, o‘lchami - 12 kegl, qatorlar orasi intervali - 1,0; bo‘g‘in ko‘chirish - avtomatik. Grafiklar va diagrammalar qurishda Microsoft Office Excel dasturidan foydalanish lozim. Matndagi bibliografik havolalar (ssilka) kvadrat qavida ro‘yxatda keltirilgan tartibda qayd qilish lozim. Maqolada foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati keltirilishi lozim. Bibliografik ro‘yxat alfavit tartibida - GOST R 7.0.5 2008 talablariga mos tuziladi.

- Ikki oyda bir marta chiqadi.
- “Samarqand davlat universiteti ilmiy axborotnomasi”dan ko‘chirib bosish faqat tahririyatning yozma roziligi bilan amalga oshiriladi.
- Mualliflar maqolalardagi fakt va raqamlarning haqqoniyligiga shaxsan mas’ul.

MAQOLAGA QUYIDAGILAR ILOVA QILINADI:

- Yo‘llanma xati;
- Ekspert xulosasi.

E-mail: axborotnoma@samdu.uz

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTNOMASI

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

SCIENTIFIC REPORTS

Mas'ul kotib
Musahhih
Texnik muharrir

X.Sh.Tashpulatov
M.M. Ro'ziboyev
S. D. Aronbayev

Muharrirlar:

E. U. Arziqulov	- f.-m.f.n., dotsent
O. R. Raxmatullayev	- geogr.f.n., dotsent
B. S. G'oyibov	- t.f.n., dotsent
I.Sulaymonov	- f.f.n., dotsent
A.I.Inatov	

Mas'ul muharrirlar:

D. M. Aronbayev	- k.f.n., dotsent
A. Sh. Yarmuxamedov	- f.-m.f.n.
R.Toshquvatova	- fals.f.n., dotsent

Muassis: Samarqand davlat universiteti
Manzil: 140104, Samarqand shahri, Universitet xiyoboni, 15.
Telefon: (0 366) 239-14-07, Faks: (0 366) 239-13-87
e-mail: axborotnoma@samdu.uz

SamDU «Ilmiy axborotnoma» jurnali tahririyati kompyuterida terildi.
Bosishga 26.03.2018 yilda ruxsat etildi. Qog‘ozo’lchami A-4. Nashriyot hisobtabog‘i 10,00.
Buyurtma raqami 53. Adadi 500 nusxa.

Manzil: 140104, Samarqand shahri, Universitet xiyoboni, 15.
SamDUBOSMAXONASIDA chop etildi.