



UDK: 547.42.284.312

**Lochinbek ABLAKULOV,**  
*Chirchiq davlat pedagogika universiteti katta o'qituvchisi*  
E-mail: [monokop91@gmail.com](mailto:monokop91@gmail.com)

**Abduvakhob IKRAMOV,**  
*Toshkent kimyo texnologiya instituti professori, t.f.d*  
E-mail: [ikramov.abduvahob@gmail.com](mailto:ikramov.abduvahob@gmail.com)

**Odiljon ZIYADULLAYEV,**  
*Favqulodda vaziyatlar vazirligi akademiyasi boshlig'ining birinchi o'rinbosari*  
*Chirchiq davlat pedagogika universiteti professori, k.f.d*

**Saida ABDURAXMANOVA,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, PhD*

*K.f.d A.Parmanov taqrizi asosida*

#### GRINYAR-IOTSICH REAGENTI ASOSIDA ATSETILEN DIOLLARI SINTEZI.

Аннотация

Grinyar reagenti asosida butadion-2,3, pentadion-2,4, 3-metilpentadion-2,4, geksadion-2,5, 1-(tiofenil-2)pentadion-1,4 va 4,4,4-trifloro-1-(tiofenil-2)butadion-1,3 ketonlarini alkillash reaksiyasi yordamida atsetilen diollari sintez qilindi. Mahsulot unimiga apraton erituvchilardan DEE va THF tasiri va mahsulot unimiga reaksiya davomiyligi o'rganilgan. Bunda erituvchi THF va 240 minutda sintez qilingan AD unimi yuqori chiqishi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** Grinyar reagenti, magniy organik birikma, keton, atsetilen diollari, erituvchi, dietilefir, tetragidrofuran.

#### SYNTHESIS OF ACETYLENE DIOLS BASED ON THE GRIGNARD-IOTSICH REAGENT

Annotation

Acetylene diols were synthesized by alkylation of butadione-2,3, pentadione-2,4, 3-methylpentadione-2,4, hexadione-2,5, 1-(thiophenyl-2)pentadione-1,4 and 4,4,4-trifluoro-1-(thiophenyl-2)butadione-1,3 ketones based on the Grignard reagent. The effect of the aprotic solvents DEE and THF on the product yield and the reaction duration on the product yield were studied. It was found that the solvent THF and the AD product synthesized in 240 minutes gave a high yield.

**Key words:** Grignard reagent, organomagnesium compound, ketone, acetylene diols, solvent, diethyl ether, tetrahydrofuran.

#### СИНТЕЗ АЦЕТИЛЕНДИОЛОВ НА ОСНОВЕ РЕАКТИВА ГРИНЬЯРА-ИОЦИХА

Аннотация

Ацетилендиолы синтезированы с использованием реакции алкилирования бутадиион-2,3, пентадиион-2,4, 3-метилпентадиион-2,4, гексадиион-2,5, 1-(тиофенил-2)пентадиион-1,4 и 4,4,4-трифтор-1-(тиофенил-2)бутадиион-1,3 кетонов на основе реактива Гриньяра. Изучено влияние апротонных растворителей ДЭЭ и ТГФ на выход продуктов, а также влияние продолжительности реакции на выход продуктов. Было установлено, что растворителем является ТГФ, а также высокий выход продукта АД, синтезированного за 240 минут.

**Ключевые слова:** Реактив Гриньяра, магниорганическое соединение, кетон, ацетилендиолы, растворитель, диэтиловый эфир, тетрагидрофур.

**Kirish.** Bugungi kunda jahonda kimyo sanoatiga zamonaviy texnologiyalarni kiritish orqali yangi turdagi organik birikmalar sintez qilish, ular asosida noyob xossalarga ega polimer va plastik materiallar, erituvchilar, fungitsidlar, stimulyatorlar, antibiotiklar, garmonlar, yelim va bo'yoqlar yaratish dolzarb vazifalardan hisoblanadi [1]. Grinyar-Iotsich reaksiyasi asosida yangi atsetilen spirtlari sintezida mahsulot unimini oshirish maqsadida yuqori samara beradigan mexanizmlarni ishlab chiqish, ekologik toza, chiqindisiz resurs, tejamkor texnologiyalarni yaratish, atsetilen spirtlari va ularning tozaligi, tuzilishi va xossalarni zamonaviy fizik-kimyoviy usullarda aniqlash, ulardan kimyoviy korroziyada ingibitorlar, biokorroziya jarayoniga qarshi biotsidlar, qatlam hosil qiluvchi komponentlar uchun ionitlar va qishloq xo'jaligida defoliyantlar sifatida qo'llash kabi masalalar dolzarb hisoblanadi [2].

Elementorganik birikmalar kimyosi hozirgi kunda sintetik kimyoning juda tez rivojlanayotgan qismlaridan biri hisoblanadi [3]. Elementorganik birikmalarga metallorganik birikmalar (C-Me), magniyorganik birikmalar (C-Mg), bororganik birikmalar (C-B), kremniyorganik birikmalar (C-Si), fosfororganik va mishyakorganik birikmalar (C-P, C-As), selenorganik hamda tellurorganik birikmalar (C-Se, C-Te) va hokazolar misol bo'ladi [4].

Metallorganik birikmalarni organik sintezda ko'p qo'llanilishiga sabab shuki, ular kimyoviy juda faol va turli reaksiyalarga oson kirishadi. Metallorganik birikmalarning ayrimlari selektiv reagent hisoblanadi [5].

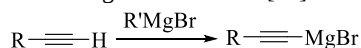
Magniy organik birikmalarni 1900-yilda Fransuz olimi V. Grinyar kashf etgan, bunda alkil galogenidlarning suvsizlantirilgan efirdagi eritmasiga magniy metalining kukunini ta'sir ettirib, aralash magniy organik birikmalarni (Grinyar reaktivi) sintez qilgan [6]. Grinyar reaktivining alkinlar bilan birikishidan yangi barqaror birikmalar Iotsich tomonidan sintez qilingan [7]. Shundan kelib chiqqan holda, Grinyar-Iotsich usuli deb yuritilmoqda. Grinyar-Iotsich reaktividan foydalanib, uglevododlar, spirtlar, ketonlar, kislotalar va boshqa birikmalar olish mumkin [8].

**Tajriba qismi.** Uch og'izli 500 ml kolbaga mexanik aralashtirgich, qaytarma sovutkich, tomizgich voronka o'rnatib, 200 ml tetragidrofuran solindi va 6 g (0,25 mol) kukun holiday magniy metali qo'shib aralashtiriladi tomizgich voronka orqali 40,5 g etilbromid qo'shiladi va sistemadagi aralashma 60 minut davomida qaynatiladi. Hosil bo'lgan mahsulot (Grinyar reaktivi) 10-15 °C harorat gacha sovutilib 30 minut davomida aralashtiriladi.

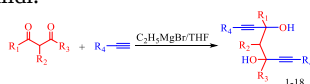
Ma'lumki, Grinyar reaktivi RMgX havo kislorodiga, namlikka sezgir va uni kavsharlangan ampulalarda absolyut erituvchida saqlanadi. Odatda Grinyar reaktivi aniq bir reaksiya uchun olinadi va aralashmadan ajratib olinmasdan ishlatiladi.

Olingan Grinyar reaktivi eritmasiga 25,5 g (0,25 mol) fenilatsetilen va 120 minut davomida aralashtirilib turilgan holda tomiziladi bunda kolbadagi -5 - 0 °C harorat suyultirilgan azot orqali ushlab turiladi, va yana 120 minut davomida 0,25 mol ketonning teng hajmdagi eritmasi qo'shiladi. Reaksiya oxiriga yetkazilgach hosil bo'lgan aralashma (3×25 ml) muzli suv bilan ekstraksiya qilinadi va suyultirilgan xlorid kislatadan cho'kma erib ketguncha qo'shiladi, va natriy sulfat bilan quritilib, vakumda haydash orqali fraksiyalarga ajratiladi.

**Reaksiya ximizmi.** Grinyar reagenti EtMgBr/THF atsetilen qatori uglevodorodlari bilan reaksiyaga kirishganda alkil tuzlarini hosil qiladi va hosil bo'lgan birikma Iotsich reagenti deb ataladi [10].



Grinyar-Iotsich usulida C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>MgBr/THF ishtirokida atsetilen diollarini sintezi amalga oshirildi, va reaksiya sxemasi adabiyot manbalari asosida quyidagicha taklif etildi.



R<sub>1</sub>= Me, R<sub>3</sub>= Me, R<sub>4</sub>= H (1)

R<sub>1</sub>= Me, R<sub>2</sub>= H, R<sub>3</sub>= Me, R<sub>4</sub>= H (2)

R<sub>1</sub>=Me, R<sub>2</sub>=Me, R<sub>3</sub>=Me, R<sub>4</sub>= H (3)

R<sub>1</sub>= Me, R<sub>2</sub>= 2H, R<sub>3</sub>=Me, R<sub>4</sub>=H (4)

R<sub>1</sub>= Th, R<sub>2</sub>= H, R<sub>3</sub>= Me, R<sub>4</sub>= H (5)

R<sub>1</sub>= Th, R<sub>2</sub>= H, R<sub>3</sub>= CF<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>= H (6)

R<sub>1</sub>= Me, R<sub>3</sub>= Me, R<sub>4</sub>= Hx (7)

R<sub>1</sub>= Me, R<sub>2</sub>= H, R<sub>3</sub>= Me, R<sub>4</sub>= Hx (8)

R<sub>1</sub>= Me, R<sub>2</sub>=Me, R<sub>3</sub>= Me, R<sub>4</sub>= Hx (9)

R<sub>1</sub>= Me, R<sub>2</sub>=2H, R<sub>3</sub>=Me, R<sub>4</sub>=Hx (10)

R<sub>1</sub>= Th, R<sub>2</sub>= H, R<sub>3</sub>= Me, R<sub>4</sub>= Hx (11)

R<sub>1</sub>= Th, R<sub>2</sub>= H, R<sub>3</sub>= CF<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>=Hx (12)

R<sub>1</sub>= Me, R<sub>3</sub>= Me, R<sub>4</sub>= Ph (13)

R<sub>1</sub>= Me, R<sub>2</sub>= H, R<sub>3</sub>=Me, R<sub>4</sub>= Ph (14)

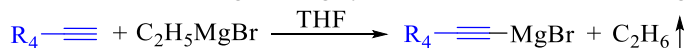
R<sub>1</sub>= Me, R<sub>2</sub>=Me, R<sub>3</sub>=Me, R<sub>4</sub>=Ph (15)

R<sub>1</sub>= Me, R<sub>2</sub>=2H, R<sub>3</sub>=Me, R<sub>4</sub>= Ph (16)

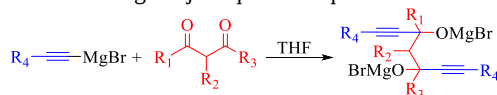
R<sub>1</sub>= Th, R<sub>2</sub>= H, R<sub>3</sub>= Me, R<sub>4</sub>= Ph (17)

R<sub>1</sub>= Th, R<sub>2</sub>= H, R<sub>3</sub>= CF<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>= Ph (18)

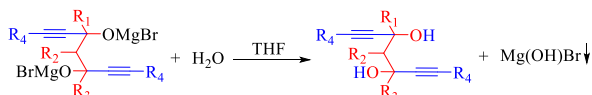
**Reaksiya mexanizmi.** Dastlab jarayon boshlanishi bilan alkil qatori uglevodorodlari Grinyar reaktivi bilan ta'sirlashib o'zining molekulasidagi harakatchan vodorodi hisobiga etilmagniybromid bilan ta'sirlashib alkilmagniybromidni hosil qiladi [12].



Reaksiyaning keyingi bosqichida alkilmagniybromid keton bilan nukleofil birikish reaksiyasi orqali, ya'ni magniy bromid keton molekulasidagi kislorodning juftlashgan elektronlariga hujum qilib oraliq birikmani hosil qiladi.



Hosil bo'lgan oraliq kompleks tuz suv bilan gidroliz qilinib tegishli atsetilen diollari olinadi, magniy gidrosobromid esa cho'kmaga tushadi [13], [14].



**Olingan natijalar tahlili.** Grinyar reaktivi yordamida turli xil tabiatga ega AD ni sintez qilish naqsadida, butadion-2,3, pentadion-2,4, 3-metilpentadion-2,4, geksadion-2,5, 1-(tiofenil-2)pentadion-1,4 va 4,4,4-trifloro-1-(tiofenil-2)butadion-1,3 kabi ikkita funksional guruh tutgan ketonlarga, atsetilen qatori uglevodorodlaridan atsetilen, oktin-1 va fenilatsetilen ishtirokida alkinillash reaksiyasi yordamida tegishli atsetilen diollari sintez qilindi.

Shundan, sintez qilingan AD (1), 3,4-dimetilgeksadiin-1,5-diol-3,4 81,3%, (2), 3,5-dimetilgeptadiin-1,6-diol-3,5 80,7%, (3), 3,4,5-trimetilgeptadiin-1,6-diol-3,5 80,2%, (4), 3,6-diimetiloktadiin-1,7-diol-3,6 79,8%, (5), 3-metil-5-(tiofenil-2) geptadiin-1,6-diol-3,5 79,2%, (6), 3-(tiofenil-2)-5-(triflorometil)geptadiin-1,6-diol-3,5 78%, (7), 9,10-dimetiloktadekadiin-7,11-diol-9,10 78,5%, (8), 9,11-dimetilnonadekadiin-7,12-diol-9,11 79%, (9), 9,10,11-trimetilnonadekadiin-7,12-diol-9,11 78,4%, (10), 9,12-dimetilikozadiin-7,13-diol-9,12 77,6%, (11), 9-metil-11-(tiofenil-2)nonadekadiin-7,12-diol-9,11 77,1%, (12), 9-(tiofenil-2)-11-(triflorometil)nonadekadiin-7,12-diol-9,11 78,6%, (13), 3,4-dimetilgeksadiin-1,5-diol-3,4 76,7%, (14), 3,5-dimetil-1,7-difenilgeptadiin-1,6-diol-3,5 78,2%, (15), 3,4,5-trimetil-1,7-difenilgeptadiin-1,6-diol-3,5 79%, (16), 3,6-dimetil-1,8-difeniloktadiin-1,7-diol-3,6 78%, (17), 3-metil-1,7-difenil-5-(tiofenil-2) geptadiin-1,6-diol-3,5 76%, (18), 1,7-difenil-3-(tiofenil-2)-5-(triflorometil)geptadiin-1,6-diol-3,5 75%, unum bilan sintez qilindi.

Grinyar-Iotsich reaktivi asosida AD sintez qilish jarayoni, -5 - 0 °C harorat va 2-6 soat vaqt oralig'ida turli erituvchilarda, yani DEE va THF eritmalarida olib borildi. Boshlang'ich mahsulotlar ekvimolyar nisbatda olindi. Atsetilen diollarining unimi yuqori chiqishi uchun yuqori qaynash xaroratiga ega erituvchilar tanlab olindi.

1-Jadval

AD unumiga erituvchilar tabiati va reaksiya davomiyligi ta'siri  
(harorat -5 - 0 °C)

| AD | Mahsulot unimi %                       |        |        |                                        |        |        |
|----|----------------------------------------|--------|--------|----------------------------------------|--------|--------|
|    | Erituvchi DEE, va reaksiya davomiyligi |        |        | Erituvchi THF, va reaksiya davomiyligi |        |        |
|    | 2 soat                                 | 4 soat | 6 soat | 2 soat                                 | 4 soat | 6 soat |

|    |      |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|------|
| 1  | 54,5 | 66,6 | 52,7 | 75,1 | 81,3 | 67   |
| 2  | 52,2 | 66   | 56,2 | 74   | 80,7 | 69,3 |
| 3  | 50,3 | 64   | 55   | 73,4 | 80,2 | 69   |
| 4  | 56,4 | 68   | 45,6 | 69   | 79,8 | 64,8 |
| 5  | 55,1 | 65   | 43,2 | 68,8 | 79,2 | 62,5 |
| 6  | 53,6 | 62   | 44,8 | 68   | 78   | 63   |
| 7  | 62   | 71,7 | 53,5 | 66,5 | 78,5 | 60,8 |
| 8  | 59,3 | 67,1 | 47   | 71,7 | 79   | 68   |
| 9  | 52   | 72,3 | 42,3 | 70   | 78,4 | 62,7 |
| 10 | 66,2 | 70,5 | 59   | 67,4 | 77,6 | 64,1 |
| 11 | 58   | 70   | 42,7 | 66,5 | 77,1 | 58   |
| 12 | 55   | 66   | 47   | 70   | 78,6 | 65,4 |
| 13 | 51,4 | 71   | 55   | 70,3 | 76,7 | 61   |
| 14 | 57   | 70,8 | 50,5 | 69,8 | 78,2 | 61,5 |
| 15 | 56,1 | 67   | 47   | 71,3 | 79   | 63,4 |
| 16 | 58   | 70,8 | 48   | 69   | 78   | 61   |
| 17 | 52,6 | 67,7 | 51   | 70,4 | 76   | 64   |
| 18 | 58   | 65   | 52   | 68   | 75   | 62   |

Jadvaldan ko'rinib turibdiki jarayon 2 soat davomida apraton erituvchi DEE va THF da olib borilganda to'liq reaksiyaga kirisha olmagan ketonlar kondensatsiyaga uchrab qolishi yoki yenollanishi natijasida barqaror oraliq va qo'shimcha birikmalarni hosil bo'lishi hisobiga mahsulot unimi kamayishi kuzatiladi.

Grinyar-Iotsich reaksiyasi 6 soat davomida olib borilganda tanlangan erituvchilarda bir xil qonuniyat asosida mahsulot unumining kamayishi kuzatildi. Bunda jarayonda hosil bo'lgan atsetilen diollari reaksiyaga kirishmagan ketonlar bilan o'zaro ta'sirlashib atsetallar hosil qilishi, atsetilen spirtlari qisman polimerlanishi yoki eritmadagi Mg(OH)Br bilan ta'sirlashib alkogolyatlarga aylanishi natijasida mahsulot unumi kamayadi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra Grinyar-Iotsich usulida atsetilen diollari olishda THF eritmasida, reaksiya davomiyligini 4 soatda olib borilganda boshlang'ich moddalar to'liq reaksiyaga kirishib, eng optimal vaqt qilib belgilandi.

Bundan tashqari atsetilen diollari unimiga erituvchilar tabiati ham o'rganildi, jadvaldan ko'rinib turibdiki, reaksiya DEE va THF erituvchilarida olib borilgan, jarayon THF eritmasida o'tkazilganda AD maksimum unim bilan chiqqanligi kuzatildi. Buning sababi THF eritmasidagi alkil galogenidiga magniy metali ta'sir ettirilganda reaksiya juda tez borishi va ko'p miqdorda Grinyar reaktivining hosil bo'lishi aniqlandi, va erituvchi THF kuchli asos xossasiga ega bo'lganligi uchun Grinyar reaktivining kation qismini, ya'ni kislotaga qismini solvatlaydi. Bundan tashqari ushbu erituvchilar nafaqat erituvchi, balki katalizator vazifasini ham bir vaqtda bajarib beradi. Katalitik reaksiyalarda asosiligi yuqori bo'lgan katalizatorlarning katalitik faolligi ham yuqori bo'lishi, bu esa mahsulot unumining ortishiga olib keladi.

DEE erituvchida atsetilen diollari unimi past chiqishiga sabab DEE eritmasida alkil galogenidga magniy metali ta'sir ettirilganda reaksiya juda sekin ketishi aniqlandi, DEE dagi kislorod atomi umumlashmagan elektron jufti hisobiga kuchsiz asos hossasiga ega, bu esa mahsulot unumining pasayishiga olib keldi.

Grinyar-Iotsich reaksiyasi aproton erituvchilar hisoblangan DEE va THF eritmalarida olib borilganda, dielektrik doimiyliigi va dipol momenti yuqori bo'lgan THF da mahsulot unumi yuqori chiqishi isbotlandi.

Metall organik birikmalar asosida AD sintez qilinganda, boshlang'ich mahsulotlarning ya'ni ketonlar molekulyar massasi, tuzilishi va radikallarning tabiati ham mahsulot unumiga ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki ketonlar molekulyar massasining ortib borishi yoki karbonil guruh atrofida hajmdor radikallarning ko'payishi jarayonlarning borishini qiyinlashtiradi.

Karbonil guruhi uglerodi atrofida joylashgan radikallarning tabiati va radikallarning fazoviy ta'sir etish xossasiga ko'ra ketonlarning Grinyar-Iotsich reaksiyasiga kirishishini quyidagi - 4,4,4-trifloro-1-(tiofenil-2)butadion-1,3 < 1-(tiofenil-2)pentadion-1,4 < 3-metilpentadion-2,4, <geksadion-2,5 < pentadion-2,4 < butadion-2,3 < qatori bo'yicha oshib borishi aniqlandi.

Grinyar-Iotsich usulida AD sintez qilish jarayoni boshlang'ich mahsulotlar ekvimolyar nisbatda, THF eritmasida, -5 - 0 °C haroratda, 4 soat davomida olib borilgan holat eng muqobil sharoit qilib olindi.

**Xulosa.** Magniy organik birikma yordamida metilpropilketon, butadion-2,3, pentadion-2,4, geksadion-2,5, 3-metilpentadion-2,4, 1-(tiofenil-2)pentadion-1,4 va 4,4,4-trifloro-1-(tiofenil-2)butadion-1,3 ning atsetilen, oktin-1 va fenilatsetilen bilan reaksiyasi amalga oshirilib tegishli AD sintez qilindi. Reaksiya unumiga DEE va TGF erituvchilar ta'sir o'rganildi va jarayon THF eritmasida o'tkazilganda AD yuqori unim bilan hosil bo'lgani aniqlandi. Reaksiya 4 soatda -5 - 0 °C haroratda THF da olib borilganda AD unimi yuqori chiqishi kuzatildi.

#### ADABIYOTLAR

1. Ахмедов Қ.Н., Йўлдошев Х.Й., Ахмедов У.Ч.. Органик кимё усуллари. I қисм, // Ўқув қўлланма. Т. Университет, 2013, 288 бет.
2. Medvedeva A.S., Demina M.M., Novopashin P.S., Sarapulova G.I., Afonin A.V. Prop-2-yn-1-als and 1-phenylprop-2-yn-1-one in the chalcogen Baylis-Hillman reaction // Journal of Organometallic Chemistry, 2002, № 3. – P. 110-111.
3. Reich Melanie. Addition of a lithium acetylide to an aldehyde; 1-(2-pentyn-4-ol)-cyclopent-2-en-1-ol // Chemical Spider Synthetic Pages. 2001. Volume 24. pp. 137.
4. Midland M.M., McLoughlin J.I., Werley R.T. Preparation and Use of Lithium Acetylide: 1-Methyl-2-ethynyl-endo3,3-dimethyl-2-norbornanol // Journal Organic Synthesis. 1999. Volume 8. № 14. pp. 391.
5. Weil T.F., Schreiner P.R. Organo catalytic alkynylation of aldehydes and ketones under phase-transfer catalytic conditions // European Journal of Organic Chemistry, V.24(237). 2005 pp. 2213-2219.
6. Yamamoto H., Oshima K. Main Group Metals in Organic Synthesis. Wiley-VCh. – Weinheim, 2004. p. 4012.
7. Midland M.M., Alfonso T.R., John R.C. Synthesis of alcohols using Grignard reagents // Journal Organic Chemistry. 1998. № 63(1). pp. 21-26.
8. Zhang R., Xia Y., Yan Y., Ouyang L. Cu-Catalyzed, Mn-mediated propargylation and allenylation of aldehydes with propargyl bromides // BMC Chemistry, 2022, Volume 16, 14. pp. 1-9.
9. Biao Jiang and Yu Gui Si. Alkynylation of carbonyl compounds with terminal acetylenes promoted by ZnCl<sub>2</sub> and Et<sub>3</sub>N: Simple, mild and efficient preparation of propargylic alcohols // Tetrahedron Letters, 2022, Volume 43, pp. 8323-8325.

10. Темкин О. Н. “Золотой век” гомогенно-каталитической химии алкинов: димеризация и олигомеризация алкинов // Кинетика и катализ, 2019, Том 60, № 6, С. 683-724.
11. Lin Min, Chen Qing-zhen, Zhu Yu, Chen Xin-liang, Cai Ji-jun, Pan, Ying-ming, Zhan Zhuangping. Copper(II)-Catalyzed Synthesis of Pirimidines from Propargylic Alcohols and Amidine: A Propargylation-Cyclization-Oxidation Tandem Reaction // Synlett, 2011, №8, pp. 1179.
12. Ziyadullaev Odiljon, Otamukhamedova Guzal, Ikramov Abduvakhab, Abdurakhmanova Saida, Boytemirov Otabek. Synthesis Of Aromatic Acetylene Alcohols Using Complex Catalytic Systems // Chemistry and Chemical Engineering, 2021, №2, pp. 58-72.
13. Ziyadullayev O.E., Saliyeva M.K., Talipov R.F., Otamuxamedva G.Q. Ayrim geteroatomli aldegidlarni ProPhenol/Me<sub>2</sub>Zn/TGF katalitik sistemasida alkinlash jarayoni "Qishloq va suv xo'jaligida innovatsion texnologiyalarni qo'llash samaradorligi" // Xalqaro ilmiy konferensiya materiallari to'plami. 773-843 b.
14. Аблакулов Лочинбек Кучкорович, Икрамов Абдувахаб, Зиядуллаев Одилжон Эгамбердиевич, Отақўзиев Дилшод Дўлтаҳўжа ўғли. Магний органик бирикмалар асосида ароматик ацетилен спиртлари синтези // FarDU. Ilmiy habarlari jurnali 2021, №6.



UDK: 543.6 (31.8)

**Zuhra ASROROVA,**

*Jizzax davlat pedagogika universiteti tayanch doktoranti*

*E-mail: asrorova96@list.ru*

**Zuhra YAXSHIYEVA,**

*Jizzax davlat pedagogika universiteti professori*

**Marhabo JURAYEVA,**

*Abu Ali ibn Sino nomidagi Jizzax jamoat salomatligi texnikumi o'qituvchisi*

**Dilnoza SAIDMIRZAYEVA,**

*Jizzax pedagogika instituti assistent o'qituvchisi*

*JizPi dotsenti D.Xadjiboyev taqrizi ostida*

## 2-AMINO-5-ETHYL-1,3,4-THIADIAZOLE THERMOCHEMICAL ANALYSIS

### Annotation

Today, the identification of complexes formed by heavy metals with organic compounds is widely used. For this purpose, the chosen substance must meet the reagent requirements. In this article, the thermodynamic analysis of 2-amino-5-ethyl-1,3,4-thiadiazole, a complex organic compound, was conducted, and the results obtained were compared with the literature [1,2]. Thermochemical research on 2-amino-5-ethyl-1,3,4-thiadiazole aims to identify possible correlations for evaluating the energy properties, structural characteristics, and stability of the compounds[3].

**Key words:** 2-amino-5-ethyl-1,3,4-thiadiazole, reagent, HOMO, LUMO, bond energy, metal complex, electrostatic potential.

## 2-АМИНО-5-ЭТИЛ-1,3,4-ТИАДИАЗОЛ: ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

### Аннотация

На сегодняшний день для определения комплексов, образованных тяжёлыми металлами с органическими веществами, широко используется этот метод. Для этого выбранное вещество должно соответствовать требованиям реактива. В данной статье проведён термодинамический анализ 2-амино-5-этил-1,3,4-тиадиазола, сложного органического соединения, и полученные результаты были сопоставлены с литературными данными [1,2]. Термохимическое исследование 2-амино-5-этил-1,3,4-тиадиазола направлено на выявление возможных корреляций для оценки энергетических свойств, структурных характеристик и стабильности соединений [3].

**Ключевые слова:** 2-амино-5-этил-1,3,4-тиадиазол, реактив, HOMO, LUMO, энергия связи, металлический комплекс, электростатический потенциал.

## 2-AMINO-5-ETIL-1,3,4-TIADIAZOLNING TERMOKIMYOVIY TAHLILI

### Annotatsiya

Bugungi kunga kelib og'ir metallarni organik moddalar bilan hosil qilgan komplekslari asosida aniqlash keng qo'llanilmoqda. Buning uchun tanlangan modda reagent talablariga javob berishi kerak. Ushbu maqolada 2-amino 5-etil- 1,3,4-tiadiazol murakkab organik birikma termodinamik tahlil qilindi va olingan natijalar adabiyotlar bilan taqqoslandi [1,2]. 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazolni termokimyoviy tadqiq qilish - bu birikmalarning energiya xossalari va strukturaviy xususiyatlari va barqarorligini baholash uchun mumkin bo'lgan bog'liqlikni aniqlashga qaratilgan [3].

**Kalit so'zlar:** 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazol, reagent, HOMO, LUMO, bog' energiyasi, metall kompleks, elektrostatik potentsial.

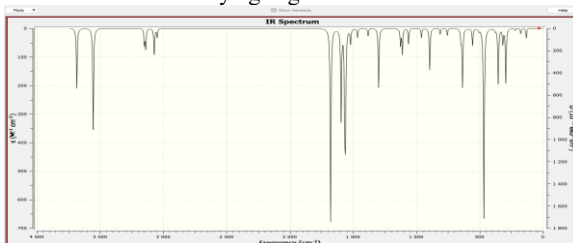
**Kirish. 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazol** – bu geterotsiklik birikma bo'lib, tiadiazol halqasi bilan bog'langan amino guruh va C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>- guruhini o'z ichiga oladi. Bu birikma, ko'pincha biologik faol moddalar yoki farmatsevtika va analik kimyo tadqiqotlari uchun muhim bo'lishi mumkin. Xususan uning og'ir metall atomlari bilan kompleks birikmalar hosil qilishi ushbu metallarni aniqlash va tahlil qilishda ahamiyatlidir.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Peter Atkins va Ronald Friedmanlarning "Molecular Quantum Mechanics" kitobida molekuladagi bog'lanishlarning vibratsion holatlari IQ spektroskopiya yordamida o'rganiladi. 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazol molekulasidagi amin guruhlarining va etil guruhining qanday bog'lanishlarni ifodalashini kvant kimyo yordamida hisoblash mumkin [4] deyilgan. Shunga ko'ra o'rganish uchun olingan modda molekulasi IQ spektroskopiyada tahlil qilindi (1-rasm). David Young o'zining "Computational Chemistry: A Practical Guide for Applying Techniques to Real-World Problems" kitobida IQ spektroskopik tahlilni qanday o'tkazish hamda amin va etil guruhlarining IQ spektridagi o'zgarishlarini hisoblash haqida ko'rsatmalar berib o'tgan. 2-amino-5-etil-1,3,4-tiadiazol molekulasida ham yuqorida keltirilgan funksional guruhlar mavjud [5]. Isha Singx, Lamy H Al-Vahaibi va boshqalar biz tanlagan moddaga yaqin xossalarga ega 2-amino-5-triflorometil-1,3,4-tiadiazolning TD-DFT natijalari bilan hisoblangan o'tish to'lqin uzunliklari eksperimental ma'lumotlarga yaxshi mos kelishini aytib o'tganlar hamda birikmaning monomeri N-H N vodorod aloqalari orqali dimerlarni hosil qilish uchun qo'shilganligi sababli, biz vodorod bog'ining kuchini baholash va tizim ichidagi zaryad o'tkazuvchanligini (molekulyar va molekulalararo) baholash uchun monomer bilan bir qatorda tabiiy bog'lanish orbital (NBO) tahlilini o'tkazganlari haqida ilmiy maqolalarida habar berishgan [6].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Ushbu ishda boshqa olimlarning tadqiqotlari, ilmiy maqolalar, monografiyalar, va kvant kimyo metodlari asosida 5-etil-1,3,4-tiadiazol-2-amino molekulasining tuzilishi, spektral xususiyatlari, bog' uzunligi va zaryad taqsimoti

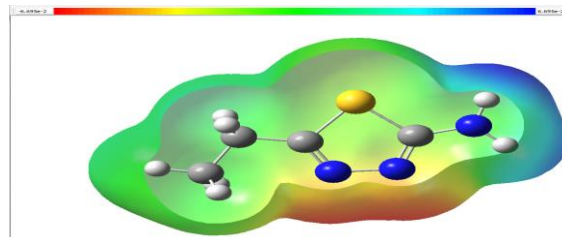
haqidagi mavjud ma'lumotlar yig'iladi. Molekulaning elektron strukturasi, zaryad taqsimotini va bog' uzunliklarini o'rganish uchun kvant kimyo va molekulyar simulyatsiya metodlarini qo'llash zarurdir. Kerakli adabiyotlar tahlilidan so'ng Density Functional Theory (DFT) yoki boshqa kvant kimyo metodlari yordamida molekuladagi elektron struktura va orbitalar tahlili amalga oshiriladi. DFT metodini ishlatish uchun HOMO va LUMO shuningdek IQ spektroskopik tahlili va ushbu moddada bog' uzunligi va molekulada zaryadning taqsimlanishi ko'rib chiqiladi.

**Tahlil va natijalar.** Dastlab 5-etil-1,3,4-tiadiazol-2-aminoning molekulasini IQ spektroskopik tahlildan o'tkazildi (1-rasm). Ushbu tahlil bu turdagi birikmalarning strukturasi aniqlashda juda muhimdir. IQ spektroskopik tahlil molekuladagi alifatik va aromatik guruhlar mavjudligini aniqlash, funksional guruhlar joylashuvini va turini belgilash, kimyoviy tuzilishdagi o'zgarishlarni aniqlash, shu jumladan molekulada ichidagi bog'lanishlarning yutilish chastotalarining farqlanishini o'rganish, kompozitsiyaning to'g'riligini tekshirishda muhim ahamiyatga ega.



**1-rasm.** 5-etil 1,3,4-tiadiazol 2-aminoning IQ-spektrometrik tahlili.

Elektrofil va nukleofil jarayonlar uchun reaktiv markazlarni bashorat qilish uchun optimallashtirilgan B3LYP/6-311G(d,p)/Lanl2DZ geometriyasida elektrostatik sirt potentsiallari olindi. Sirdagi elektrostatik potentsialning turli qiymatlari turli xil ranglar bilan ifodalanadi, va potentsial quyidagi tartibda ortadi: qizil < to'q sariq < sariq < yashil < ko'k. Molekulyar elektrostatik potentsial (MEP) ning salbiy qizil hududlari elektrofil reaktivligi va ijobiy (ko'k) hududlari nukleofil reaktivligi bilan bog'liq. Molekulaning MEP tahlilidan ko'rinib turibdiki, tiadiazol halqasining azotlari ko'proq salbiy potentsialga ega, aminokislotalarning vodorodlari esa ijobiydir (2-rasm).

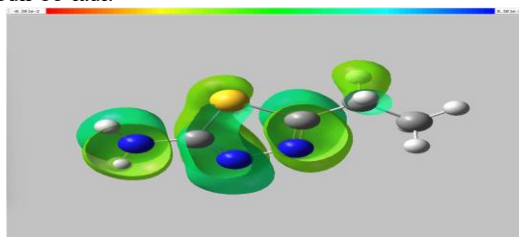


**2-rasm.** 5-etil 1,3,4-tiadiazol 2-aminoning optimallashtirilgan B3LYP/6-311G(d,p)/Lanl2DZ geometriyasida elektrostatik sirt potentsiallari.

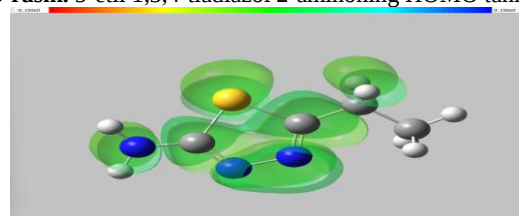
Frontier Molekular Orbital (FMO) tahlili.

HOMO energiyasi elektronlarni berish qobiliyatini, LUMO elektronlarni qabul qilish qobiliyatini va HOMO va LUMO orasidagi bo'shliq molekulaning kimyoviy barqarorligini tavsiflaydi. DFT/B3LYP/6-311G(d,p)/Lanl2DZ molekulasi uchun HOMO-LUMO energiya va energiya bo'shlig'i (DE) va natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

Ijobiy faza qizil, salbiy faza yashil. Rasmdan ko'rinib turibdiki, HOMO asosan gidroksil guruhlarining kichik hissasi bilan piridin halqasida lokalizatsiya qilingan. Boshqa tomondan, LUMolar asosan uglerod-azot va uglerod-kislorod aloqalarida lokalizatsiya qilinadi. Elektronlarning HOMO va LUMO dan o'tishi hisobiga asosiy holatdan qo'zg'aluvchan holatga elektron o'tish asosan p - p\* o'tish hisobiga sodir bo'ladi.



**3-rasm.** 5-etil 1,3,4-tiadiazol 2-aminoning HOMO tahlili.



**4-rasm.** 5-etil 1,3,4-tiadiazol 2-aminoning LUMO tahlili.

PMO ning hisoblangan dipol momenti, qutblanish qobiliyati va energiyalari

| Dipol momenti (Debye) | Polarizatsiya (a.u.) | Energiya HOMO | Energiya LUMO | Energiya $\Delta E$ |
|-----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------------|
| 3,125667              | 70,62892             | -0,22502      | -0,00639      | 0,21863             |

1-jadval

Jadvaldagi natijalarga ko'ra tanlangan moddani reagent sifatida qo'llash mumkin. 5-etil 1,3,4-tiadiazol 2-aminoning Cu(II), Zn(II), Mn(II), Co(II), Cr(III) va Cd(II) kabi metallar bilan ma'lum sharoitlarda kompleks birikmalar hosil qilishi o'rganilgan [7]. Termokimyoy. Ushbu dastur yordamida termodinamik parametrlar ham hisoblab chiqilgan.

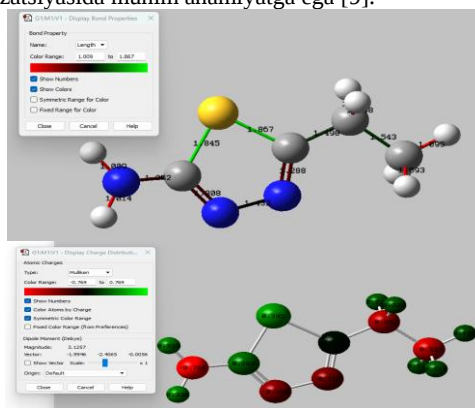
2-jadval

Ligand molekulasini 2-(5-metil-[1,3,4]tiadiazol-2-ilsulfo) sirka kislotasining termodinamik xususiyatlari

| Xususiyatlari            | Qiymati | O'lchov birligi  |
|--------------------------|---------|------------------|
| Nol nuqtali energiya     | 64,845  | Kkal/mol         |
| Ichki energiya           | 70,674  | Kkal/mol         |
| Entalpiya (H)            | 71,267  | Kkal/mol         |
| Gibbs bo'sh energiya (G) | 43,141  | Kkal/mol         |
| Issiqlik sig'imi (CV)    | 33,623  | kal/Mol * Kelvin |
| Entropiya (S)            | 94,333  | kal/mol * Kelvin |

2-jadvalda ko'rsatilgan natijalar o'rganib chiqildi va mavjud manbalar bilan taqqoslandi [8].

Molekuladagi zaryadlarning taqsimlanishida molekuladagi amino guruh, tiadiazol halqasi, oltingugurt atomi atomlarning elektron tuzilmasi va bog'larning polarizatsiyasida muhim ahamiyatga ega [9].



5-6-rasmlar. Bog' uzunligi va molekulada zaryadning taqsimlanishi

Bog' uzunligi molekulalar strukturasi va uning reaktivligini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi. Zaryadning taqsimlanishi molekuladagi elektron zichligi va atomlar o'rtasidagi elektron taqsimoti bilan bog'liq bo'lib, uning HOMO va LUMO orbitalarining farqi yordamida aniqlanadi.

**Xulosa.** Ushbu tadqiqotda 2-amino-1,3,4-tiadiazol 5-etil molekulasining IQ-spektroskopik xususiyatlari, HOMO va LUMO orbitalari tahlili o'rganildi. Molekulaning spektral xususiyatlari va elektron strukturasi yanada chuqurroq tushunish uchun, molekulaning optik va elektron tahlillari olib borildi. IQ-spektroskopik tahlil natijalari molekulaning so'ngi energiya darajalaridagi o'tishlarni aniqlashga yordam berdi. Tadqiqot molekulaning elektron tuzilmasida 5-etil guruhining molekulaga kiritilishi bilan bog'liq spektroskopik o'zgarishlarni ko'rsatdi. Bu o'zgarishlar molekuladagi elektronlar uchun yangi o'tishlarni keltirib chiqargan bo'lib, uning optik va elektron xususiyatlarini kuchaytiradi. HOMO va LUMO orbitalari tahlili, molekulaning elektron qonuniyatlarini va uning reaktivligini chuqurroq tushunishga imkon berdi. HOMO orbitali bilan LUMO orbitali orasidagi energiya farqi ( $\Delta E$  0,21863) molekulaning elektron uzatish qobiliyatini ko'rsatadi. Tadqiqotda, 2-amino-1,3,4-tiadiazol 5-etil molekulasining  $\Delta E$  qiymati nisbatan kichik bo'lib, bu molekulani elektronlarni samarali qabul qilish va uzatishga qodir qiladi. Bu xususiyatlar undan og'ir metallarni aniqlash imkonini ham beradi.

#### ADABIYOTLAR

1. [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2-Amino-5-ethyl-1\\_3\\_4-thiadiazole](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2-Amino-5-ethyl-1_3_4-thiadiazole)
2. Luisa MPF Amaral, Tânia MT Karvalyo va Mariya DMC Ribeiro da Silva "Amino-1,2,4-triazol hosilalarining termokimyosi" 2024 yil 03 may/ Termal tahlil va kalorometriya jurnali.
3. Ana CMO Lima, Ana LR Silva, Xorxe M. Gonsalves va Mariya DMC Ribeiro da Silva ["2-amino-1,3,4-tiadiazol va ikkita alkil almashtirilgan aminotiadiazollarning nisbiy barqarorligi bo'yicha termodinamik tadqiqot"] 25-sentabr 2024-yil/ Termal tahlil va kalorometriya jurnali.
4. "Molecular Quantum Mechanics" by Peter Atkins and Ronald Friedman /Oxford University Press// 1970.
5. "Computational Chemistry: A Practical Guide for Applying Techniques to Real-World Problems" David C. Young /Wiley-Interscience //ISBN: 978-0471373547 /2001.
6. Singh I, Al-Wahaibi LH, Srivastava R, Prasad O, Pathak SK, Kumar S, Parveen S, Banerjee M, El-Emam AA, Sinha L. "DFT Study on the Electronic Properties, Spectroscopic Profile, and Biological Activity of 2-Amino-5-trifluoromethyl-1,3,4-thiadiazole with Anticancer Properties". ACS Omega. 2020 Nov 13;5(46):30073-30087. doi: 10.1021/acsomega.0c04474. PMID: 33251442; PMCID: PMC7689922.
7. Nuralieva G.A., Aliyeva M. 2-AMINO 1,3,4-TIADIAZOLNING 3d-METALLAR VA GLUTAR KISLOTA BILAN MURAKKAL BIRIKMALARI // Universum: ximiya i biologiya : elektron. nauchn. jum. 2023. 11(113). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/16087> (ma'lumotlar manzili: 26.02.2025).
8. [https://www.chemicalbook.com/chemicalproductproperty\\_ru\\_cb2466196.htm](https://www.chemicalbook.com/chemicalproductproperty_ru_cb2466196.htm).
9. "Introduction to Computational Chemistry" Frank Jensen // Wiley /2017 yil (3-nashr)



UDC: 547.735'854.218.07:542.976

**Anvarjon BURONOV**,  
PhD student at Sharof Rashidov Samarkand State University  
E-mail: anik-94@inbox.com  
**Azizbek NASRULLAEV**,  
DSc student at Sharof Rashidov Samarkand State University  
**Nie LIFEI**,  
Professor at The Xinjiang Technical Institute of Physics & Chemistry. CAS  
**Khurshed BOZOROV**,  
Professor at Samarkand State University named after Sharof Rashidov  
Professor at The Xinjiang Technical Institute of Physics & Chemistry. CAS  
**Haji Akber AISA**,  
Professor at The Xinjiang Technical Institute of Physics & Chemistry. CAS

Based on the review of Associate Professor, D. B. Tuxtaev from Sh. Rashidov Samarkand State University.

# SYNTHESIS OF (E)-5-(3,4-DIMETHOXYBENZYLIDENE)-3-METHYL-6,7-DIHYDROPYRROLO[1,2-a]THIENO[3,2-d]PYRIMIDIN-9(5H)-ONE

Annotation

(E)-5-(3,4-Dimethoxybenzylidene)-3-methyl-6,7-dihydropyrrolo[1,2-a]thieno[3,2-d]pyrimidin-9(5H)-one (**AR-109**) was synthesized in two steps from ethyl 3-amino-5-bromobenzo[b]thiophene-2-carboxylate (**AT-2**). <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR, HRMS confirmed the structure. Increased reaction temperature and duration significantly improved yield. These derivatives hold promise for pharmaceutical and material applications.

**Key words:** cancer, catalyst, cyclization, drug design, thieno[2,3-d]pyrimidine, Williamson ether synthesis,

## (E)-5-(3,4-DIMETOKSIBENZILIDEN)-3-METIL-6,7-DIGIDROPIRROLO[1,2-a]TIENO[3,2-d]PIRIMIDIN-9(5H)-ON SINTEZI

Annotatsiya

(E)-5-(3,4-dimetoksibenziliden)-3-metil-6,7-digidropirrol[1,2-a]tieno[3,2-d]pirimidin-9(5H)-on (**AR-109**) ikki bosqichda, etil 3-amino-5-bromobenzo[b]tiofen-2-karboksilat (**AT-2**) asosida sintez qilindi. <sup>1</sup>H va <sup>13</sup>C YaMR, YuAMS orqali tuzilma to'liq tasdiqlandi. Reaksiya harorati va davomiyligini oshirish hosildorlikni sezilarli yaxshiladi. Ushbu hosilalar farmatsevtika va materialshunoslikda istiqbolli hisoblanadi.

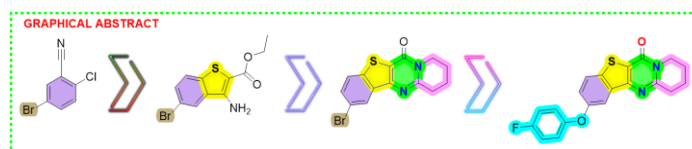
**Kalit so'zlar:** dori dizayni, katalizator, saraton, siklizatsiya, tieno[3,2-d]pirimidin, Uilyamson efir sintezi.

## СИНТЕЗ (E)-5-(3,4-ДИМЕТОКСИБЕНЗИЛИДЕН)-3-МЕТИЛ-6,7-ДИГИДРОПИРРОЛО[1,2-a]ТИЕНО[3,2-d]ПИРИМИДИН-9(5H)-ОНА

Аннотация

(E)-5-(3,4-диметоксибензилиден)-3-метил-6,7-дигидропирроло[1,2-a]тиено[3,2-d]пиримидин-9(5H)-он (**AR-109**) был синтезирован в два этапа из этил-3-амино-5-бромобензо[b]тиофен-2-карбоксилата (**AT-2**). Структура подтверждена <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C ЯМР, ВТМС. Повышение температуры и времени реакции значительно увеличило выход. Эти производные перспективны для фармацевтики и материаловедения.

**Ключевые слова:** катализатор, циклизация, дизайн лекарств, рак, синтез простых эфиров по Вильямсону, тиено[3,2-d]пиримидин.



**Introduction.** Cancer represents a highly intricate and heterogeneous pathology, hallmarked by dysregulated cellular proliferation, invasive potential, and metastatic dissemination. Despite decades of intensive research, it persists as a predominant contributor to global mortality[1]. Recent breakthroughs in oncogenomics, precision therapeutics, and individualized treatment paradigms have markedly enhanced clinical outcomes. This dissertation seeks to elucidate the most recent advancements in cancer biology and therapeutic innovation, with a particular focus on the convergence of systems biology, computational oncology, and state-of-the-art molecular engineering in shaping next-generation treatment modalities.

The emergence of molecularly targeted therapeutics has yielded substantial survival benefits for patients harboring oncogenic driver mutations. Small-molecule inhibitors targeting EGFR, ALK, and BRAF mutations have exhibited profound efficacy in non-small cell lung carcinoma and melanoma[2]. Meanwhile, CRISPR-Cas9 genome editing and RNA-targeted therapeutics are pioneering novel avenues in precision oncology, enabling genetic reprogramming at an unparalleled level of specificity.

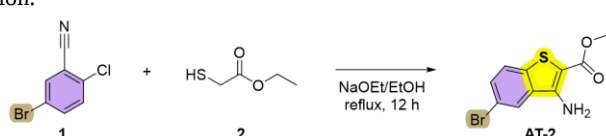
Despite remarkable breakthroughs, formidable challenges persist in overcoming therapeutic resistance, tumor plasticity, and disparities in treatment accessibility. Ongoing research in gene-editing technologies (CRISPR-based modalities), combinatorial therapeutic regimens, synthetic biology, and next-generation pharmacotherapeutics holds immense promise for the future of oncology. Additionally, emerging frontiers such as oncolytic virotherapy, microbiome-modulated cancer therapeutics, and quantum dot-based imaging are poised to redefine cancer diagnostics and therapeutics, ushering in a new era of precision medicine.

**Literature review.** Vitiligo is a dermatological disorder characterized by the progressive depletion of melanocytes within the epidermis, leading to localized hypopigmentation[3]. This condition can affect any anatomical site housing melanocytes, thereby inducing both functional impairments and structural abnormalities in the affected dermal regions. Although the precise etiology remains an area of active investigation, multiple mechanistic hypotheses have been proposed to explain the pathogenesis of vitiligo[4]. The prevailing theory suggests that the disorder arises from melanocyte destruction coupled with dysregulated melanin biosynthesis[5].

Various pharmacological interventions are currently employed in vitiligo therapy, including topical corticosteroids, calcineurin inhibitors, vitamin D<sub>3</sub> analogs, and psoralens[6]. Among these, psoralens (furocoumarins) have been extensively explored due to their ability to intercalate into DNA and induce photoreactivity under ultraviolet (UV) exposure. Clinically relevant examples include 8-methoxypsoralen[7], 5-methoxypsoralen[8], and 4,5,8-trimethylpsoralen[9]. These molecular scaffolds exhibit potent photosensitizing properties, facilitating their therapeutic utility when activated by long-wave UV radiation. However, despite their efficacy, psoralen-based photochemotherapy is associated with notable drawbacks, such as genotoxicity and an elevated risk of photocarcinogenesis[10].

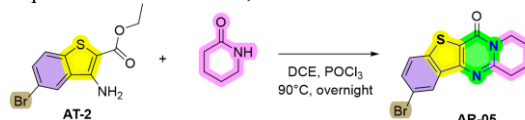
Thieno[2,3-*d*]pyrimidine represents a privileged scaffold with broad pharmacological potential, exhibiting antibacterial and antineoplastic properties, among other bioactivities[11]. Notably, its core framework bears structural similarity to that of psoralen, prompting the hypothesis that thienopyrimidines may exhibit comparable melanogenic activity. Our recent synthetic endeavors resulted in the development of 18 novel sulfonamide-functionalized tricyclic thieno[2,3-*d*]pyrimidin-4-one derivatives, several of which displayed over 1.5-fold greater potency than 8-MOP in preliminary biological evaluations[7]. Encouraged by these findings, the present study details the design and synthesis of 51 new amide derivatives of tricyclic thienopyrimidines and investigates their potential as melanogenesis modulators in murine B16 cell assays.

**Research methodology.** The thienopyrimidine scaffold has multiple reactive centers, making it highly versatile for modifications. However, tri- and tetracyclic derivatives remain underexplored. Our research expands the synthetic scope of tetracyclic thienopyrimidines by developing novel, strategically functionalized derivatives. We synthesized a tetracyclic thieno[3,2-*d*]pyrimidine system incorporating aromatic and aliphatic rings. Further diversification was achieved via regioselective ether bond formation for precise derivatization.



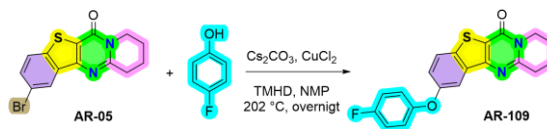
**Scheme 1. Reaction reagent and synthesis condition for AT-2.**

The synthesis of ethyl 3-amino-5-bromothiophene-2-carboxylate (AT-2) was initiated by the cyclization of 5-bromo-2-chlorobenzonitrile (**1**). This transformation proceeded through a nucleophilic substitution mechanism, followed by intramolecular cyclization, driven by the reaction with ethyl 2-mercaptoacetate under alkaline conditions in ethanol. The stepwise formation of this key intermediate, crucial for subsequent functionalization, is outlined in Scheme 1.



**Scheme 2. Reaction reagent and condition for forming AR-05.**

In the next stage, AT-2 underwent acid-catalyzed cyclization with piperidin-2-one under extended reflux, forming the tetracyclic AR-05 (Scheme 2). Optimized conditions ensured efficient ring closure. The reaction proceeded via nucleophilic substitution (S<sub>N</sub>), displacing bromine to form an R–O–R bond through Williamson ether synthesis. AR-05 then underwent modification, yielding AR-109 within the tetracyclic thienopyrimidine core (Scheme 3), involving alkoxide-mediated ether bond formation.



**Scheme 3. Reaction reagent and condition for forming AR-27.**

The table below presents the optimization of the Wallinson reaction under varying reaction conditions, systematically evaluating the impact of key parameters, including the catalyst, solvent, temperature, base, reaction duration, and yield.

**Table 1.**

| Entry | Catalyst             | Solvent | Base                            | Temperature (°C) | Time | Yield (%) | Remarks                |
|-------|----------------------|---------|---------------------------------|------------------|------|-----------|------------------------|
| 1     | CuCl <sub>2</sub>    | NMP     | Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 180              | 12 h | 65        | Standard conditions    |
| 2     | CuCl                 | NMP     | Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 180              | 12 h | 72        | Improved catalyst      |
| 3     | Cu(OAc) <sub>2</sub> | DMF     | Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 200              | 12 h | 58        | Effect of solvent      |
| 4     | CuCl <sub>2</sub>    | NMP     | K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | 180              | 12 h | 60        | Effect of base         |
| 5     | CuCl <sub>2</sub>    | NMP     | Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 190              | 12 h | 75        | Increased temperature  |
| 6     | CuCl <sub>2</sub>    | NMP     | Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 190              | 24 h | 78        | Extended reaction time |
| 7     | CuCl <sub>2</sub>    | Toluene | Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 190              | 12 h | 40        | Less efficient solvent |
| 8     | CuCl <sub>2</sub>    | NMP     | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 190              | 12 h | 55        | Weaker base            |
| 9     | CuCl <sub>2</sub>    | NMP     | Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 202              | 12 h | 80        | Optimal conditions     |
| 10    | CuCl <sub>2</sub>    | NMP     | Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 202              | 24 h | 83        | Highest yield          |

Structural analysis of key intermediates and final products was performed using  $^1\text{H}$ - and  $^{13}\text{C}$ -NMR (VARIAN 400 MHz) with detailed peak assignment and spin-spin coupling evaluation to confirm regioselectivity and reaction completion. HRMS (SCIEX QTRAP 6500+, ESI) provided precise mass determination and isotopic analysis, ensuring molecular formula validation and structural integrity.

**Analysis and results.** The precursor materials were obtained commercially and used without purification. Anhydrous solvents, including ethanol, toluene, ethyl acetate, and 1,2-dichloroethane, prevented moisture interference. Reaction progress was monitored via TLC on HSGF<sub>254</sub> silica plates, with chromatograms visualized under UV (254/365 nm) or iodine staining. TMS served as the internal reference for  $^1\text{H}$ - and  $^{13}\text{C}$ -NMR (VARIAN 400 MHz). HRMS (QTRAP® 6500+) confirmed molecular composition and structural integrity.

**1.1.1. Procedure for the preparation of ethyl 3-amino-5-bromobenzo[b]thiophene-2-carboxylate (AT-2).**

A 35 mL high-pressure reaction vessel was charged with ethanol (8 mL), followed by the addition of sodium ethanolate (164 mg, 2.4 mmol). The mixture was stirred at 0°C using a magnetic stirrer until complete dissolution of the base was achieved. Subsequently, ethyl 2-mercaptoacetate (288 mg, 2.4 mmol) was introduced, followed by the sequential addition of 5-bromo-2-chlorobenzonitrile (433 mg, 2.0 mmol). The resulting reaction mixture was subjected to heating at 90°C in a glycerol bath under continuous stirring for 12 hours. Reaction progress was monitored via thin-layer chromatography (TLC). Upon completion, the cyclized product, ethyl 3-amino-5-bromobenzo[b]thiophene-2-carboxylate, was purified using AT-2 column chromatography with a petroleum ether/ethyl acetate (5:1) eluent system, yielding a product with an  $R_f$  value of 0.7. The reaction afforded 363.8 mg of a light white solid, corresponding to a 60.63% yield. The melting point of the compound was found to be 115–116 °C.  $^1\text{H}$  NMR (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  7.77 (dt,  $J$  = 1.8, 0.6 Hz, 1H), 7.62 – 7.49 (m, 2H), 5.80 (s, 2H), 4.36 (qd,  $J$  = 7.1, 0.5 Hz, 2H), 1.39 (td,  $J$  = 7.1, 0.5 Hz, 3H).  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  165.37, 147.29, 138.64, 133.23, 131.29, 124.97, 124.28, 117.91, 101.27, 60.87, 14.70. HRMS (ESI) calcd for  $\text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{BrNO}_2\text{S}$  [ $\text{M}+\text{H}$ ]<sup>+</sup> 299.9688 and 301.9668, found 299.9688 (5.82 %) and 301.9667 (6.12%).

**1.1.2. Procedure for the preparation of 2-bromo-8,9,10,11-tetrahydro-6H-benzo[4,5]thieno[3,2-d]pyrido[1,2-a]pyrimidin-6-one (AR-05).**

A 50 mL high-pressure reaction vessel was charged with 10 mL of anhydrous dichloroethane (DCE), followed by the dissolution of AT-2 (300 mg, 1 mmol) under continuous stirring. Piperidin-2-one (119 mg, 1.2 mmol) was then introduced into the reaction medium. Subsequently, phosphoryl trichloride ( $\text{POCl}_3$ , 0.50 mL) was carefully added dropwise over 20 minutes under controlled conditions to ensure gradual reactivity. The reaction mixture was then subjected to thermal activation at 90°C in a glycerol bath and maintained under these conditions overnight, with periodic monitoring via thin-layer chromatography (TLC). Upon completion, the crude product was purified through column chromatography using a petroleum ether/ethyl acetate (1:1) solvent system, affording the target compound, 2-bromo-8,9,10,11-tetrahydro-6H-benzo[4,5]thieno[3,2-d]pyrido[1,2-a]pyrimidin-6-one (AR-05), with an  $R_f$  value of 0.60. The final product was obtained as a light white solid (259.2 mg) in 77.33% yield, exhibiting a melting point of 220–221°C.  $^1\text{H}$  NMR (400 MHz, Pyridine-d 5)  $\delta$  8.62 (d,  $J$  = 1.9 Hz, 1H), 7.89 (d,  $J$  = 8.5 Hz, 1H), 7.70 (dd,  $J$  = 8.6, 2.1 Hz, 1H), 4.00 (t,  $J$  = 6.0 Hz, 2H), 3.01 (t,  $J$  = 6.4 Hz, 2H), 1.77 – 1.63 (m, 4H).  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz, Pyridine-d 5)  $\delta$  158.99, 158.45, 151.58, 140.69, 137.26, 132.33, 127.12, 126.10, 122.42, 119.83, 43.30, 32.30, 22.40, 19.73. HRMS (ESI) calcd for  $\text{C}_{14}\text{H}_{11}\text{BrN}_2\text{OS}$  [ $\text{M}+\text{H}$ ]<sup>+</sup> 334.9849 and 336.9828, found 334.9847 (93.54 %) and 336.9819 (22.40%).

**1.1.3. 2-(4-fluorophenoxy)-8,9,10,11-tetrahydro-6H-benzo[4,5]thieno[3,2-d]pyrido[1,2-a]pyrimidin-6-one (AR-109).**

A 50 mL volumetric flask was charged with 4 mL of N-methyl-2-pyrrolidone (NMP) as the solvent, followed by the addition of 12 mg of  $\text{CuCl}_2$  as the catalyst and 2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedione (TMHD) as the coordinating ligand. To establish an alkaline reaction medium, 326 mg of cesium carbonate ( $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ ) was introduced, after which 77 mg of the AR-05 intermediate was added, ensuring thorough mixing. Subsequently, 40 mg of 4-fluorophenol was incorporated as the nucleophilic coupling partner. The reaction mixture was then purged with argon to eliminate residual oxygen and moisture. The assembled reaction system was maintained under continuous stirring at 202 °C 24 h. Progress was monitored via thin-layer chromatography (TLC), confirming the completion of the transformation. Upon reaction termination, purification via column chromatography furnished 50.11 mg of the target compound AR-109 as a brown solid. The compound exhibited an  $R_f$  value of 0.60 in a 1:1 petroleum ether/ethyl acetate solvent system, and its melting point was determined to be 187–188 °C.  $^1\text{H}$  NMR (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  7.87 – 7.77 (m, 2H), 7.29 (dd,  $J$  = 8.8, 2.5 Hz, 1H), 7.15 – 6.93 (m, 4H), 4.15 (t,  $J$  = 6.2 Hz, 2H), 3.06 (t,  $J$  = 6.6 Hz, 2H), 2.09 – 1.91 (m, 4H).  $^{13}\text{C}$  NMR (100 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  159.14 (d,  $J$  = 242.1 Hz), 159.07, 157.18, 156.04, 153.29 (d,  $J$  = 2.6 Hz), 136.41, 135.90, 124.81, 122.34, 121.52, 120.69 (d,  $J$  = 8.3 Hz), 116.66 (d,  $J$  = 23.6 Hz), 112.10, 42.77, 31.89, 29.90, 22.22, 19.45. HRMS (ESI) calcd for  $\text{C}_{20}\text{H}_{15}\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$  [ $\text{M}+\text{H}$ ]<sup>+</sup> 367.0911, found 367.0906.

**Conclusion.** A novel halogenated tetracyclic thieno[3,2-d]pyrimidine scaffold was constructed via sequential dual cyclization. Functionalization through Williamson ether synthesis expanded its chemical space. Optimization showed the highest yield with  $\text{CuCl}_2$  catalyst, NMP solvent,  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  base, at 202 °C for 24 h, with increased temperature and time enhancing yield. Ether linkages with pharmacophore-bearing aromatic alcohols significantly boosted bioactivity. These structurally refined compounds hold promise as therapeutic agents.

**Acknowledgements**

The research work was synthesized on the basis of practical project No. ALM-202310062530 on the theme “Organization of laboratory on development of anticancer drugs”, conducted in Samarkand State University named after Sharof Rashidov. I would like to thank the Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry (CAS) for their direct assistance in carrying out the experiments described in this paper.

**REFERENCES**

1. Siegel, R.L., A.N. Giaquinto, and A. Jemal, Cancer statistics, 2024. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2024. 74(1): p. 12-49.
2. Tsimberidou, A.-M., Targeted therapy in cancer. Cancer Chemotherapy and Pharmacology, 2015. 76(6): p. 1113-1132.
3. Krüger, C. and K.U. Schallreuter, A review of the worldwide prevalence of vitiligo in children/adolescents and adults. International Journal of Dermatology, 2012. 51(10): p. 1206-1212.

4. Felsten, L.M., A. Alikhan, and V. Petronic-Rosic, Vitiligo: A comprehensive overview: Part II: Treatment options and approach to treatment. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 2011. 65(3): p. 493-514.
5. Ezzedine, K., et al., Vitiligo. *The Lancet*, 2015. 386(9988): p. 74-84.
6. Falabella, R. and M.I. Barona, Update on skin repigmentation therapies in vitiligo. *Pigment Cell & Melanoma Research*, 2009. 22(1): p. 42-65.
7. Nie, L.F., et al., Synthesis and biological evaluation of novel sulfonamide derivatives of tricyclic thieno[2,3-d]pyrimidin-4(3H)-ones on melanin synthesis in murine B16 cells. *Research on Chemical Intermediates*, 2017. 43(12): p. 6835-6843.
8. McNeely, W. and K.L. Goa, 5-Methoxypsoralen. *Drugs*, 1998. 56(4): p. 667-690.
9. Pathak, M.A., D.B. Mosher, and T.B. Fitzpatrick, Safety and therapeutic effectiveness of 8-methoxypsoralen, 4,5',8-trimethylpsoralen, and psoralen in vitiligo. *National Cancer Institute monograph*, 1984. 66: p. 165-173.
10. Tippisetty, S., et al., Repair efficiency and PUVA therapeutic response variation in patients with vitiligo. *Toxicology in Vitro*, 2013. 27(1): p. 438-440.
11. Bozorov, K., et al., Recent developments regarding the use of thieno[2,3-d]pyrimidin-4-one derivatives in medicinal chemistry, with a focus on their synthesis and anticancer properties. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2015. 102: p. 552-573.

**Shuxrat G'AYBULLAYEV**,  
Samarqand davlat universiteti stajyor-tadqiqotchisi  
E-mail: shukhratbekgaybullayev@gmail.com  
**Qosim ZOHIDOV**,  
Samarqand davlat universiteti dotsenti, k.f.n.  
E-mail: z-qosim@samdu.uz  
**Xamza TROBOV**,  
Samarqand davlat universiteti professori, k.f.d  
E-mail: t-xamza@samdu.uz  
**Xurshed BOZOROV**,  
Samarqand davlat universiteti professori, k.f.d  
E-mail: khurshedbek@gmail.com

Urganch davlat universiteti dotsenti, k.f.n. R.Kuryazov taqrizi asosida

## PROTEIN KINAZA OQSILI VA XINAZOLIN HOSILALARINING O'ZARO TA'SIRLASHUVLARINI MOLEKULAR DOKING USULIDA O'RGANISH

Аннотация

Ushbu tadqiqotda molekulyar doking usuli yordamida protein kinaza (PDB kodi: 4AQC) oqsili bilan xinazolin hosilalarining o'zaro ta'siri o'rganildi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, bu hosilalar tanlangan oqsilning faol joylariga yuqori moslik bilan bog'landi, bu ularning biologik faolligini tushuntirishga yordam beradi. Doking natijalari yangi dorivor moddalarni ishlab chiqishda foydali bo'lishi qayd etilgan.

**Kalit so'zlar:** bog'lanish energiyasi, ligand, molekulyar doking, oqsil, protein kinaza, xinazolin hosilalari.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТЕИНКИНАЗЫ И ПРОИЗВОДНЫХ ХИНАЗОЛИНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА

Аннотация

В данном исследовании взаимодействие производных хинаязолина с протеин киназой (код PDB: 4AQC) изучалось с помощью молекулярного докинга. Результаты показали, что эти производные связываются с высокой степенью сродства к активным центрам выбранного белка, что помогает объяснить их биологическую активность. Результаты стыковки могут быть полезны при разработке новых лекарственных препаратов.

**Ключевые слова:** белок, энергия связи, лиганд, молекулярный докинг, производные хинаязолина, протеин киназа.

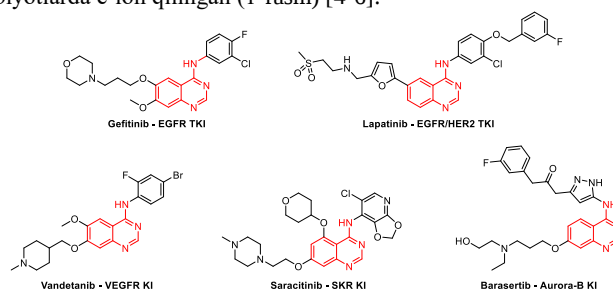
## STUDY OF THE INTERACTIONS BETWEEN PROTEIN KINASE AND QUINAZOLINE DERIVATIVES USING MOLECULAR DOCKING

Annotation

In this study, the interaction of quinazoline derivatives with protein kinase (PDB code: 4AQC) was studied using molecular docking. The results showed that these derivatives bound with high affinity to the active sites of the selected protein, which helps to explain their biological activity. The docking results may be useful in the development of new drug substances.

**Keywords:** binding energy, ligand, molecular docking, protein, protein kinase, quinazoline derivatives.

**Kirish.** Tarkibida azot saqlagan geterosikllar - har xil turdagi biologik faol tabiiy mahsulotlar, sintetik dorilar, farmatsevtika va agrokimyoviy moddalar sifatida keng tarqalgan [1-3]. Ushbu geterosiklik birikmalar orasida xinazolin va xinazolinon yadrolari va ularning hosilalari alohida o'ringa ega. Xinazolin hosilalari tarkibida azot saqlagan, pirimidin va benzol halqalarining o'zaro tutashishidan hosil bo'lgan bisiklik (ikki halqali) geterosiklik birikmalar bo'lib, ular turli xil biologik faolliklarni namoyon qiladi. Xinazolin hosilalari ko'p yillar davomida gipnoz, sedativ, og'riq qoldiruvchi, yo'talga qarshi, antigipertenziv, antikonvulsant, yallig'lanishga qarshi ta'sirga ega birikmalar sifatida foydalanib kelingan. Ular o'simta o'sishi ingibitorlari sifatida ishlatiladigan kinaz faolligini ingibirlashi adabiyotlarda e'lon qilingan (1-rasm) [4-6]:



1-rasm. Turli xil kinaza ingibitorlari bo'lgan 4-aminoxinazolin hosilalari

Xinazolin hosilalari ko'p yillar davomida o'rganilgan bo'lsa-da, 4-aminoxinazolinlarni saratonga qarshi vositalar sifatida qo'llash nisbatan yangi. So'nggi bir necha yil ichida 4-aminoxinazolin hosilalari turli xil protein kinaza fermentlariga nisbatan ingibitiv faolligi uchun o'rganildi. Ammo 4-aminoxinazolinlarni tizimli tekshirish kam uchraydi [7-10]. Shuning uchun hozirda ham xinazolinlarni, jumladan 4-aminoxinazolin hosilalarini kinaza ingibitorlari sifatida tekshirish tadqiqotchilar uchun qiziqarli mavzulardan biridir [11-12]. Hozirgi kunda moddalarni biologik faolligini o'rganishda *in vitro* va *in vivo* tekshiruvlarni o'tkazishdan oldin foydalaniladigan usul mavjud bo'lib, bu *in silico* usulidir. *In silico* tekshiruvlari maxsus dasturlar yordamida, kompyuterda amalga oshiriladi va molekulyar doking deb ataladi. Bu usul yordamida moddalarning biologik faolligini oldindan bashorat qilish va maqsadli sintezini amalga oshirish mumkin [13-14].

Molekulyar modellashtirish sohasida molekulyar doking barqaror kompleks hosil qilish uchun bir-biriga bog'langanda bir molekulaning ikkinchisiga afzal yo'nalishini bashorat qiladigan usuldir. Afzal yo'nalishni bilish ball funksiyalaridan foydalangan holda ikki molekula orasidagi bog'lanish kuchini yoki bog'lanish yaqinligini bashorat qilish uchun ishlatiladi. Doking ko'pincha kichik molekulaning faolligini taxmin qilish uchun dori nomzodlarining oqsillarning ma'lum qismlariga bog'lanish yo'nalishini bashorat qilish uchun ishlatiladi. Demak, doking dori vositalarini oqilona loyihalashda muhim rol o'ynaydi [15-17]. Molekulyar dokingning maqsadi oqsil va ligand uchun optimallashtirilgan konformatsiyaga va oqsil hamda ligand o'rtasidagi nisbiy yo'nalishga erishishdir, shunda umumiy tizimning erkin energiyasi minimallashtiriladi. Ligandlar va ularning oqsil yoki nuklein kislotalarining o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarning tabiatini (van der Vaals, vodorod bog'lanishi, elektrostatik) boshqaradigan umumiy tamoyillarni batafsil tushunish ma'lum bir terapevtik maqsad uchun potentsial dori vositalarining kerakli kuchi va o'ziga xosligini loyihalash uchun asos bo'lishi mumkin. So'nggi bir necha yil ichida faol birikmalarni identifikatsiyalash uchun vosita sifatida samarali joylashtirish usullari va skoring funksiyalarini ishlab chiqish uchun katta kuch sarflandi. Ligand-oqsil maqsadli bog'lanish usullarini hisoblash prognozida sezilarli yutuqlarga erishildi [18-19].

Hozirgi kunda esa molekulyar doking orqali kichik molekulalarni, xususan 4-aminoxinazolin hosilalarini yangi maqsadli oqsillarga qanday bog'lanishini o'rganish, uning terapevtik samaradorligini oshirish uchun foydalidir. Shuning uchun ham biz bu tadqiqot ishimizda 4-aminoxinazolinlarning molekulyar dokingi Janus kinaza (PDB kodi: 4AQC) oqsili bilan amalga oshirildi, hamda olingan natijalar kelajakda yangi dori vositalarini yaratishda foydali bo'lishi mumkin.

**Tajribaviy qism: Molekulyar dokingni amalga oshirish.** Dastlab, Maestro dasturida, maxsus buyruq yordamida PDB (Protein Data Bank - <https://www.rcsb.org/>) bazasidan Janus kinaza (PDB kodi: 4AQC bo'lgan) oqsili yuklab olindi va "Protein Preparation Wizard" buyrug'i yordamida, 4 ta bosqichda doking uchun tayyorlandi (suv molekulalarini olib tashlash, vodorod atomlarini qo'shish va boshqalar).

Birinchi navbatda dokingi amalga oshirilmoqchi bo'lgan moddalarning yangi moddalar ekanligi reaxys (<https://www.reaxys.com>) bazasidan tekshirildi. Keyin ligandlarning kimyoviy strukturasi esa ChemDraw dasturida chizildi va Maestro dasturiga import qilindi. So'ngra "LigPrep" moduli yordamida ligandni optimallashtirildi (protonlash, stereokimyoviy konformatsiyalarni aniqlash). Bunda dastur avtomatik ravishda ligandlarni o'qiydi, keyin ularni ion holatda bo'lish ehtimollarini hisobga olgan holatda bitta strukturadan ikki va undan ortiq ligandlar tayyorladi.

Keyin esa grid fayli (oqsilning doking amalga oshiriladigan faol qismi) tayyorlandi. Bunda Maestro interfeysida "Receptor Grid Generation" buyrug'i tanlandi va oqsilning faol joyi (active site) belgilandi (ingibitor bog'langan joy), keyin grid hajmi va o'lchami sozlandi (25 Å radiusda). Keyin esa oqsilning qaysi qismlari, ya'ni aminokislotalar va ligand o'rtasida bog'lar bo'lish ehtimoli bor qismlari tanlandi (vodorod bo'glar va boshqa ta'sirlashuvlar) hamda ushbu grid fayl saqlandi. Shundan so'ng doking jarayoni amalga oshirish boshlandi. Bunda dastlab Maestro interfeysidan "Ligand Docking" buyrug'i tanlandi. Tayyorlangan ligandlar va grid fayllari tanlandi. So'ngra doking parametrlari sozlandi (doking rejimi: Extra Precision (XP)) va doking boshlandi (ligandni oqsil bilan bog'lash "Glide" moduli yordamida amalga oshirildi).

**Olingan natijalar muhokamasi.** Oldingi tadqiqotlarimizda 7-almashgan-4-aminoxinazolinlarning molekulyar dokingnini birinchi bosqichini amalga oshirgan edik. Ya'ni 7-holatda, o'rinbosarlarga ega bo'lmagan turli xil halqalarni (siklik, aromatik hamda geterosiklik) kiritish orqali, qaysi halqalar tanlanganda natijalar yuqori bo'lishi aniqlangan va tahlil qilingan edi. Olingan natijalarga ko'ra geterosiklik va aromatik halqalarga (fenil, piridin-4-il, tiofen-3-il va furan-3-il) ega bo'lgan birikmalar yuqori bog'lanish energiyalariga ega bo'lgan edi

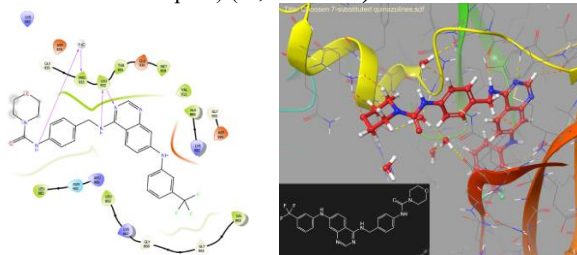
Bu tadqiqot ishimiz esa doking natijalarini ikkinchi bosqichi bo'lib, dastlabki olingan natijalarni takomillashtirish hisoblanadi, ya'ni yuqori natijalarga ega bo'lgan aromatik va geterosiklik halqalarga ega moddalarning dokingini halqalarga turli xil o'rinbosarlarni turli holatlarda kiritish orqali qaytadan amalga oshirildi. Doking amalga oshirilgandan so'ng, quyidagi natijalar tahlil qilindi:

**Bog'lanish energiyasi (Binding energy):** Ligandning oqsil bilan bog'lanish kuchini ko'rsatadi (kkal/mol). Bunda olingan natijalar yanada yuqori natijalarga ega bo'ldi.

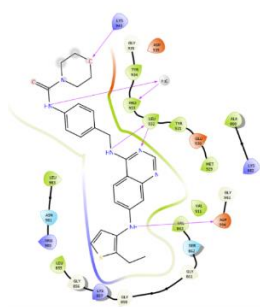
**Bog'lanish joyi:** Ligandning oqsilning qaysi qismiga bog'langanligi ko'rildi. Bunda ligandning oqsilning ma'lum bo'shlig'iga nisbatan yuqori darajada mosligi aniqlandi.

**O'zaro ta'sirlar:** ligand va oqsil o'rtasida qanday bog'lar mavjudligi tahlil qilindi (vodorod bog'lari, gidrofob o'zaro ta'sirlar, elektrostatik ta'sirlar) (1-, 2-, 3-rasmlar). Bunda oqsil va ligand o'rtasida muhim ahamiyatga ega bo'lgan ko'p sonli vodorod bog'lar mavjudligi aniqlandi.

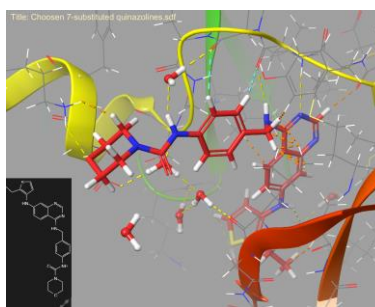
**Vizualizatsiya:** Maestro interfeysida ligand-oqsil kompleksi vizualizatsiya qilindi (ya'ni ligandning oqsil bo'shlig'iga mosligi, oqsil-ligand, o'zaro ta'sirlashuvlar va boshqalar) (2-, 4-rasmlar).



1-rasm



2-rasm



3-rasm

4-rasm

Izoh: *vodorod bog'lar* 1-, 3-rasmlarda nimashfa rangda, 2-, 4-rasmlarda esa sariq rangda ko'rsatilgan; *aromatik vodorod bog'lar* esa 2-, 4-rasmlarda havorang bilan ko'rsatilgan. Oqsil va ligand o'tasida bu bog'lardan tashqari yana ko'plab ta'sirlashuvlar mavjud.

Quyidagi jadvalda yuqori bog'lanish energiyasiga ega bo'lgan ba'zi xinazolin hosilalarining tahlil natijalari keltirilgan (1-jadval):

| №  | 7-Almashgan-4-aminoxinazolinlar strukturalari | Bog'lanish energiyasi (kkal/mol) | Vodorod bog'lanish hosil qilgan aminokislotalar      |
|----|-----------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1. |                                               | -11.740                          | PRO-933, LEU-932, ARG-980, GLU-930                   |
| 2. |                                               | -11.707                          | PRO-933, ASP-994, LEU-932, LYS-943, ARG-980, ASN-981 |
| 3. |                                               | -11.631                          | PRO-933, ASP-994, LEU-932, LYS-943                   |
| 4. |                                               | -11.559                          | LYS-943, PRO-933, LEU-932,                           |
| 5. |                                               | -11.553                          | LYS-943, PRO-933, LEU-932, ARG-980                   |
| 6. |                                               | -11.552                          | PRO-933, LEU-932, ARG-980                            |
| 7. |                                               | -11.413                          | PRO-933, LEU-932, LYS-943, ARG-980                   |
| 8. |                                               | -11.282                          | LYS-943, PRO-933, LEU-932                            |
| 9. |                                               | -11.263                          | PRO-933, LEU-932, LYS-943, ARG-980                   |

Maestro dasturida amalga oshirilgan molekulyar doking jarayonining natijalari, xinazolin hosilalarining maqsadli oqsil bilan qanday o'zaro ta'sir qilishini va ularning samaradorligini aniq ko'rsatdi. Tadqiqot davomida 100 dan ortiq xinazolin hosilalarining dokingi amalga oshirildi va har bir birikmaning bog'lanish energiyalari hisoblandi. Doking jarayoni natijalariga ko'ra, aksariyat xinazolin hosilalarining bog'lanish energiyalari o'rtacha darajada yuqori bo'lib, 9-10 kkal/mol oralig'ida joylashgan. Bu natijalar, xinazolin hosilalarining ko'plab birikmalari o'rtasida o'xshash bog'lanish samaradorligini ko'rsatdi. Biroq, 10 dan ortiq xinazolin hosilalarining bog'lanish energiyalari ancha yuqori, ya'ni 11 kkal/mol ga teng bo'ldi, bu esa ularning maqsadli oqsillarga kuchliroq bog'lanishini ko'rsatadi. Ushbu yuqori bog'lanish energiyasi, ligandning oqsil bilan bog'lanish mexanizmining samarali ekanligini va ularning terapevtik imkoniyatlarini yaxshilash uchun potensial ekanligini anglatadi.

**Xulosa.** Ushbu maqolada ko'rsatilganidek Maestro dasturi yordamida olingan natijalar, xinazolin hosilalarining turli oqsillar bilan o'zaro aloqasini va bog'lanish kuchlarini tahlil qilishda bir qator qimmatli ma'lumotlarni taqdim etdi. Masalan, yuqori bog'lanish energiyasiga ega bo'lgan xinazolin hosilalari, ko'pincha oqsillarning faol bog'lanish joylariga to'g'ri keladi. Bu holat, ligandning oqsilga bog'lanish mexanizmidagi kuchli elektrostatik va van der Waals ta'sirlarining mavjudligini tasdiqlaydi. Shuningdek, bu birikmalarda vodorod bog'lanishlarining yuqori darajada bo'lishi, ularning biologik faolligini oshiradi.

Olingan natijalardan shuni xulosa qilish mumkin, molekulyar dokingi amalga oshirilgan tanlangan 7-almashgan-4-aminoxinazolin hosilalari Janus kinaza (PDB kodi: 4AQC) oqsili bilan yuqori bog'lanish energiyasiga egaligi, ularning potentsial ingibitor sifatida ishlash imkoniyatini ko'rsatadi. Oqsilning aktiv joylarida bog'lanishlar mavjudligi esa farmakologik samaradorlikka ta'sir qilishi mumkin. Bu olingan natijalar kelajakda yangi dori vositalarini yaratishda foydali bo'lishi mumkin.

Tadqiqot ishi Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universitetida olib borilayotgan **“Saratonga qarshi dori vositalari yaratish laboratoriyasini tashkil etish”** mavzusidagi ALM-202310062530 raqamli amaliy loyiha asosida moliyalashtirilgan.

#### ADABIYOTLAR

1. Khan I., Zaib S., Batool S., Abbas N., Ashraf Z., Iqbal J., Saeed A., Quinazolines and quinazolinones as ubiquitous structural fragments in medicinal chemistry: an update on the development of synthetic methods and pharmacological diversification, *Bioorg. Med. Chem.* 24 (2016) 2361-2381.
2. Ismail R.S.M., Ismail N.S.M., Abuserii S., Abou El Ella D.A., Recent advances in 4-aminoquinazoline based scaffold derivatives targeting EGFR kinases as anticancer agents, *Future J. Pharm. Sci.* 2 (2016) 9-19.
3. Alagarsamy V., Chitra K., Saravanan G., Solomon V.R., Sulthana M.T., Narendhar B., An overview of quinazolines: pharmacological significance and recent developments, *Eur. J. Med. Chem.* 151 (2018) 628-685.
4. Singh K., Sharma P.P., Kumar A., Chaudhary A., Roy R.K., 4-Aminoquinazoline analogs: a novel class of anticancer agents, *Mini Rev. Med. Chem.* 13 (2013) 1177-1194.
5. Lipunova G.N., Nosova E.V., Charushin V.N., Chupakhin O.N., Synthesis and antitumour activity of 4-aminoquinazoline derivatives, *Russ. Chem. Rev.* 85 (2016) 759-793.
6. Wang, D., Gao, F., Quinazoline derivatives: synthesis and bioactivities. *Chem. Cent. J.* 7, 95, (2013).
7. Asif, M., Chemical characteristics, synthetic methods, and biological potential of quinazoline and quinazolinone derivative. *Int. J. Med. Chem.* (2014) 395637.
8. Qiao, H., Zhao, D., Shi, H., et al. Novel quinazoline derivatives exhibit antitumor activity by inhibiting JAK2/STAT3. *Oncol. Rep.* 34, (2015) 1875-1882.
9. Yang, S.H., Khadka, D.B., Cho, S.H., et al., Virtual screening and synthesis of quinazolines as novel JAK2 inhibitors. *Bioorg. Med. Chem.* 19, (2011) 968-977.
10. Jyothi Buggana, S.; Paturi, M.C.; Perka, H.; Gade, D.R.; Vvs, R.P. Novel 2,4-disubstituted quinazolines as cytotoxic agents and JAK2 inhibitors: Synthesis, in vitro evaluation and molecular dynamics studies. *Comput. Biol. Chem.* 79 (2019) 110-118.
11. Das, D.; Hong, J. Recent advancements of 4-aminoquinazoline derivatives as kinase inhibitors and their applications in medicinal chemistry. *Eur. J. Med. Chem.* 170 (2019) 55-72.
12. Aly, A.A., Synthesis and antimicrobial activity of some annelated quinazoline derivatives. *J. Chin. Chem. Soc.* 54 (437) (2007) 46.
13. Hans-Dieter Höltje, Rainer Willett, Pierre J. van der Greef *Molecular Docking: Methods and Applications*, Wiley-VCH, 2004, - 290 pages.
14. Kuntz, I.D., et al., Molecular docking: a powerful approach for structure-based drug design, *Nature*, 1982.
15. Kitchen, D.B., et al., Protein-ligand docking and virtual screening with docking, *Nature Reviews Drug Discovery*, 2004.
16. Trott, O., & Olson, A.J., Recent advances in molecular docking: a review, *Journal of Computational Chemistry*, 2010.
17. Jacobson, M.P., et al., Docking of proteins and ligands: Applications to drug design, *Current Opinion in Structural Biology*, 2004.
18. Gilson, M.K., & Zhou, H.-X., Challenges and advances in the use of molecular docking to predict protein-ligand binding, *Annual Review of Biophysics*, 2007.
19. Gasteiger, J., & Engel, T., *Molecular docking and virtual screening: A review*, *Bioinformatics*, 2003.



UDK: 547.297+547.572+547.57

**Ruzimurod JO'RAYEV,**  
*Qarshi davlat texnika universiteti katta o'qituvchisi*  
E-mail: [jurayevorganikqdu-1992@mail.ru](mailto:jurayevorganikqdu-1992@mail.ru)  
**Malika UROQOVA,**  
*Qarshi davlat texnika universiteti talabasi*

*Qarshi davlat universiteti dotsenti, PhD A.Choriyev taqrizi asosida*

## INFRAQIZIL SPEKTROSKOPIYADA PYROGALLOLNING MOLEKULYAR TEBRANISH TAHLILI

Аннотация

Ushbu maqolada, pirogallolning molekulyar tebranishlari infraqizil spektroskopiyada o'rganildi. Pirogallolning normal koordinata hisoblari tekislikdagi va tekislikdan tashqaridagi tebranishlar uchun umumiy valentlik kuchlari maydoni (UVKM) asosida Vilson FG matritsa mexanizmi amalga oshirildi. ORCA kvant-kimyoviy hisoblash dasturida hisoblashlar amalga oshirilgan. Ushbu tadqiqotda olingan potentsial energiya konstantalari nazariy hisob-kitoblar yordamida aniqlangan. Shuning uchun, bu qiymatlar amaldagi natijalardan bir oz farq qilishi mumkin.

**Kalit so'zlar:** pirogallol, normal koordinatali tahlil, potentsial energiya taqsimoti, Vilsonning FG matritsa mexanizmi, IQ, ORCA

## MOLECULAR VIBRATION ANALYSIS OF PYROGALLOL IN INFRARED SPECTROSCOPY

Annotation

This paper uses infrared spectroscopy to study the molecular vibrations of pyrogallol. In the Wilson's FG matrix mechanism, the normal coordinate computations of pyrogallol were carried out using the generalized tensile force field (GVFF) for both in-plane and out-of-plane vibrations. Calculations were performed in the ORCA quantum-chemical computing program. Theoretical calculations were used to determine the potential energy constants obtained in this investigation. As a result, there's a chance that these numbers and the actual outcomes will differ somewhat.

**Key words:** pyrogallol, normal coordinate analysis, potential energy distribution, Wilson's FG matrix mechanism, IR, ORCA

## МОЛЕКУЛЯРНО-КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПИРОГАЛЛОЛА В ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Аннотация

В этой статье инфракрасная спектроскопия используется для изучения молекулярных колебаний пирогаллола. В механизме матрицы Вильсона FG нормальные координатные вычисления пирогаллола проводились с использованием обобщенного поля силы растяжения (ОПРС) как для колебаний в плоскости, так и для колебаний вне плоскости. Расчеты выполнены в программе квантово-химических вычислений ORCA. Теоретические расчеты использовались для определения констант потенциальной энергии, полученных в этом исследовании. В результате есть вероятность, что эти числа и фактические результаты будут несколько отличаться.

**Ключевые слова:** пирогаллол, нормальный координатный анализ, распределение потенциальной энергии, механизм матрицы FG Вильсона, ИК, ORCA

**Kirish.** Pirogallolning molekulyar tebranish xususiyatlarini o'rganish uning kimyoviy o'zgarishlari va o'zaro ta'sirlarini chuqurroq tushunishga yordam beradi. Ushbu tadqiqotda infraqizil (IQ) spektroskopiya ma'lumotlari asosida pirogallolning tebranish modlari nazariy va eksperimental jihatdan tahlil qilinadi. Vilson FG matritsa mexanizmi va Umumiy Valentlik Kuchlari Maydoni (UVKM) yondashuvi orqali tebranish chastotalari hisoblanib, molekulyar tuzilish aniqlanadi. Tadqiqot natijalari nafaqat molekulyar dinamikani chuqurroq tushunishga, balki pirogallolning ilmiy va sanoat sohalaridagi qo'llanilishiga ham hissa qo'shadi.

**Adabiyotlar tahlili va metodlar.** Infraqizil (IQ) spektroskopiya organik va noorganik moddalarning tuzilishini o'rganish va molekulyar tebranishlarni tahlil qilishda muhim usul hisoblanadi [1-10]. Ushbu usul organik birikmalarning funksional guruhlarini aniqlash va kimyoviy muhitdagi o'zgarishlarini kuzatish imkonini beradi [11-16]. Pyrogallol (1,2,3-trigidroksibenzol) polifunksional tuzilishga ega bo'lib, infraqizil spektroskopiya tadqiqotlari uchun ahamiyatlidir.

Infraqizil nurlanish molekulalarning valent va deformatsion tebranishlariga ta'sir qilib, ularning spektral xususiyatlarini aniqlashga yordam beradi [17-22]. IQ spektroskopiya orqali  $-OH$ ,  $-C=O$  va  $-C-O-C$  kabi funksional guruhlar hamda vodorod bog'lanishlari aniqlanadi [23,24]. Pyrogallolning IQ spektrida  $O-H$  valent tebranishlari  $3200-3600\text{ cm}^{-1}$ ,  $C-O$  valent tebranishlari  $1200-1300\text{ cm}^{-1}$  va aromatik halqa tebranishlari  $1400-1600\text{ cm}^{-1}$  oralig'ida kuzatiladi. Erituvchi muhit va suv bug'lari ta'sirida spektr chiziqlari o'zgarishi mumkin.

Tajribaviy natijalarni nazariy hisob-kitoblar bilan taqqoslash muhim ahamiyatga ega. Molekulyar tebranishlar DFT (Density Functional Theory) va **ab initio** usullari orqali tahlil qilinib, pirogallolning vodorod bog'lari spektral xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Pyrogallol spektri erituvchi muhit va pH darajasiga bog'liq holda o'zgaradi [25]. Neytral sharoitda  $C-O$  va  $O-H$  bog'lanishlari yutilish chizig'i aniq kuzatilsa, kislotali yoki ishqoriy sharoitda ionlanish natijasida spektr chiziqlari o'zgaradi. Molekulyar tebranishlarni aniq tavsiflash uchun normal koordinata hisoblari muhim rol o'ynaydi. Pirogallolning tebranish modlari Vilson FG matritsa yondashuvi va Umumiy Valentlik Kuchlari Maydoni (UVKM) asosida hisoblanadi.

**Tadqiqot usullari.**

Vilson FG matritsa yondashuvi molekulyar tebranishlarni matematik tavsiflash va hisoblash uchun qo'llaniladi. Ushbu yondashuvda F (kuch konstantalari) matritsasi valent bog'lar va deformatsion burchaklarning kuch konstantalarini, G (geometrik massalar matritsasi) esa molekulyar koordinatalarning massalar bilan bog'liq taqsimlanishini ifodalaydi.  $F \times G$  matritsasining diaqonallashuvi orqali molekulaning normal tebranish chastotalari aniqlanadi.

Pirogallolning tebranish modlari tekislikdagi (C–C, C–O, O–H valent tebranishlari) va tekislikdan tashqaridagi (CH va O–H bukilish hamda deformatsion harakatlari) modlarga bo'linadi. Ushbu tebranishlarning chastotalari UVKM modeli asosida hisoblanib, tajribaviy spektroskopiya natijalari va DFT yondashuvi bilan taqqoslanadi. Bu usul pirogallolning molekulyar tebranishlarini aniq tavsiflash imkonini beradi.

**Tajriba qismi.**

Vilson FG yondashuvi infraqizil (IQ) va Raman spektrlarida kuzatiladigan vibratsion chastotalarni nazariy jihatdan hisoblash uchun ishlatiladigan matritsali tenglamalar sistemasiga asoslangan. Ushbu yondashuv molekuladagi barcha atomlarning o'zaro bog'langan tebranishlarini umumiy koordinatalar tizimida modellashtirishga imkon beradi. Vilson teoremasi bo'yicha normal tebranish chastotalari quyidagi  $F \times G$  matritsa tenglamasini yechish orqali aniqlanadi:

$$|FG - \lambda I| = 0$$

Bu erda: **F** — valentlik kuchlari maydoni (UVKM) asosida hisoblangan kuch konstantalari matritsasi; **G** — molekuladagi massalar va geometriya taqsimotiga bog'liq bo'lgan geometrik matritsa;  $\lambda$  — vibratsion chastotalarning kvadratlari ( $\omega^2$ ); **I** — birlik matritsa.

Ushbu determinantni yechish orqali normal modlarning chastotalari ( $\omega$ ) olinadi.

**1. Koordinatalarni aniqlash (Internuclear Coordinates)**

Molekulaning harakatini tavsiflash uchun valentlik koordinatalari aniqlanadi. Pirogallol uchun asosiy koordinatalar quyidagilar hisoblanadi. Valent bog'lar uzunligi (**r**): C–O, C–C, C–H; Burchaklar (**θ**): H–C–C, C–C–O; Tekislikdan tashqaridagi burilish burchaklari (**τ**): O–H guruhlarining deformatsiyasi

**2. G Matritsasini Hisoblash (Geometrik Matritsa)**

G matritsasi molekulaning massalar va geometriya parametrlariga bog'liq. Bu matritsani hosil qilish uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$G_{ij} = \frac{\partial q_i}{\partial x_k} \cdot \frac{\partial q_j}{\partial x_k} \cdot \frac{1}{m_k}$$

Bu yerda:  $q_i$  va  $q_j$  — ichki koordinatalar;  $x_k$  — atomlarning Dekart koordinatalari;  $m_k$  — atomlarning massasi

G matritsa molekuladagi har bir tebranish koordinatasiga bog'liq bo'lib, diagonal va diagonal bo'lmagan elementlardan tashkil topadi. Pirogallol uchun G matritsasi tekislikdagi va tekislikdan tashqaridagi modalar uchun farqlanadi, bunda tekislikdan tashqaridagi modalar odatda past chastotalarga ega bo'ladi.

F matritsa esa valent bog'larning kuch konstantalariga asoslanib, tajribaviy yoki DFT hisob-kitoblari orqali aniqlanadi. Pirogallol uchun bu qiymatlar aniq hisoblanib, uning tebranish xususiyatlarini baholashda qo'llaniladi (1-jadval).

**1-jadval. Pirogallol uchun taxminiy kuch konstantalari qiymati**

| Tebranish turi               | Kuch konstantasi (mdyn/Å) |
|------------------------------|---------------------------|
| O–H valent tebranishi        | 5.5                       |
| C–H valent tebranishi        | 4.9                       |
| C=C skelet valent tebranishi | 4.7                       |
| C–O valent tebranishi        | 3.9                       |
| O–H bukilish tebranishi      | 0.9                       |
| C–H bukilish tebranishi      | 0.6                       |
| C–C deformatsion tebranishi  | 0.5                       |

F matritsaning elementlari:

$$F_{ij} = \frac{\partial^2 V}{\partial q_i \partial q_j}$$

Bu yerda, V – potentsial energiya funksiyasi.

**4.  $F \times G$  Matritsasining Diagonalizatsiyasi**

Oxirgi bosqichda matritsa ko'paytirish amalga oshiriladi:

$$FGv = \lambda v$$

Bu o'z qiymatlar (eigenvalues) va o'z vektorlar (eigenvectors) ni topish bilan bog'liq bo'lib, har bir normal koordinata uchun vibratsion chastotalarni hisoblashga yordam beradi:

$$\omega_i = \sqrt{\lambda_i}$$

Bundan keyin olingan chastotalar infraqizil va Raman spektrlari bilan taqqoslanadi.

Vilson FG matritsa yondashuvi orqali hisoblangan tebranish chastotalari ( $\text{cm}^{-1}$ ) taxminan qiymatlari aniqlandi (2-jadval).

2-jadval. Vilson FG matritsa yondashuvi orqali hisoblangan tebranish chastotalari ( $\text{cm}^{-1}$ ) taxminan qiymatlari va tajriba natijalari

| Tebranish turi              | Eksperimental chastota ( $\text{cm}^{-1}$ ) | Hisoblangan chastota ( $\text{cm}^{-1}$ , DFT) |
|-----------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|
| O–H valent tebranishi       | 3200–3600                                   | 3300                                           |
| C–H valent tebranishi       | 3050–3100                                   | 3075                                           |
| C=C skelet tebranishi       | 1500–1600                                   | 1550                                           |
| C–O valent tebranishi       | 1200–1300                                   | 1250                                           |
| O–H bukilish tebranishi     | 1300–1400                                   | 1350                                           |
| C–H bukilish tebranishi     | 800–900                                     | 850                                            |
| C–C deformatsion tebranishi | 500–700                                     | 600                                            |

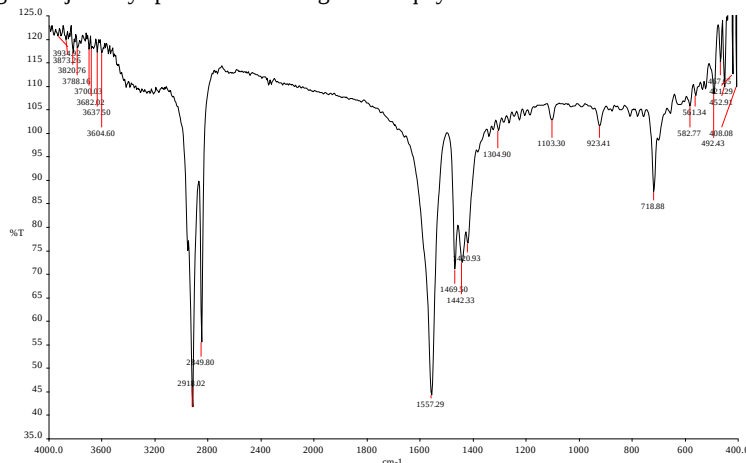
**Natijalar va muhokama.** Kvant-mexanik usullar, jumladan DFT yondashuvi, kuch konstantalarini aniqlash va spektroskopik ma'lumotlarni model qilish uchun samarali yondashuvlardan biri hisoblanadi.

Hisob-kitoblarga ko'ra, tekislikdagi valent tebranishlar 1200–3600  $\text{cm}^{-1}$ , tekislikdan tashqaridagi deformatsion tebranishlar esa 500–900  $\text{cm}^{-1}$  oralig'ida joylashadi. Eksperimental IQ spektr bilan taqqoslanganda, bu natijalar mos kelishi kerak. DFT yoki **ab initio** hisob-kitoblari esa chastotalar va intensivliklarni yanada aniqroq belgilash imkonini beradi.

3-jadval. Pirogallolning IQ-spektr natijalari va nazariy tahlil taqqoslanishi

| Tebranish turi                                  | Tajriba chastotalari (cm <sup>-1</sup> ) | Nazariy chastotalar (cm <sup>-1</sup> ) | Izoh                                              |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Erkin O–H valent tebranishi                     | 3650–3590                                | 3600–3700                               | Juda kuchli intensivlik, erkin OH bog'i mavjud    |
| Vodorod bog' hosil qilgan O–H valent tebranishi | 3500–3320                                | 3200–3500                               | Vodorod bog'lari tufayli kengaygan yo'g'on signal |
| O–H deformatsion tebranishi                     | 1390–1330                                | 1300–1400                               | Tajriba va nazariy natijalar juda yaqin           |
| (Ar)C=C valent tebranishlari                    | 1500–1400                                | 1500–1600                               | Aromatik halqa valent bog'lari mos kelmoqda       |
| C–OH valent tebranishi                          | 1260–1180                                | 1200–1300                               | Fenolik guruh ta'sirida keng signal               |

Tajriba va nazariy hisob-kitoblarning taqqoslanishi shuni ko'rsatadiki, pirogallolning infraqizil spektri nazariy modellashtrish bilan yaxshi mos keladi. Erkin OH valent tebranishi (3650–3590 cm<sup>-1</sup>) va vodorod bog' hosil qilgan OH tebranishlari (3500–3320 cm<sup>-1</sup>) kutilgan chastotalarda kuzatilgan, bu esa kuchli vodorod bog'lanishlari ta'sirida spektrning pastki qismiga siljigan. O–H deformatsion tebranishlari (1390–1330 cm<sup>-1</sup>), aromatik C=C valent tebranishlari (1500–1400 cm<sup>-1</sup>) va C–OH valent tebranishi (1260–1180 cm<sup>-1</sup>) ham nazariy hisob-kitoblardagi mos chastotalarga yaqin natijalarni ko'rsatgan. Bu esa nazariy modelning aniqligi va tajribaviy spektr bilan mosligini tasdiqlaydi.



1-rasm. Pirogallolning IQ spektri.

Xulosa.

Ushbu maqolada piroqallol molekulasining infraqizil (IQ) spektri va uning Vilson FG matritsasi asosidagi normal koordinata hisoblari bo'yicha tebranish tahlili o'rganildi. Tadqiqot davomida piroqallolning molekulyar tebranish xususiyatlari tekislikdagi va tekislikdan tashqaridagi tebranish modalari ajratilib, ularning valentlik kuch maydoni (UVKM) asosida tahlil qilindi. Eksperimental va nazariy hisob-kitoblarning taqqoslanishi shuni ko'rsatadiki, pirogallolning infraqizil spektridagi asosiy chiziqlar nazariy modellashtrish bilan yaxshi mos keladi. Biroq, O–H valent tebranish chastotalari eksperimental ma'lumotlarga nisbatan biroz past chastotada joylashgan. Bu, ehtimol, vodorod bog'lanishlari natijasida infraqizil sohada signallar kengayishi va chastotalarning pasayishi bilan bog'liq. Shuningdek, C–O valent tebranishlari 1250 cm<sup>-1</sup> atrofida kuzatilib, DFT hisob-kitoblarida 1200–1300 cm<sup>-1</sup> oralig'ida prognoz qilingan natijalarga mos keladi. Aromatik halqa va C–OH valent tebranishlari esa nazariy tahlilga juda mos kelmoqda. Tahlil natijalari jarayonning to'g'ri olib borilganligini tasdiqlaydi. Nazariy hisob-kitoblar va tajriba natijalari o'zaro taqqoslanganda, ularning juda yaxshi mos kelishi kuzatildi. Xususan, vodorod bog'lanishlari infraqizil spektrda signal chastotalarining pasayishiga sabab bo'lgani aniqlandi. Ushbu tahlil piroqallolning molekulyar tuzilishi va bog'lanish xususiyatlarini chuqurroq tushunish uchun muhim ilmiy asos yaratadi. Kelgusida piroqallol va uning hosilalarining infraqizil spektrlari yanada batafsil o'rganilishi, ayniqsa, DFT (zichlik funksional nazariyasi) hisob-kitoblari bilan bog'liq holda chuqurlashtirilishi mumkin.

#### ADABIYOTLAR

- W. Herschel, Phil. Trans.R.Soc.London, 90, 284 (1800)
- Elliot and E. Ambrose, Nature, Structure of Synthetic Polypeptides 165, 921 (1950); D.L.Woernley, Infrared Absorption Curves for Normal and Neoplastic Tissues and Related Biological Substances, Current Research, Vol. 12, , 1950 , 516p
- T. Theophanides, In Greek, National Technical University of Athens, Chapter in "Properties of Materials", NTUA, Athens (1990); 67p
- J. Anastasopoulou and Th. Theophanides, Chemistry and Symmetry", In Greek National Technical University of Athens, NTUA, (1997), 94p
- G.Herzberg, Atomic spectra and atomic structure, Dover Books, New York,Academic press, 1969, 472 p
- Maas, J.H. van der (1972) Basic Infrared Spectroscopy.2nd edition. London: Heyden & Son Ltd. 105p
- Colthup, N.B., Daly, L.H., and Wiberley, S.E.(1990).Introduction to Infrared and Raman Spectroscopy.Third Edition. London: Academic press Ltd, 547 p.
- Fowles, G.R. (1975).Introduction to Modern Optics. Second Edition. New York: Dover publications Inc., 336 p
- Democritos, Avdera, Thrace, Greece, 460-370 BC
- Hecht, E. Optics .Fourth edition. San Francisco: Pearson Education Inc. (2002
- A.A. Michelson, Studies in Optics, University of Chicago, Press, Chicago (1962), 208 p
- A.A Michelson and Morley, "on the Relative Motion of the Earth and the luminiferous Ether" Am. J. of Science, 333-335(1887); F.Gires and P.Toumois," L'interférométrie utilisable pour la compression lumineuse module en fréquence "Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 258, 6112-6115(1964)
- Jean Baptiste Joseph Fourier, Oeuvres de Fourier, ( 1888); Idem Annals de Chimie et de Physique, 27, Paris, Annals of Chemistry and Physics, (1824) 236-281p
- S. Tolansky, An Introduction to Interferometry, William Clowes and Sons Ltd.(1966), 253 p

15. J. Anastassopoulou, E. Boukaki, C. Conti, P. Ferraris, E. Giorgini, C. Rubini, S. Sabbatini, T. Theophanides, G. Tosi, Microimaging FT-IR spectroscopy on pathological breast tissues, *Vibrational Spectroscopy*, 51 (2009) 270-275
16. Melissa A. Page and W. Tandy Grubbs, *J. Educ.*, 76(5), p.666 (1999)
17. *Modern Spectroscopy*, 2nd Edition, J. Michael Hollas, ISBN: 471-93076-8.
18. Wikipedia, the free encyclopedia. Infrared spectroscopy <http://en.wikipedia.org> (July 28, 2007).
19. Mount Holyoke College, South Hadley, Massachusetts. Forensic applications of IR <http://www.mtholyoke.edu> (July 28, 2007)
20. T. Theophanides, *Infrared and Raman Spectra of Biological Molecules*, NATO Advanced Study Institute, D. Reidel Publishing Co. Dodrecht, 1978, 372p.
21. T. Theophanides, C. Sandorfy) *Spectroscopy of Biological Molecules*, NATO Advanced Study Institute, D. Reidel Publishing Co. Dodrecht, 1984, 646p
22. T. Theophanides *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, D. Reidel Publishing Co. Dodrecht, 1984.
23. T. Theophanides, *Inorganic Bioactivators*, NATO Advanced Study Institute, D. Reidel Publishing Co. Dodrecht, 1989, 415p
24. Nakamoto, K. (2009). *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds*. Wiley.
25. Becke, A. D. (1993). *Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange*. *The Journal of Chemical Physics*, 98(7), 5648–5652.



УДК: 612.547.945

**Мухаббатхон КАЛАНОВА,**  
Магистрантка Национального университета Узбекистана  
E-mail: [abbashanovamuhabbathon@gmail.com](mailto:abbashanovamuhabbathon@gmail.com)  
**Зайнат ХАШИМОВА,**  
Д.б.н., с.н.с. ИБОХ АН РУз  
**Камола КАХАРОВА,**  
PhD, с.н.с. ИБОХ АН РУз  
**Малика САЛАХУТДИНОВА,**  
м.н.с. ИБОХ АН РУз  
**Дилноза АМОНОВА,**  
PhD, с.н.с. ИБОХ АН РУз  
**Аббасхан ТУРАЕВ,**  
д.х.н., академик, директор ИБОХ АН РУз  
**Алишер МУХТОРОВ,**  
PhD, старший преподаватель кафедры ФЧЖ НУУз

На основе рецензии кандидата биологических наук, доцента кафедры физиологии человека и животных НУУз им. М.Улугбека Джаббаров Г.М.

#### POLISAXARIDLARNING SITOTOKSIK FAOLLIGINI HUJAYRA LINIYASIDA O'RGANISH

Annotatsiya

Ushbu maqolada HeLa va Akat uzluksiz hujayra liniyalarida an'anaviy o'sмага qarshi dorilar bilan polisaxaridlarning murakkab birikmalarining sitotoksik faolligi to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** polisaxaridlar, sitostatik, sitotoksiklik, hujayra liniyasi, doksorubitsin.

#### ИЗУЧЕНИЕ ЦИТОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЛИСАХАРИДОВ В КУЛЬТУРЕ КЛЕТОК

Аннотация

В статье приведены данные о цитотоксической активности комплексных соединений полисахаридов с конвенциональными противоопухолевыми препаратами на перевиваемой линии клеток HeLa и Akat.

**Ключевые слова:** полисахариды, цитостатик, цитотоксичность, культура клеток, доксорубин.

#### STUDYING THE CYTOTOXIC ACTIVITY OF POLYSACCHARIDES IN CELL CULTURE

Annotation

This article presents information about the cytotoxic activity of complex compounds of polysaccharides with conventional antitumor drugs on a continuous cell lines HeLa and Akat.

**Key words:** polysaccharides, cytostatic, cytotoxicity, cell culture, doxorubicin.

**Введение.** Злокачественные новообразования, относящиеся к социально значимым заболеваниям, представляют одну из наиболее острых и важных проблем как для медицины, так и для фармацевтики, которые занимаются лечением и поиском эффективных средств борьбы с ними.

Несмотря на огромный арсенал средств для лечения онкологических больных, передовые методы лечения, химиотерапия остаются основной частью лечения данного заболевания. В настоящее время в ведущих институтах и научных центрах мира, одним из приоритетных направлений научных исследований в области химиотерапии опухолей является преодоление множественной лекарственной устойчивости, так как противораковые лекарства с течением времени оказались не эффективными из-за развития свойства резистентности опухоли по отношению к последним. Более того, многие препараты токсичны и проявляют побочные действия, т.е. плохо всасываются, поражают органы, такие как печень, почки и т.д.

**Актуальность.** В связи с вышеприведенными данными основной задачей химиотерапии опухолей является поиск, отбор биологически активных соединений растительного происхождения, в частности, полисахаридов [1,2] и создание на их основе макромолекулярных соединений с конвенциональными противоопухолевыми препаратами направленного противоопухолевого действия для дальнейшей разработки на их основе противоопухолевых систем таргетной доставки [3].

Исследования ведутся по нескольким основным направлениям. Одним из приоритетных направлений является адекватная система скрининга для отбора среди большого количества вновь полученных соединений биологически активные вещества, включая противоопухолевые. Такой системой является культура клеток [4].

**Целью исследования** является изучение цитотоксической активности комплексных соединений полисахаридов с конвенциональными противоопухолевыми препаратами на перевиваемой линии клеток HeLa и Akat.

**Материалы и методы.** Низкомолекулярные олигосахариды галактоманнана, комплексные соединения их с конвенциональными противоопухолевыми препаратами были получены и охарактеризованы в лаборатории биологически активных макромолекулярных систем [5].

Для получения комплексных соединений с олигосахаридами галактоманнана были использованы противоопухолевые препараты доксорубин – противоопухолевый антибиотик антрациклинового ряда и фторурацил – противоопухолевый препарат из группы антиметаболитов, антагонистов пиримидинов.

HeLa – это «бессмертные» клетки, применяемые во множестве научных исследований в области биологии и фармакологии (рис. 1). Линия клеток HeLa была получена в 1951 году из раковой опухоли шейки матки пациентки по имени Генриетта Лакс (Henrietta Lacks), в честь которой клетки были названы так. Эти клетки, имитирующие организм человека *in vitro* «вечны» — они могут бесконечно делиться, результаты исследований с их использованием достоверно воспроизводятся в разных лабораториях. На поверхности клеток HeLa имеется универсальный набор рецепторов, что позволяет использовать их для исследования действия различных биологически активных веществ, от простых неорганических до

Эти клетки оказали значительное влияние в разработке вакцины от полиомиелита, в исследовании онкологических заболеваний, составлении генетических карт и решении множества других медико-биологических проблем.

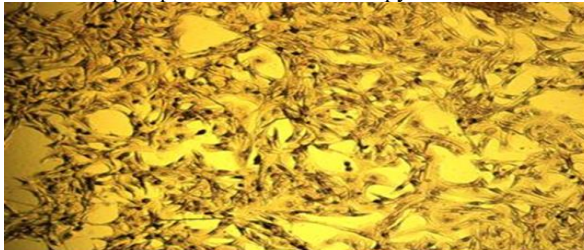


Рисунок 1 Клетки HeLa белков [6].

Клетки Акат выведены доктором биологических наук, старшим научным сотрудником З.С. Хашимовой с сотрудниками Института биоорганической химии им. академика А.С.Садыкова АН РУз из аденокарциномы тонкого кишечника мыши [7]. Клетки многоугольные, с ярко выделенными ядрами и похожи на эпителиальные клетки (рис. 2). Форма ядра овально-округлая и имеет две или три ядрышки. Клетки плотно прилегают к субстрату и к концу фазы роста образуют сплошной монослой. «Культура клеток Акат может быть использована для скрининга широкого круга биологически активных веществ, а также изучения механизма

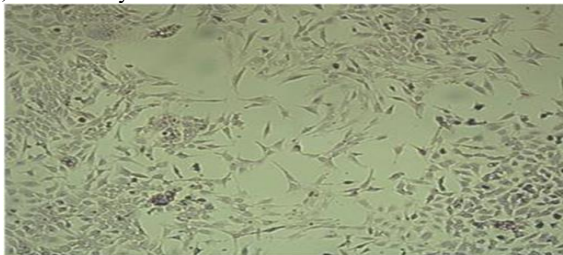


Рисунок 2 Клетки Акат действия веществ на клетки.»

Для определения цитотоксического действия галактоманнана, цитостатиков и их комплексов, клетки рассеивали в 96-луночные планшеты в количестве 20-30 тыс. клеток/мл в 100 мкл среды RPMI 1640, который содержит глютамин, антибиотик - антимикотик с 10% сыворотки эмбриона телянка и культивировали при температуре 37°C в CO<sub>2</sub> – инкубаторе [8]. Через сутки вводили комплексы полисахаридов в дозах 100, 10 и 1 мкг/мл на 100 мкл среды, культивировали клетки в течение 24 часов и далее вводили в клетки МТТ- 3-(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-дифенил-2Н тетразольный краситель, который под воздействием ферментов митохондрий приобретает синюю окраску [9]. После часовой инкубации среду осторожно сливали, добавляли ДМСО и инкубировали 20 мин., затем измеряли оптическую плотность раствора при длине волны 620нм [10].

Контролем были клетки без воздействия веществ. В качестве положительного контроля использовали цисплатин. «Цисплатин - синтетический противоопухолевый препарат, обладает свойствами бифункциональных алкилирующих агентов, образующих межнитевые и внутринитевые сшивки в ДНК, тем самым нарушая ее функции, что приводит к гибели клеток [11].»

**Результаты и их обсуждение.** Ранее в лаборатории биологически активных макромолекулярных систем получены и охарактеризованы низкомолекулярные полисахариды, получены модифицированные цитотоксическими соединениями макромолекулярные комплексы различной конформации, связанные с цитотоксическими соединениями посредством различных химических связей.

В данной работе проведен скрининг некоторых полученных соединений в культуре клеток для выявления перспективных соединений.

Нами изучена цитотоксическая активность препаратов доксорубин, фторурацил, тозилхлорид и олигосахарид галактоманнан на клеточной линии HeLa. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Действие веществ на перевиваемую клеточную линию HeLa

| Образцы            | мкг/мл | Подавление включения МТТ в клетки, % |         |
|--------------------|--------|--------------------------------------|---------|
|                    |        | 100                                  | 10      |
| Галактоманнан (Г)  |        | 0 (105)                              | 0 (100) |
| Доксорубин (Д)     |        | 76,4                                 | 34,2    |
| Фторурацил (Фу)    |        | 82,3                                 | 28,5    |
| Тозилхлорид (ТсСл) |        | 38,6                                 | 38,7    |

Как следует из данных таблицы на клетках HeLa галактоманнан не проявляет цитотоксическую активность. Цитотоксическая активность при дозах 100 и 10 мкг/мл для доксорубина составила 76,4 % и 34,2%, фторурацила 82,3% и 28,5%, и тозилхлорида 38,6% и 38,7%, соответственно.

Изучено действие нижеследующих комплексных соединений на клетках HeLa. Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Действие комплексных соединений на перевиваемую клеточную линию Hela

| Образцы   | мкг/мл | Подавление включения МТТ в клетки, % |      |
|-----------|--------|--------------------------------------|------|
|           |        | 100                                  | 10   |
| Г - Д     |        | 77,6                                 | 82,3 |
| Г - Фу    |        | 56,4                                 | 27,3 |
| Г - TsCl  |        | 180                                  | 130  |
| Цисплатин |        | 87,8                                 | 54,2 |

Как следует из данных таблицы 2, комплекс Г-Д при дозах 100 и 10 мкг/мл проявляет цитотоксическую активность в пределах 77,6 и 82,3, причем в низких дозах (10 мкг/мл) более подавляет рост клеток. Комплекс Г - Фу подавляет рост клеток на 56,4% и 27,3%, комплекс Г- TsCl наоборот стимулировал пролиферацию клеток и активность клеток в пределах 180% и 130%.

На клетках Акат галактоманнан проявил незначительную цитотоксическую активность в пределах 10-15%. Клетки Акат оказались менее чувствительным к доксорубину. Цитотоксическая активность находилась в пределах 52-57%. Комплексы также проявили небольшую цитотоксическую активность.

**Вывод.** Таким образом нами установлено, что наибольшую цитотоксическую активность проявил комплекс Г-Д, причем в низких дозах активность более выражена.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Thetsrimuang, C.; Khammuang, S.; Chiablaem, K.; Srisomsap, C.; Sarntima, R. Antioxidant properties and cytotoxicity of crude polysaccharides from *Lentinus polychrous* Lév. // *Food Chem.* 2011, 128, 634–639.
2. Zhao, T.; Yang, M.; Ma, L.; Liu, X.; Ding, Q.; Chai, G.; Lu, Y.; Wei, H.; Zhang, S.; Ding, C. Structural Modification and Biological Activity of Polysaccharides // *Molecules* 2023, 28, 5416.
3. Сафонова Е.А. Экспериментальное обоснование применения полисахаридов *Tussilago Farfara* L. в комплексной терапии опухолей // автореферат DS, 2021, Томск.
4. Ekwall B. Silano V., Paganuzzi-Stammati., Zucco F. Toxicity tests with mammalian cell cultures // *Short-term toxicity tests for non-genotoxic effects.* – 1990. – P. 75 - 98.
5. Амонова Д.М. Синтез и исследование макромолекулярных систем на основе галактоманнанов, обладающих противоопухолевой активностью // автореферат PhD, 2020, Ташкент.
6. Balan V., Nangia-Makker P., Raz A. Galectins as cancer biomarkers // *Cancers (Basel).* –2010. Vol. 2, № 2. –P. 592–610.
7. Хашимова З.С., Кахорова К.А., Сагдиев Н.Ж., Ибрагимов Ф.А., Береснева Ю.В., Тураев А.С., Салихов Ш.И. Штамм культивируемых клеток рака тонкой кишки мышей АКАТ, клон Е7 // Патент на изобретение РУз №IAP 05428 от 06.06.2017.
8. Хашимова З.С., Кахорова К.А., Салахутдинова М.Б., Ощепкова Ю.И., Салихов Ш.И. Выведение и культивирование перевиваемой культуры клеток // Учебно-методическое пособие, 2024, Ташкент.
9. Mosmann T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays// *J. Immunological Methods.* - USA, 1983. - Vol. 65. - P. 55-63.
10. Niks M. Towards an optimized MTT assay // *J. Immunological Methods.* 1990. - Vol. 130. - P. 149-151.
11. А.А.Вартанян, М.В.Огородникова Молекулярные механизмы действия препаратов платины // *Российский биотерапевтический журнал*, 2004, Москва.



**Ikromjon MAMADOLIYEV**,  
Toshkent Kimyo xalqaro universiteti Samarqand filiali dotsenti v.b., PhD  
E-mail: I.Mamadoliyev@kiut.uz  
**Aziza ABDIKAMALOVA**,  
O'z RFA Umumiy va noorganik kimyo instituti k.i.x., k.f.d  
**Oliya SHARIPOVA**,  
Toshkent Kimyo xalqaro universiteti Samarqand filiali dotsenti, t.f.d

SamDTU professori, t.f.n. Q.Xalikov taqrizi asosida

#### ADSORBENTLAR YARATISH UCHUN NAVBAHOR BENTONITINING TARKIBI VA STRUKTURAVIY XUSUSIYATLARINI O'RGANISH

Аннотация

Bentonit namunalarining tuzilishi va tarkibini aniqlash uchun rentgenofazali, elektron mikroskopik, termik va spektral kabi tahlillar o'tkazildi. Rentgen diffraktogramma XRD Empyrean PANanalytical rentgen diffraktometrida zamonaviy diffraktometr tadqiqot jarayonini avtomatlashtirish, va PDWin va PELDos dasturiy paketlaridan foydalangan holda shaxsiy kompyuter yordamida ma'lumotlarni yozib olish va qayta ishlash imkonini beradi. Dioktaedrik strukturali montmorillonit refleksi  $d_{020} = 0.446$  nm bo'lishi uning qatlamli joylashuvda tetraedrik kremniy qatlami bilan ajratib turuvchi ikkita oktaedrik alyuminiy yoki magniy qatlami borligini tasdiqlaydi. Montmorillonit minerali asosiy sorbsion aktivligi B1 gil namunasida 54-56 mas%, B2 namuna esa taxminan 54-57 mas% tashkil qiladi.

**Kalit so'zlar:** Ishqoriy (B1) va ishqoriy yer (B2) gil, bentonit, montmorillonit, Adsorbsiya izotermasi, katalizator, solishtirma sirt yuza, g'ovakning o'rtacha o'lchami.

#### ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ НАВБАХОРСКОГО БЕНТОНИТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АДСОРБЕНТОВ

Аннотация

Для определения структуры и состава образцов бентонита были проведены рентгеноструктурный, электронно-микроскопический, термический и спектральный анализы. Рентгеновская дифрактограмма Рентгеновский дифрактометр XRD Empyrean PANanalytical Современный дифрактометр позволяет автоматизировать процесс исследования, а также производить регистрацию и обработку данных с помощью персонального компьютера с использованием программных пакетов PDWin и PELDos. Тот факт, что монтмориллонит с диоктаэдрической структурой имеет отражение  $d_{020} = 0,446$  нм, подтверждает, что его слоистая структура состоит из двух октаэдрических слоев алюминия или магния, разделенных тетраэдрическим слоем кремния. Основная сорбционная активность минерала монтмориллонита составляет 54-56 мас.% в образце глины B1 и около 54-57 мас.% в образце B2.

**Ключевые слова:** Щелочная (B1) и щелочноземельная (B2) глина, бентонит, монтмориллонит, изотерма адсорбции, катализатор, удельная поверхность, средний размер пор.

#### STUDYING THE COMPOSITION AND STRUCTURAL PROPERTIES OF NAVBAKHOR BENTONITE FOR THE CREATION OF ADSORBENTS

Annotation

To determine the structure and composition of bentonite samples, X-ray phase, electron microscopic, thermal and spectral analyses were carried out. X-ray diffractogram XRD Empyrean PANanalytical X-ray diffractometer allows for automation of the research process, and data recording and processing using a personal computer using the PDWin and PELDos software packages. The presence of a dioctahedral montmorillonite reflex  $d_{020} = 0.446$  nm confirms the presence of two octahedral aluminum or magnesium layers separated by a tetrahedral silicon layer in its layered arrangement. The main sorption activity of the montmorillonite mineral is 54-56 wt% in the B1 clay sample, and about 54-57 wt% in the B2 sample.

**Key words:** Alkaline (B1) and alkaline earth (B2) clay, bentonite, montmorillonite, Adsorption isotherm, catalyst, specific surface area, average pore size.

**Kirish.** Tabiiy seolitlar  $\text{SiO}_4$  va  $\text{AlO}_4$  tetraedradan tashkil topgan kristalli aluminosilikatlar bo'lib, yuqori sirt yuzasi, bir xil va aniq mikro'ovaklik, tanlab ta'sir etuvchanligi, yuqori ion almashinish qobiliyati, kuchli Brensted kislotasi va yuqori termal va gidrotermik barqarorlikka ega ekanligi bilan ajralib turadi [1]. Shuning uchun mezog'ovakli tuzilishga ega bo'lgan yuqori kremniyli seolitlar ion almashinuvi [2], katalizatorlar, membranani ajratish va adsorbentlar kabi ko'plab atrof-muhit va sanoatning boshqa sohalarida keng qo'llanilgan [3].

Mezog'ovakli tuzilishga ega bo'lgan yuqori kremniyli seolitlarni sintez qilish uchun ishlatiladigan asosiy xom ashyo kremniy va alyuminiyning turli manbalari bo'lib, ular odatda natriy silikatlar, natriy aluminat, alyuminiy tuzlari yoki kolloid kremniydan iborat. Biroq, mezog'ovakli tuzilishga ega bo'lgan yuqori kremniyli seolitlarni sintez qilishning an'anaviy usullari odatda kimyoviy reagentlarni boshlang'ich material sifatida yoki gidrotermik sharoitda gel yoki shaffof eritmadan kristallanishni o'z ichiga oladi, bu esa yuqori narx, haddan tashqari chiqindilar va atrof-muhit uchun noqulay tabiatning kamchiliklariga ega [4,5]. Shuning uchun mezog'ovakli tuzilishga ega bo'lgan yuqori kremniyli seolitlarni tejankor sintez qilish uchun ko'plab urinishlar

olib borilmoqda. Umuman olganda, tabiiy aluminosilikat va silikat minerallari keng o'rganilgan, chunki ular tejamkor rekursorlardir va sintez xarajatlarini kamaytirishga olib kelishi mumkin. Hozirgacha kaolinit, bentonit [6], dala shpati va boshqa prekursorlar kabi tabiiy minerallardan mezog'ovakli tuzilishga ega bo'lgan yuqori kremniyli seolitlarni sintez qilish bo'yicha ko'plab tadqiqotlar o'tkazildi[7].

Oqava suvlarni samarali tozalashga qodir yangi nanosorbentlarni ishlab chiqish maqsadida O'zbekistonning tabiiy boyliklarini, shu jumladan Navoiy konidagi gillarni o'rganish katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega[8].

Ayni paytda jahonda suvni tozalash muammosi ekologik va texnologik chaqiriqlar oldingi o'rinda eng dolzarb muammo bo'lib turadi. Chuchuk suv resurslari tobora cheklanib bormoqda va suv resurslarining sanoat, qishloq xo'jaligi va maishiy chiqindilar bilan ifloslanishi jiddiy ekologik oqibatlariga olib keladi. Ushbu muammo aksariyat mamlakatlar, shu jumladan O'zbekiston Respublikasi uchun ham dolzarbdur[9].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Ayni paytda jahonda suvni tozalash muammosi ekologik va texnologik chaqiriqlar oldingi o'rinda eng dolzarb muammo bo'lib turadi[10]. Chuchuk suv resurslari tobora cheklanib bormoqda va suv resurslarining sanoat, qishloq xo'jaligi va maishiy chiqindilar bilan ifloslanishi jiddiy ekologik oqibatlariga olib keladi. Ushbu muammo aksariyat mamlakatlar, shu jumladan O'zbekiston Respublikasi uchun ham dolzarbdur[11].

O'zbekistonda suv resurslari qishloq xo'jaligi va aholini ichimlik suvi bilan ta'minlash uchun muhim ahamiyatga ega. Respublikamizda smektit guruhi minerallari asosida funksional materiallar – samarali adsorbentlar va katalizatorlar ishlab chiqarish texnologiyasini modernizatsiya qilish bo'yicha salmoqli natijalarga erishilgan[12].

Maqbul sorbentlarni aniqlash maqsadida Navbahor konining (Navoiy viloyati) montmorillonit saqlagan gillari tadqiq qilindi. Bentonit namunalari tuzilishi va tarkibini aniqlash uchun rentgenofazali, elektron mikroskopik, termik va spektral kabi tahlillar o'tkazildi.

**Tahlil va natijalar.** Namunalarning elektron mikroskopik tasvirlari va elementar tarkibi haqidagi ma'lumotlar EVO MA10 SEM skanerlash elektron mikroskopi yordamida olingan. Mikroskop tabiiy muhit rejimida (0,1 atm. qoldiq bosimda) tadqiqot o'tkazish funksiyasiga ega bo'lib, namuna bo'limlarini tayyorlash uchun Magnum ion kolonkasi bilan jihozlangan va ichki tuzilmani qatlam-qatlam tahlil qiladi. Ishqoriy (B1) va ishqoriy yer (B2) gil namunalari o'xshash oksidlarni o'z ichiga qamrab olgan bo'lib, bu bentonit gillarining odatiy tarkibini aks ettiradi. Biroq, namunalar orasida ba'zi oksidlarning konsentratsiyasida farqlar mavjud. Namunalarda asosiy komponentlar sifatida  $\text{SiO}_2$  va  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mavjud bo'lib, bu bentonit gillari uchun xosdir. Ikkala namunada turli miqdorlarda  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$  va  $\text{CO}_2$  mavjud.

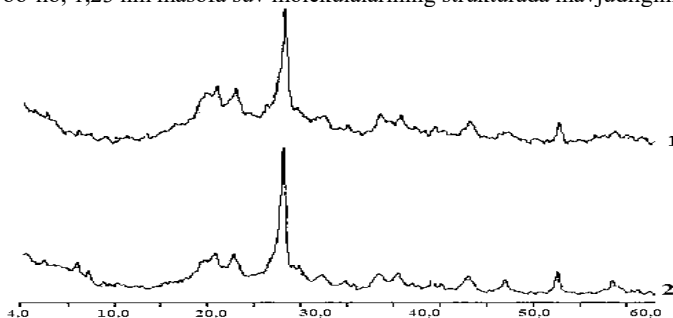
Tahlil va natijalar. Tabiiy gilning kimyoviy tarkibi analitik kimyo usulida quyidagi oksidlar borligi aniqlandi.

Tabiiy bentonit gili namunalari kimyoviy tarkibi % massa birligi (1-jadval)

| Namuna          | $\text{SiO}_2$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{FeO}$ | $\text{CaO}$ | $\text{MgO}$ | $\text{Na}_2\text{O}$ | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{P}_2\text{O}_5$ | $\text{SO}_3$ | $\text{CO}_2$ | 6,6. |
|-----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|----------------------|------------------------|---------------|---------------|------|
| Ishqoriy B1     | 57,8           | 15,1                    | 2,6                     | 2,3          | 0,8          | 1,3          | 3,1                   | 1,5                  | 0,2                    | 0,4           | 0,4           | 14,5 |
| Ishqoriy yer B2 | 61,2           | 15,9                    | 2,3                     | 3,1          | 3,2          | 3,1          | 1,1                   | 0,6                  | 0,3                    | 0,3           | 0,3           | 8,5  |

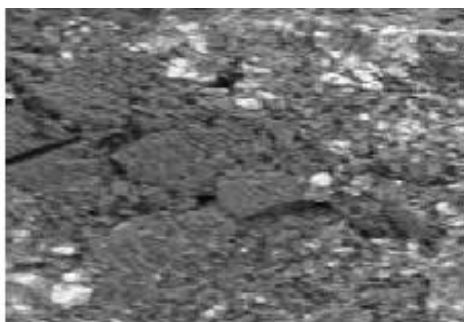
Bundan tashqari o'rganilayotgan namunalarning mineralogik tarkibi rentgen fazaviy tahlillar asosida aniqlandi (2-rasm).

B1 namuna uchun montmorillonit 1,781; 1,413; 0,455; 0,169; 0,166; 0,150 nm dagi reflekslar bilan aniqlangan. Ushbu namunadagi montmorillonit 1,23 nm oraliq masofaga ega d001 refleksi bilan aniqlangan bo'lib, undagi montmorillonit qatlamlarining xarakterli tuzilishini ko'rsatadi. Tabiiy sharoitda montmorillonit qatlamlari orasida suv molekullari mavjud bo'lishi mumkin bo'lib, 1,23 nm masofa suv molekullarining strukturada mavjudligini aks ettiradi.

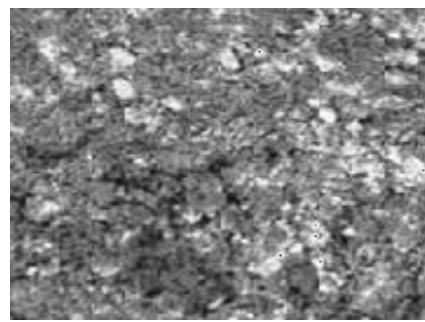


2-rasm. Bentonit namunalari diffraktogrammalari:  
1) B1; 2) B2.

$d_{001}=1,47$  refleksi shuni ko'rsatadiki, B2 namunasidagi montmorillonit asosan kalsiyli va magniyli shakllarda ifodalanadi.  $d_{020}=0,446$  nm refleksning mavjudligi montmorillonitning dioktaedral tuzilishini tavsiflaydi, bu esa kremniyning tetraedrik qatlami bilan ajratilgan alyuminiy yoki magniyning ikki oktaedrik qatlamlaridan tashkil topgan qatlamli tuzilishini tasdiqlaydi. Ushbu tuzilish montmorillonitlarga xos, biroq  $d_{001}=1,47$  nm reyleks mineral qatlamlari orasida qo'shimcha suv molekullari yoki boshqa moddalar bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi, bu esa qatlamlararo kationlar sifatida kalsiy va magniy borligidan dalolat beradi. Shunga ko'ra, bu natriy montmorillonitlarga nisbatan ushbu bentonitning suv yutish qobiliyati va plastikligini oshirishi mumkin.



3-rasm. B1 namunaning mikrotasviri.



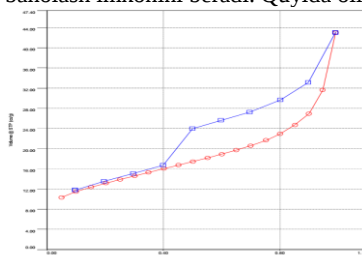
4-rasm. B2 namunaning mikrotasviri.

B1 namunasining mikrotasvirlarida montmorillonit asosan mikro va ultramikroagregatlar ko'rinishida tasvirlangan. Ma'lum joylarda bir-biridan turlicha masofada va chetki sohalarida joylashgan nayzasimon yirik zarrachalar aniqlangan. B2 namunasida esa montmorillonit kristallarining xarakterli taqsimoti o'zgacha tus olgan bo'lib, uning boshqa minerallar bilan yondosh joylashganini ko'rsatadi. Bunday agregatlar odatda 20 dan 80 mkm gacha bo'lib, turli xil zichlikda qurtilgan barglar shakliga qiyosdir. Montmorillonit kristallarining o'ziga xos morfologik ko'rsatkichlari rentgen nurlari diffraksiyasi va termik tahlillar natijalariga mosdir (3- va 4-rasm). B1 va B2 namunalarining energodispersion tahlil natijalariga ko'ra elementlarning kamayishi quyidagi ketma-ketlikda joylashgan: O, Si, Al, Na, Ca va boshqalar, ularning konsentratsiyasi esa gil namunasining turiga qarab o'zgaradi. Asosiy sorbsion faol mineral hisoblangan montmorillonit B1 namunada uchun 54-56 % ni va B2 uchun taxminan 54-57 % tashkil qiladi. Namunalarda kimyoviy tahlilga ko'ra O, Su, Al, Na va Ca kabi kimyoviy elementlarning turli tarkibda bo'lishini ko'rsatdi, bu turli mineralogik tarkibni va gillarning xususiyatlaridagi potensial farqlarni ko'rsatdi.

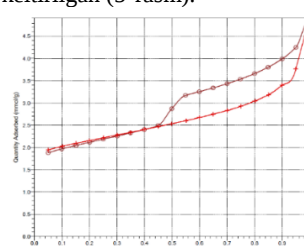
Shunday qilib, har tomonlama o'rganish gil namunalarining tarkibi va tuzilishi haqida qimmatli ma'lumotlarni olish imkonini berdi, bu ularning xususiyatlarini yanada o'rganishni davom ettirish va turli sohalarida qo'llanilishi bildiradi.

Tarkibning granulometrik tahlili cho'kindini doimiy tortish usuli yordamida amalga oshirildi. Katta zarrachalar ulushi ( $\geq 100$  mkm) B2 gil namunasida B1 ga nisbatan yuqori (birinchi usulda mos ravishda, 19,5% ga nisbatan 15,1%, ikkinchi usulda 31,2% ga nisbatan 39,3%). Biroq, har ikkala usulga ko'ra, B2 namunadagi yirik zarrachalarning ulushi B1 namunaga nisbatan yuqori. B1 gili (80,6 mgekv/100 g) B2 giliga (65,5 mgekv/100 g) nisbatan solishtirilganda katta kation almashinish sig'imiga. Bu B1 giling tarkibida kation almashinadigan xususiyatlarga ega bo'lgan ko'proq qatlamli minerallar mavjudligidan dalolat beradi.

Azot adsorbsiyasi asosida umumiy g'ovaklik, g'ovaklar hajmi va taqsimoti kabi parametrlar aniqlangan bo'lib, bu ularning adsorbsion faolligini baholash imkonini beradi. Quyida olingan izotermalar keltirilgan (5-rasm).



A)



B)

5-rasm. Azotning adsorbsiya izotermalari: A) B1; B) B2

5-rasm. Azotning adsorbsiya izotermalari: A) B1; B) B2

Olingan izotermalar tegishli adsorbsion tenglamalar bilan tavsiflangan, olingan ma'lumotlar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

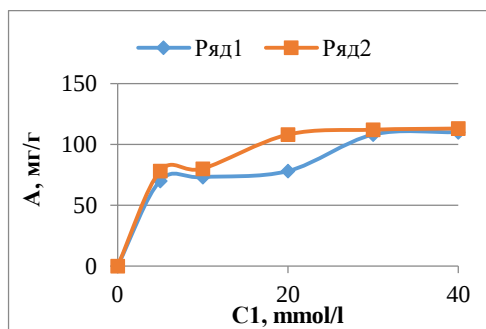
Bentonitlarning tekstur xususiyatlari

| Namuna | $S^1$ , m <sup>2</sup> /g | $S^2$ , m <sup>2</sup> /g | $V_o$ , gm <sup>3</sup> /g | $V_b$ , sm <sup>3</sup> /g | $R$ , Å | $D^{**}$ , Å | $D^{***}$ , Å |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------|--------------|---------------|
| B1     | 56,3                      | 65,4                      | 0,089                      | 0,101                      | 41,48   | 16,36        | 6,51          |
| B2     | 42,7                      | 62,5                      | 0,071                      | 0,082                      | 45,65   | 18,44        | 8,43          |

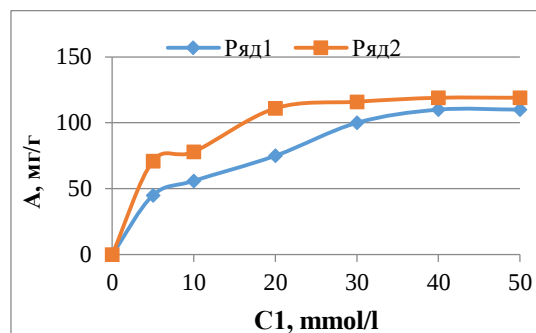
1— BET bo'yicha nisbiy yuza; 2 — Lengmyur bo'yicha nisbiy yuza; \*\* - g'ovakning o'rtacha kengligi; \*\*\* - mikrog'ovak o'rtacha hajmi;  $R$  — g'ovakning o'rtacha o'lchami.

B1 namunasi yuqori solishtirma sirt yuza va kichikroq g'ovaklarga ega bo'lib, bu uni adsorbsiya va kataliz kabi ma'lum jarayonlarda foydalanish uchun samarali bo'lishi mumkin. Boshqa jihatdan, B2 namunasi katta g'ovaklarga egaligi bois extimol yuqori o'tuvchanlik talab qilinadigan boshqa vazifalarda afzalroq bo'lishi mumkin. Tabiiy gillardan foydalanganda og'ir metall ionlarini adsorbsiyalash jarayonida montmorillonitning kristall strukturasi almashinish tugunlaridan kationlar ajralib chiqadi, bu esa ushbu kationlarning eritmalaridagi metall ionlari bilan almashinishini bildiradi.

6- va 7-rasmlarda o'rganilayotgan bentonitlarda mis (II) va qo'rg'oshinning (II) adsorbsiyasi izotermalari (jarayon sharoitlari:  $t=25\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}=7$ ) keltirilgan.



6-рasm. Pb<sup>2+</sup> adsorbsiyasi izotermilari:  
1) B2; 2) B1.



7-рasm. Cu<sup>2+</sup> adsorbsiyasi izotermilari: 1) B2; 2) B1.

Adsorbsiya izotermasidan ko'rinib turibdiki, B1 namunasi A (mg/g) adsorbsiya miqdorining yuqori qiymatlari bilan tavsiflanadi va uning qiymati 40 mg/l muvozanat konsentratsiyasida Pb<sup>2+</sup> va Cu<sup>2+</sup> bo'yicha mos ravishda 111 va 120 mg/g ni tashkil etadi. B1 namuna uchun adsorbsiya izotermilari B2 dan farqli o'laroq, yaqqol zinasimon ko'rinishni namoyish etib, bunda abssissadagi muvozanat konsentratsiyasining ortishi bilan ionlar konsentratsiyaning bir xil o'sishi kuzatiladi.

**Xulosa va takliflar.** Mineralogik tadqiqotlar B1 va B2 namunalarida montmorillonitni yuqori ekanligini va bu gillarda faol sorbentlar ko'p ekanligini tasdiqladi. Elektron mikroskopik tahlil montmorillonit agregatlarining turli shakllarini ko'rsatadi, bu namunalar orasidagi mineralarning mikro tuzilishidagi farqni aks ettiradi. Gilning kimyoviy tarkibi xilma xil bo'lib, bu ular tarkibidagi O, Si, Al, Na va Ca elementlari miqdorda ko'ra, bu ularning mineralogik xossasi turlicha ekanligini xarakterlaydi. B2 asosan yirik va o'rta o'lchamli g'ovaklikni o'z ichiga oladi, B1 gil esa mayda teshikchalardan iborat bo'ladi.

B1 va B2 gillar tahlili ko'rsatdiki ularni kation tarkibi va xossalari turlicha ekan. B1 gil tarkibiga Na<sup>+</sup> kation ustunlik qilsa, B2 gilda nisbatan yuqori kation almashinuvi kompleksiga ega, Ca<sup>2+</sup> ustunlik qiladi. Bu farqlar bu gillarning turli mineralogik tabiati va shakllanish sharoitlaridan dalolat beradi. B1 gilning yuqori kation almashinuv xossasi uning tarkibida smektit kabi qatlamli minerallar ko'pligi bilan bog'liq. B1 va B2 gil namunalariining tekstura xususiyatlarini o'rganish davomida ularda sezilarli darajada farqli adsorbsiya jarayoni sekinlashadi. B1 va B2 gillarida mis va qo'g'oshin ionlarining sorbsiyasida farq qayd etildi. B1 uchun adsorbsiya izotermilari pog'onali (zinasimon) ko'rinish bilan ifodalandi, B2 da esa bir xilda o'sishi kuzatildi. Bu namunalarning kimyoviy va mineralogik tabiati va ularning g'ovakli tuzilishidagi farq bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Adsorbsiya jarayoni kinetiksini o'rganish davomida shu narsa ayon bo'ldiki, adsorbsiyaning birinchi faol bosqichi metall kationlarining sorbsiya tezligi maksimal katta bo'lishi ayniqsa ko'zga tashlanadi. B1 namunasi dastlabki vaqt oralig'ida yuqori adsorbsion faollikni ko'rsatdi, bu elektrostatik o'zaro ta'sirlar va sirdagi faol markazlarning yuqori zichligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Keyingi jarayonlarda, sirt yuza qatlamning faolligini pasayishi va sorbent ichidagi faol joylarga kationlarning ko'chishi tufayli adsorbsiya jarayoni sekinlashadi. B1 va B2 gillarida mis va qo'g'oshin ionlarining sorbsiyasida farq qayd etildi. B1 uchun adsorbsiya izotermilari pog'onali (zinasimon) ko'rinish bilan ifodalandi, B2 da esa bir xilda o'sishi kuzatildi. Bu namunalarning kimyoviy va mineralogik tabiati va ularning g'ovakli tuzilishidagi farq bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Shunday qilib, olib borilgan tadqiqotlar sorbentning o'ziga xos xususiyatlarini va adsorbsiya jarayonining xususiyatlarini hisobga olgan holda to'g'ri tanlash muhimligini ta'kidlaydi.

#### ADABIYOTLAR

- Бондаренко, А. В. Исследование ионообменных и адсорбционных свойств катионзамещенных форм слоистых силикатов / А. В. Бондаренко, Л. И. Бельчинская, Н. С. Поляков и др. // Физико-химические процессы в конденсированном состоянии и на межфазных границах: материалы II Всероссийской конференции («Фазгран – 2004»). – Воронеж, 2004 г. – Т. 2. – С. 528-529.
- Бельчинская, Л. И. Адсорбционные характеристики модифицированного органосилоксанами природного минерала с клиноптилолитовой структурной составляющей / Л. И. Бельчинская, О. Ю. Стрельникова // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья : материалы II Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Белгород, 18-13 сент. 2006 г. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. – С. 29-3. Paygamon, R., Abdikamalova, M., Eshmetov, I., Ergashev, O. Adsorption properties of carbon adsorbents based on wood waste / E3S Web of Conferences, 2023, 401, 02013
- Usmanov R.M., Abdikamalova A.B., Eshmetov I.D., Kuldasheva Sh.A Obtaining coal adsorbents based on local wood waste, research of their physico-chemical and adsorption properties Journal of Critical Reviews 12 (7), 2394-5125.
- Уташев Ё.И., Маматалиев Н.Н., Абдикамалова А.Б. Исследование адсорбционных свойств Al-интеркалированных монтмориллонитов по отношению к Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> ионам // Universum: техническиенауки:электроннаучн.журн.2021.11(92).URL:https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12594(дата обращения: 20.09.2023).
- Маматалиев Н.Н. Адсорбционная активность логонского бентонита и его пиллар форм по отношению к красителям // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 5(98). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13717 (дата обращения: 20.09.2023).
- Белецкая, В. А. Адсорбционно-каталитические свойства алюмосиликатов / В. А. Белецкая // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья : материалы II Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Белгород, 18-13 сент. 2006 г. – Белгород : изд-во БелГУ, 2006. – С. 23-27.
- Голдовская-Перистая, Л. Ф. Исследование способности купинской и протопоповской глин сорбировать тяжелые металлы (медь, и свинец) из водных растворов / Л. Ф. Голдовская-Перистая, А. И. Везенцев, С. А. Гончаренко и др. // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Белгород, 11-14 окт. 2004 г. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. – С. 46-19.
- Везенцев, А. И. Вещественный состав и сорбционные характеристики монтмориллонитсодержащих глин. / А. И.

- Везенцев, Ни А. Воловичева // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2006. – Т. 6, вып. 4. – С. 639-643.
9. Mamadoliev, I., Fayzullayev, N., Yuldashev, S., Urakov, S., & Baykulov, A. (2024, November). Enrichment and modification of bentonite clay processes influence on structural characteristics. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3244, No. 1). AIP Publishing
10. Mamadoliev, I. I., Fayzullaev, N. I. (2020) Optimization of the Activation Conditions of High Silicon Zeolite International Journal of Advanced Science and Technology 29(3), 6807 – 6813
11. N. Fayzullayev., I.Mamadoliev //Study of methods of chemisorption purification of hydrogen sulfide in natural gases with natural sorbent// E3S Web of Conferences 401, 04052 (2023)



UDK: 543.05; 543.06, 543.4

**Muattar MAMEDOVA,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti mustaqil izlanuvchicu*  
E-mail: muattarmamedova1412@gmail.com  
**Zulayxo SMANOVA,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti professori, k.f.d*  
**Muborak ABDULLAYEVA,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti professori, b.f.n*

*ToshDAU professori v.b., k.f.n F.Abdullayev taqrizi asosida*

#### THE COMPOSITION OF THE SOIL OF THE TERRITORY OF ALMALYK MMC, TASHKENT REGION HEAVY METALS AND CR, PB IONS BY SORPTION-SPECTROSCOPIC METHODS DETECTION AND MONITORING

Annotation

In the study, the soil samples taken from the Almalyk mining and metallurgical combine and nearby areas were studied by mass spectrometric (ICP-MS) analytical methods. The analysis results of Co, Ni, Zn, As, Sc, Cu, Se, Rb, In, Ce, Cr, Pb from the heavy metals in the analyzed soil are presented. As a result of monitoring, Cr and Pb ions were detected in relation to the permissible limit and were found to be higher than RPL.

**Key words:** Heavy metals, soil, mass spectrometry, inductively coupled plasma (ISP), mass spectrometry (MS), MPS, monitoring, Tashkent region, Almalyk MMC, sorption spectroscopy.

#### СОСТАВ ПОЧВЫ ТЕРРИТОРИИ АЛМАЛЫКСКОГО ГМК ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИОНЫ CR, PB СОРБЦИОННО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ ОБНАРУЖЕНИЕ И МОНИТОРИНГ

Аннотация

В ходе исследования пробы почвы, отобранные на территории Алмалыкского горно-металлургического комбината и близлежащих территорий, были изучены масс-спектрометрическими (ICP-MS) аналитическими методами. Представлены результаты анализа Co, Ni, Zn, As, Sc, Cu, Se, Rb, In, Ce, Cr, Pb из тяжелых металлов в анализируемой почве. В результате мониторинга ионы Cr и Pb были обнаружены относительно допустимой нормы и оказались выше ПДК.

**Ключевые слова:** Тяжелые металлы, почва, масс-спектрометрия, индуктивно-связанная плазма (ИСП), масс-спектрометрия (МС), МПС, мониторинг, Ташкентская область, Алмалыкский ГМК, сорбционная спектроскопия.

#### TOSHKENT VILOYATI OLMALIQ KMK HUDUDI TUPROG'I TARKIBIDAGI OG'IR METALLARNI HAMDA CR, PB IONLARINI MASS-SPEKTROMETRIK USULLARDA ANIQLASH VA MONITORING QILISH

Annotatsiya

Tadqiqotda Olmaliq kon-metallurgiya kombinati va unga yaqin hududlardan olingan tuproq namunalari mass-spektrometrik (ICP-MS) tahlil usullar bilan o'rganildi. Tahlil qilingan tuproqdagi og'ir metallardan Co, Ni, Zn, As, Sc, Cu, Se, Rb, In, Ce, Cr, Pb ionlari tahlil natijalari keltirilgan. Monitoring natijasida Cr va Pb ionlari ruxsat etilgan chegaraviy miqdorga nisbatan olindi va RChM dan yuqori ekanligi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** Og'ir metallar, tuproq, mass-spektrometriya, induktiv bog'langan plazmali (ISP), mass-spektrometriya (MS), MPS, monitoring, Toshkent viloyati, Olmaliq KMK, sorbsion-spektroskopiya.

**Kirish.** Dunyoda sanoat texnologiyalar, ishlab chiqarish hamda qurilish sanoatining rivojlanishi natijasida og'ir, zaharli va kanserogen metallarning atrof-muhitga tarqalishi ekologik jihatdan global muammoga olib kelmoqda. Atrof-muhitni ifloslantiruvchi asosiy og'ir metallarni aniqlashda va ularning monitoringini olib borishda ekologik xavfsiz bo'lgan aniqlash uslublarini ishlab chiqish orqali yuqori samaradorlikka erishiladi.

Tuproqda, o'simliklarda, hayvonlar va insonlarda to'planish qobiliyatini hisobga olgan holda og'ir metallarning yuqori toksikligini hamda ularning eng xavfli kimyoviy ifloslantiruvchi moddalar qatoriga kiritiladi, tuproqning ifloslanish darajalarini o'rganib belgilangan me'yorlaridan oshib ketmasligini ta'minlash zarur.

Xrom ko'pgina tabiiy sharoitlarda harakatsiz element hisoblanadi. Tuproqda asosan Cr<sup>3+</sup> sifatida mavjud bo'lib, organik moddalarning mavjudligi tuproq tizimida to'planishiga yordam beradi. Kichik elektron radiusli element sifatida u nam tuproqlarga ham mahkamlanadi va bunday holat pH ortishi bilan kuchayadi. Tuproq profilini namlash o'simliklardagi xromning harakatchanligi va to'planishiga katta ta'sir qiladi: nam tuproqqa xromning so'rilishi 5 baravargacha oshishi mumkin. Bundan tashqari, xrom tuproqning organik moddalari bilan bog'lanishi ham yuzaga keladi. [1].

Atrof-muhitni ifloslantiruvchi asosiy manbaalardan biri qo'rg'oshin metalli hisoblanadi. Atrof-muhit va inson salomatligi uchun xavf tug'diradigan manba avtotransport vositalarida ishlatiladigan yuz minglab tonna oksietilangan benzindan foydalanish. Turli zavodlarning chiqindilari qo'rg'oshin ionini o'z ichiga olgan bo'lib, tuproq va suv manbaalarini ifloslantiradi. Tirik mavjudotlar salomatligida bu holat atrof-muhit uchun xavfli hisoblanadi.

Insonlar salomatligiga og'ir metallar va ularning birikmalari kuchli salbiy ta'sir ko'rsatadi hamda ifloslantiruvchi moddalarning muhim guruhini tashkil qiladi. Atrof-muhitni ifloslantiruvchi asosiy guruhni og'ir metallar tashkil qiladi. Bu

metallar sanoat obyektlarida eng ko'p ishlatiladigan metallar hisoblanadi. Atrof-muhit monitoringi va atrof-muhit ifloslanishini o'rganishda asosan zichligi 5 g/sm<sup>3</sup> va undan yuqori bo'lgan metallar kiradi. Bu og'ir metallar nafaqat insonlar uchun, balki yerdagi barcha organizmlar uchun jiddiy xavf tug'diradi. Bularga asosan Cr, Pb, Co, Zn, Cu, Sn, Mo, As, V, Hg, Cd, Bi, Ni, Sb, Mn lar kiradi.

Atom massasi, zichligi, zaharligi, tabiiy muhitda tarqalishi, tabiiy va texnogen sikllarda ishtirok etish darajasi bo'yicha tasniflar mavjud. Og'ir metallarni tasniflashda ularning yuqori toksikligi muhim rol o'ynaydi. Toksikologik ta'sir darajasiga qarab, DavST (GOST) 17.4.1.0283 ga muvofiq kimyoviy moddalar uch sinfga bo'linadi:

**I sinf** (juda xavfli) – As, Cd, Hg, Be, Se, Pb, Zn; **II sinf** (o'rtacha xavfli) - B, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr; **III sinf** (past xavfli) - Ba, V, W, Mn, Sr. [90; 395-401 b.].

Toshkent viloyati Olmaliq shahri - O'zbekistonning eng katta rangli metallurgiya markazlaridan biridir. O'zbekiston iqtisodiyotini rivojlantirishda Olmaliq tog'-kon metallurgiya sanoat kombinatlari muhim ahamiyat kasb etsada, tabiati va aholisining salomatligi bilan bog'liq masalalariga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. [2]. Kimyo, tog'-kon, rangli metall sanoat korxonalari chiqindilari Olmaliq shahriining ekologik holati bilan bog'liq bo'lib, suv, tuproq va atmosferaning ifloslanishi o'simliklar va hayvonlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi. [3].

**Tajriba qismi.** Tuproqning muhim tarkibiy qismini aniqlash va ayrim xossalarni o'rganish uchun Dav GOST bo'yicha tahlilga tayyorlandi. [4]. Olib kelingan tuproq toza qog'ozga yoyildi va xona haroratida quritildi. Tuproq quriganidan keyin undagi yirik tarkibi ezib maydalandi. Laboratoriya tahlillari uchun o'rta tacha tuproq namunasini olish maqsadida konvert usulida bir nechta katakchalarga ajratilib, har biridan tuproq olindi va analitik tarozida tortib miqdori 10 g ga yetkazildi. Bu tayyorlangan tuproq maxsus hovonchada maydalanib, maxsus 1 mm li elaklardan o'tkazildi. Sanoat zonasi hududlardan olib kelingan tuproq namunalarning har biri yuqoridagi usul bilan tahlilga tayyorlandi. [5].

Hududlardan olingan tuproq namunalardan 10 g miqdorda tortib olindi. Namunalar 1:1 nisbatda, ya'ni 20 ml konsentrlangan HCl kislota va 20 ml distillangan suvda eritildi. Eritma 1 soat davomida suv hammomida qaynaguncha qizdirildi. Eritma sovutib, ketma-ket ikki marta suv hammomida qizdirildi. Bir sutkadan keyin takroran eritma qizdiriladi va tindiriladi. Tarkibida turli xil metall ionlari bo'lganligi sababli rangi o'zgardi. Eritmani hajmi 250 ml li o'lchov kolbalariga filtrlab, cho'kmadan ajratib olindi. [6].

Tuproq eritmasi tarkibidan xrom va qo'rg'oshin ionlarini konsentrlab olish uchun organik reagent bilan immobillangan polimer sorbentdan foydalanildi. Polimer sorbentlar "Urganch teks" MChJ fabrikasining chiqindi tolasi tabiiy ipak fibroin hamda O'zMU "Polimerlar kimyosi" kafedrasida sintez qilingan PAN(poliakrilonitril) va PEPA(polietilen poliamin)ning reaksiyasidan hosil bo'lgan mahsulotga formaldegid va fosfit kislota bilan ishlov berib sintez qilib olingan PPF sintetik toladan foydalanildi. Organik reagentlardan sulfarsazen, erioxrom qora, toron, arsenazo (III), sulfosalitsil kislotalar qo'llanildi va natijalar sulfarsazen hamda qora erioxrom organik reagentlarida yaxshi natija kuzatildi.

Tahlil qilinadigan namunadan hajmi 50 ml o'lchamli stakanga tuproq eritmasi alikvotdan solindi va 5 mkg Cr, Pb ionlari eritmalaridan va 5 ml dan qoplovchi agent, 0,2 g ipak fibroin tolasiiga immobillangan organik reagent, PPF tolasiiga immobillangan reagentlaridan 5 ml universal bufer pH=8 eritmadan solinib 10-15 daqiqa sorbsiyalandi.

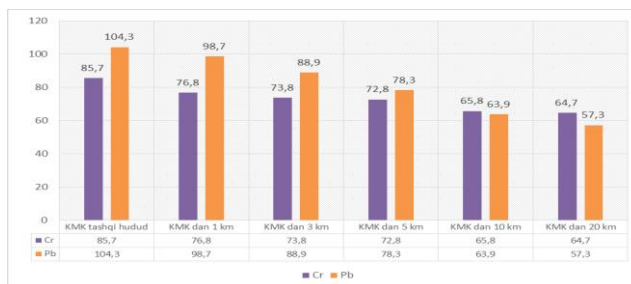
**Olingan natijalar va ularning muhokamasi.** Tadqiqotda Olmaliq KMK va unga yaqin hududlardan olingan tuproq namunalari tarkibidagi og'ir metallar Mass-spektrometrik (ICP-MS) «O'zO'U 0677:2015 (MBI №499-AЭM/MC)» priborida tahlil qilindi. Olmaliq KMK hududidan tuproq namunasi olitita hududdan: KMK tashqi hududi hamda hududdan 1 km, 3 km, 5 km, 10 km, 20 km masofalardan olindi va monitoring qilindi. Tuproq namunasi tarkibida 61 ta element mavjudligi aniqlandi. Ma'lumotdagi mavjud bo'lgan ayrim metallar miqdori (ppm, mkg/g, g/t) quyidagi 1- jadvalda keltirilgan.

1-jadval

**Olmaliq KMK hududi tuproq namunalariidagi elementlarning ICP-MS tahlili, mkg / g**

| №  | Metall nomi | KMK tashqi hududi | KMKdan 1 km | KMK dan 3 km | KMK dan 5 km | KMK dan 10 km | KMK dan 20 km |
|----|-------------|-------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 1  | Co          | 14,8              | 13,6        | 12,7         | 11,9         | 10,9          | 10,3          |
| 2  | Ni          | 47,1              | 45,1        | 42,3         | 26,9         | 24,9          | 22,7          |
| 3  | Zn          | 447               | 356         | 131          | 119          | 78,4          | 69,5          |
| 4  | As          | 6,10              | 4,95        | 4,34         | 4,33         | 4,17          | 3,75          |
| 5  | Sc          | 14,1              | 13,4        | 10,4         | 7,48         | 7,10          | 6,41          |
| 6  | Cu          | 241               | 82,2        | 69,5         | 53,0         | 51,5          | 35,7          |
| 7  | Se          | 7,59              | 1,38        | <0,50        | <0,50        | 0,505         | <0,50         |
| 8  | Rb          | 220               | 148         | 127          | 111          | 72,1          | 62,1          |
| 9  | In          | 0,301             | 0,202       | 0,098        | 0,047        | 0,049         | 0,019         |
| 10 | Ce          | 79,9              | 61,7        | 59,3         | 52,7         | 42,2          | 40,8          |

Olmaliq KMK tuproq namunalariidagi Cr va Pb ionlarining tarqalishi 1-diagramma va 2-jadvalda keltirilgan. Natijalar tahlil qilinganda tuproq migratsiyasida xrom metallining tuproq tarkibidagi miqdori KMK dan uzoqlashgan sari kamayishi kuzatildi. [7,8].

**1-diagramma.** Xrom va qo'rg'oshin metallarining tarqalish diagrammasi

2-jadval

**Tuproq namunasidagi Cr va Pb ionlarining ICP-MS tahlili, mkg / g**

| № | Metall nomi | KMK tashqi hududi | KMK dan 1 km | KMK dan 3 km | KMK dan 5 km | KMK dan 10 km | KMK dan 20 km | RChM |
|---|-------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|------|
| 1 | Cr          | 85,7              | 76,8         | 73,8         | 72,8         | 65,8          | 64,7          | 6,0  |
| 2 | Pb          | 104,3             | 98,7         | 88,9         | 78,3         | 63,9          | 57,3          | 32,0 |

Atrof-muhit obyektlarida xrom va qo'rg'oshin ionlarini aniqlashning sorbsion-spektroskopik usuli ishlab chiqildi. Usulda organik reagentlar bilan immobillangan polimer sorbent orqali metallar namunadan konsentrlash natijasida amalga oshiriladi.

Tadqiqotda qo'llanilayotgan organik reagentlarning eritmali sorbentlarga immobillash jarayoni quyidagi usullardan foydalanib olib boriladi: diametri 2 sm va massasi 0,2 g bo'lgan tola namunalar 0,1 M HCl (50 sm<sup>3</sup>) eritmasi solingan stakanga tushirildi. Bunda boshlang'ich sorbent Cl- shaklga o'tadi. Keyin tashuvchi tolasimon sorbent distillangan suv bilan bir necha marotaba yuvildi va immobillash uchun olingan organik reagent 10 ml hajmda o'lchab olinib 50 ml hajmli o'lchov shisha stakanga solindi. So'ngra stakanga HCl kislotada aktivlangan tola solib immobillash jarayoni olib borildi, jarayonning vaqti 5 daqiqadan 24 soat vaqtga qadar davom ettirildi. Shundan keyin tola distillangan suv bilan yuvildi, immobillangan tolani shisha tayoqcha bilan ushlab turgan holda distillangan suv 2 marotaba 50 sm<sup>3</sup> bilan yuviladi. Nam holatda tola Petri idishiga solib qo'yildi. Stakanda qolgan organik reagentning nur yutish spektrometrdan, tolaga immobillangan qismi esa nur qaytarish spektrofotometri yordamida aniqlandi.

Polimer tolaga immobillangan organik reagentlar bilan kompleks hosil qilish jarayoni asosan sorbsion konsentrlash uchun xona haroratida metall eritmali 10 ml hajmdan 200 ml hajmgacha 0,2 g sorbent solingan mikrokolonkadan 1-10 ml/daqiqa tezlikda o'tkaziladi. Sorbent dastlab metall ionlari konsentrlanadigan pH qiymatlarida eritmani o'tkazib konsentrlanadi. Ushbu metallarni sorbsiya konsentratsiyasini va spektroskopik aniqlashni o'tkazish ekologik muammolarni hal qilishga yordam beradi.

**Xulosa.** Jadvallardan va 1-diagrammadan ko'rinish turibdiki, metallar kamayish tartibida joylashtirilgan. Metallardan eng ko'p tarqalgan Zn 447-69,5 mkg/g, Cu 241-35,7 mkg/g, Rb-220-62,1, Pb-104,3-57,3 mkg/g, Cr-85,7-64,7 mkg/g, Ce-79,9-40,8 mkg/g, Ni-47,1-22,7 mkg/g, Co-14,8-10,3 mkg/g, Sc-14,1-6,41, Se-7,59-0,50, As-6,10-3,75 mkg/g, In-0,301-0,019 mkg/g miqdorda va Zn > Cu > Rb > Pb > Cr > Ce > Ni > Co > Sc > Se > As > In ekanligini kuzatish mumkin. Eng ko'p rux va mis metallar miqdoriiga to'g'ri kelishi Olmaliq KMK da asosan rux va mis metallari ashyolari ishlab chiqarilishi asosiy omil bo'lib hisoblanadi.

Cr va Pb ionlarini ekologik obyektlar, xususan tuproq tarkibidan organik reagentlar bilan immobillangan polimer sorbentlar yordamida aniqlashning yangi, arzon, selektiv, tezkor, tanlab ta'sir etuvchan zamonaviy uslublarini yaratish orqali yuqori samaradorlikka erishish mumkin. Immobilizatsiyalangan reagentlar yordamida ishlab chiqilgan usul mintaqadagi sanoat zonalarida tuproqlarida og'ir va zaharli metall ionlarini aniqlash uchun tavsiya etiladi.

#### ADABIYOTLAR

- Соколова С. А. Экологическая химия. Учебное пособие. Воронеж. 2008 г. С.54-55.
- Кураева И.В. Геохимические показатели экологического состояния загрязненных почв. // - Dniprop. Univ.Bull. 2016. 24(2). С. 61-69.
- Ш.Т.Холикулов. Х.М.Неъматов. "Тупрокнинг оғир металллар билан ифлосланиши" Theoretical and Practical Principles of Innovative Volume 3 | SB TSAU Conference | 2022 .
- Водяницкий Ю. Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение. 2012. С. 368–375.
- ГОСТ 17.4.4.02 – 2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – 2018. Москва.
- Мамедова М., Ахмаджонов О., Сманова З. «Мониторинг определение тяжелых металлов в объектах промзоны Ахангаранского района Ташкентской области» "Ekologiya xabarnomasi" jurnali. 2023. - № 3. [7]. 76-78 b.
- Яхшиева Х.Ш., Сманова З.А., Яхшиева З.З., Тожибоев Б.Х. Новый иммобилизованный реагент для определения свинца. Universum: химия и биология". С. 76-78. 2015 г.
- Smanova Z.A., Inatova M.S., Alimova D. Иммобилизованные реагенты для определения ионов металлов.// Austrian Journal of Technical and Natural Sciences 2016 №1-2-P(02.00.00,№2)



UDK: 547.853.1+547-327

**Alimjon MATCHANOV**,  
Akademik A.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti professori  
E-mail: olim\_0172@mail.ru  
**Shohzod OCHILOV**,  
O'zbekiston Milliy universiteti tayanch doktoranti  
**Muxriddin YUSUFOV**,  
O'zbekiston Milliy universiteti katta o'qituvchisi  
**Zokir TOSHMATOV**,  
Genetika va o'simliklar experimental biologiyasi instituti katta ilmiy xodimi  
**Ibrohim OTAVALIYEV**,  
Toshkent tumani 1-maktab o'qituvchisi  
**Anvar ABDUSHUKUROV**,  
O'zbekiston Milliy universiteti professori

Akademik A.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti professori, k.f.d. N. Abdulladjonova taqrizi asosida

#### SYNTHESIS AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF 2,2'-(5-FLUORO-2,4-DIOXOPYRIMIDINE-1,3(2H,4H)-DIYL)BIS(N-(3-(TRIFLUOROMETHYL)PHENYL)ACETAMIDE

Annotation

In this study, a new compound was synthesized by the reaction of the chloroacetylation product of 3-trifluoromethyl aniline with 5-fluorouracil (5-Fu). The process was carried out in 2 stages, firstly, the chloroacetylation reaction of 3-trifluoromethyl aniline was carried out, and in the second stage, the new product 2,2'-(5-fluoro-2,4-dioxopyrimidine-1,3(2H,4H)-diyl)bis(N-(3-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide was synthesized based on the reaction of the obtained compound with 5-Fu. The structure of the product was confirmed using  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  NMR, IR and Mass spectrometry methods. The liquefaction temperature, reaction yield, solubility of the obtained product were determined, and 3 cancer cells were selected to test the biological activity: Hela (cervical cancer), HT-29 (colon cancer cell) and MCF-7 (breast cancer cell).

**Key words:** 5-Fluorouracil (5-Fu), chloroacetyl chloride, 3-trifluoromethyl aniline, 2-chloro-N-(3-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide.

#### СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ 2,2'-(5-ФТОР-2,4-ДИОКСОПИРИМИДИН-1,3(2H,4H)-ДИЛ)БИС(Н-(3-(ТРИФТОРМЕТИЛ)ФЕНИЛ)АЦЕТАМИДА

Аннотация

В данной исследован синтез хлорацетилования 3-трифторметил анилина с 5-фторурацилом (5-Фу). Синтез осуществлен в 2 стадии, сначала была проведена реакция хлорацетилования 3-трифторметиланилина, после этого проведена реакция с 5-Фу и синтезирован 2,2'-(5-фтор-2,4-диоксопиримидин-1,3(2H,4H)-дил)бис(Н-(3 (трифторметил) фенил) ацетамид. Химическая структура конечного продукта была подтверждена с использованием методов  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  ЯМР и ИК спектроскопия, а также метод масс-спектрометрии. Были определены некоторые физико-химические показатели и биологическая активность на клетках: Hela (рак шейки матки), HT-29 (клетка рака толстой кишки) и MCF-7 (клетка рака молочной железы).

**Ключевые слова:** 5-Фторурацил (5-Фу), хлорацетилхлорид, 3-трифторметил анилин, 2-хлор-N-(3-(трифторметил)фенил)ацетамид.

#### 2,2'-(5-FTOR-2,4-DIOKSOPIRIMIDIN-1,3(2H,4H)-DIIL)BIS (N-(3-(TRIFTORMETIL) FENIL) ASETAMIDNING SINTEZI VA BIOLOGIK FAOLLIIGI

Annotatsiya

Ushbu tadqiqotda 3-triftormetil anilinning xloratsetillash mahsulotining 5-ftoruratsil (5-Fu) bilan reaksiyasi yordamida yangi birikma sintez qilingan. Jarayon 2-bosqichda amalga oshirilgan bo'lib, dastlab 3-triftormetil anilinning xloratsetillash reaksiyasi amalga oshirilgan va ikkinchi bosqichda olingan birikmaning 5-Fu bilan reaksiyasi asosida yangi 2,2'-(5-ftor-2,4-dioksopirimidin-1,3(2H,4H)-diil)bis(N-(3(triftormetil)fenil) asetamid mahsuloti sintez qilingan. Mahsulotning tuzilishi  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  YaMR, IQ spektroskopiya va mass spektrometriya usullari yordamida tasdiqlangan. Olingan mahsulotning ayrim fizik-kimyoviy xarakteristikalarini va biologik faolligini 3 ta saraton hujayralarida: Hela (bachadon bo'yni saratoni), HT-29 (yo'g'on ichak saraton hujayrasi) va MCF-7 (ko'krak saratoni hujayrasi) o'rganilgan.

**Kalit so'zlar:** 5-Ftoruratsil (5-Fu), xloratsetilxlorid, 3-triftor metil anilin, 2-xlor-N-(3-(triftormetil) fenil)asetamid.

**Kirish.** Saraton hujayralarining sog'lom hujayradan farqli o'laroq, bunday hujayralarda tabiiy o'lim holati o'chirilgan, ya'ni ular to'xtovsiz bo'linish jarayonida bo'ladi. Saraton butun dunyo bo'ylab o'limning asosiy sababi bo'lib, 2020-yilda 10 millionga yaqin o'limni yoki har oltita o'limdan bittasini tashkil qiladi. Eng keng tarqalgan saraton turlari ko'krak, o'pka, yo'g'on, to'g'ri ichak va prostata saratonlaridir. Tamaki iste'moli saraton kasalligida o'limning taxminan 22% sababchisi hisoblanadi.

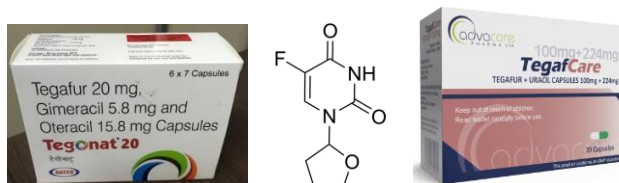
Shuningdek 10% semizlik, noto'g'ri ovqatlanish, jismoniy harakatning etishmasligi yoki spirtli ichimliklarni haddan tashqari ko'p iste'mol qilish ham saraton kasalligiga olib keladi. O'ziga xos viruslar, bakteriyalar, havo ifloslanishi va parazitlar bilan infeksiya butun dunyo bo'ylab saraton kasalliklarining taxminan 16-18% ni keltirib chiqaradigan ekologik omil hisoblanadi. Saraton kasalliklarini davolashda ko'plab dorilar ishlab chiqilgan bo'lib ular tibbiyotda keng miqyosda foydalaniladi. Ular bilan birgalikda 5-Fu va unga asoslangan dorilar ham bir qancha saraton kasalliklari: yo'g'on ichak, qizilo'ngach, oshqozon, oshqozon osti bezi, ko'krak va bachadon bo'yni saratoni kabi kasalliklarni davolashda foydalanilmoqda.

**Adabiyotlar tahlili.** Saraton kasalliklarini davolashda turli xil usullardan foydalaniladi, xususan jarrohlik, radioterapiya, kimyoviy dori-darmonlar, biologik immunizatsiya terapiyalari asosiy davolash strategiyalari bo'lib, ular orasida kimyoterapiya saraton kasalligini davolashda muhim rol o'ynaydi [1–5]. 5-Ftoruratsil (5-Fu) ilk bor 70-yil avval sintez qilingan bo'lib u geterosiklik aromatik organik birikma bo'lib, beshinchi ugleroddagi vodород atomi ftorga almashinishidan hosil bo'lgan uratsilning analogidir [6]. 5-Fu 282-283° C da suyuqlanuvchan oq rangli, hidsiz kukunsimon kristal modda bo'lib u asosan DMFA, DMSO, atsetonitril-metanol(1:1) kabi erituvchilarda yaxshi eriydi, etanol, suvda yomon, efir, xloroform va benzolda deyarli erimaydi[7]. 5-Fu ning bir qancha salbiy ta'sirlariga qaramay u asosida turli xil dori vositalar ishlab chiqilgan va terapiyada o'sma kasalliklarni keng turini davolashda ishlatilib kelinmoqda. 5-Fu asosidagi dorilarning aksariyati Adrucil nomi ostida sotiladi.



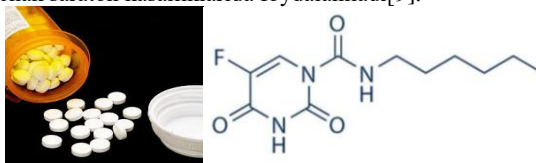
5-Ftoruratsil asosidagi dori vositalar

5-Fu ning ko'plab N-almashingan hosilalari sintez qilingan va ular yo'g'on ichak, oshqozon, jigar, o'pka, bachadon bo'yni va ko'krak saratoni kabi kasalliklarini davolashda foydalanib kelinmoqda. Ularga misol qilib kimyoterapiyada keng qo'llaniladigan Tegafurni keltirishimiz mumkin. 5-Fu ning 2-asetoksitetragidrofuran bilan DMFA erituvchisida 90°C da alkallanishidan 72 % unum bilan Tegafur olingan[8].



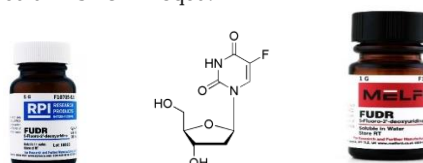
Tegafurning kimyoviy tuzilishi va dori shakli

5-Fu asosida olingan yana bir dori vositasi Carmofur (1-geksilkarbamoil-5-ftoruratsil) bo'lib u tabletka ko'rinishida ishlab chiqariladi va yo'g'on, ingichka ichak saraton kasalliklarida foydalaniladi[9].



Carmofurning kimyoviy tuzilishi va dori shakli

5-Fu asosida sintez qilingan navbatdagi suvda eruvchan dori vositasi 5-ftor-2'-deoksiuridin (FdUrd, floksiuridin). U ham saraton kasalliklarini davolashda keng foydalanilib kelinmoqda.



Floksiuridinning kimyoviy tuzilishi va dori shakli

Floksiuridin - 5-Fu dan olinadigan ftordeoksiuridilat (FdUMP) hosilaning faol metabolitidir. U 5-Fu dan timidin fosforilaza tomonidan hosil bo'ladi, so'ngra FdUMP hosil qilish uchun timidin kinaza bilan fosforlanadi. Floksiuridin vositasi (1 mkM), timidilat sintaza etishmaydigan FM3A sichqon ko'krak saratoni hujayralarida DNKning ikki zanjirli uzilishlarini keltirib chiqaradi, shuningdek, dATP darajasini oshiradi va notanish tipdagi timidilatni hosil qiluvchi FM3A F28-7 sichqon ko'krak saratoni hujayralarida dTTP va dGTP darajasini pasaytiradi. L1210 leykemiya va HeLa saraton hujayralarining ko'payishiga kuchli qarshilik qiladi

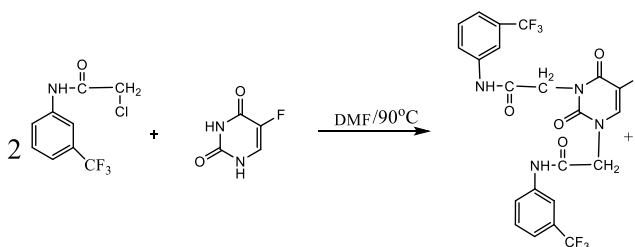
(IC<sub>50</sub> = 1,1 va 9,4 nM mos ravishda)[10]. Floksiuridin (200 mg/kg) S180 sichqon sarkomasi modelida o'simta o'sishini 86,3% ga kamaytiradi[11]. 5-Fu ning nojo'ya ta'sirlarini kamaytirib, biologik faolligini yaxshilash maqsadida uning yangi hosilalari sintez qilingan. Bu tadqiqot ishida ham 3-trifto metil anilinning xloratsetillash mahsulotini 5-Fu bilan reaksiyalari o'rganilgan va tuzilishi <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C YaMR, IQ va Mass spektrometriya usullari yordamida tasdiqlangan va biologik faolligini o'rganish uchun 3 xil saraton hujayralari: Hela (bachadon bo'yni saraton hujayrasi), HT-29 (yo'g'on ichak saraton hujayrasi) va MCF-7 (ko'krak saratoni hujayrasi) tanlab olingan.

**Tajriba qismi.** Olingan mahsulotning suyuqlanish haroratini o'lchash uchun M-560 jihozdan foydalanilgan. <sup>1</sup>H va <sup>13</sup>C YaMR spektrlari DMSO erituvchisida VARIAN MR 400 MHz spektrometrlarida olingan. Yuqori aniqlikdagi massa spektrometriyalari (HRMS) AB SCIEX QSTAR Elite yordamida mass analizi o'rganilgan. IQ spektrlari Fure-spektrometr Bruker Invenio S-2021 4000–400 cm<sup>-1</sup> ATR jihozida KBr tabletkalari yordamida o'lchangan.

**Tadqiqot natijalari va muhokama.****Sintez metodi**

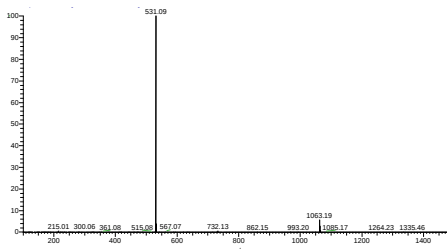
3-Triflor metil anilinining N-xloratsil mahsuloti va 5-Fu orasidagi reaksiya natijasidan 5-Fu ning aromatik amin tutgan hosilasi sintez qilingan. Reaksiya ikki bosqichda amalga oshirilgan bo'lib, dastlab 3-triflor metil anilinining N- xloratsil mahsuloti olingan. Bu mahsulotni olishda aromatik aminning (0,01 mol) miqdori tubi yumaloq kolbada eritilgan, ustiga  $K_2CO_3$  tuzi (0,01 mol) qo'shilgan va haroratni -  $C^\circ$  gacha pasaytirib yarim soat davomida magnitli aralashtirgichda xloratsilxlorid (0,01 mol) tomchilatib qo'shilgan. So'ngra 2 soat davomida ultra tovushli suv hammomida qoldirilgan va aralashma YuQX yordamida (geksan:atseton,1-1.5) har soatda tekshirilib borilgan va tozalanib qurutilgan.

Reaksiyaning ikkinchi bosqichida 5-Fu ning 0.625 mmol miqdori 2 ml DMFA da xona haroratida eritilgan va ustiga  $K_2CO_3$  1.25 mmol tuzi qo'shilgan. So'ngra reaksiya aralashmaga 2-xlor-N-(3-(triflormetil) fenil)asetamidning 1.25 mmol miqdori ta'sir ettirilgan va reaksiya jarayoni 8-9 soat davomida  $90^\circ C$  haroratda olib borilgan. Reaksiya aralashma YuQX yordamida (geksan:atseton,1-1.5) har soatda tekshirilgan va tozalanagan. Quyida ikkinchi bosqich reaksiya tenglamasi keltirilgan.

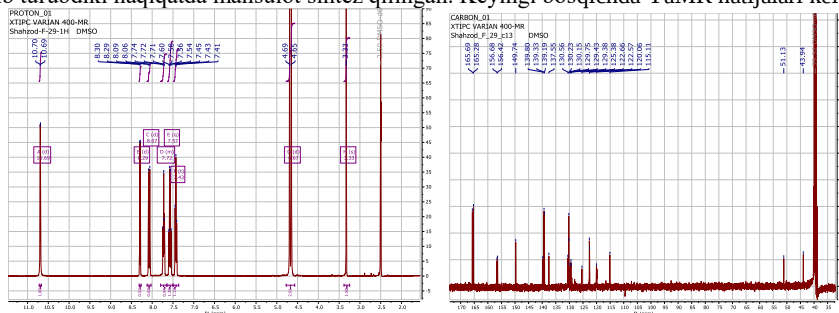
**Sxema-1****2,2'-(5-fluor-2,4-dioksopirimidin-1,3(2H,4H)-diil)bis(N-(3-(triflormetil) fenil) asetamidning sintez tenglamasi**

Mahsulot qattiq kukunsimon modda bo'lib, reaksiya unumi 75%, suyuqlanish harorati  $195-197^\circ C$ . Rf=0,70 (geksan:atseton, 2:3). Kimyoviy tuzulishi IQ,  $H^1, C^{13}$  YaMR spektroskopiya va mass spektrometriya usullaridan foydalanib tasdiqlangan.

2,2'-(5-fluor-2,4-dioksopirimidin-1,3(2H,4H)-diil)bis(N-(3-(triflormetil) fenil) asetamidning IQ spektri KBr granulari yordamida olingan bunda :  $\nu=3275.92$  (NH),  $3081.84$  (Ar-H),  $1687.41$  (-C=O, amid),  $1662.82$  (-C=O, 5-Fu),  $1548.49$  aromatik (C=C),  $1329.04$  (Ar- $CF_3$ ),  $1113.63$  (C-F)  $cm^{-1}$ . Mahsulotning spektr natijalaridan ko'rish mumkinki 5-Fu ning spektridan tubdan farq qiladi va yangi spektrlar kuzatilgan.

**2-rasm. Mahsulotning mass spektri.**

HR-ESI-MS  $m/z$  531.09.  $[M-H]^-$ , formula bo'yicha nazariy ( $C_{22}H_{15}N_4O_4F_7$ )=532.05. 5-Fu ning massa 130.08 ga teng. Natijalardan ko'rinib turibdiki haqiqatda mahsulot sintez qilingan. Keyingi bosqichda YaMR natijalari keltirilgan.

**3-rasm. Mahsulotning 1H va 13C YaMR spektrlari.**

Mahsulotning  $^1H$  YaMR analizi (400 MHz,  $DMSO-D_6$ )  $\delta$  10.69 (d,  $J = 3.2$  Hz, 2H), 8.29 (d,  $J = 6.5$  Hz, 2H), 8.07 (d,  $J = 11.6$  Hz, 2H), 7.80 – 7.66 (m, 2H), 7.57 (q,  $J = 7.5$  Hz, 2H), 7.43 (t,  $J = 7.7$  Hz, 2H), 4.67 (d,  $J = 17.1$  Hz, 2H), 3.33 (s, 1H).  $^{13}C$  YaMR (101 MHz,  $DMSO-D_6$ ) spektr natijalari  $\delta$  165.69, 165.28, 156.68, 156.42, 149.74, 139.80, 139.33, 139.19, 137.55, 130.56, 130.23, 130.15, 129.75, 129.43, 129.38, 125.38, 122.66, 122.57, 120.06, 115.11, 51.13, 43.94. Mahsulotning amaliy olingan YaMR va nazariy Chem Draw dasturi natijalari bir biriga juda ham yaqin ekanligi o'rganilgan.

**Biologik faolligi**

2,2'-(5-fluor-2,4-dioksopirimidin-1,3(2H,4H)-diil)bis(N-(3-(triflormetil)fenil) asetamidning biologik faolligi 3 xil turdagi saraton hujayralarida ta'siri o'rganilganda (50 mmol/l) asosan Hela (bachadon bo'yni saraton hujayrasi)ni o'sishini ingibirlash ko'rsatgichi **87.17%** (5-Fu=27.08%), HT-29 (yo'g'on ichak saraton hujayrasi)ni ingibirlash ko'rsatgichi **83.17%** (5-Fu=40.75%) va MCF-7 (ko'krak saratoni hujayrasi)ni ingibirlash ko'rsatgichi **83.31%**, 5-Fu uchun esa 41.49% ni tashkil etishi aniqlangan.

**Xulosa** Ilk bor 2,2'-(5-fluor-2,4-dioksopirimidin-1,3(2H,4H)-diil)bis(N-(3-(triflormetil)fenil) asetamid sintez qilib olingan va uning kimyoviy tuzilishi IQ,  $^1H$ ,  $^{13}C$  YaMR va mass spektrometriya usullari yordamida tasdiqlangan. Olingan birikmaning biologik faolligi Hela (bachadon bo'yni saraton hujayrasi), HT-29 (yo'g'on ichak saraton hujayrasi) va MCF-7 (ko'krak saratoni

hujayrasi)ga nisbatan ingibirlash xususiyati o'rganilganda, olingan moddaning Hela hujayrasiga ingibirlashi 5-Fu ga nisbatan 3 marta kuchliroq ekanligi, HT-29 va MCF-7 hujayralariga nisbatan 5-Fu dan 2 marta faolroq ekanligini namoyon qilgan.

#### ADABIYOTLAR

1. Maeda H. SMANCS and polymer-conjugated macromolecular drugs: advantages in cancer chemotherapy //Advanced drug delivery reviews. – 2001. – T. 46. – №. 1-3. – C. 169-185.
2. Dang C. T. Drug treatments for adjuvant chemotherapy in breast cancer: recent trials and future directions //Expert review of anticancer therapy. – 2006. – T. 6. – №. 3. – C. 427-436.
3. Thompson N., Lyons J. Recent progress in targeting the Raf/MEK/ERK pathway with inhibitors in cancer drug discovery //Current opinion in pharmacology. – 2005. – T. 5. – №. 4. – C. 350-356.
4. Sartor O., Halstead M., Katz L. Improving outcomes with recent advances in chemotherapy for castrate-resistant prostate cancer //Clinical genitourinary cancer. – 2010. – T. 8. – №. 1. – C. 23-28.
5. Deeken J. F. et al. Toward individualized treatment: prediction of anticancer drug disposition and toxicity with pharmacogenetics //Anti-cancer drugs. – 2007. – T. 18. – №. 2. – C. 111-126.
6. Zhang N. et al. 5-Fluorouracil: mechanisms of resistance and reversal strategies //Molecules. – 2008. – T. 13. – №. 8. – C. 1551-1569.
7. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Fluorouracil>.
8. Zasada A., Mironiuk-Puchalska E., Koszytkowska-Stawińska M. Synthesis of Tegafur by the alkylation of 5-fluorouracil under the Lewis acid and metal salt-free conditions //Organic Process Research & Development. – 2017. – T. 21. – №. 6. – C. 885-889.
9. Gu T. et al. Synthesis and Evaluation of Carmofur Analogs as Antiproliferative Agents, Inhibitors to the Main Protease (Mpro) of SARS-CoV-2, and Membrane Rupture-Inducing Agents //bioRxiv. – 2024. – C. 2024.10. 11.617727.
10. Tzioumaki N. et al. Synthesis and biological evaluation of unsaturated keto and exomethylene D-arabinopyranonucleoside analogs: Novel 5-fluorouracil analogs that target thymidylate synthase //European journal of medicinal chemistry. – 2011. – T. 46. – №. 4. – C. 993-1005.
11. <https://www.caymanchem.com/product/14154#reference64577>



UDK:541.64.678.58.002.61

**Ahmadjon MIRZARAXIMOV**,  
Chirchiq davlat pedagogika universiteti katta o'qituvchisi  
E-mail: axmadjon.m1974@gmail.com  
**Kamariddin KOMILOV**,  
Chirchiq davlat pedagogika universiteti dotsenti, t.f.n  
E-mail: qkomil65@mail.ru  
**G'afurjon MUHAMEDOV**,  
Chirchiq davlat pedagogika universiteti rektori, professor, k.f.d

O'zMU dotsenti, k.f.d. A.Parmanov taqrizi asosida

### MODIFIKATSIYALANGAN FOSFOGIPS-INTERPOLIMER KOMPOZITLARINI OLISH VA XOSSALARINI O'RGANISH

Annotatsiya

Maqolada fosfogips, mochivenoformaldegid oligomeri va polimer-gumus asosida kompozit kukunini olish va xossalarini o'rganish asos qilib olingan.

**Kalit so'zlar:** mochivenoformal'degid oligomeri, fosfogips, polimer-gumus, tuproq tuzilishi, sho'rlanish, gips, kaltsiy dihidrat, yarim kaltsiy gidrat, kompozitsion kompleks.

### OBTAINING AND STUDYING THE PROPERTIES OF MODIFIED PHOSPHOGYPSUM COMPOSITES WITH AN INTERPOLYMER COMPLEX

Annotation

The paper is based on the study of the extraction and properties of composite powder based on phosphogips, mochivinoformaldehyde oligomer and polymer-humus.

**Key words:** urea-formaldehyde oligomer, phosphogypsum, polymer humus, soil structure, salinity, gypsum, calcium dihydrate, calcium semihydrate, composite complex..

### ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ ФОСФОГИПСА С ИНТЕРПОЛИМЕРНЫМ КОМПЛЕКСОМ

Аннотация

В статье за основу взято получение и исследование свойств композитного порошка на основе фосфогипса, мочеиноформальдегидного олигомера и полимерно-гумуса.

**Ключевые слова:** мочеиноформальдегидный олигомер, фосфогипс, полимерный гумус, структура почвы, засоление, гипс, дигидрат кальция, полугидрат кальция, композиционный комплекс.

**Kirish.** Kimyo sanoatining jadal rivojlanish sur'ati Respublika miqyosida kimyoviy sanoat chiqindilarining muqarrar shakllanishi va to'planishiga olib keladi. Fosfogips - fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish sanoatining chiqindisi hisoblanadi. 1 tonna foydali mahsulot tarkibida 90% dan ortiq ikki suvli gipsni o'z ichiga olgan 4,5 tonnagacha fosfogips chiqindilari mavjud [1,3]. Fosfogips kimyo sanoatining yon mahsulotidir, uning qishloq xo'jaligida mineral o'g'itlarga qo'shimcha sifatida qo'llanilishi bugungi kunda tobora keng tarqalmoqda. Aniqroq aytganda, fosfogips fosfor kislotasi ishlab chiqarish mahsulotidir [4,5].

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 13-fevraldagi "Kimyo sanoati korxonalarini yanada isloh qilish va moliyaviy sog'lomlashtirish, yuqori qo'shilgan qiymatli kimyo mahsulotlari ishlab chiqarishni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4992-son qarorida kimyo sanoati chiqindilaridan ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish ham qayd etilgan [2].

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Hozirgi vaqtda "Samarqand-Kimyo" ochiq aksiyadorlik jamiyati chiqitxonasida 10 million tonnadan ortiq fosfogips mavjud [7,8]. "Samarqand - Kimyo" OAJ hududida joylashgan fosfogipsni o'rganish natijasida zahirada yotgan fosfogips bir xil kimyoviy va fazali tarkibga ega ekanligi aniqlandi [9,10]. Fosfogips kimyoviy tarkibi bo'yicha asosan temir, alyuminiy, magniy, fosfor, natriy va boshqa oksidlar aralashmasi bilan kaltsiy, oltingugurt va kremniy oksidlarini o'z ichiga oladi. Quruq dihidrat bo'yicha asosiy moddaning massa ulushi ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 96%, gigroskopik namlikning massa ulushi 16,4 %, ftor bo'yicha suvda eriydigan ftor birikmalarining tarkibi 0,12% ni tashkil qiladi. Fosfogips tarkibida kadmiy, mishyak, simob, qo'rg'oshin zaharli birikmalarining aralashmalari topilmagan [11,12,13].

Zahirada yotgan fosfogips namunalari ("Samarqand-Kimyo" ochiq aksiyadorlik jamiyati chiqindilari) uchun tabiiy radionuklidlarning o'ziga xos samarali faolligi aniqlandi, buning asosida sanitariya-epidemiologiya xulosasi berildi, fosfogips namunalari 05.01.2006 yildagi 0193-06-songa mos keladi. "Radiatsiyaviy xavfsizlik normalari (NRB-2006) va radiatsiyaviy xavfsizlikni ta'minlashning asosiy sanitariya qoidolari (osborb-2006)" va fosfogips faoliyatda cheklovlarisiz ishlatilishi mumkin. Fosfogips namunalari uchun toksikologik ko'rsatkichlar aniqlandi, bu laboratoriya hayvonlarida (oq sichqonlar) o'tkazilgan tajribada fosfogips suv filtratining toksikligi 5-xavfli sinfga to'g'ri kelishini aytib o'tish joizdir. Fosfogips namunasining umumiy toksiklik indeksi 6,25 birlikni tashkil etadi, bu Ts 00203074-31:2017 ga muvofiq ushbu chiqindilarni xavfning 5-sinfiga (xavfli emas) kiritadi.

**Tadqiqot metodologiyasi va metodologiyasi.** O'zbekiston Respublikasida sho'rlangan tuproqlarning umumiy maydoni 2,5 million gektardan ortiqni tashkil etadi, shundan Xorazm va Qoraqalpog'iston Respublikasining sug'oriladigan yerlarining qariyb 70

foizi sho'rlangan va ozuqa moddalari zaxiralari yo'qolgan. Shu sababli, bu yerlarda qishloq xo'jaligi ekinlarining hosildorligi deyarli 2 baravar kamaygan. Yuqoridagi sohalarda fosfor ishlab chiqarishning sanoat chiqindilari sifatida olingan fosfogips eng samarali hisoblanadi. Bugungi kunda "Samarqand-Kime" AJda (Samarqand shahri, O'zbekiston) asosan kaltsiy sulfat dihidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dan tashkil topgan juda ko'p miqdordagi (10 million tonnadan ortiq) fosfogips to'plangan, fosfogips tarkibiga fosfatlar ham kiradi (1,4 - 2,8%) [14,15].

Kaltsiy o'simlik uchun muhim oziq moddalardan biridir. Fosfogipsni qo'llash orqali sug'oriladigan tuproqlarning kaltsiy rejimini barqarorlashtirish ularning unumdorligini saqlashning muhim omillaridan biridir.

Tuproq unumdorligining muhim omillaridan biri bu tuproqning pHi hisoblanadi. Sug'orishdan oldin tuproq eritmasining konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo'lsa, sug'orishdan keyin ishqoriylik shunchalik yuqori bo'lib, pH = 8-9 ga etadi, bu paxta, beda va boshqa ko'plab sug'oriladigan ekinlar uchun juda zararli va tuproqda 3-4 kun davom etadi [16].

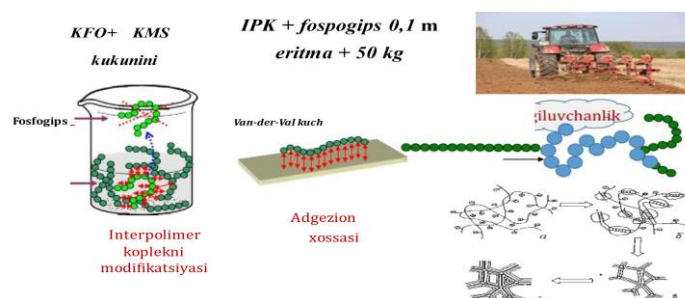
Fosfogipsli kompozitni (pH=3-4) tuproqqa kiritilishi bilan tuproq eritmasining pH qiymati yaxshilanadi. Dastlabki qiymati 8-9 bo'lsa, kompozit kukuni qo'llanilgandan so'ng u neytral (pH - 7) holatga yoki kuchsiz ishqoriy muhitga o'zgaradi [18].

Ma'lumki, paxtadan yuqori va barqaror hosil olishning eng muhim shartlaridan biri bu urug'larning normal unib chiqishi va paxta ko'chatlarining to'g'ri rivojlanishi hisoblanadi. Urug'larning meyoriy rivojlanishi quyidagi omillarning qulay kombinatsiyasiga bog'liq: - tashqi muhit, namlik, tuproq harorati va aeratsiyasi, paxta ekinlari navlari. Fosfogipsni optimal dozalarda qo'llash, tuproqning suv-fizik xususiyatlarini yaxshilash, uch yil davomida paxta madaniyatining o'sishi va rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi, bu esa paxta xom ashyosi hosilining ko'payishiga olib keladi. Serozem zonasining asosiy sug'oriladigan tuproqlari uchun fosfogips 5 t/ha dozasi, shuningdek, go'ng, tovuq go'ngi, ko'mir gumin moddalari, ammosfos va boshqa azot-fosforli o'g'itlarning teng miqdorda yarim normasiga qo'shilishi maqbuldir [19].

Urug'larning meyoriy rivojlanishi quyidagi omillarning qulay kombinatsiyasiga bog'liq: - tashqi muhit, namlik, tuproq harorati va aeratsiyasi, paxta ekinlari navlari. Fosfogipsni optimal dozalarda qo'llash, tuproqning suv-fizik xususiyatlarini yaxshilash, uch yil davomida paxta madaniyatining o'sishi va rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi, bu esa paxta xom ashyosi hosilining ko'payishiga olib keladi. Serozem zonasining asosiy sug'oriladigan tuproqlari uchun fosfogips dozasi 5 t/gachani tashkil etadi, shuningdek, go'ng, tovuq go'ngi, ko'mir gumin moddalari, ammosfos va boshqa azot-fosforli o'g'itlarning teng miqdorda yarim meyorida qo'shilishi maqbuldir [20].

**Tahlil va natijalar.** Interpolimer kompleksining (mochevinoformal'degid oligomeri va karboksilmetiltellyulozaning natriyli tuzi) 0,1 m/l eritmasi tayyorlandi, va hosil qilingan eritma fosfogips va gumus aralashmasi bilan aralashtirildi.

#### IPK emulsiyasi (suspensiya)



1-rasm. Fosfogips + mochevinoformal'degid oligomeri + gumus kompozit kukuni olish sxemasi.

Hosil bo'lgan kompozit kukunini o'rganish bo'yicha turli usullar qo'llanildi.

1. Infraqizil spektroskopiya (IQ). 2004000 sm<sup>-1</sup> chastota intervalidagi ir-spektrlar irt racer -100 (AQSh) spektrofotometrida qayd etilgan. Kompozit kukun namunalari.

2. Termogravimetrik tahlil. Dastlabki komponentlar va olingan IPK namunalari termal yo'q qilish jarayonini o'rganish "Derivatoraph" (Vengriya) asbobida, standart usul bo'yicha 20-5000 ° s harorat oralig'ida o'tkazildi [105] (galvanometrlarning sezgirligi bilan 0,1 g g, tg-100, DTA-1/10, DTG-1/10). Chiziqli isitish tezligi 10 daraja/min edi. namunalar tadqiqotdan oldin agat ohakida yaxshilab surtilgan, standart sifatida kalsinlangan alyuminiy oksidi ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ishlatilgan. Namunalarni termal yo'q qilish jarayoni atmosfera sharoitida gaz muhitini doimiy ravishda olib tashlash bilan, suv oqimi pompasi yordamida qayd etildi. Ishda diametri 7 mm bo'lgan platina tigel ishlatilgan (qopqoqsiz).

Filtrlash koeffitsienti. Filtrlash koeffitsiyentini aniqlash diametri 75 mm va uzunligi 400 mm bo'lgan metall quvur bo'lgan maxsus qurilmada amalga oshirildi. ushbu quvurning pastki uchi bilan bir tekisda, diametri 70 mm va qalinligi 30 mm bo'lgan standart disk o'rnatildi. quvurning yuqori qismida, diametri 200 mm dan 100 mm gacha bo'lgan masofada. uning yuqori qismida metall quvur o'rnatilgan bo'lib, u orqali rezina shlang orqali suv uzluksiz yetkazib berilardi. Tripod ostida filtrlangan suv uchun qabul qiluvchi idishlar o'rnatildi, ularning hajmi ma'lum vaqt oralig'ida o'lchandi. Hisoblash formula bo'yicha amalga oshirildi:

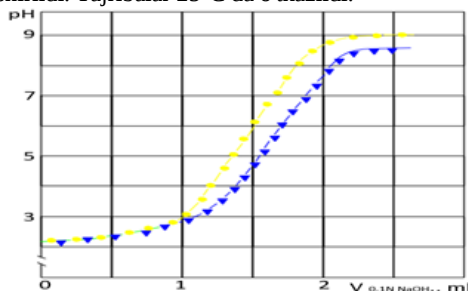
$$K_f = Q / wI \text{ sm/soniya}$$

Bu yerda  $I=H/h$ ,  $H$ - suv ustuning baladligi, sm;  $h$ - namuna qalinligi, sm;  $w$ -namuna maydoni, sm<sup>2</sup>;  $Q$ -namunadan o'tgan suv miqdori, sm<sup>3</sup>/soniya.

Kimyoviy qarshilik va qarshilik. KK namunalari kimyoviy qarshiligini aniqlash uchun ular 20% NaCl eritmasi va "agressiv muhit"ni o'z ichiga olgan vannalarga botirildi. Ikkinchisi quyidagi tuzlarning suvli eritmaları aralashmasi edi: 20% NaCl eritmasi, 20%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eritmasi, 15%  $\text{MgSO}_4$  eritmasi, 10%  $\text{CaSO}_4$  eritmasi va 5%  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  eritmasi. Belgilangan eritmalaridagi namunalarni ma'lum vaqt davomida ta'sir qilgandan so'ng, ular vannalardan olib tashlandi, filtr qog'ozida quritildi va siqish sinovidan o'tkazildi. Polimer materiallarni davolashning to'liqligi ekstraksiya usuli bilan aniqlandi. Ekstraksiya Soxhlet apparatida aseton va etil spirti eritmasi bilan 50 : 50% nisbatda 48 soat davomida amalga oshirildi.

Qovushqoqlik. Mochevinoformal'degid oligomeri, Na-KMS va ularning aralashmalarining yopishqoqligi standart usul bo'yicha B3-4 viskozimetri yordamida aniqlandi.

Potansiyometrik titrlash. Potansiyometrik o'lchash universal EV-74 ionomerida shisha (o'lchash) va xlor - kumush (taqqoslash) elektrodleri bilan amalga oshirildi. Tajribalar 25°C da o'tkazildi.



2-rasm. MFOning (1) va MFOni fosfogips bilan aralashmasini(2), potensiyometrik titrlash egrilari, aralashmadagi fosfogips miqdori 0,70 massa %, IPK –0,0025.

**Natijalar va munozaralar.** Tuproqning tuzilishini yaxshilash uchun uning tarkibiga turli xil tarkibiy tuzilmalarni kiritish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun biz tomondan tuproq tuzilishini ijobiy o'zgartiradigan uch komponentli kompozit aralashmani laboratoriya bilan davolash ishlab chiqildi va amalga oshirildi. Fosfogips sho'rlarni yorish, sho'rlash va melioratsiya qilish uchun ishlatiladi. Fosfogips yuqori natriyli tuproqlarda o'g'it meliorantlari sifatida (1 tonna Fosfogipsda taxminan 10 kg fosforit mavjud), biologik mahsulotlar va organik o'g'itlar bilan kompost qilish uchun samarali ishlatiladi. Yuqoridagi ba'zi xususiyatlarni hisobga olgan holda biz uch komponentli kompozit kukunini oldik.

Fosfogipsga harorat ta'sirida ishlov berishda qo'llash samaradorligi nisbatan yuqori bo'ladi, chunki u faqat o'z-o'zidan tuproq strukturasini yaxshilaydigan vosita sifatida ishlatilgan, biz olib borgan tadqiqotlarimiz asosida bunga erishdik.

Yuqorida aytib o'tilganlar bilan bog'liq holda, tuproq hosil qiluvchi tuzilmalar sifatida kompozitsion kukun (KK) yordamida laboratoriya va dala tadqiqotlari o'tkazildi. KK tuproqqa iz elementlari, Ca, S tuproqqa kiritiladigan epidemiyalar bilan birga kiritiladi, interpolimer kompleks bilan suvni tejash jarayoni sodir bo'ladi va chirindi kirib borishi tuproq unumdorligining oshishiga olib keladi. Dala sinovlarining hajmi va natijalari va KKdan foydalanish.

| Nomi                                                                                      | Ko'rsatkichlarning qiymati          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Ko'rsatkichlar                                                                            | 2023 yil 21.11 dan 30.11 gacha      |
| Shudgorlashdan oldin tuproqqa qo'llaniladigan KS aralashmasi miqdori                      | 5 tonna fosfogips                   |
| KS, ga aralashmasi bilan ishlov berilgan maydon                                           | 20 litr IPK eritmasi, 1 tonna gumus |
| Tkks aralashmasi bilan ishlov berilgan maydonda kutilayotgan hosildorlikning o'sish foizi | 1 gektar                            |
| Hosildorlikning kutilayotgan o'sishi, ts / ga (o'tgan yilga nisbatan)                     | 50 %                                |

**Xulosa.** Kompozit kukunni (KK) shudgorlashdan oldin sho'rlangan dalalarga qo'llashda ekinlarning unib chiqishi, o'sishi va rivojlanishi muvozanatiga erishiladi.

Ishda quyidagi natijalar olindi:

- shudgorlashdan oldin sho'rlangan dalalarga KKni qo'llashda ekinlarning unib chiqishi, o'sishi va rivojlanishi muvozanatiga erishiladi.

- sho'rlanish darajasi past, o'rtacha va yuqori bo'lgan joylarda KKni qo'llashning o'rtacha darajasi 2 t / ga-4 t / ga-5 t / ga bo'lishi kerak.har 3-5 yilda takrorlash tavsiya etiladi.

- paxta va don ekinlari uchun sho'rlangan tuproqlarda KKni bunday qayta ishlash birinchi yilda xarajatlarning 65-70 foizini qoplashi va hosildorlik 1-2 yil ichida xarajatlarni to'liq qoplashi aniqlandi.

- KKni qo'llash natijasida 1-2 yildan keyin tuproq unumdorligi oshadi va melioratsiya yaxshilanadi, erning suvga bo'lgan ehtiyoji kamayadi.

- agar KK kiritilgan sug'oriladigan erlar ekishdan oldin bahorda sug'orilsa, na, Mg kationlari tuproqni namlash orqali osonroq yuviladi, hosilning yuqori natijalariga erishiladi.

- Eksperiment shuni ko'rsatdiki, tajriba uchastkasida sug'orish suvining 2,5 foizi nazorat uchastkasidagi suv normasiga nisbatan iste'mol qilinadi.

Olingan natijalarga ko'ra tavsiya ishlab chiqilgan (15.01.2025 yildagi tavsiya). Qoraqalpog'iston Respublikasi suv xo'jaligi vazirligi huzuridagi meliorativ ekspeditsiya tomonidan tasdiqlangan (23.01.2025-yildagi dalolatmnima).

Ushbu ilmiy ish muhim amaliy ahamiyatga ega va sug'oriladigan erlarda sug'orish suvini tejashda muhim rol o'ynaydi. Shunday qilib, atrof-muhitni boshqarish va chiqindilarni shakllantirishning zamonaviy muammolari bir-biri bilan bog'liq bo'lib, bu bosqichma-bosqich va shu bilan birga kompleks echimni talab qiladi.

#### ADABIYOTLAR

1. Фосфогипс и его использование / В.В. Иваницкий, П.В. Классен, А.А. Новиков и др. – М.: Химия, 1990. – 224 с.
2. Постановление Президента РУз 13.02.2021 г. n пп-4992 «О мерах по дальнейшему реформированию финансовому оздоровлению предприятий химической промышленности, развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью. Информационно-поисковые и экспертные системы все законодательство Узбекистана
3. Камиллов К.У. Нестехиометричные интерполимерные комплексы на основе мочевино - формальдегидной смолы и дисперсных наполнителей: Дисс. ... канд. техн. наук. – Ташкент: 2005 г.
4. Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В. Промышленная переработка фосфогипса. – СПб: Стройиздат, СПб, 2007. – 104 с.
5. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry, Booklet № 4 of 8: Production of phosphoric acid, European Fertilizer Manufacturers' Association, EFMA B-1160, Brussels, Belgium.

6. Tayibi H., Choura M., López F.A., Alguacil J.A., López-Delgado A. (2009). Environmental impact and management of phosphonyls (Review). J. Environ. Manage. 90, 2377–2386.
7. Tayibi H., Choura M., López F.A., Alguacil J.A., López-Delgado A. (2009). Environmental impact and management of phosphonyls (Review). J. Environ. Manage. 90, 2377–2386.
8. Hilton, Julian, Phosphonyls (PG): Uses and Current Handling Practices Worldwide, Proceedings of the 25th Annual Lakeland Regional Phosphate Conference. October 13–14, 2010, London UK.
9. Fuleihan, Nadim F., Phosphogypsum disposal – The pros & cons of wet versus dry stacking // Florida, 2011. – 11 p.
10. Gennari R.F., Garcia I., Medina N.H., Silveira M.A.G. Phosphogypsum analysis: total content and extractable element concentrations, International Nuclear Atlantic Conference. 2011, Brazil.
11. Larionov M.V. Scheme technogenic stress of natural and artificial landscapes of the Saratov and Volgograd regions // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования: в 16 ч. Ч. 15. Тамбов, 2015. С. 8–9.
12. Курбанова А.Дж. Получение и применение пористых композиционных материалов // Журнал "Экономика и социум". 2021. №2 (81). С. 59.
13. Кендиван О. Д.-С. Применение ГИС при использовании фосфогипсовых композиций// "Экономика и социум". 2021. №3(82)
14. Kurbanova A.Dj. New Technology of Cotton Sowing// Psychology and Education. 2021. 58(2). Pade. 296-303.
15. Аллаев Ж. Получение и применение композитных материалов на основе полимер-полимер комплексов и фосфогипса// Общество и инновации. 2021. Стр.113-122. Ф о с ф о г и п с из фосфоритов. Ts 00203074-31:2017.
16. Темиров Г. Б., Алимов У. К., Сейтназаров А. Р., Намазов Ш. С., Каймакова Д. А. Утилизация фосфогипса методом аммиачной конверсии его с хлоридом калия// Universum: технические науки. 2021. Выпуск: 5(86). стр.44-47
17. Эшматов А. М. Применение интерполимерных комплексов для улучшения агрофизических свойств почв// Universum: технические науки. 2021. Выпуск: 5(86). стр.44-47
18. Справка о испытания ТКС. Хорезмский область. 23-25 ноябрь 2023 г.
19. Справка о испытания ТКС. Республика Каракалпакстан. 26-28 ноябрь 2023 г.



UDK: 543.251:541.25:541.13:541.8

**Maxsuda NAZAROVA,**  
Toshkent davlat texnika universiteti tayanch doktoranti  
E-mail: maxsudaqaxramonovna@gmail.com  
**Qudrat BOQIYEV,**  
O'zbekiston Milliy universiteti tayanch doktoranti  
**Maqsud SAYFIYEV,**  
O'zbekiston Milliy universiteti o'qituvchisi, PhD  
**Dilshod ZIYAYEV,**  
O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, k.f.d  
**Gulnora IXTIYAROVA,**  
Toshkent davlat texnika universiteti professori, k.f.d

Toshkent farmatsevtika instituti dotsenti, f.f.n B.Muxamedova taqrizi asosida

#### DETERMINATION OF LEAD WITH A CARBON PASTE ELECTRODE MODIFIED WITH CHITOSAN

Annotation

In our country, extreme cold weather during the winter season causes bees to die and are discarded into the environment. Chitosan (*AmCS*) derived from dead *Apis mellifera* bees is an environmentally sound solution because this process helps recycle waste. This article presents the preparation and electrochemical application of a carbon paste sensor modified with *AmCS*, a local raw material, for the determination of Pb(II) ions in water by inversion voltammetric method. Experimental parameters, the effect of background electrolyte, pH effect, and time of accumulation on the electrode surface were studied. The best results were observed with an electrode composed of 60% (m/m) graphite powder, 20% (m/m) chitosan, and 20% (m/m) mineral oil, at pH 6.5, 0.1 mol/l NaNO<sub>3</sub> background electrolyte, Pb(II) concentration potential of -430 mV, and time of 120 seconds. A water sample was analyzed using the proposed sensor and compared with neutral methods.

**Key words:** inversion voltammetry, microelement, Pb(II), chitosan, *Apis Mellifera*, modified carbon paste electrode.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА С ПОМОЩЬЮ УГОЛЬНО-ПАСТОВОГО ЭЛЕКТРОДА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ХИТОЗАНОМ

Аннотация

В нашей стране экстремально холодная погода зимой становится причиной гибели пчел и их выбрасывают в окружающую среду. Хитозан (*AmCS*), полученный на основе безжизненных пчел *Apis mellifera*, является экологически безопасным решением, поскольку этот процесс способствует переработке отходов. В этой статье описывается подготовка и электрохимическое применение ионов Pb(II) в воде инверсионно-вольтамперометрическим методом датчика модифицированной углеродной пасты с использованием отечественного гомашина *AmCS*. Изучались экспериментальные параметры, влияние фонового электролита, влияние pH, время накопления на поверхности электрода. Лучший результат-составной электрод, состоящий из 60% (м/м) графитового порошка, 20% (м/м) хитозана и 20% (м/м) минерального масла при pH 6,5, фоновый электролит 0,1 моль/л NaNO<sub>3</sub>, потенциал концентрации Pb(II) -430 мВ, время 120 секунд наблюдалось. С помощью предложенного датчика был проанализирован образец воды, который сравнивали нейтральными методами.

**Ключевые слова:** инверсионная вольтамперометрия, микроэлемент, Pb(II), хитозан, *Apis Mellifera*, модифицированный угольно-пастовый электрод.

#### XITOZAN BILAN MODIFIKATSIYALANGAN UGLEROD PASTALI ELEKTROD BILAN QO'RG'OSHIN MIQDORINI ANIQLASH

Annotatsiya

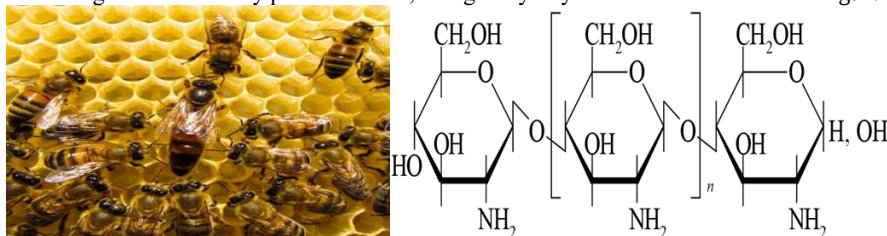
Yurtimizda qish faslida o'ta sovuq ob-havo asalarilar nobud bo'lishiga sabab bo'ladi va atrof-muhitga tashlab yuboriladi. *Apis mellifera* jonsiz asalari asosida olingan xitozan (*AmCS*) ekologik jihatdan oqilona yechim hisoblanadi, chunki bu jarayon chiqindilarni qayta ishlashga yordam beradi. Ushbu maqolada suvda Pb(II) ionlarini inversion-voltamperometrik usulda mahalliy xomashyo hisoblangan *AmCS* bilan modifikatsiyalangan uglerod pastali sensor tayyorlash va elektrokimyoviy qo'llash keltirilgan. Eksperimental parametrlar, fon elektrolitining ta'siri, pH ta'sir, elektrod yuzasiga to'planish vaqti o'rganildi. Eng yaxshi natija 60% (m/m) grafit kukuni, 20% (m/m) xitozan va 20% (m/m) mineral moydan iborat tarkibli elektrod, pH 6,5 da, 0,1 mol/l NaNO<sub>3</sub> fon elektroliti, Pb(II) konsentratsiya potentsiali -430 mV, vaqt 120 sekund bilan kuzatildi. Taklif qilingan sensor orqali suv namunasi tahlil qilindi betaraf usullar bilan solishtirildi.

**Kalit so'zlar:** inversion-voltamperometriya, mikroelement, Pb(II), xitozan, *Apis Mellifera*, modifikatsiyalangan uglerod pastali elektrod.

**Kirish.** Elektrodslarning kimyoviy modifikatsiyasi analitik kimyoga qiziqish ortib borayotgan sohasidir. Shunday ekan modifikatsiyalangan sensorlarni qo'llash asosan elektrokimyoviy sezgirli va selektivligini oshirishga katta e'tibor qaratilmoqda. Hozirda uglerod pastali sensorlar tezkor rivojlanish davriga yetib keldi [1]. Elektrokimyoviy sensorlar atrof-muhit obyektlari

tarkibida zaharli birikmalar mavjudligini o'rganishda katta istiqbolga ega [2]. Modifikatsiyalangan uglerod pastalarining asosi ko'pincha kukunli grafit, organik moyli elektrolitik bo'lmagan bog'lovchi va o'zgartiruvchi vosita aralashmasidan iboratdir. Ikkinchisi odatda bitta modda bo'lib, ammo pastalar ikki yoki undan ko'p komponentlar bilan ham o'zgartirilishi mumkin, ya'ni organik reagent (yoki uning tashuvchisi) ni o'z ichiga olgan uglerod pastasiga asoslangan sensorlar tegishli vositachi yoki ikkita modifikator aralashmasi bilan to'ldiriladi. Inversion-voltamperometrik usul yordamida elektrokimyoviy sensorlarni moslashtirish orqali namunalarni innovatsion tarzda ishlab chiqilgan [3].

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Xitin va xitozan biopolimerlarini yangi manba - *Apis mellifera* asalarisini quritilgan holda olingan namunalardan foydalanilgan [4]. Xitin N-asetil-2-amino-2-deoksi-oglikopiranoza birliklaridan iborat chiziqli aminopolisaxarid hosil qiladi [5]. Xitozan kriogen sharoitda xitinni deatsetillash orqali sintez qilingan [6]. Xitinning N-deatsetillangan hosilasi bo'lgan xitozan tabiiy polimer bo'lib, uning kimyoviy tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. AmCS formulasi

Amin guruhleri va gidroksil guruhleri mavjudligi uchun yuqori metall xelatlash qobiliyatiga ega. U kimyoviy jihatdan barqaror va tibbiyot, og'ir va zaharli metallar tahlili, qishloq xo'jaligi, kanalizatsiyalarni tozalash va tola ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Adabiyotlarda xitozan modifikator sifatida, asosan sensorlar haqidagi maqolalarda ko'plab ma'lumotlar mavjud. Masalan, elektrokimyoviy o'lchovlar uchun qo'llash mumkin. Xitozan va uglerod nanotrubalarining nanokompozitsiya elektroddepozitga solinishi, biosensorlar va sensorlarni tayyorlash hamda qo'llash uchun samaralidir.

Og'ir metallar bilan ifloslanish ekologik (oqova suvlar) muammolarning eng jiddiylaridan biridir [7]. Og'ir metallar yuqori atom og'irligi va zichligi suvnikidan kamida 5 baravar ko'p bo'lgan tabiiy elementlardir [8]. Suv sifati iste'molchilar uchun eng muhim omil hisoblanadi, chunki u ularning sog'lig'iga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shunday qilib, suv sifatini kuzatish va nazorat qilish alohida ahamiyatga ega [9].

Qo'rg'oshin zaharli metall bo'lib, inson salomatligiga bir qancha salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin va juda past konsentratsiyalarda ham ko'pchilik tirik organizmlar uchun juda zararli. Shuning uchun qo'rg'oshinni, ayniqsa iz darajasida aniqlash zarur. Hozirgi vaqtda og'ir metallarni tahlil qilish uchun keng tarqalgan usullar atomik absorbsion spektrometriya (AAS), induktiv bog'langan atom-emissiya spektrometriyasi (ICPAES) va ICP-MS kabi bir qancha tahlil usullari mavjud. Yuqorida aytib o'tilgan usullar bilan solishtirganda elektrokimyoviy usullar arzonligi va soddaligi bilan bog'liq bir qator afzalliklarga ega. Kimyoviy tahlilda mikromiqdordagi konsentratsiyalarni aniqlash uchun sezgirli va selektivligi yuqori bo'lgan analiz usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi [10].

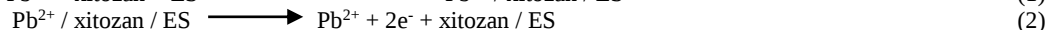
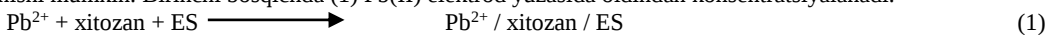
**Tadqiqot metodologiyasi. AmCS bilan modifikatsiyalangan elektrod yordamida Pb(II) ionini aniqlash.** Inversion-voltamperometrik tahlili konsentratsiyani aniqlashga ko'ra alohida elektroanalitik usul, bunda iz metall ishchi elektrod yuzasida to'planadi, inversiyalanadi va bu usul zaharli metallarni aniqlash uchun juda mos keladi. Pb(II) ni aniqlash turli xil modifikatsiyalangan uglerod pastasi elektrodleri bilan o'rganildi. Xitozan bilan modifikatsiyalangan uglerod elektrodni tezkorligi, o'tgan davri chegarasi, arzon narx, tayyorlash qulayligi va amaliy natijalar ijobiyliги kabi bir qator afzalliklarga ega. Ushbu ishning maqsadi xitozan bilan modifikatsiyalangan uglerod elektrodidan foydalangan holda inversion-voltamperometrik usulda Pb(II) ionini aniqlash sezgirligini oshirish.

**Ekspperimental jihozlar.** pH o'lchovlari Shvetsariyada ishlab chiqarilgan pH metr pH/Mv/TEMP m FiveEasy F20 va aralashtirgich MS-H280-Pro qurilmalari tomonidan amalga oshirildi. Bu tadqiqot ishida analitik tarozi: ACZET PVT LTD CY 224C; Voltamperometrik o'lchovlar xitozan bilan modifikatsiyalangan grafit asosidagi elektrokimyoviy sensor, to'yingan kaliy xloridli solishtirma elektrod, hamda katta yuza sathiga ega grafit elektrodidan o'z ichiga olgan uch elektrodli elektrolizyor, xamda kompyuter bilan ta'minlangan ABC-1.1 qurilmasi tomonidan amalga oshirildi [10].

**Reaktivlar.** Barcha tadqiqotlar Germaniyada ishlab chiqarish GFL D-30938 bidistilyator bilan tozalangan suv, barcha tajribalar uchun fon elektrolit 0,10 mol/l NaNO<sub>3</sub> (pH 6,5) dan foydalanildi. Pb(II) standarti Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ning tegishli miqdorini eritib tayyorlandi.

**AmCS bilan modifikatsiyalangan uglerod pastali elektrodni tayyorlash.** Kimyoviy modifikatsiyalangan uglerod pastali elektrodni 200 mg xitozan, 600 mg grafit kukuni va 200 mg mineral moyini aralashtirish orqali tayyorlandi. Keyin aralashmani qo'lda bir hil holga keltirildi va sirti toza qog'ozga tekislandi.

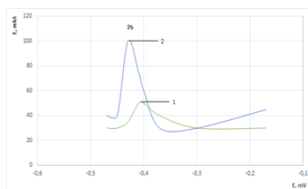
**Analitik jarayon.** 0,1 mol/l NaNO<sub>3</sub> ning ma'lum hajmi (pH 6,5) elektrokimyoviy yacheykaga solindi. Pb(II) standarti qo'shildi va aralashganda 120 s, -450 mV potentsialda to'plandi. Eritma 5 soniya harakatsiz turdi va voltamperometrik signallar olindi. Modifikatsiyalangan uglerod pastali elektrodni uchun voltamperometrik javob mexanizmi 1-sxemada ko'rsatilganidek ifodalinishi mumkin. Birinchi bosqichda (1) Pb(II) elektrod yuzasida oldindan konsentratsiyalanadi.



Sxema 1. Voltamperometrik javob mexanizmi

Xitozan amin guruhleri bilan kompleks hosil qiladi. Keyingi bosqichda Pb(II) elektrod yuzasida adsorbsiyalanadi va -430 mV potentsialida Pb(0) ga kamayadi. Nihoyat, anodli aniqlashda Pb(0) Pb(II) ga oksidlanadi va elektrod yuzasidan tozalanadi, bu esa sezgir anodli tepalikni hosil qiladi (2). Modifikatsiya qilinmagan va modifikatsiyalangan uglerod pastali elektrodning Pb(II) ioni voltamperogrammalari 2-rasmda keltirilgan.

- 1- modifikatsiya qilinmagan elektrod bilan olingan analitik signal;
- 2-xitozan bilan modifikatsiyalangan elektrod bilan olingan analitik signal.



2-rasm. Pb(II) ionining inversion-voltamperometrik tahlili.  
(t.k.=2,5 mkA; t= 120 s; C<sub>Pb</sub>= 10 mkg/dm<sup>3</sup>)

AmCS bilan modifikatsiyalanganda yuqori darajada yaxshilangan. Modifikatsiya qilinmagan elektrod bilan solishtirganda -430 mV potensialda signal balandlashgani kuzatildi. Shuning uchun modifikatsiyalangan uglerod pastali elektrodidan foydalanish analitik signalini sezilarli darajada yaxshilash imkonini berdi.

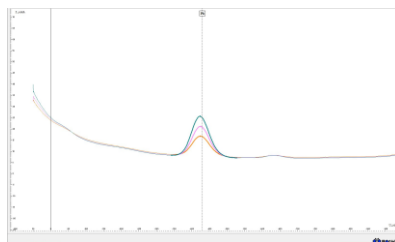
**Uglerod pastasidagi AmCS miqdorining ta'siri.** Uglerod pastasidagi xitozan miqdorining Pb(II) elektrod to'planishiga ta'siri uglerod pastasidagi xitozanlash grafit kukuni massa nisbatini orqali o'rganildi. Pb(II) uchun cho'qqi darajasi xitozan massasining 20% (m/m) gacha ortishi bilan ortdi. Xitozan maksimal 20% dan yuqori bo'lganda (m/m) cho'qqisi kengayib, cho'qqi sifati yomonlashdi. Bu pasta tarkibidagi grafit miqdorining pasayishi va natijada elektrod yuzasida elektron o'tkazilishiga to'sqinlik qiladigan o'tkazuvchan elektrod maydonining qisqarishi va yo'qotishlarni oshirish bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Eng yaxshi uglerod pastasi tarkibi 20% (m/m) xitozan, 60% (m/m) grafit va 20% (m/m) mineral moydan iborat elektrod tarkibi bilan topildi.

**Fon elektrolitlar va pH ta'siri.** Fon elektrolitlar va pH sensori voltamperometrik javobiga katta ta'sir ko'rsatishi mumkin. KCl, NaCl, NaNO<sub>3</sub> va KNO<sub>3</sub> fonlarida (har biri 0,1 mol/l) Pb(II) voltamperometrik xossalari o'rganildi. Eng yaxshi voltamperometrik natijalar 0,1 mol/l NaNO<sub>3</sub> fon elektrolitida olingan. Ishlab chiqilgan usul uchun Pb(II) ionini aniqlashda sensorning pH bog'liqligi pH 2,0-8,0 (suyultirilgan HNO<sub>3</sub> va NaOH bilan tayyorlangan) oralig'ida tekshirildi. Biroq, kislotali eritmalarida xitozan o'zini katyonik polielektrolit sifatida tutadi va eritmada deyarli erimaydi, bu esa pastaning mexanik yaxlitligini buzilmasligiga olib keladi. Yuqori pH da amin guruhlarining deprotonatsiyasi tufayli xitozan odatda pH da flokulyatsiya qilishi mumkin. Ko'rinib turibdiki, sensorning yaxshi javob va mexanik yaxlitligini olish uchun mo'tadil kislotali muhit (pH 6,0-6,9) kerak. Shunday qilib, keyingi tajribalar uchun pH 6,5 da 0,1 mol/l NaNO<sub>3</sub> eritmasidan foydalanildi.

**Analitik signalga potensialning ta'siri.** To'planish potensialining Pb(II) ning eng yuqori oqimiga ta'siri -300 dan -500 mV gacha bo'lgan diapazonda o'rganildi. Ko'proq salbiy to'planish potensiallarida Pb(II) to'liqroq kamayadi, shuning uchun maksimal oqim kuchayadi. To'planish potentsiali -400 mV ga qadar manfiy bo'lishi bilan tepalik oqimi oshdi. To'planish potentsiali manfiy yo'nalishda siljiganida, tepalik oqimi juda oz yaxshilandi va orqa oqimi oshdi. Eng yaxshi maksimal tepalik oqimi -430 mV potentsialida, maksimal analitik signalga va Pb(II) ionini aniqlashning selektivligiga erishildi.

**AmCS bilan modifikatsiyalangan elektrod bilan qo'rg'oshin (II) ionini aniqlashda analitik signalga vaqtning ta'siri.** Pb(II) konsentratsiyasi uchun asosiy ahamiyatga ega bo'lishi kutilayotgan yakuniy parametr aniqlanayotgan ionning elektrod yuzasiga to'planish vaqtidir. To'planish vaqti - voltamperometrik tahlilda aniqlash chegarasini aniqlash uchun eng muhim omil hisoblanadi. Xuddi shu to'planish potentsialida uzoqroq to'planish vaqti Pb(II) ning to'liq pasayishiga olib keladi va natijada yuqori cho'qqi oqimiga olib keladi. Biroq, to'planish vaqti juda uzun bo'lsa, pasaytirilgan Pb(0) butun samarali elektrod yuzasini qoplaydi va yig'ilish vaqtining oshishi bilan eng yuqori oqim o'zgar olmaydi. Tajribalar 20-200 s dan turli xil to'planish vaqtlari bilan o'tkazildi. Cho'qqi balandligi dastlab konsentratsiyadan oldingi davrning ortishi bilan tez o'sdi va 130 s da tekislashni boshladi. Shunday qilib, oldindan konsentratsiya bosqichi uchun -430 mV to'planish potentsiali va 120 s to'planish vaqti tanlandi.

**Miqdoriy tahlillar.** Optimallashtirilgan sharoitda analitik signallar va Pb(II) konsentratsiyasi o'ziga tegishli bog'liqlik o'rganildi. 120 s vaqti va -430 mV da cho'qqilar kuzatildi. Turli konsentratsiyalarda Pb(II) ionining analitik signallari 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Pb(II) ionining inversion-voltamperometrik usulda Pb(II)ning miqdorini oshirib borilishining analitik signalga ta'siri.

(fon 0,1 mol/l NaNO<sub>3</sub>; t.k.=2,5 mkA; t= 120 s.)

**Analitik signalga begona ionlar ta'sirini o'rganish.** AmCS bilan modifikatsiyalangan elektrodning selektivligi begona ionlarning ta'siri bilan baxolandi. Aniqlashda boshqa metall ionlarining turli xil konsentratsiyalari Pb(II) ionlarini aniqlashda xalaqit berish darajasi o'rganildi.

1-jadval

Pb(II) ionini inversion-voltamperometrik aniqlashda yondosh va begona kationlarning ta'siri. (P=0,95; n=5; fon 0,1 mol/l NaNO<sub>3</sub>; t.k. 2,5 mkA; t=120 s.)

| Aniqlanayotgan ion             | [Me]:[X]  | Nisbat | Topilgan Me, mkg/dm <sup>3</sup> | S <sub>r</sub> |
|--------------------------------|-----------|--------|----------------------------------|----------------|
| Pb(II)=1,0 mkg/dm <sup>3</sup> | Pb:Cu(II) | 1:100  | 0,95±0,12                        | 0,106          |
|                                | Pb:Cd(II) | 1:100  | 0,98±0,02                        | 0,017          |
|                                | Pb:Zn(II) | 1:100  | 1,03±0,02                        | 0,014          |
|                                | Pb:Mn(II) | 1:100  | 1,00±0,03                        | 0,028          |
|                                | Pb:Fe(II) | 1:100  | 1,01±0,05                        | 0,041          |

Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki tabiati va konsentratsiyasi bo'yicha begona kationlar ishtirokida aniqlash mumkin, bular o'z navbatida qo'rg'oshinni aniqlashga, analitik signaliga xalaqit bermaydi va tabiiy ob'ektlarda tarkibidagi Pb(II), Cu(II), Cd(II) va Zn(II) ionlari birga uchraganda ham aniqlash mumkin.

**Tahlil va natijalar.** AmCS bilan modifikatsiyalangan elektrod yordamida Pb(II) ionini namunalar tarkibidan aniqlash. Uning amaliy qo'llanilishini sinab ko'rish uchun suv namunalarida Pb(II) ionining konsentratsiyasi aniqlandi. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan. Ushbu ishlab chiqilgan uslub orqali Pb(II) ni aniqlash uchun foydalanish mumkin.

## 2-jadval

Tabiiy suv namunalarida Pb(II) ionini xitozan bilan modifikatsiyalangan elektrod bilan aniqlash natijalari

( $P=0,95$ ;  $n=5$ ; fon 0,1 mol/l  $\text{NaNO}_3$ ; t.k. 2,5 mA;  $t=120$  s.)

| Namuna | Qo'shildi<br>mkg/dm <sup>3</sup> | Topildi<br>mkg/dm <sup>3</sup> |
|--------|----------------------------------|--------------------------------|
| A      | 2,000                            | 1,940                          |
| B      | 4,000                            | 4,040                          |
| C      | 6,000                            | 6,020                          |

**Xulosa va takliflar.** Xitozan, tabiiy polimer modifikator sifatida ishlatilishi mumkin. O'z navbatida, Pb(II) ionini aniqlash uchun optimal sharoitlarni o'rganib chiqib, inversion-voltamperometrik uslub ishlab chiqildi. Bu uslub nisbatan arzon va oson bo'lib, iz konsentratsiyasi oralig'ida masalan, suv namunalarida Pb(II) ni aniqlash uchun oddiy va selektiv sensor ekanligini isbotladi. Tahlil natijalari uchun statistik hisob-kitoblar usulning yaxshi aniqligini ko'rsatdi.

## ADABIYOTLAR

1. Luiz H. Marcolino-Junior, Bruno C. Janegitz, Bruna C. Lourencao, Orlando Fatibello-Filho. Anodic Stripping Voltammetric Determination of Mercury in Water Using a Chitosan-Modified Carbon Paste Electrode. *Analytical Letters*. -2007. -№40. -P.3119–3128. <http://dx.doi.org/10.1080/00032710701645463>
2. Zagorovskiy G.M., Sydorenko I.G., Lobanov V.V. Carbon nanotubes as electrodes of electrochemical sensors // *Химия, физика технология поверхности*. -2010. Том:1. -№:3. -С.303-307.
3. Sayfiyev M.N., Nazarova M.Q., Boqiyev Q.S., Gofurov A.A., Ziyayev D.A. Determination of Zinc Ion by Inversion Voltammetric Method from the Composition of Wastewater Using an Electrochemical Sensor. *International Journal of Materials and Chemistry*. -2024. -№:14(2). -B.19-23. Doi:10.5923/j.ijmc.20241402
4. Ихтиярова Г.А., Маматова Ш.Б., Курбанова Ф.Н. Получение хитина и хитозана из медоносного местного пчелиного подмора *Apis Mellifera* // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* -2018. -№5(50).
5. Ixtiyarova G.A., Hazratova D.A., Umarov B.N., Seytnazarova O.M. Extraction of chitosan from died honey bee *apis mellifera*. *Chemical Technology, Control and Management*. -2020. -Iss.2. -Article.3. <https://doi.org/10.34920/2020.2.15-20>
6. Isomitdinova D. S., Ikhtiyarova G.A., Sharopov J.M. (2024). Study of the physical-chemical properties of chitosan synthesized by the cryogenic method from *apis mellifera* bees. *Technical science and innovation*. -2024. -Iss.3. -Article.2.
7. Vijay L. Gurav., Rajesh A. Samant. Chitosan from Waste Marine Sources Immobilized Silica: Differential Pulse Voltammetric Determination of Heavy Metal Ions from Industrial Effluent. *Water Conservation Science and Engineering*. Springer. -2020. <https://doi.org/10.1007/s41101-019-00080-7>
8. Paul B Tchounwou, Clement G Yedjou, Anita K Patlolla, Dwayne J Sutton. Heavy Metals Toxicity and the Environment // Published in final edited form as: EXS. -2012. -№:101. -P.133–164. [https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6)
9. Zeinab Rezaei, Saeid Khanzadi, Ehsan Shamloo, Amir Salari. Assessment of Physico-Chemical Parameters and Heavy Metal of Drinking Water Samples from Some Iranian Universities and Surveyed the Efficacy of Several Water Purification Methods on Removal of Heavy Metal // *Research Square*. -2022.
10. Nazarova M.Q. Kosmetik vositalar tarkibidan qo'rg'oshin(II) va kadmii(II) ionlarini aniqlash // *Inter education & global study*. -2024. -№2. -B.53–61. doi:10.24412/2992-9024-2024-2-53-61



UDK: 547.853.1+547-327

**Shohzod OCHILOV**,  
*O'zbekiston Milliy universiteti tayanch doktorant*  
E-mail: shahzodochilovnuu@gmail.com  
**Muxriddin YUSUFOV**,  
*O'zbekiston Milliy universiteti o'qituvchisi*  
**Zavqiddin NURBOBOYEV**,  
*O'zbekiston Milliy universiteti talabasi*  
**Azmiddin ABDUMALIKOV**,  
*Toshkent viloyati Nurafshon shahri Prezident maktabi o'quvchisi*  
**Ibrohim OTAVALIYEV**,  
*Toshkent tumani 1- maktabi o'qituvchisi*  
**Anvar ABDUSHUKUROV**,  
*O'zbekiston Milliy universiteti professori*  
**Habibullo TOJIMUHAMMEDOV**,  
*O'zbekiston Milliy universiteti professori*  
**Alimjon MATCHANOV**,  
*Akademik A.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti professori*

*O'zMU dotsenti v.b. PhD F.Sapayev taqrizi asosida.*

#### SYNTHESIS AND STUDY OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF A NEW DERIVATIVE OF 5-FLUOROURACIL BASED ON 3-FLUORO 4-NITRO N-CHLOROACETYL ANILINE

Annotation

In this work, a novel product was synthesized by the reaction of the chloroacetylation product of 3-fluoro 4-nitro aniline with 5-fluorouracil. The process was carried out in 2 steps, firstly, the chloroacetylation reaction of 3-fluoro 4-nitro aniline and in the second step, the synthesis of a new product with 5-fluorouracil from the intermediate compound. The structure of the product was confirmed using  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  NMR, IR and Mass spectrometry methods. The liquefaction temperature, reaction yield, solubility of the obtained product were determined and the biological activity was tested in 2 cancer cells: HT-29 (colon cancer cell) and MCF-7 (breast cancer cell).

**Key words:** 5-fluorouracil, chloroacetyl chloride, 3-fluoro 4-nitroaniline.

#### СИНТЕЗ НОВОГО ПРОИЗВОДНОГО 5-ФТОРУРАЦИЛА НА ОСНОВЕ 3-ФТОР-4-НИТРО N-ХЛОРАЦЕТИЛ АНИЛИНА И ИЗУЧЕНИЕЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Аннотация

В данной работе синтезировано новое соединение в результате реакции продукта хлорацетилирования 3-фтор-4-нитроанилина с 5-фторурацилом. Процесс осуществлялся в две стадии: сначала проведена реакция хлорацетилирования 3-фтор-4-нитроанилина, а на второй стадии – проведен синтез нового продукта в реакции 3-фтор-4-нитро-N-хлорацетилас 5-фторурацилом. Строение продукта подтверждено методами ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , ИК и масс-спектрометрии. Определены температуру плавления, выход и растворимость полученного продукта, и изучена его биологическая активность на 2 раковых клетках: HT-29 (клетка рака толстой кишки) и MCF-7 (клетка рака молочной железы).

**Ключевые слова:** 5-фторурацил (5-ФУ), хлорацетилхлорид, 3-фтор-4-нитроанилин.

#### 5-FTORURATSILNING 3-FTOR 4-NITRO N-XLORATSETIL ANILIN ASOSIDAGI YANGI HOSILASINI SINTEZ QILISH VA BIOLOGIK FAOLLIGINI O'RGANISH

Annotatsiya

Ushbu maqolada 3-ftor 4-nitro anilinning xloratsetillash mahsulotining 5-ftoruratsil bilan reaksiyasi yordamida yangi birikma sintez qilindi. Jarayon 2-bosqichda amalga oshirilgan bo'lib, dastlab 3-ftor 4-nitro anilinning xloratsetillash reaksiyasi o'tkaziladi va ikkinchi bosqichda olingan birikmaning 5-ftoruratsil bilan reaksiyasi asosida yangi mahsulot sintez qilindi. Mahsulotning tuzilishi  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  YaMR, IQ va Mass spektrometriya usullari yordamida tasdiqlandi. Olingan mahsulotning suyuqlanish harorati, reaksiya unumi, eruvchanligi aniqlandi va biologik faolligini tekshirish uchun 2 ta saraton hujayrasi: HT-29 (yo'g'on ichak saraton hujayrasi) va MCF-7 (ko'krak saratoni hujayrasi)larda o'rganildi.

**Kalit so'zlar:** 5-Ftoruratsil (5-FU), xloratsetilxlorid, 3-ftor 4-nitro anilin.

**Kirish.** 5-Ftoruratsil va uning hosilalari o'sma kasalliklar(oshqozon-ichak, ginekologik, bosh, bo'yin va ko'krak saratoni)ini davolashda uzoq yillardan buyon foydalanib kelinadi. 5-Ftoruratsil saraton kasalliklarga qarshi kuchli vosita bo'lib shu bilan bir vaqtda ko'plab salbiy xususiyatlarga ega. 5-Ftoruratsil qo'llanilgan bemorlarda og'iz va ichakning yallig'lanishi, ko'ngil aynishi, soch to'kilishi, markaziy nerv sistemasi shikastlanishi, oq qon hujayralari va trombositlar miqdori tushib ketishi kabi salbiy ta'sirlar keltirib chiqargan. Biroq, 5-Ftoruratsil asosida olingan hosilalarning biologik faolliklari dastlabki moddaga nisbatan salbiy xususiyatlari ancha kamligi aniqlangan. 5-Ftoruratsil organik sintez uchun pirimidin asosidagi geterosiklik aromatik birikma bo'lib,

5-Ftoruratsilning yangi, selektiv, metabolik barqaror va zararli xossalari kam bo'lgan hosilalarini sintez qilish, biologik faolliklarini o'rganish, tibbiyot sohasida foydalanishga tadbiq qilish farmasevtika sohasining dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Saraton kasalliklari dunyodagi o'limlarning asosiy sababidir. 2008 yilda 7,6 million inson saraton kasalligidan vafot etganligi qayd etilgan bo'lib bu esa o'sha yili barcha o'limlarning 13 foizini tashkil etdi. Saratonning turli xil ko'rinishlari: prostata, o'pka, yo'g'on ichak va ko'krak bezi saratoni kabi turlari bo'lib, ammo bular ichida yo'g'on ichak saratoni butun dunyo bo'ylab eng ko'p o'limga olib keladi [1]. 5-Ftoruratsil (5-Fu) birinchi marta 1957-yilda sintez qilingan bo'lib u yo'g'on ichak, oshqozon va ko'krak bezi saratoni kabi jiddiy o'sma kasalliklarni davolash uchun tez-tez ishlatiladigan saratonga qarshi vositalardan biridir [2]. 5-Fu aminokislotalar, peptidlar, fosfolipidlar va polimerlarga biriktirilgan bir qator 5-Fu dori vositalarining ishlab chiqilganligi haqida ma'lumotlar bor [3]. Ushbu 5-Fu N-1 va N-3 o'rin almashigan hosilalarining farmakologik va farmakokinetik xususiyatlari yaxshilangani aniqlangan. Bular orasida yuqori biologik faollik, tanlovchanlik, metabolik barqarorlik, yaxshi so'riluvchanlik va past zaharlilik kabi xossalarga ega bo'lgan birikmalar mavjud [4]. Alfa-tokoferol- tabiiy E vitaminining eng faol komponenti bo'lib uning asosida yangi pH sezgir alfa-tokoferol-5-ftoruratsil birikmasi sintez qilingan. Buning uchun 5-Fu monoxlorsirka kislota bilan ishqoriy sharoitda 2 soat davomida reaksiya olib borildi va olingan 5-ftoruratsilning hosilasiga tetragidrofuran erituvchisida, argon gazi atmosferasida 50°C haroratda alfa-tokoferol qo'shilgan va 48 soat davomida magnitli aralashtirgichda reaksiya olib borilgan[5]. Qing-Wei Wang va boshqa bir qator olimlar tomonidan 5-Ftoruratsilning pektin hosilasi sintez qilingan. Dastlab 5-Fu ning monoxlorsirka kislota o'rtasidagi reaksiya natijasida olingan oraliq mahsulotga pektinning DMSO dagi eritmasi qo'shib 50° C haroratda 96 soat davomida aralashtirilib ustiga suvsiz etanol qo'shilgan va filtrlangan. Cho'kma yana suvsiz DMSOda eritilgan va suvsiz etanol qo'shilgan, so'ngra filtrlangan. Bu jarayon ikki marta takrorlangan. Olingan 5-FU-PT hosilasi 60° C da 24 soat davomida quritilgan YSSX tahlili 5-FU-PT tarkibida erkin 5-FU-sirka kislotali birikmasining yo'qligini ko'rsatgan[6]. Artur Jablonski tomonidan o'rta simantrenning 5-ftoruratsilli hosilalari sintez qilingan, barcha birikmalar spektroskopik usullar bilan tavsiflangan va ikkita hosilaning kristall tuzilishi, rentgen kristallografiyalari aniqlangan[7]. Amerikalik olimlar tomonidan 2003 – yilda o'simta kasalliklarga ta'sirchanligi va effektivligini oshirish, xavfsiz preparatlar olish uchun birinchi marta yangi 5-Ftoruratsilning diazenumdiolat hosilasi sintez qilingan[8]. Keyingi zilanishlarda ikkita 5-FU qismi gemiaminal sifatida bisasetallarga biriktirilgan, strukturaning har ikki uchida ikkita 5-ftoruratsil qismi va ikkita amid bog'lovchisi bo'lgan ikkita yangi o'sma kasalliklarga qarshi dori sintez qilingan[9]. 5-Ftoruratsilning mikroto'liqlik nurlatish ta'sirida etilxloratsetat bilan suv erituvchisida, 105° C va 8 minut davomida trietilamindan foydalanib N-1/N-3 nukleofil almashinish reaksiyalarilari olib borilgan, ammo mahsulot juda kam unumlarda hosil bo'lgan. Olingan izomerlarning tuzulishi tasdiqlanib biologik faolligi o'rganilgan [10]. 5 -Fu ning o'simtga selektivligi yuqori emasligi sababli , uni terapevtik qo'llash suyak ko'migi, oshqozon-ichak trakti va markaziy asab tizimining jiddiy zararlanishiga olib kelgan. Ushbu muammolarni hal qilish uchun 5-Fu strukturasi ko'plab modifikatsiyalari amalga oshirilgan. Mazkur ishda 3-ftor 4-nitro anilinning xloratsetillash mahsulotini 5-Ftoruratsil bilan reaksiyalari o'rganildi va tuzilishi  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  YaMR ,IQ va Mass spektrometriya usullari yordamida tasdiqlandi. Bundan tashqari olingan mahsulotning suyuqlanish harorati, reaksiya unumi, eruvchanligi aniqlandi va biologik faolligini o'rganish uchun 2 ta saraton hujayrasi: HT-29 (yo'g'on ichak saraton hujayrasi) va MCF-7 (ko'krak saraton hujayrasi)ga ta'siri tekshirildi.

#### Tajriba qismi

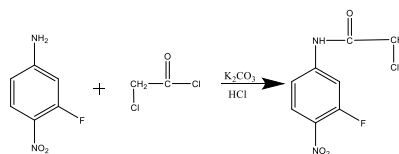
Olingan mahsulotning suyuqlanish haroratini o'lchash uchun M-560 jihozdan foydalanildi.  $^1\text{H}$  va  $^{13}\text{C}$  YaMR spektrlari DMSO erituvchisida VARIAN MR 400 MHz spektrometrlarida olindi. Yuqori aniqlikdagi massa spektrometriyalari (HRMS) AB SCIEX QSTAR Elite yordamida mass analizi o'rganildi. IQ spektrlari Fure-spektrometr Bruker Invenio S-2021 4000–400  $\text{cm}^{-1}$  ATR jihozida KBr yordamida o'lchandi.

#### Tadqiqot natijalari va muhokamalar

##### Sintez metodi

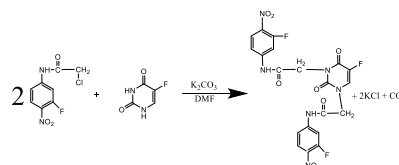
5-Ftoruratsil (5-Fu) ning 3-ftor 4-nitro N-xloratsetil anilin asosida yangi hosilasini sintez qilish jarayoni ikki bosqichda amalga oshirildi. Birinchi bosqichda 3-ftor 4-nitro anilin N- xloratsil mahsulotini olish uchun dastlab aromatik aminning (0,01 mol) miqdori 100 ml li tubi yumaloq kolbada atsetonitril eritildi, ustiga  $\text{K}_2\text{CO}_3$  tuzi (0,01 mol, 1.38 gr) qo'shildi va haroratni -1-3 C° gacha pasaytirib 30 min davomida magnitli aralashtirgichda xloratsilxlorid (0,01 mol, 0.8 ml) tomchilatib qo'shildi. So'ngra 2 soat davomida ultra tovushli jihozda qoldirildi va aralashma YQQX yordamida (geksan:atseton, 1-1.5) tekshirildi va tozalanib qurultildi.

Sxema-1

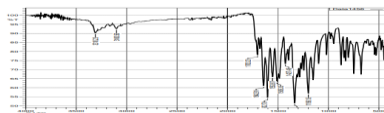


Reaksiyaning ikkinchi bosqichida 5-Ftoruratsil (5-FU) (0.000625 mol, 0.081 gr) 2 ml DMFA da xona haroratida eritildi va ustiga  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (0.00125 mol, 0.1725 gr) tuzi qo'shildi. So'ngra aralashtirilgan holda olingan 3-ftor 4-nitro N-xloratsetil anilin (0.00125 mol) ta'sir ettirildi va reaksiya 10-12 soat davomida ultra tovushli suv hammomida xona haroratida olib borildi. Reaksiyon aralashma YQQX yordamida (geksan:atseton, 1-1.5) har ikki soatda tekshirildi va tozalandi.

Sxema-2



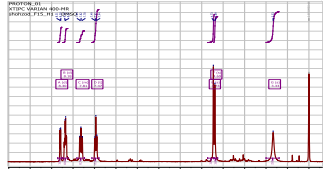
Sariq rangli, kukunsimon mahsulot unumi 66%, suyuqlanish harorati 310-312°C, Rf=0.64 (sistema atseton-geksan 2-3 nisbat). Tuzilishi IQ,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  YaMR spektroskopiya va mass spektrometriya usullaridan foydalanib aniqlandi.



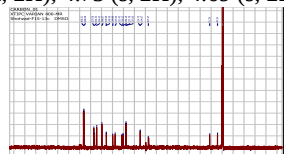
**1-rasm.** Mahsulotning IQ spektri. (KBr):  $\nu=3310$  (NH), 3100 (Ar-H), 1703, 1642, 1602 (C=O), 1553 (aromatik C=C), 1427 (CH<sub>2</sub>-C=O), 1199 (C-F) cm<sup>-1</sup>.



**2-rasm.** Mahsulotning Mass spektri. HR-ESI-MS  $m/z$  521.07 [M - H]<sup>-</sup> (umumiy formula C<sub>20</sub>H<sub>13</sub>F<sub>3</sub>N<sub>6</sub>O<sub>8</sub>, 522.22).



**3-rasm.** Mahsulotning <sup>1</sup>H YaMR (400 MHz, dms) δ 8.30 (d,  $J$  = 6.5 Hz, 2H), 8.18 (d,  $J$  = 4.0 Hz, 1H), 7.91 – 7.73 (m, 2H), 7.47 (t,  $J$  = 9.7 Hz, 2H), 4.73 (s, 2H), 4.69 (s, 2H), 3.33 (s, 2H).



**4-rasm.** Mahsulotning <sup>13</sup>C YaMR spektri (101 MHz, dms) δ 166.51, 166.09, 157.00, 156.33, 154.42, 149.67, 145.66, 145.55, 139.80, 137.54, 131.43, 130.52, 130.19, 127.70, 127.65, 114.73, 114.67, 107.27, 51.35, 44.19.

#### Biologik faolligi

Mahsulotning biologik faolligi 2 ta saraton hujayralariga ta'siri asosida o'rganildi (50 mmol/l). Natijalar shuni ko'rsatdiki olingan mahsulot HT-29 (yo'g'on ichak saraton hujayrasi) uchun ingibirlash ko'rsatkichi 75.30% (5-FU=40.75%) va IC<sub>50</sub>=21.48±1.07. MCF-7 (ko'krak saraton hujayrasi) uchun mahsulotning ingibirlash ko'rsatkichi 23.05% 5-FU uchun esa 41.49% natijani qayd etdi.

**Xulosa.** Ilk bor 5-Ftoruratsilning 3-ftor 4-nitro N-xloratsetil anilin asosidagi yangi hosilasi sintez qilindi. Olingan birkmaning tuzilishi IQ, Mass va H<sup>1</sup>,C<sup>13</sup> YaMR spektrometriya usullari yordamida tasdiqlandi. Mahsulotning suyuqlanish harorati,reaksiya unumi,eruvchanligi aniqlandi va biologik faolligini o'rganish uchun 2 ta saraton hujayrasi: HT-29 (yo'g'on ichak saraton hujayrasi) va MCF-7 (ko'krak saraton hujayrasi)ga tekshirildi.Natijalar shuni ko'rsatdiki mahsulotning HT-29 hujayrasidagi faolligi 5-FU ga qaraganda kuchliroq biroq MCF-7 hujayrasiga ta'siri 5-FU ga nisbatan kuchsiz faollikga ega.

#### ADABIYOTLAR

- Sharma R. et al. Design, synthesis and ex vivo evaluation of colon-specific azo based prodrugs of anticancer agents //Bioorganic & medicinal chemistry letters. – 2013. – T. 23. – №. 19. – C. 5332-5338.
- Cunningham, D.; James, R. D. Integrating the oral fluoropyrimidines into the management of advanced colorectal cancer. Eur. J. Cancer 2001, 37, 826-834.
- Zhang, F. M.; Yao, X. J.; Tian, X.; Tu, Y. Q. Synthesis and Biological Evaluation of New 4β-5-Fu substituted 4'-Demethylepipodophyllotoxin Derivatives. Molecules 2006, 11, 849-857.
- Tian Z. Y., Du G. J., Xie S. Q., Zhao J., Gao W.Y., and Wang Ch. J. Synthesis and bioevaluation of 5-fluorouracil derivatives //Molecules. – 2007. – T. 12. – №. 11. – C. 2450-2457.
- Li D. W., Tian F.F., Ge Y.Sh., Ding X.L.,J.H.Li, Xu Z.Q., Zhang M.F., Han X.L., Li R., Jianga F. L. and Liu Y. A novel pH-sensitive (±)-α-tocopherol-5-fluorouracil adduct with antioxidant and anticancer properties //Chemical Communications. – 2011. – T. 47. – №. 38. – C. 10713-10715.
- Wang Q. W., Liu X.Y., Liu L., Feng J., Li Y.H., Guo Z.J.and Mei Q.B. Synthesis and evaluation of the 5-fluorouracil-pectin conjugate targeted at the colon //Medicinal Chemistry Research. – 2007. – T. 16. – C. 370-379.
- Jablonski A., Matczak K., Koceva-Chyla A., Durka K., Steverding D., Jakubiec-Krzesniak K., Solecka J., Trzybinski D.,Wozniak K., Andreu V., Mendoza G., Arruebo M., Kochel K., Krawczyk B., Szczukocki D., and Kowalski K. Cymantrenyl-nucleobases: Synthesis, anticancer, antitrypanosomal and antimicrobial activity studies //Molecules. – 2017. – T. 22. – №. 12. – C. 2220.
- Cai T. B., Tang X., Nagorski J., Brauschweigerb P.G. and Wanga P.G. Synthesis and cytotoxicity of 5-fluorouracil/diazoniumdiolate conjugates //Bioorganic & medicinal chemistry. – 2003. – T. 11. – №. 23. – C. 4971-4975.
- Dominguez J. F., Marchal J.A.,Correa A., Carrillo E.,Boulaiz H., Aranega A., Galloa M.A. and Espinosaa A. Synthesis and evaluation of new 5-fluorouracil antitumor cell differentiating derivatives //Bioorganic & medicinal chemistry. – 2003. – T. 11. – №. 3. – C. 315-323.
- Morales F., Ramirez A., Conejo-Garcia A., Morata C., Marchal J.A., Campos J.M. Anti-proliferative activity of 2, 6-dichloro-9-or 7-(ethoxycarbonylmethyl)-9H-or 7H-purines against several human solid tumour cell lines //European Journal of Medicinal Chemistry. – 2014. – T. 76. – C. 118-124.
- 18-124.



UDK: 661.632.17

**O'tkir RAXMATJANOV,**

Toshkent kimyo- texnologiya instituti tayanch doktoranti

E-mail: [otkiraxmatjanov@gmail.com](mailto:otkiraxmatjanov@gmail.com)

**Xoltura MIRZAQULOV,**

TKTI huzuridagi "Pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish" tarmoq markazi direktori

Noorganik moddalarning kimyoviy texnologiyasi kafedrasida professori

**Ruslan YORBOBOYEV,**

Toshkent kimyo-texnologiyalar instituti katta o'qituvchisi, PhD

**Kamola ARIFDJANOVA,**

Toshkent kimyo-texnologiyalar instituti Noorganik moddalarning kimyoviy texnologiyasi kafedrasida dotsenti, DSc

O'zMU dotsenti, PhD G' .Abduraxmonov taqrizi asosida

## CHEMICAL AND PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS OF THE COMPOSITION OF NATURAL MIXED SALTS OF KUSHKANATOG MINE

Annotation

The chemical and physical properties of mixed salts is studied in relation to the formation process of salt layers in the Kushkanatog and Akkala mixed salt deposits, the distribution of salts on the dried surface and their chemical composition depending on their location at a certain depth and the change in their mineralogical properties, the components and mineralogical composition of these salts were determined based on chemical analysis.

**Key words.** Magnesium sulfate, sodium sulfate, sodium chloride, water, halite, thenardite, mirabilite, epsomite, polyhalite, glauberite mixed salts, component, mineralogical composition.

## ХИМИЧЕСКИЙ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ПРИРОДНЫХ СМЕШАННЫХ СОЛЕЙ МЕТОРОЖДЕНИЯ КУШКАНАТАУ

Аннотация

Изучены химические и физические свойства смешанных солей в связи с процессом формирования соляных пластов в смешанных соляных месторождениях Кушканатау и Аккала, распределение солей на высохшей поверхности и их химический состав в зависимости от их расположения на определенной глубине и изменение их минералогических свойств, на основе химического анализа определены компоненты и минералогический состав этих солей.

**Ключевые слова.** Сульфат магния, сульфат натрия, хлорид натрия, вода, галит, тенардит, мирабилит, эпсомит, полигалит, глауберит смешанные соли, компонент, минералогический состав.

## KUSHKANATOG' KONI TABIIY ARALASH TUZLARI TARKIBINI KIMYOVIY VA FIZIK-KIMYOVIY TAHLIL QILISH

Annotatsiya

Kushkanatog' va Akkala aralash tuzlari koni hududida tuzli qatlamlarning hosil bo'lish jarayoni, qurigan yuzasida tuzlarning taqsimlanishi va ularning ma'lum bir chuqurlikda joylashishi bo'yicha kimyoviy tarkibiga bog'liqligi va ularning mineralogik hossalarning o'zgarishiga nisbatan aralash tuzlarining kimyoviy va fizik kimyoviy tahlillar asosida ushbu tuzlarning komponent va mineralogik tarkiblarini aniqlangan.

**Kalit so'zlar.** Magniy sulfat, natriy sulfat, natriy xlorid, suv, galit, tenardit, mirabilit, epsomit, poligalit, glauberit aralash tuzlar, komponent, mineralogik tarkib.

**Kirish.** O'zbekiston Respublikasini iqtisodiy jihatdan rivojlantirishning asosiy yo'nalishlaridan biri tabiiy xomashyolarni o'zlashtirish, ularni kompleks qayta ishlash, raqobatbardosh, import o'rini bosuvchi maxsulotlarni mahalliy xomashyolardan ishlab chiqarish hisoblanadi. Bunday kimyoviy mahsulotlar qatoriga, natriy va magniy sul'fatlarni kiritish mumkin, ushbu mahsulotlarga bo'lgan ehtiyoj sanoat va ishlab chiqarish miqyosida bu magniy sulfat va natriy sulfatlarga bo'lgan talab kundan kunga ortib bormoqda [1].

Respublikamiz xomashyo zahiralari boy mamlakat hisoblanadi va mineral tuzlar mavjud bo'lgan konlar ko'plab topiladi. Shu konlardan biri Qoraqalpog'iston Respublikasi hududida joylashgan Kushkanatog' koni mana shunday konlardan biri hisoblanadi. Kushkanatog' mineral tuzlar koni Qoraqalpog'iston Respublikasining Chimboy tumanida joylashgan bo'lib, Chimboy shahridan 30 km shimoliy g'arbda, Ko'shkanatog' cho'qqisining janubida, Amudaryo deltasida joylashgan.

Ushbu kon tarkibidagi aralash tuzlarni kompleks qayta ishlab bitta moslashuvchan texnologiyada bir necha mahsulotlar olish tizimini yaratish texnologik va iqtisodiy jihatdan afzalliklarga ega bo'lib, bugungi kunda Respublikamizning eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi [2-4]

INFOMINE ma'lumotlariga ko'ra MDH hududida A+B+C kategoriyaga tegishli magniy tuzlarining zahirasi, 6,7 mlrd. tonnani tashkil etadi, ushbu zahirada  $MgCl_2$  ning ulushi 1,16 mlrd tonna. Jami 61.4% magniy zahirasi Rossiya hududiga, 20% - Turkmaniston hududiga, 18,4%-Ukraina hududiga, 0,2%-Qozog'iston hududiga tog'ri keladi. Xlorli magniy tuzlarining ulushi (68%), sulfatli magniy tuzlarining ulushi (16%), sulfat-xlorli aralash tuzlarning ulushi (5%) va dengiz suvlari nomakoblari (11%)

ni tashkil etadi. Ushbu zahira asosan: Verxnekamensk, Gorodishen, Svetloyar(Rossiya), Kalush-Golin, Stebnikov (Ukraina), Karlyuk (Turkmaniston) kaliyli va kaliy-magniyli konlarda tarqalgan. Magniyning katta zahirasi Kuchuk, Elton(Rossiya), Qari, Sasiq-Sivash(Ukraina), Qara-bogaz-ko'l (Turkmanistan) dengizlari nomakoblari tarkibida uchraydi.

O'zbekiston ham natriy va magniy tuzlarini ajratib olish uchun katta homashyo bazasiga ega. Ushbu zahiralardan biri Qoraqalpog'iston Respublikasida joylashgan Karaumbet va Barsakelmas ko'llarining nomakoblari hisoblanadi. Karaumbet konining tasdiqlangan zahirasi 700 ming tonna  $MgCl_2$  ni tashkil etadi yoki  $MgO$  ga nisbatan hisoblaganda 295 ming tonnani tashkil etadi. Ushbu zahiradan 74 ming tonnasi nomakob tarkibida saqlanadi. Barsakelmas nomakobi tarkibidagi magniy tuzlarining miqdori 2.470 ming tonna  $MgCl_2$  yoki 1.040 ming tonna  $MgO$  tashkil etadi [5]. Karaumbet Quruq aralash tuzlari o'rtacha hisobda quruq tuzga nisbatan hisoblaganda (massa%):  $Na_2SO_4$ -43-61;  $MgCl_2$ -11-15;  $NaCl$ -13-19 saqlaydi va natriy sulfat, osh tuzi hamda bishofit olish uchun qimmatli homashyo hisoblanadi.

Magniy va natriy birikmalarining asosiy manbasi bo'lib Karaumbet koni aralash tuzlari xizmat qiladi. Ushbu konning asosiy manbasi xlorid-sulfat turiga oid tuzlar hisoblanadi. Karaumbet konidagi  $MgCl_2$  ning tasdiqlangan zahirasi 700 ming. t  $MgCl_2$ , 3,365 ming tonna  $NaCl$  va 2,181 ming tonna  $Na_2SO_4$  ni tashkil etadi [6]. Karaumbet koni quruq aralash tuzlari uzoq yillar davomida qurigan dengizning sathida hosil bo'lgan hisoblanadi. Uzoq yillar davomida dengiz suvi nomakobining yuzasidan suv bug'lanib tuzning hosil bo'lishi haligacha davom etmoqda.

Tabiatda natriy sulfat minerallari oddiy  $Na_2SO_4$  (tenardit),  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  (mirabilit), hamda qo'sh tuzlar:  $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$  (astraxanit),  $Na_2SO_4 \cdot 3K_2SO_4$  (glazerit),  $Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$  (glauberit),  $2Na_2SO_4 \cdot Na_2CO_3$  (berkeit) tuz ko'rinishida: Ushbu tuzlarni konda 3ta guruhga bo'lingan holda uchratish mumkin [7, 8]:

- Glauberit va astraxanit, mirabilit va tenarditning katta zahiralari plast va linzalar ko'rinishida galogenli qobiqlarda uchraydi;

- Dengiz zahiralari yuza va quyi qobiqlardagi kristallararo qatlamlarda mirabilit va quyi qismlarida mirabilit va astraxanit saqlaydi;

- Yerosti tuzli zahiralari, sulfatli birikmalar bilan to'yingan;

Bundan tashqari natriyning sulfatli va xlorli birikmalarining bitmas-tuganmas manbasi dengiz va okeanlarning suvlari hisoblanadi.

Geografik nuqtayi nazardan sulfatli konlar arid hududlariga to'g'ri keladi. Ushbu tuzlarning MDX davlatlari orasidagi asosiy zahiralari Kaspiybo'yi, Orolbo'yi, Balxashbo'yi tumanlarida hamda shimoliy Sibir va Tyanshan hududlarida aniqlangan [9, 10].

Kaspiy dengizining sharqiy qirg'oqlarida joylashgan, Turkmanistondagi Qora-Bo'g'az-Gol ning quyi oqimlari natriy sulfat va boshqa tuzlarning asosiy manbasi hisoblanadi. Ushbu konning Sulfatli homashyosi, natriy sulfat ko'rinishida tuzli aralashmaning yuza qismida hamda nomakob tarkibida oraliq kristallar va tubdagi tuz qoldiqlar tarkibida glauberit, astraxanit, va mirabilit ko'rinishida uchraydi [11, 12]. Qora-Bogaz-gol koni undagi homashyoning noyobliligi hamda tarkibi jihatidan kamyob hisoblanadi. Ushbu konga kaspiy dengizi oqimining doimiy quyilishi natijasida yiliga 100 mln. t. tuz, ushbu tuzning tarkibida 2,5 mln. t. natriy sulfat kirib keladi.

Natriy sulfatning yana bir koni Altay o'lkasidagi Kulundin soyida joylashgan kuchuk ko'li hisoblanadi. Ushbu kon nomakobi tarkibida sulfatli tuzlar hamda tub qoldiqlar tarkibida mirabilit kristallari uchraydi.

Natriy sulfat ajratib olishda yana bir maqsadli konlardan biri Kuchuk ko'li yaqinida joylashgan Kulundin ko'li hisoblanadi. Bu ko'l suvining sho'rlanish miqdori 6 % ni tashkil etadi [13].

Bugungi kunda ko'lam jihatidan katta lekin foydalanilmayotgan konlardan biri, Djaksi-klich koni hisoblanib, ushbu kon tuzli ko'llar tizimi hisoblanadi hamda o'z tarkibida mirabilit, tenardit, galit va astraxanit qatlamlarini saqlaydi. Ebeyti ko'li – Yuzaki nomakob va tub qatlam tarkibida mirabilit qatlamlarini saqlaydi. Anjbo'lat ko'lida esa mirabilit va tenardit qatlamlari mavjud.

Tyan-Shan tog' tizimlari Farg'ona viloyatidagi tog'liklar orasida Natriy sulfat ishlab chiqarishda homashyo sifatida

Natriy sulfat ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida Farg'ona pasttekisligi va Tyan-shanning tog'lararo havzalarida mavjud bo'lgan glauberit konlarini, Qoraqalpog'istonning Kushkanatau, Oqqala va Tumryuk konlarida mavjud bo'lgan astraxanit, tenardit va mirabilit konlarini ko'rib chiqish mumkin [14, 15]. Kushkanatau va Oqqala konlarining o'zida 2 milliard tonnadan oqtiq mirabilit zahiralari mavjud bo'lib shundan faqatgina Kushkanatau konining o'zida mirabilit zahirasi 300 mln. tonnadan ziyod. [16, 17].

**Tadqiqot usullari.** Ilmiy tadqiqot ishlarida laboratoriya eksperiment tahlillarini bajarish uchun Kushkanatog' konidagi Astraxanit aralash tuzlari qatlamining 4 metr chuqurlikdan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzlari namunasidan dastlab 80 °C haroratda va 1 soat vaqt davomida uning tuyuingan eritmasi tayyorlanib so'gra uni 7 va 3 °C haroratgacha sovutib, harorat ta'sirida  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (Epsomit) va  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  (Mirabilit) kristallogidratlarini hosil qilish, hamda ularni cho'ktirish va fil'trlash yo'li bilan ajratish usullarini ishlab chiqish uchun tanlangan astraxanit aralash tuzlari namunasining kimyoviy tarkiblari laboratoriya sharoitida o'rganilgan bo'lib, uning tarkibida mass. % da  $SO_4$  – 45,19,  $Cl$ -4,12,  $Ca$  - 0,83,  $Mg$  – 4,80,  $K$  - 0,23,  $Na$  - 14,13,  $H_2O$  – 21,86 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,41 % miqdorlarda mavjudligi kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlillar asosida aniqlangan.

**Natijalar va muhokama.** Laboratoriya sharoitida tajriba modeli qurilmasida olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarida kimyoviy tahlillar asosida olingan natijalar qo'yidagi 1, 2 - jadvallarda hamda 1 va 2 - rasmlarda keltirilgan.

Dastlab Kushkanatog' konidagi Astraxanit qatlamining 4, 7 va 10 metr chuqurliklaridan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzlarining 1, 2 va 3 namunalarining kimyoviy tarkiblari o'rganilgan. Bunda Kushkanatog' koni aralash tuzlari qatlamining 4 metr chuqurligidan olingan 1 namunaning tarkibida mass., % da  $SO_4$  – 45,19,  $Cl$ -4,12,  $Ca$  - 0,83,  $Mg$  – 4,80,  $K$  - 0,23,  $Na$  - 14,13,  $H_2O$  – 21,86 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,41 %, 7 metr chuqurlikdan olingan 2 namunaning tarkibida  $SO_4$  – 47,20,  $Cl$ -4,30,  $Ca$  - 0,86,  $Mg$  – 5,01,  $K$  - 0,24,  $Na$  - 14,76,  $H_2O$  – 19,35 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,04 %, 10 metr chuqurlikdan qazib olingan 3 namunada esa  $SO_4$  – 49,21,  $Cl$ -4,38,  $Ca$  - 0,90,  $Mg$  – 5,22,  $K$  - 0,25,  $Na$  - 15,39,  $H_2O$  – 15,85 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 6,69 % miqdorlarda mavjudligi kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlillar asosida aniqlangan (1-jadval).

1-Jadval

**Kushkanatog' koni astraxanit qatlamidan olingan tabiiy aralash tuzlari namunalarining kimyoviy tarkibi**

| Aralash tuzlar<br>Namunasi | Astraxanitning kimyoviy tarkibi, mass., % |      |      |      |     |      |        |
|----------------------------|-------------------------------------------|------|------|------|-----|------|--------|
|                            | $SO_4$                                    | $Cl$ | $Ca$ | $Mg$ | $K$ | $Na$ | $H_2O$ |

|   |       |      |      |      |      |       |      |       |
|---|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| 1 | 45,19 | 4,12 | 0,83 | 4,80 | 0,23 | 14,13 | 7,41 | 21,86 |
| 2 | 47,20 | 4,30 | 0,86 | 5,01 | 0,24 | 14,76 | 7,04 | 19,35 |
| 3 | 49,21 | 4,48 | 0,90 | 5,22 | 0,25 | 15,39 | 6,69 | 15,85 |

Shuningdek, Kushkanatog' konidagi tabiiy aralash tuzlarining 1, 2 va 3 namunalari mineralogik - tuz tarkiblari ham o'rganilgan bo'lib, bunda 1 namunaning mineralogik-tuz tarkibi, mass., % da astraxanit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) -64,05; galit ( $\text{NaCl}$ ) - 6,76; tenardit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) - 5,23; mirabilit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) -1,09; epsomit ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) - 0,090; poligalit ( $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) - 1,45; glauberit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ ) - 4,11 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,41 %, 2 namunada astraxanit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) -66,90; galit ( $\text{NaCl}$ ) - 7,06; tenardit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) - 5,46; mirabilit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) -1,17; epsomit ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) -0,094; poligalit ( $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) - 1,51; glauberit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ ) - 4,30 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,04 %, 3 namunada esa astraxanit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) -69,75; galit ( $\text{NaCl}$ ) - 7,36; tenardit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) - 5,69; mirabilit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) -1,22; epsomit ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) -0,098; poligalit ( $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) - 1,58; glauberit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ ) - 4,48 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 6,86 %, ekanligi kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlillar asosida aniqlangan hamda olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

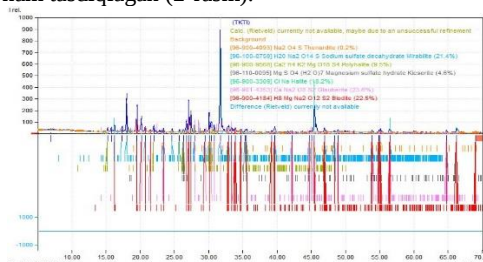
2-Jadval

#### Kushkanatog' koni astraxanit qatlamlardan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzlarining mineralogik tarkiblari

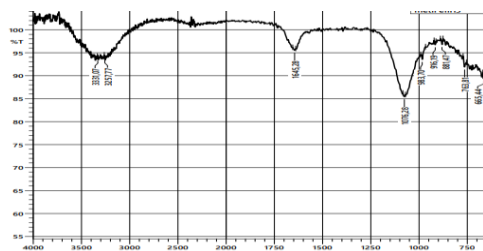
| № | Tuzlarning nomi | Kimyoviy formulasi                                                        | Astraxanit namunalari |          |          |
|---|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|----------|
|   |                 |                                                                           | 1-namuna              | 2-namuna | 3-namuna |
| 1 | Astraxanit      | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$     | 64,05                 | 66,90    | 69,75    |
| 2 | Galit           | $\text{NaCl}$                                                             | 6,76                  | 7,06     | 7,36     |
| 3 | Tenardit        | $\text{Na}_2\text{SO}_4$                                                  | 5,23                  | 5,46     | 5,69     |
| 4 | Mirabilit       | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$                       | 1,09                  | 1,17     | 1,22     |
| 5 | Epsomit         | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$                                 | 0,090                 | 0,094    | 0,098    |
| 6 | Poligalit       | $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 1,45                  | 1,51     | 1,58     |
| 7 | Glauberit       | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$                              | 4,11                  | 4,30     | 4,48     |
| 8 | e.q.            | -                                                                         | 7,41                  | 7,04     | 6,86     |

Qo'yida keltirilgan 1-rasmda Kushkanatog' koni tabiiy aralash tuzlarini 1- namunasining fizik-kimyoviy (rentgenografik tahlil) tahlili keltirilgan. Laboratoriya keltirilgan ushbu namunani fizik-kimyoviy tahlil qilishda aylanish tezligi 30 ayl./daq bo'lgan aylanishli kamera ishlatilgan. Radiograf tahlillar «The American Mineralogist crystal structure database» va Mixeevning minerallarning determin determinanti yordamida talqin qilingan. Rengenografik tahlil usulida olingan tahlil natijalari 1 va 2-raslarda keltirilgan bo'lib, ushbu rasmlarda keltirilgan rengenografik tasvirda diffraksiya chiziqli cho'qqilaridan ko'rinib turibdiki, tanlangan Kushkanatog' koni tabiiy aralash tuzi 1-namunasining asosiy tekisliklararo masofalari va boshqa ko'rsatkichlari, mass., % da  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (astraxanit (bludite)) - 22,50;  $\text{NaCl}$  (galit)-18,20;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (tenardit) - 5,23;  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (mirabilit) - 24,40;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (epsomit) - 4,60;  $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (poligalit) - 9,50 va  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$  (glauberit) - 23,60 % larga tegishli ekanligi isbotlandi.

Bundan tashqari ushbu Kushkanatog' koni tabiiy aralash tuzi namunasining tuzilishini aniqlash maqsadida IQ spektrik tahlili qilindi va olingan natijalardan ko'rinadiki, bu kristallarning asosiy qismi  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{NaCl}$  minerallari ekanligini usbu tahlil usuli ham tasdiqlagan (2-rasm).



1-rasm. Kushkanatog' koni astraxanit qatlamidan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzi birinchi namunasining rengenografik tahlili



2-rasm. Kushkanatog' koni astraxanit qatlamidan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzi birinchi namunasining IQ-spektral tahlili

Kushkanatog' koni tabiiy aralash tuzlari birinchi namunasi "SHIMADZU" qurilmasida IQ - spektral tahlil qilingan bo'lib, bunda namuna sifatida moddalarini suspendirlash usulida kaliy bromidli tabletkadan foydalanilgan. Dastlabki olingan astraxanit kristallarining IQ spektr sohasi  $1062,07 \text{ cm}^{-1}$  ga mos ravishda  $\text{SO}_3$   $3331,07 \text{ cm}^{-1}$  guruhi to'g'ri keladi,  $665,44 \text{ cm}^{-1}$  sohasiga esa Na bog'lariga mos ekanligi aniqlangan.

**Xulosa.** Shunday qilib, Kushkanatog' konida jaoylashgan astraxanit qatlamining 4, 7 va 10 metr chuquliklaridan tabiiy aralash tuz namunalari tarkibini aniqlash maqsadida laboratoriyaga olib kelindi. Ushbu olib kelingan Ko'shkanatog' koni tabiiy aralash tuzlari namunalari dastlab kimyoviy va mineralogik tarkiblari kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlillar asosida o'rganilgan bo'lib, olingan natijalar jadval va rasm ko'rinishida maqolada keltirilgan. Ushbu ilmiy tadqiqot ishini bajarishdan maqsad tabiiy aralash tuzlar namunalari minerallari va tuzlarni ajratib olishning moslashuvchan texnologiyasini ishlab chiqish maqsadida laboratoriya tahlillari o'tkazilgan.

## ADABIYOTLAR

1. Мирзакулов Х.Ч., Жураева Г.Х. "Производство сульфата натрия". -Ташкент, 2014.-224 с. ISBN 978-9943-381-99-5.
2. Rakhmatzhanov U.D., Mirzakulov X. Ch. Polythermal solubility of magnesium sulfate - sodium sulfate -water system/ «Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари» халқаро илмий-амалий анжумани материаллари / 20-октябр. Қарши – 2023 у. 151-155 betlar.
3. Raxmatjanov O'.D., Arzikulova B., Kucharov B.X. //Astraxanitni sintez qilish jarayoni tadqiqoti// «Mahalliy xomashyolar va ikkilamchi resurslar asosidagi innovatsion texnologiyalar» Respublika ilmiy-texnik anjumani materiallar to'plami 2-jild, 19-20-aprel, Urganch, 2021y. C. 382-383 b.
4. U. D. Rakhmatzhanov and Kh. Ch. Mirzakulov. Polythermal Solubility of the  $MgSO_4 - Na_2SO_4 - H_2O$  System// Physical methods of investigation // ISSN 0036-0236, Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2023, Vol. 68, No 11, pp.1606-1610.
5. Тожиев Р.Р. Разработка технологии комплексной переработки сырьевых ресурсов озер Караумбет и Барсакельмес на Бишофит, оксид магния и сульфат натрия: Дисс.....док. техн. наук (DSc), ТКТИ и ФПИ., Ташкент, 2020. – 224 с.
6. Bobokulova O.S., Talipova H.S., Mirzakulov Kh.Ch. Research of process of reception of the pure solutions of chlorides of sodium and magnesium from the dry mixed salts of lake Karaumbet // « Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – Austria, Vienna, Januar-February 2017. – № 1. pp. 72-75.
7. Кучаров Б.Х., Кошонова Б.Т., Эркаев А.У., Тоиров З.К. Физико-химические исследования получения сульфатно-карбонатных солей натрия. // Узбекский химический журнал – Ташкент, 2017. - С. 27-33.
8. Веляшко М.Г. Закономерности формирования месторождений солей. – М.: Изд. МГУ. 1962. – 397 с.
9. Кучаров Б.Х. Разработка безотходной и экологически сбалансированной технологии переработки морских сульфатных отложений Аральского региона. Дисс. ... д.т.н. (DSc), Ташкент, 2019. 200 с.
10. Дзенс-Литовский А.И. Соляной корст смешанных солей. – Л.: Недра. 1966. – 167 с.
11. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. В 3-х т. – Л.: Изд. АН Смешанных солей. 1960. Т.3. – 350 с.
12. Дзенс-Литовский А.И. Кара-Богаз-Гол. – Л.: Недра. 1967. – 95 с.
13. Позин М.Е. Технология минеральных солей. В 2-х т. – Л.: Химия. 1974. Т.1. – 791 с.
14. Лепешков И.Н., Розен Б.Я. Минеральные ресурсы моря. – М.: Наука. 1972. – 120 с.
15. Сидельников Г.С., Нурыкдыев М., Пасевьева Л.М., Эсенова Э.И. Получения сульфата натрия из поверхностных рассолов Кара-Богаз-Гола. // Изд-во АН Туркм. ССР. Сер. физ., техн., хим. и геол. наук, 1973. № 2. - С. 71-81.
16. Патент РУз № IAP 04526. Способ переработки природных рассолов, содержащих хлориды и сульфаты натрия и магния / Туробжонов С.М., Мирзакулов Х.Ч., Асамов Д.Д., Халмуминов С.А., Кузнецова Ж.Н., Бардин С.В., Тоджиев Р.Р., Бобокулова О.С., Джураева Г.Х. // Расмий ахборотнома. – 2012. - №7.



UO\*K: 544.723.21:665.1.09

**Xolida RAXMONOVA,**  
*Navoiy davlat universiteti tayanch doktoranti*  
*E-mail: sultonovshavkat661@gmail.com.*  
**Shoira ADIZOVA,**  
*Buxoro davlat universiteti tayanch doktoranti*  
**Shavkatjon SULTONOV,**  
*Navoiy davlat universiteti professori, k.f.d*

*Buxoro davlat universiteti professori, t.f.d M.Amonov taqrizi asosida*

## THE EFFECT OF THE COLOR AND SIZE OF ACTIVATING CLAYS ON THE SORPTION PROPERTIES OF SORBENTS

### Annotation

Currently, one of the cheapest and most cost-effective ways to obtain sorbents with high sorption properties is the implementation of various types of clays with physical or chemical treatment. Scientific sources indicate that, depending on the color and size of clay powders exhibiting sorption properties as a result of clay activation, they can be divided into classes based on experimental studies.

**Key words:** clay powder, color, sorption properties, structural structure, sulfuric acid, crushing, size, sorbent, activation.

## ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА И РАЗМЕРА АКТИВИРУЮЩИХ ГЛИН НА СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТОВ

### Аннотация

В настоящее время одним из самых дешевых и экономически эффективных способов получения сорбентов с высокими сорбционными свойствами является реализация различных видов глин с физической или химической обработкой. В научных источниках приводится, что в зависимости от цвета и размеров порошков глин, проявляющих сорбционное свойство в результате активации глин, их можно разделить на классы на основе экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** глиняный порошок, цвет, сорбционные свойства, структурная структура, серная кислота, дробление, размер, сорбент, активация.

## SORBENTLARNING SORBSION XOSSASIGA FAOLLANUVCHI GILLARNING RANGLARI VA O'LCHAMLARINI TA'SIRI

### Annotatsiya

Hozirgi kunda yuqori sorbsion xossaga ega bo'lgan sorbentlar olishning eng arzon, iqtisodiy jihatdan samarador usullaridan biri bu-turli xildagi gillarni fizikaviy yoki kimyoviy qayta ishlov berish bilan amalga oshirishdir. Gillarini faollantirish natijasida sorbsion xossasini namoyon qiluvchi gillarning rangiga va kukunlarini o'lchamlariga bog'liq holda eksperimental tadqiqotlar asosida sinflarga ajratish mumkin ekanligi ilmiy manbaalarda keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** gil kukuni, rang, sorbsion xususiyat, strukturaviy tuzilish, sulfat kislota, maydalash, o'lcham, sorbent, faollantirish.

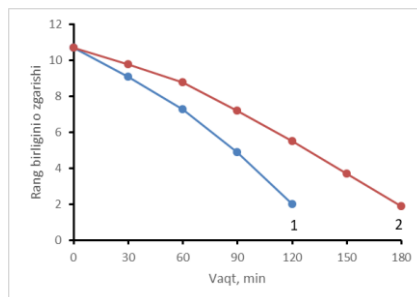
**Kirish.** Tabiiy bentonit gillarni sorbsion xossasi, ya'ni faolligini oshirish nafaqat gil kukun zarralarining o'lchami uning rangining turlicha bo'lishligi ham juda muhim ahamiyatga ega ekanligini ta'kidlab o'tish lozim. Tabiiy bentonit gil kukunlarining rangi turlicha bo'lganligi sabab gil kukunni tarkibi va strukturaviy tuzilishi ham bir-biridan farq qiladi. Ayniqsa qora rangli gillarning sorbsion xossasi yuqori bo'lishi to'g'risidagi ma'lumotlar ko'plab adabiyotlarda keltirilgan va ularning tarkibi esa metall-organik karkas tuzilishidagi moddalardan tashkil topganligi isbotlangan [1-3].

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Jahonda o'simlik moylarini tozalash uchun yuqori samarador sorbentlarni yaratishga qaratilgan tadqiqotlar bo'yicha katta hajmdagi ma'lumotlar mavjud bo'lib, bu sohada J.A. Pollard, S.A. Kapustin, M.A. Usman, V.I. Ekwueme, T.O. Alaje, Y.G. Wang, A.Q. Kormosh va boshqalarning ishlarida turli tabiiy va sintetik polifunksional birikmalarni saqlagan sorbentlarni ishlab chiqish bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek, hozirgi kunda mahalliy xomashyo zaxiralari asosida paxta moylarini oqatirishda qo'llaniladigan yangi sorbentlar olish texnologiyalarini ishlab chiqish va tadbiq etish yo'nalishida ilmiy ishlar olib borilgan.

O'zbekistonda K.S. Axmedov, E.A. Aripov, M.A. Asqarov, A.T. Jalilov, S.A. Abduraximov, M.R. Amonov, B.B. Sobirov, D.S. Salixanova va Sh.A. Sultonovlar tomonidan ilmiy ishlar olib borilgan. Ularning ishlarida tabiiy va sintetik polielektrolitlar, shuningdek, suvda eruvchan va sintetik kompozitli kukun asosidagi faollangan sorbentlar olishning Respublikamiz va xorijda mavjud texnologiyalari har tomonlama tahlil qilingan.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Olib borilgan tadqiqotlardan ma'lum bo'ldiki, agar sorbent sifatida qora rangli tabiiy bentonit gilini termokimyoviy modifikatsiyalash jarayonida qo'llanilganda olinayotgan sorbentning sorbsion xossasini oshirish uchun kislolaning miqdoriy nisbatini ko'paytirib, ya'ni Q:S shuningdek, faollantirish jarayonini harorat 250-300°C oralig'ida olib borilsa yuqori samarali sorbent olishga erishiladi. Qora rangli gil kukunlarni faollantirish natijasida olingan sorbentning sorbsion xossasi bir muncha yuqori bo'ladi, lekin, gilning mo'rtligi ortadi natijada kukun zarrachalarining o'lchami yanada maydalashishiga sabab bo'lib, filtrlash jarayonida tozalanayotgan moddalar bilan qisman suspenziya holda aralashib tozalanish darajasi kamayadi ya'ni qo'shimcha moddalar bilan ifloslanishiga olib keladi. Sarg'ish rangli gillarning qora rangli gillardan farq qiladigan xossalardan

biri uning sorbsion xossasini yuqori bo'lishligi va bo'kish jarayonini namoyon qilishligi bilan tushuntiriladi. Qora-qizg'ish rangli gillarda kislotalar bilan modifikatsiyalash jarayoni faol boradi, lekin qora rangli gillarga nisbatan qattiqroq hisoblanadi. Oqish va sarg'ish rangdagi gillar qattiqroq bo'lib, kislota bilan modifikatsiyalash reaksiya tezligi boshqa rang gillariga nisbatan tez boradi. Shiddatli reaksiyaga kirishadigan oq, sarg'ish va ko'k rangli gillar opoka va paligorskitli gillar hisoblanadi. Qizil rangli gillar ham mavjud bo'lib, ularda ham modifikatsiyalash jarayoni tez sodir bo'ladi. Rangli gil kukunlarini 30% li sulfat kislota eritmasi bilan kimyoviy qayta ishlov berilgan sorbentning paxta moylarini tiniqlashishi hamda rangsizlanishi ko'rsatkichlarining o'zgarish kinetikasi natijalari 1-rasmda keltirilgan.



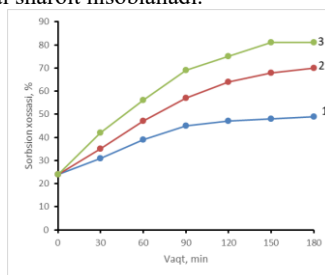
1-rasm. Paxta moylarini sorbentlar ta'sirida tiniqlashishi va rang birligi o'zgarishining vaqtga bog'liqligi. Tabiiy bentonit gilingning rangi: 1-sarg'ish rangli; 2-qora rangli

Gil kukunini modifikatsiyalash orqali olingan sorbentning 120 minut davomida rang birligining kamayishi 2,1 ni tashkil qilgan bo'lsa shu sharoitda modifikatsiyalangan qora rangli gil kukuni asosida olingan sorbentning rang birligini kamayishi 180 minutda 2,3 ni tashkil etdi. Olingan natijadan shunday xulosaga kelish mumkin: sarg'ish rangli gil kukunlarini termokimyoviy modifikatsiyalash orqali olingan sorbentlarning sorbsion xossasi qora rangli gil kukunlariga nisbatan 12-15% yuqori bo'lishi aniqlandi.

1-rasmda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, sarg'ish rangli gil kukunlarini termokimyoviy modifikatsiyalab olingan sorbenti qora rangli gil kukunlarini ushbu usul bilan olingan sorbentga nisbatan rang birligini o'zgarish tezligini ortishi va rang birligini kamayish muddatini qisqarishiga olib keladi. Masalan, sarg'ish rangli gil kukunlarini kislotalar bilan 200-300°C harorat oralig'ida faollantirilganda kimyoviy jarayon reaksiya tezligi va jarayonlarini qanday sharoitda borishligi uning tarkibiy hamda strukturaviy tuzilishi bilan tushuntirish mumkin. Tabiiy gil tarkibida organik moddalar miqdori ko'proq bo'lsa, reaksiyaga kirishish qobiliyati nisbatan sekin boradi. Agar strukturaviy tuzilishi oktaedr va qattiqlik darajasi kattaroq bo'lsa modifikatsiyalash jarayoni tezligi ortib boradi. Tabiiy mineral bentonit gilingning qattiqligi ishqoriy yer metallaridan Ca (kalsiy) elementi miqdori bilan izohlanadi. Tetraedr tuzilishli gillar kislotalar bilan ta'sirlashish jarayon tezligi ma'lum darajada pastroq bo'ladi. Organik moddalarning miqdoriy nisbati ko'proq bo'lgan tetraedr tuzilishli gillar kislotalar bilan o'zaro ta'siri, ya'ni modifikatsiyalash jarayoni tezligi eng past hisoblanadi. Tetraedr tuzilishli sarg'ish rangli gillar asosan burg'ulash eritmalarini tayyorlash uchun yuqori samarali burg'ulovchi sifatida ishlatiladi. Sorbsion xossaga ega bo'lgan gillarning qattiqlik darajasi pastroq bo'lgan oqish-ko'kishroq rangli gillar asosida olingan sorbentning boshqa rangli gillarga nisbatan sorbsion xossasi yuqori bo'lishligi aniqlandi. Oq rangli gillarni sulfat kislota bilan turli miqdoriy nisbatda (T:J) faollantirish natijasida olingan sorbentning sorbsion xossasini o'zgarishi natijalari 2-rasmda keltirilgan. Tajriba 100 gr gil kukuniga 300 ml turli konsentratsiyali H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasi (T:J=1:3 nisbatda) qo'shib, 250°C haroratda 180 minut davomida aralashtirib turgan holda olib borildi.

Ushbu rasmdan ko'rinib turibdiki, tabiiy bentonit gil kukunlarini modifikatsiyalash nafaqat gil rangiga, shu bilan bir qatorda modifikatsiyalovchi kislota konsentratsiyasiga ham bog'liqligi aniqlandi.

Erimada H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsentratsiyasining ortib borishi modifikatsiyalash jarayonini tezlashishiga olib keladi. Shu bilan bir qatorda H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning barcha konsentratsiyali eritmalarida modifikatsiyalash vaqtining ortib borishi bilan olingan sorbentning sorbsion xossasi ham ortib boradi. Modifikatsiyalash vaqti 120-180 minut oralig'ida esa barcha sorbentlarning sorbsion xossasi deyarli o'zgarmaydi. Shu sababli H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning turli konsentratsiyali eritmalarida hamda harorat 250-300°C oralig'ida modifikatsiyalash jarayonini olib borish optimal sharoit hisoblanadi.



2-rasm. Oq rangli gil kukunini termokimyoviy modifikatsiyalash orqali olingan sorbentning sorbsion xossasini o'zgarish kinetikasi. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsentratsiyasi, %mass.: 1-10; 2-20; 3-30

Gil konlari qatlamidagi har bir qavati bir-biridan farq qiladi, shu sababli turli qavatning ma'lum bir o'lchamdagi kukunlarini sorbsion xossasini oshirish uchun turli xil faollantirish yoki kimyoviy ishlov berishni taqozo etadi. Ustki paligorskit qatlami 3 xil turdagi qavatdan iborat. Eng yuqori qavati oq rangli, qattiq bo'lib kalsiy saqlagan tuzining miqdori o'rta 25-35% ni tashkil etadi va kislotalar bilan modifikatsiyalash ya'ni o'zaro ta'sirlashuv juda tez boradi. Bu qatlamdagi gil kukuni sorbsion xossasi yuqori emasligi va yuqori qattiqligi bilan ajralib turadi. Ikkinchi qavati esa oq-qizg'ish rangli bo'lib juda ham qattiq va sorbsion xossasi juda past hisoblanadi. Paligarskit gilingning uchinchi qavati esa oq-ko'kishroq rangli bo'lib, olib borilgan tadqiqotlar natijasida sorbsion xossasi yuqoriligi bilan ajralib turishi aniqlandi.

**Tahlil va natijalar.** Gil kukunlarining ranglari va ular zarrachalarining o'lchamini sorbsion xossasiga ta'siri natijalari jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Sanoat korxonalari oqova suvlarini tozalashda turli rangli gil kukunlarini kimyoviy modifikatsiyalash orqali olingan sorbentlarning sorbsion xossasini o'zgarishi.

| T/r | Gil kukunlari      | Zarracha o'lchami (mm) | Sorbsion xossasi, % | Zarracha o'lchami (mm) | Sorbsion xossasi, % |
|-----|--------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| 1   | Oq, qattiq         | 0,02                   | 70                  | 0,1                    | 30                  |
| 2   | Oq-qizg'ish qattiq |                        | 86                  |                        | 84                  |
| 3   | Oq-ko'kish qattiq  |                        | 92                  |                        | 80                  |

Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, qattqlik darajasi past bo'lgan gillarning maydalanish o'lchami kichik bo'lmasa ham faollanish jarayoni sodir bo'ladi. Zarracha o'lchami 0,1 mm ni tashkil etgan faollantirilgan sorbentga nisbatan o'lchami 0,02 mm bo'lgan sorbentning sorbsion xossasi nisbatan yuqori bo'lishligi, ayrim hollarda esa 50-60% gacha yuqori bo'lishligi aniqlandi.

Faollantirishdan oldin gil kukun zarrachalarining o'lchami 0,01 dan 0,05 mm oralig'ida bo'lsa, olinadigan sorbentning sorbsion xossasi keskin oshganligi aniqlandi. Chunki, kukun zarrachalarining o'lchami qancha kichik bo'lsa, gilning tuzilish strukturasida faollash yoki sorbsiya jarayonida buzilishi mumkin. Agar kukun zarrachalarining o'lchami kattaroq bo'lsa modifikatsiya jarayoni sekinlashadi va olingan sorbentning sorbsion xossasini pasaytiradi. Bizning fikrimizcha faollantirish jarayoni tugagandan so'ng sorbentning zarracha o'lchamini 0,05 dan 0,01 mm bo'lguncha kukun holida maydalash natijasida faollantirilgan tabiiy gil kukunni sirt chegarasida g'ovaklar hosil qiladi, ichki qismida esa g'ovaklar o'lchami juda ham kichikligi bilan izohlanadi.

**Xulosa va takliflar.** Tabiiy bentonit gil kukunini termokimyoviy modifikatsiyalab olingan sorbentlarning sorbsion xossasi samaradorligini aniqlash uchun gil kukunlarini ranglariga va ularning o'lchamlariga bog'liqligi aniqlandi. Gil kukunlarning rangi qanday strukturaviy tuzilishga va tarkibi qanday elementlardan tashkil topganligidan dalolat berishi ko'rsatib berildi. Kimyoviy faollantirishda gilning qattqligi bilan bir qatorda uning tarkibidagi organik moddalarning miqdoriga qarab sorbsion xossasini keskin darajada o'zgartirishi ko'rsatib berildi. Olingan yuqori samarali sorbentni sanoat korxonalari oqova suvlarini turli anion va kationlardan tozalashda samarador reagent sifatida qo'llash imkoniyati mavjudligi ko'rsatib berildi.

#### ADABIYOTLAR

1. Sobirov B., Sh.Sultonov, X.Xolov Exploitation Effects On Physical And Chemical Processing And Cleaning Of Motor Oils Used In Cars. Solid State Technology Volume: 63 Issue: 6 Publication Year: 2020.
2. Собиров Б., Ш. Султонов, Х. Холов. Методика повышения адсорбционных свойств почвы палыгорскитной глины. Universum: технические науки. Выпуск: 2(83) Февраль 2021 Часть 3 Москва 2021
3. Usman M.A., V.I.Ekwueme, T.O.Alaje, and A.O.Mohammed Characterization, Acid Activation, and Bleaching Performance of Ibeshe Clay, Lagos, Nigeria. International Scholarly Research Network. ISRN Ceramics. Volume 2012, Article ID 658508, 5pages. doi:10.5402/2012/658508.
4. Sultonov Sh., X.Xolov Sorbsion xususiyatini oshirish uchun gil kukunlarini faollashga tayyorlash. O'zbekiston milliy universiteti xabarlari, 2023, [3/2] issn 2181-7324.
5. Yuborilgan maqola "Antiplagiat" tizimida tekshirilganda originallik 95,77% foiz. <https://antiplag.uz/storage/document-export-short/2025-01/document67835c2f1f541.pdf>



**Nigina RUZIQULOVA,**  
Navoiy davlat universiteti tayanch doktoranti  
**Husniddin VAPOYEV,**  
Navoiy davlat konchilik va texnologiya universiteti professori, t.f.d  
**Sardor QODIROV,**  
Navoiy davlat konchilik va texnologiya universiteti Kimyo texnologiya kafedrasida katta o'qituvchisi t.f.b.d. (PhD)  
Tel: +998-94-459-29-22  
E-mail: ruziqulovanigina4@gmail.com

Toshkent davlat texnika universiteti professori k.f.d. G.A.Ixtiyarova taqrizi asosida

## ATSETALDEGID HOSIL BO'LISH UNUMIGA IKKI KOMPONENTLI KATALIZATORLAR TA'SIRI

Аннотация

Atsetilen gidratlanishi asosida atsetaldegid va atsetonni birgalikda sintez qilish uchun yangi ikki komponentli katalizatorlar tayyorlandi va o'rganildi. Atsetaldegid sintezida ishlatilgan chiqindi KKF katalizatori analiz qilinib tarkibi aniqlandi. Olingan analiz natijalari asosida KKF katalizator tarkibidan faol modda hisoblangan kadmiy oksidi ajratib olindi va turli xil yangi markali katalizatorlar tayyorlandi (KKM-1, KKM-2, KKM-3, KKM-4, KKM-5, KKM-6). Katalizator o'zagi sifatida kaolinning turli markalaridan foydalanildi. Ushbu katalizatorlar qo'llanib ko'rilganda, atsetaldiged hamda atseton moddasi sintezi jarayonida yuqori unumli KKM - 4 markali katalizatori berganligi aniqlandi. Shuningdek katalizatorlarning mexanik mustahkamligi va xromotografik analiz tahlili, IQ spektroskopiyasi o'rganildi. **Kalit so'zlar:** Atsetaldegid, asetilen, atseton, KKF (kadmiy kalsiy fosfat), kaolin, CaO, CdO, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, Purolite C – 100 kationit mis atsetat.

## ВЛИЯНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО КАТАЛИЗАТОРА НА ПРОИЗВОДСТВО АЦЕТАЛЬДЕГИДА

Аннотация

Приготовлены и исследованы новые двухкомпонентные катализаторы совместного синтеза ацетальдегида и ацетона на основе гидратации ацетилен. Проведен анализ отработанного катализатора ККФ, используемого в синтезе ацетальдегида, и определен его состав. На основании полученных результатов анализов из состава катализатора ККФ был выделен оксид кадмия, считающийся действующим веществом, и приготовлены различные новые марки катализаторов (KKM-1, KKM-2, KKM-3, KKM-4, KKM-5), -5, KKM -6). В качестве ядра катализатора использовались различные сорта каолина. При испытании этих катализаторов было установлено, что катализатор KKM-4 дал наибольший выход в синтезе ацетальдегида и ацетона. Также были изучены механическая прочность катализаторов, а также хроматографический анализ и ИК-спектроскопия. **Ключевые слова:** ацетальдегид, ацетилен, ацетон, СКФ (фосфат кадмия и кальция), каолин, CaO, CdO, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, катионит ацетат меди Purolite C – 100.

## EFFECT OF TWO-COMPONENT CATALYST ON THE PRODUCTION OF ACETALDEHYDE

Annotation

New two-component catalysts for the co-synthesis of acetaldehyde and acetone based on acetylene hydration were prepared and studied. The waste KKF catalyst used in the synthesis of acetaldehyde was analyzed and its composition was determined. Based on the obtained analysis results, cadmium oxide, which is considered an active substance, was isolated from the KKF catalyst composition and various new brands of catalysts were prepared (KKM-1, KKM-2, KKM-3, KKM-4, KKM-5, KKM-6). Different brands of kaolin were used as the catalyst core. When these catalysts were tested, it was found that the KKM - 4 brand catalyst gave the highest yield in the synthesis of acetaldehyde and acetone. The mechanical strength of the catalysts, as well as chromatographic analysis and IR spectroscopy, were also studied. **Key words:** Acetaldehyde, acetylene, acetone, KKF (cadmium calcium phosphate), kaolin, CaO, CdO, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, Purolite C - 100 cationic copper acetate.

**Kirish.** Hozirgi vaqtda sirka aldegid asosan 360-410°C haroratda kadmiy kaltsiy fosfat katalizatori (KKF) ishtirokida atsetilenning gidratlanishidan hosil bo'ladi. Doimiy faollikka ega KKF katalizatori 72 soat davomidan so'ng regeneratsiya qilindi va uning ish samaradorligi yana qayta uzaytirildi [1].

Ushbu tadqiqot ishida kadmiy kaltsiy fosfat katalizatori qayta ishlanib, katalizatorning tarkibidagi faol kadmiy ajratib olindi va yangi katalizatorlar tayyorlandi. Yangi tayyorlangan katalizatorning o'zagi sifatida kaolin mineralining turli xil markalari (1-jadval) ishlatildi [2].

1-jadval

Oltintog' kaolini va Angren kaolini turli markalarining kimyoviy tarkibi

| Xomashyo nomi     | Kimyoviy tarkib, %             |                  |                                |                  |      |      |                   |                  |                                                  |       |
|-------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------|------|-------------------|------------------|--------------------------------------------------|-------|
|                   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> um/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | k.y.m |
| Oltintog' kaolini | 20,1                           | 58,5             | 1,94                           | 0,3              | 1,71 | 3,20 | 2,44              | 2,69             | 1,04                                             | 8,07  |
| AKT-10            | 13,7                           | 77,6             | 1,0                            | 0,3              | 0,53 |      | 0,56              |                  | -                                                | 13,9  |

|        |      |      |     |     |      |      |      |      |   |      |
|--------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|---|------|
| AKF-78 | 36,9 | 46,8 | 0,5 | 0,4 | 0,18 | 0,24 | 0,02 | 0,38 | - | 13,2 |
|--------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|---|------|

Oltintog' boyitilgan kaolinining asosiy qismi kaolinitdan tarkib topgan. Kaolinit 500-600°C haroratda qizdirilganda issiqlik yutiladi, 540-560°C da endotermik o'sish (pik) hosil bo'ladi va fizikaviy bog'langan suvlar chiqib ketadi. Harorat ko'tarilishi bilan (700-840°C) harorat oraliq'ida, dastlab metakaolin, silimanit ( $Al[AlSiO_5]$ ) yoki kianit ( $Al_2[SiO_4]O$ ), so'ngra esa birlamchi mullit ( $Al_6Si_2O_{13}$ ) hosil bo'lib, kimyoviy tuzilishi rombik singoniya, sillimanit strukturasi yaqinroq ammo mullitda sezilarli darajada Si va O atomlari tartiblashganligi bilan farq qiladigan struktura tuzilishi hosil bo'ladi [3].

Atsetaldegid hamda atseton ishlab chiqarishning ma'lum jarayonlari orasida uning geterogen-katalitik atsetilen gidratatsiyasi bilan sintezi eng istiqbolli hisoblanadi. Ushbu usulning afzalliklari sirka aldegidini ishlab chiqarish uchun mavjud qurilmalarda jarayonni o'tkazish imkoniyatini o'z ichiga oladi. Kadmiy kalsiy fosfat katalizatorini kaolin kadmiy mis katalizatori bilan almashtirish kataliz tarkibidagi aldegid hamda atsetonning ko'payishiga olib keladi va shu bilan sirka aldegid hamda atsetonni birgalikda ishlab chiqarish yo'llarini ochadi. Atsetilen gidratatsiyasi bilan sirka aldegid va atsetonni birgalikda ishlab chiqarish jarayoni ko'p funksional katalizatorlar ishtirokida olib borildi.

**Ushbu tadqiqot ishida kaolin o'zagining turli markalaridan foydalanildi.** Kaolin mineralining kristall strukturasi ikki qatlamli qavatdan, biri kremniy-kislorodli tetraedrik qatlam va ikkinchisi alyumino-kislorod gidrosilli oktaedrik qatlamdan tashkil topgan. Kaolinitning Moos shkalasi bo'yicha qattiqligi 2-2,5; zichligi 2,61-2,68 g/sm<sup>3</sup>, yog'simon, gilsimon massa bo'lib, u elektron mikroskop ostida tekshirilganda, mayda oltiqirrali kristallardan iboratligi kuzatildi. Kaolinlarni boyitishda unumdorlikni oshirish uchun kaogulyantlardan foydalaniladi. Boyitish jarayoni effekti tarkibdagi  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$  oksidlari bilan baholanadi.

**Tadqiqot obyekti va usullari.** Ushbu tadqiqot obyekti atsetilen va suv asosida "Navoiyazot" Ajda ishlab chiqarilayotgan atsetaldegid moddasi va qo'shimcha modda sifatida hosil bo'layotgan atseton hamda kroton aldegid hosil qilish jarayonidir. Ishda turli faol tarkibiy qismlarga ega kadmiy oksidi ( $CdO$ ), mis oksidi ( $CuO$ ) va kaolin mineraliga asoslangan katalizatorlar tayyorlanildi.

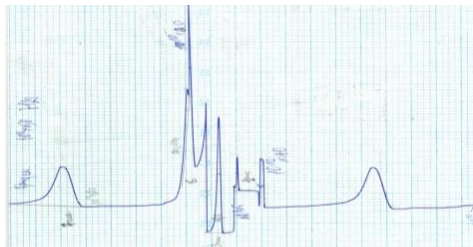
Vazifalarni hal qilish uchun quyidagi tadqiqot usullaridan foydalanildi: fizik-kimyoviy tahlil usullari, analitik tahlil usuli Navoiyazot Aj laboratoriyasida, xromotografik analiz usullari Svet-500 markali qurilmada, katalizatorlarning mustahkamligi SHIMADZU AGS-X-50 kN qurilmasida, hamda IQ spektroskopiyasi o'rganildi.

**Olingan natijalar va ularning muhokamasi.** Tadqiqot ishida atsetilenni gidratlash orqali olingan atsetaldegidning geterogen katalitik reaksiyalari o'rganildi. Atsetaldegid sintezi uchun turli tarkibdagi katalizatorlar ishlab chiqildi. Katalizator o'zaklari sifatida modifikatsiyalangan Oltintog' boyitilgan kaolini va Angren kaolinining turli markalaridan foydalanildi.

KKF katalizatorini qayta ishlash jarayonida ajratib olingan  $Cd(OH)_2$  dan sof kadmiy ajratib olish uchun eritma Purolite C – 100 kationitdan o'tkazildi.

Kationitdan o'tkazilgan eritma kimyoviy tahlilga berildi. Tahlil natijalari bo'yicha kationit barcha Cd ni o'zida saqlab qolgani va eritmada Cd yo'qligi aniqlandi. Shundan so'ng, kationitdan Cd ni ajratib olish uchun desorbsiya jarayoni amalga oshirildi. Tahlil natijasiga ko'ra eritma tarkibida  $CdO$  mavjudligi aniqlandi. Ajratib olingan  $CdO$  dan yangi katalizatorlar tayyorlashda foydalanildi (KKM-1, KKM-2, KKM-3, KKM-4, KKM-5, KKM-6).

Atsetilen gidratlanishi bilan atsetaldegid va atsetonni birgalikda sintez qilish uchun yangi tayyorlangan katalizatorlardan foydalanildi. Sintez qilingan atsetaldegid va atseton Svet-500 markali qurilmada xromotografik analiz qilindi va natijalari quyidagi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Sintez qilingan atsetaldegid va atsetonning xromatogrammasi

Analiz natijalari shuni ko'rsatadiki (1-rasm), KKM markali katalizatori yordamida sintez qilingan mahsulot yani atsetaldegid aralashmada 58 % ni tashkil etganini ko'rish mumkin. Mahsulot haydab olingandan so'ng unum 76 % ga yetdi.

Atsetilen va suv asosidagi atsetaldegid va atseton hosil bo'lishining turli haroratlarda sintezi o'rganildi va ularning natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

**Atsetaldegid sintezida ishlatilgan yangi katalizatorlarning harorat va tabiatga bog'liqligi**

| № | Katalizatorlar nomlari va tarkibi, %        | Harorat, °C | Sintez qilingan mahsulotlar, % |         |                    |
|---|---------------------------------------------|-------------|--------------------------------|---------|--------------------|
|   |                                             |             | Atsetaldegid                   | Atseton | Qo'shimchamoddalar |
| 1 | KKM-1.<br>(kaolin-82,0, CdO-13,0, CuO-5,0)  | 350         | 34                             | 11      | 55                 |
|   |                                             | 365         | 39                             | 14      | 47                 |
|   |                                             | 380         | 42                             | 17      | 41                 |
|   |                                             | 395         | 46                             | 19      | 35                 |
|   |                                             | 410         | 48                             | 21      | 31                 |
|   |                                             | 425         | 34                             | 15      | 51                 |
|   |                                             | 440         | 29                             | 8       | 63                 |
| 2 | KKM-2.<br>(kaolin-77,0, CdO-13,0, CuO-10,0) | 350         | 38                             | 14      | 48                 |
|   |                                             | 365         | 40                             | 19      | 41                 |
|   |                                             | 380         | 44                             | 20      | 36                 |
|   |                                             | 395         | 49                             | 21      | 30                 |
|   |                                             | 410         | 51                             | 23      | 26                 |
|   |                                             | 425         | 36                             | 19      | 45                 |
| 3 | KKM-3.<br>(kaolin-72,0, CdO-13,0, CuO-15,0) | 440         | 30                             | 14      | 56                 |
|   |                                             | 350         | 37                             | 16      | 47                 |
|   |                                             | 365         | 40                             | 19      | 41                 |

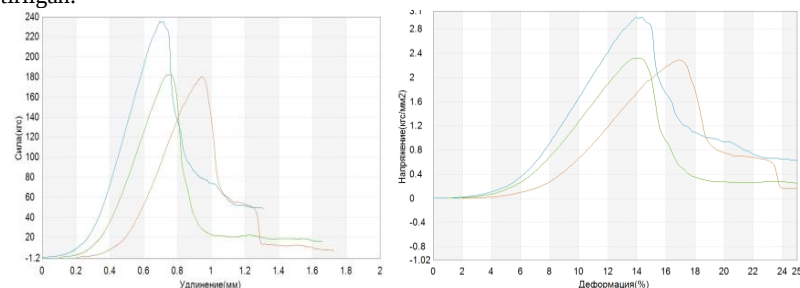
|   |                                             |     |    |    |    |
|---|---------------------------------------------|-----|----|----|----|
|   |                                             | 380 | 46 | 21 | 33 |
|   |                                             | 395 | 49 | 24 | 27 |
|   |                                             | 410 | 55 | 25 | 20 |
|   |                                             | 425 | 32 | 8  | 60 |
|   |                                             | 440 | 29 | 7  | 64 |
| 4 | KKM-4.<br>(kaolin-67,0, CdO-13,0, CuO-20,0) | 350 | 37 | 17 | 46 |
|   |                                             | 365 | 45 | 19 | 36 |
|   |                                             | 380 | 51 | 21 | 28 |
|   |                                             | 395 | 63 | 22 | 15 |
|   |                                             | 410 | 76 | 22 | 2  |
|   |                                             | 425 | 42 | 20 | 38 |
| 5 | KKM-5.<br>(kaolin-62,0, CdO-13,0, CuO-25,0) | 440 | 33 | 16 | 51 |
|   |                                             | 350 | 27 | 6  | 67 |
|   |                                             | 365 | 30 | 9  | 61 |
|   |                                             | 380 | 33 | 12 | 55 |
|   |                                             | 395 | 36 | 14 | 50 |
|   |                                             | 410 | 40 | 18 | 42 |
| 6 | KKM-6.<br>(kaolin-57,0, CdO-13,0, CuO-30,0) | 425 | 34 | 13 | 53 |
|   |                                             | 440 | 30 | 12 | 58 |
|   |                                             | 350 | 19 | 4  | 77 |
|   |                                             | 365 | 24 | 5  | 71 |
|   |                                             | 380 | 29 | 7  | 64 |
|   |                                             | 395 | 32 | 9  | 59 |
|   |                                             | 410 | 36 | 11 | 53 |
|   |                                             | 425 | 30 | 8  | 62 |
|   |                                             | 440 | 25 | 5  | 70 |

Ushbu 2-jadvaldan ko`rinib turibdiki, 350-410°C haroratlar oralig`ida atsetaldegid va atseton hosil bo`lish unumi tegishli KKM-1 katalizatorida 34% dan 48% gacha, 11% dan 21% gacha; KKM-2 katalizatorida 38% dan 51% gacha, 14% dan 23% gacha; KKM-3 katalizatorida 37% dan 55% gacha, 16% dan 25% gacha; KKM-4 katalizatorida 37% dan 76% gacha, 17% dan 22% gacha; KKM-5 katalizatorida 27% dan 40% gacha, 6% dan 18% gacha; KKM-6 katalizatorida 19% dan 36% gacha, 4% dan 11% gacha mos ravishda ortib borishi kuzatildi.

Haroratning 410 °C dan oshishi bilan asosiy faol modda hisoblangan kadmiy oksidining zaharlanishiga olib keladi. Natijada atsetaldegidning hosil bo`lish unumi pasaya boshlaydi. Haroratning oshishi bilan kadmiy oksidining metall kadmiy holatiga o'tishi kuchayadi va katalizatorning faolligi pasayadi [4].

Katalizatorlarning asosiy xususiyatlaridan yana biri ularning mexanik mustahkamligidir.

Tayyorlangan katalizatorlar orasida KKM-4 markali katalizator boshqalariga qaraganda aktiv va uzoq muddat davomida ishladi. KKM-4 markali tayyorlangan katalizatorning mustahkamligi SHIMADZU AGS-X-50 kN qurilmasida o`rganildi va uning natijalari 2-rasmda keltirilgan.



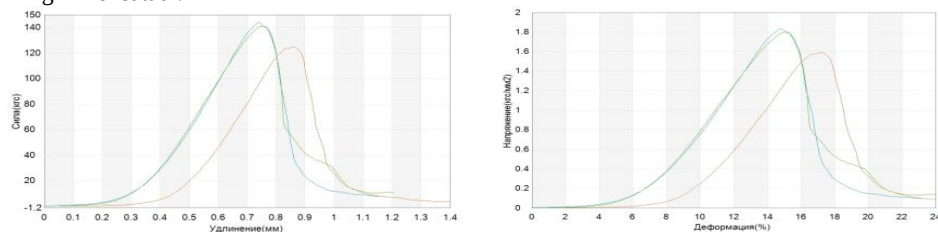
2-rasm. KKM-4 katalizatorini ishlatishdan oldingi bosim kuchining ta'siri

Tadqiqot natijalarining tahlili (2-rasm) shuni ko'rsatadiki, katalizatorni ishlatishdan oldin va keyin maksimal mustahkamlik o'rtacha 24,1363 kgk va 19,1807 kgk mos ravishda tashkil etdi. Bunda maksimal mustahkamlikning pasayishi kuzatildi, bu katalizatoridan ma'lum vaqt foydalanilgandan so'ng katalizator mustahkamligining biroz pasayishini ko'rsatadi.

Bundan tashqari maksimal katalizator kuchlanishi ham tahlil qilindi. Tahlillar natijasi shuni ko'rsatadiki, katalizatorni ishlatishdan oldin va undan keyin maksimal kuchlanish o'rtacha 22,3922 kgk/mm<sup>2</sup> va 18,7365 kgk/mm<sup>2</sup> tashkil etdi. Maksimal kuchlanishning o'rtacha pasayishi kuzatiladi, bu ma'lum vaqtdan keyin katalizatorning mustahkamligini pasayishini ko'rsatishi mumkin.

Bundan tashqari, katalizatorning deformatsiya xususiyatlari ham tahlil qilindi. Aniqlanishicha, foydalanishdan oldin va keyin katalizatorning deformatsiya xususiyatlarining o'rtacha qiymati mos ravishda 14,1113 % va 14,7109 % ni tashkil qildi. Maksimal deformatsiyaning yengil o'sishi aniqlandi.

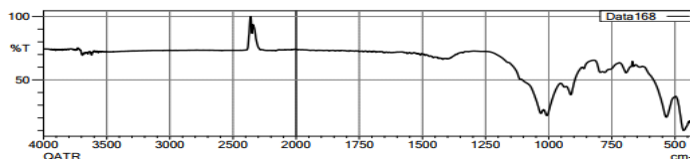
Umuman olganda, ma'lumotlar atsetaldegid sintezida qo'llanilgandan so'ng KKM-4 katalizatorining mustahkamligini biroz pasayishi mumkinligini ko'rsatadi.



**3-rasm.** KKM-4 katalizatorini ishlatilgandan keyingi bosim kuchining ta'siri

Bu sintez jarayonida kimyoviy o'zaro ta'sirlardan kelib chiqib, katalizatoridagi strukturaviy o'zgarishlarning natijasi bo'lishi mumkin.

Shuningdek, qo'llanilgan katalizatorlarning strukturasi o'rnatish uchun ularning IQ spektri olindi va natijalari 4-rasmda keltirilgan.

**4-rasm.** KKM-4 katalizatorini ishlatilishdan oldingi namunasining IQ spektri

Keltirilgan IQ-spektrida ko'rsatilgan turli tolalar va ularning tahlili quyidagicha bo'lishi mumkin:

4000–2500  $\text{cm}^{-1}$ : Bu sohada odatda O-H bog'lari va suvning ko'rsatkichlari bilan bog'liq piklar mavjud bo'ladi. Agar katalizator tarkibida suv yoki gidroksidlar bo'lsa, bu sohada yuqori intensivlikdagi piklar ko'rinishi mumkin. Katalizatorlarning suvli fazalari yoki strukturalari shu sohada ifodalanadi.

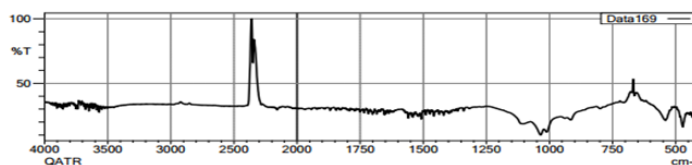
2500  $\text{cm}^{-1}$  atrofidagi yuqori pik: bu asosan C-H bog'larining keltirilgan piki bo'lishi mumkin, bu karbonat birikmalarining mavjudligini ko'rsatishi mumkin. Mis va kadmiy birikmasidagi organik ligandlar yoki boshqa funksional guruhlar mavjud bo'lsa, ular bu sohada o'ziga xos piklarni ko'rsatishi mumkin.

1500–500  $\text{cm}^{-1}$  sohasi: bu sohada metal-oksid (mis, kadmiy va kaolin) bog'larining piklari aks etadi. Odatda, ushbu sohada mis (Cu-O), kadmiy (Cd-O), va kaolin tarkibidagi silikatlar bilan bog'langan oksid guruhlarining piklari ko'rinadi.

Mis va kadmiy oksidlarining ko'rinishlari: ushbu ikki elementning oksidlangan holatlari (mis (II) oksid va kadmiy oksid) spektrda o'ziga xos piklar bilan ko'rinishi mumkin. Mis oksidi (CuO) va kadmiy oksidi (CdO) 800-600  $\text{cm}^{-1}$  atrofida belgilangan piklarni ko'rsatishi mumkin.

Kaolin, silikat minerali, yuqori chastotalarga (yani 1100-500  $\text{cm}^{-1}$  oralig'ida) oid cho'zilgan piklarni ko'rsatadi.

Shuningdek KKM-4 markali katalizatorni ishlatilishdan oldingi namunasining IQ spektri ham olindi va natijasi 5-rasmda keltirilgan.

**5-rasm.** KKM-4 katalizatorini ishlatilgandan keyingi namunasining IQ spektri

Olingan IQ-spektr bo'yicha kaolin, kadmiy va misdan tashkil topgan katalizatorning asosiy sohalarini va ularning spektral xususiyatlarini quyidagicha izohlash mumkin:

4000–2500  $\text{cm}^{-1}$  oralig'i (gidroksil va suvga oid bog'lanishlar): bu sohada suv molekulariga oid O-H cho'zilish piki kuzatiladi. Agar kaolin minerali tarkibida bog'langan suv yoki gidroksil guruhlar mavjud bo'lsa, ular bu oralig'ida spektrda ko'rinishi mumkin. Qator cho'zilishlar gidroksil guruhlar mavjudligini ko'rsatadi, bu kaolinning strukturasi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

2500–2000  $\text{cm}^{-1}$  oralig'i (organik birikmalar yoki C-H guruhlar): bu sohada

C-H cho'zilishlariga xos bo'lgan piklar kuzatiladi. Bu katalizatorning tarkibida organik moddalarning mavjudligini tasdiqlashi mumkin. 1750–1250  $\text{cm}^{-1}$  oralig'i (asosiy funksional guruhlar): bu spektral sohada karbonat guruhlariga oid bog'lanishlar bo'lishi mumkin (masalan,  $\text{CO}_3^{2-}$ ). Kaolin va boshqa oksid komponentlarining o'ziga xos vibratsion cho'zilishlari ham ushbu sohada aks etadi.

- 750–500  $\text{cm}^{-1}$  oralig'i: - bu sohada kaolinga xos Si-O-Si va Al-O-Si guruhlarining bog'lanishlari aks etadi. Bu kaolinning kristall strukturasi tasdiqlovchi asosiy sohadir. Mis va kadmiy oksidlarining vibratsion cho'zilishlari ham aynan shu sohada kuzatiladi.

- 500  $\text{cm}^{-1}$  dan past: bu sohada mis va kadmiyga xos bo'lgan metall-oksid vibratsiyalari mavjud bo'lishi mumkin (Cu-O va Cd-O).

Tahlil natijalari bo'yicha quyidagicha yakuniy xulosalar qilindi:

-kaolinning asosiy spektral xarakteristikasi Si-O-Si va Al-O-Si cho'zilishlari bilan bog'liq; Cu-O va Cd-O guruhlar spektrning past chastotali qismida (800–500  $\text{cm}^{-1}$ ) kuzatiladi; 4000–3000  $\text{cm}^{-1}$  oralig'ida gidroksil guruhlarining keng cho'zilishlari kuzatiladi, bu kaolinning tuzilishi va gidratlanish darajasiga bog'liq.

**Xulosa.** Ushbu tadqiqot ishida atsetilen va suv asosidagi geterogen katalitik usul yordamida atsetaldegidni sintez qilish bo'yicha tadqiqot natijalari taqdim etildi. Chiqindi KKF tarkibidan CdO ajratib olindi. Ajratib olingan CdO yangi markali katalizatorlar tayyorlash uchun ishlatildi (KKM-1, KKM -2, KKM -3, KKM -4, KKM -5, KKM -6).

Tayyorlangan katalizatorlar orasidagi atsetaldegid va atsetonning eng yuqori hosil bo'lish unumi KKM-4 katalizatori ishtirokida (76%) ekanligi aniqlandi.

Bundan tashqari, KKM-4 markali katalizatorining mexanik xususiyatlari o'rganildi. Atsetaldegid sintezi jarayonida katalizatorning dastlabgi va keyingi mexanik mustahkamligi aniqlandi. Sintez qilingan atsetaldegid va atseton moddalari xromotografik analiz qilindi, hamda IQ spektroskopiyasi o'rganildi.

**ADABIYOTLAR**

1. Икрамов А., Кулдошев А., Зиядуллаев А.Э. Сравнительные активности гетерогенных катализаторов на основе соединений металлов d-группы при гидратации ацетилена // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 12(105). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14701> (дата обращения: 10.12.2024).

2. Ruziqulova N.B., Vapoev X.M., Umrzokov A.T. Chiqindi KKF katalizatorini qayta ishlab yangi katalizatorlar tayyorlash / fan va технологиялар taraqqiёti ilmiy – texnikaviy jurnal. №6/2024. 75
3. A.Umrzoqov, B.Muxiddinov, A.Ikramov, S.Nurmonov, H.Vapoev, Y.Jumanov. Азотфосфорсерусодержащие удобрения на основе плава аммиачной селитры, кызылкумской фосфоритовой муки и фосфогипса. Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi, [2024-5], ISSN:2181-1458, ISSN:2181-0427
4. Ikramov A., Korotaev A.V., Batirov B.B., Shirinov X.Sh., Yusupov B.D. Razrabotka i issledovanie svoystv novyx kataliticheskix sistem dlya gidratatsii acetilena.// Ximicheskaya texnologiya. Kontrol i Upravlenie. –Tashkent, 2006. –№1. –S.18-21.



UDK:159.9(575.1)

**Iskandarxon SAIDOV**,  
Samarqand davlat universiteti tayanch doktoranti  
E-mail:iskandarxon55@gmail.com  
**Maftuna TOJIBOYEVA**,  
Samarqand davlat universiteti magistiri  
**Gulnoza TURSUNOVA**,  
Samarqand davlat universiteti dotsenti  
**Xamza TROBOV**,  
Samarqand davlat universiteti professori

Samarqand davlat universiteti professori, k.f.d E.Abdurahmonov taqrizi asosida.

# DETERMINATION OF THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF CATIONITE KRS-2X2 IN MONOIONIC FORM

Annotation

The composition of ionites in equilibrium with electrolyte solutions was determined using the example of cationite KRS-2P. The activities and average activity coefficients of the components in the ionite were calculated using the mathematical apparatus of the heterophase model of the structure of polymer sorbents.

**Key words:** ionite, sorption, electrolyte solution, concentration, activity, amount of substance, activity coefficient.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВА МОНОИОННОЙ ФОРМЫ КАТИОНИТА КРС-2Р

Аннотация

На примере катионита КРС-2П определено состав ионитов находящихся в равновесии с растворами электролитов. С помощью математического аппарата гетерофазной модели строения полимерных сорбентов рассчитаны активности и средний коэффициент активности компонентов в фазе ионита.

**Ключевые слова:** ионит, сорбция, раствор электролита, концентрация, активность, количество вещества, коэффициент активности.

## MONOION KO'RINISHIDAGI KATIONIT KRS-2X2 NING TARKIBI VA XOSSALARINI ANIQLASH

Annotatsiya

Kationit KRS-2P misolida ionitlarning elektrolit eritmali bilan muvozanat holatidagi tarkibi aniqlangan. Polimer sorbentlar tuzilishining geterofazaviy modeli matematik apparatidan foydalanib ionit tarkibidagi komponentlarning aktivliklari, o'rta aktivlik koeffitsientlari hisoblangan.

**Kalit so'zlar:** ionit, sorbsiya, elektrolit eritmasi, konsentratsiya, aktivlik, modda miqdori, aktivlik koeffitsiyenti.

**Kirish.** Bugungi kunda ionitlar kimyo [1-3], metallurgiya [4,5] va sanoatning boshqa sohalarida [6-9] oqava suvlarni tuzsizlantirish va tozalash jarayonlarida, texnogen eritmalar tarkibidan kerakli komponentlarni ajratib olishda keng qo'llaniladi. Yuqori sorbsion va fizik kimyoviy xossalarga ega bo'lgan ionitlarni olish [10], ularni qo'llash uchun texnologik jarayonlarini yaratish, olingan ionitlarni ishlatish ko'rsatkichlarini ilmiy asoslarini o'rganish [11] eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ma'lumki ion almashinish jarayoni natijasida ionit bilan eritma orasida muvozanat qaror topadi [12-14]. Bunday muvozanat holatini tekshirish katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lganligi sababli hozirgi vaqtda ko'p sonli ilmiy izlanishlarning manbai bo'lib kelmoqda. Ion almashinish jarayonlarida ionlar miqdoriy jihatdan to'la bir fazadan ikkinchi fazaga o'tmasdan, ma'lum nisbatlarda ikki faza orasida taqsimlanadilar. Ikki faza orasida ionlarning taqsimlanishini ilmiy jihatdan asoslash hozirgacha to'liq o'rganilmagan [15]. Shulardan kelib chiqqan holda, mazkur ishda kuchli kislotali kationit KRS-2P ning ba'zi elektrolitlar eritmali bilan muvozanat holatida komponentlarning turli fazalarda taqsimlanishi o'rganilgan.

### Nazariy qism

Elektrolit eritmasi bilan muvozanatda bo'lgan monoion ko'rinishdagi ionit uchun Gibbs-Dyugem tenglamasi [16] quyidagicha bo'ladi:

$$\bar{n}_w d\bar{\mu}_w + \bar{n}_{RA} d\bar{\mu}_{RA} = 0 \quad (1)$$

Bu yerda:  $\bar{n}_w$  va  $\bar{n}_{RA}$  lar ionit fazasidagi komponentlarning mol soni,  $\bar{\mu}$  - ularning kimyoviy potentsiali.

Oddiy hisoblashlarda  $\bar{n}_{RA} = 1$  deb olinadi. Ionit fazasi uchun hisoblashda chegaraviy soha deb elektrolitning cheksiz

suyultirilgan eritmasi qabul qilinadi. Natijada  $\bar{a}_w = 1$ ,  $\bar{a}_{RA} = 0$ ,  $\bar{\gamma}_{RA} = 1$  bo'ladi. Bunday shartlardan so'ng (1) tenglama quyidagicha integrallanadi:

$$\ln \bar{a}_{RA} = - \int_{\bar{a}_w(m_{RA} \rightarrow 0)}^{\bar{a}_w(m_{RA})} \frac{\bar{n}_w}{\bar{n}_{RA}} d \ln \bar{a}_w \quad (2)$$

Bu yerda: m – ionit fazasining molyal konsentratsiyasi.

Ma'lumki, ionit suv bilan muvozanatda bo'lsa, uning konsentratsiyasi minimumga teng bo'ladi. Shuning uchun integrallashning barcha sohasi ikki qismga bo'linadi:

$\bar{a}_w(\bar{m}_{RA} \rightarrow 0)$  dan  $\bar{a}_w(\bar{m}_{RA} \rightarrow \bar{m}_{\min})$  gacha va  $\bar{a}_w(\bar{m}_{RA} \rightarrow \bar{m}_{\min})$  dan  $\bar{a}_w(\bar{m}_{RA})$  gacha;

U holda (2) tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$\ln \bar{a}_{RA} = - \left[ \int_{\bar{a}_w=1(\bar{m}_{RA} \rightarrow 0)}^{\bar{a}_w(\bar{m}_{RA}=\bar{m}_{\min})} \frac{\bar{n}_w}{\bar{n}_{RA}} d \ln \bar{a}_w + \int_{\bar{a}_w(\bar{m}_{RA}=\bar{m}_{\min})}^{\bar{a}_w(\bar{m}_{RA})} \frac{\bar{n}_w}{\bar{n}_{RA}} d \ln \bar{a}_w \right] \quad (3)$$

Barcha ionitlar uchun ko'ndalang bog'lar miqdori o'zgaras kattalik bo'lgani uchun (3) tenglamadagi birinchi hadi ham o'zgaras bo'ladi. Bu  $S_o$  bilan belgilansa, u holda (3) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\ln \bar{a}_{RA} = -S_o - \int_{\bar{a}_w(\bar{m}_{RA}=\bar{m}_{\min})}^{\bar{a}_w(\bar{m}_{RA})} \frac{\bar{n}_w}{\bar{n}_{RA}} d \ln \bar{a}_w \quad (4)$$

(4) tenglama yordamida ionit bilan muvozanatda turgan elektrolit eritmasidagi suvning aktivligini bilgan holda qutbiy gurlarning aktivliklarini hisoblash mumkin bo'ladi [41].

Shuningdek, (I.13-I.19) tenglamalardan foydalanib, sorbsiyalangan elektrolitning ionit fazasidagi miqdorini va termodinamik parametrlarini tajriba natijalari asosida hisoblash mumkin.

$$\bar{a}_{el} = \bar{m}_{el} \bar{m}_{\Sigma} \bar{\gamma}_{\pm}^2 \quad (5)$$

$$\bar{m}_{el} = \frac{\bar{n}_{el} W}{\bar{n}_w} \quad (6)$$

$$\bar{\gamma}_{el\pm} = \bar{\gamma}_{el\pm}^{bin} \frac{\bar{m}_{el}^{bin}}{\bar{m}_{\Sigma}} \quad (7)$$

Bu yerda:  $\bar{a}_{el}$ -elektrolitning ionit fazasidagi aktivligi,  $\bar{m}_{el}$  - elektrolitning ionit fazasidagi molyal konsentratsiyasi,  $\bar{\gamma}_{el\pm}$  - elektrolitning ionit fazasidagi o'rtacha aktivlik koeffitsienti.

#### Tajribaviy qism

Barcha tajribalar ionit tuzilishining geterofazaviy modeliga asoslanib bajarildi. Silindr shaklidagi balandligi 600 ml bo'lgan shishali ion almashinish kolonkasida  $K^+$ - va  $H^+$ - ko'rinishlaridagi kationit KRS-2x2 da tajribalar olib borildi. Har xil konsentratsiyali kuchli kislotalar va kaliy tuzlarining eritmaları ishlatildi. Kationit KRS polistirol va divinilbensolning sopolimerlanishida natijasida olingan bo'lib, donador g'ovaksimon hisoblanadi. Kationitning dinamik almashinish sig'imi 345 mg-ekvivalentga teng bo'ldi. Tajribalar quyidagicha olib borildi: muayyan ( $H^+$  yoki  $K^+$ ) ko'rinishdagi kationit suspenziyasi orqali 2-4 ml/min tezlik bilan ketma-ket turli konsentratsiyali kolonkaga muvozanat qaror topguncha elektrolit eritmaları o'tkazildi. Ajralib chiqayotgan eritma o'lchov idishlariga yig'ib olinib, ionlar bo'yicha analiz qilindi.

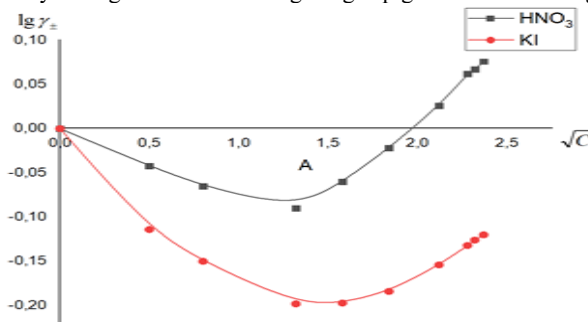
**Olingan natijalar tahlili.** Geterofazali model asosida kolonkadagi kationit KRS-2x2 ning asosiy parametrlari aniqlangandan so'ng, tekshirilayotgan moddalar eritmaları bilan ketma-ket tajribalar o'tkazildi. Eritma konsentratsiyasi va uning kolonkada egallagan hajmi o'rtasidagi bog'liqlikni o'rnatish uchun filtrat o'lchov kolbalariga yig'iladi va tahlil qilindi. Ionit va elektrolit eritmasi orasida muvozanat qaror topgandandan so'ng kolonkadagi elektrolit miqdori aniqlandi. Undan keyin olingan natijalardan foydalanib, ionit tuzilishining geterofazali modeli matematik apparati yordamida ionit fazasidagi erituvchi va elektrolitlarning miqdori, aktivligi, aktivlik koeffitsienti kabi kattaliklari hisoblandi. Shunday natijalardan biri 1-jadvalda keltirilgan.

Jadval-1

KPC-2P –  $H^+$  - HCl sistemasida ionit fazasida komponentlar miqdori

| T/r | Q, mg-ekv, HCl | $\bar{a}_w$ | $\bar{m}_{el}^{bin}$ , mol/kg H <sub>2</sub> O | $\bar{\gamma}_{el\pm}^{bin}$ | $\bar{n}_w^i$ , mol/g-ekv qutb.gur. | $\bar{n}_{el}$ , g-ekv/g-ekv qut. gur. |
|-----|----------------|-------------|------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| 1   | 1748           | 0,871       | 2,80                                           | 1,268                        | 12,54                               | 0,18                                   |
| 2   | 1886           | 0,802       | 3,96                                           | 1,781                        | 8,85                                | 0,23                                   |
| 3   | 2246           | 0,771       | 4,54                                           | 2,135                        | 7,69                                | 0,25                                   |
| 4   | 2849           | 0,728       | 5,22                                           | 2,552                        | 6,84                                | 0,28                                   |
| 5   | 3628           | 0,696       | 5,54                                           | 2,868                        | 6,40                                | 0,31                                   |
| 6   | 4232           | 0,670       | 5,98                                           | 3,243                        | 6,04                                | 0,35                                   |
| 7   | 4846           | 0,644       | 6,42                                           | 3,664                        | 5,71                                | 0,38                                   |

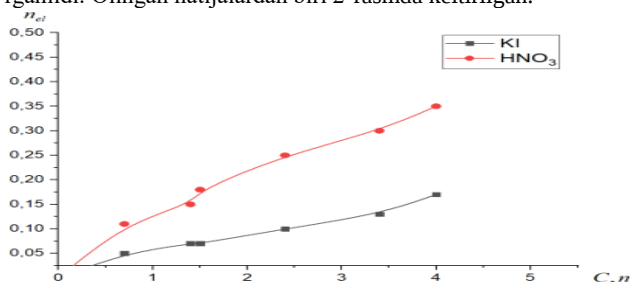
Shuningdek, KRS-2x2 ning  $H^+$ - va  $K^+$ - ko'rinishlarida kationit fazasidagi kation va anionlar o'rtacha aktivlik koeffitsientlarining eritma konsentratsiyasining ildiz ko'rsatkichiga bog'liqligi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm.  $HNO_3$  va KI elektrolitlarning kationit fazasidagi o'rtacha aktivlik koeffitsientlarining muvozanatdagi eritma konsentratsiyasi ildiz ko'rsatkichiga bog'liqligi.

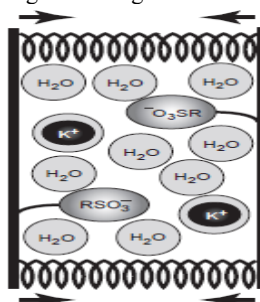
KRS-2P tomonidan yutilgan suv miqdori (suv izotermasi) muayyan haroratda ionit bilan muvozanatda bo'lgan elektrolit eritmasi konsentratsiyasiga, suvning aktivligiga, shuningdek ionitning qarshi ionlari tabiatiga bog'liqligi olib borilgan tajribalarda aniqlandi. Undan tashqari, Kationit KRS-2P ning muayyan elektrolit eritmasi bilan muvozanat holatida berilgan elektrolit va erituvchining

taqsimlanish konstantalarini bilgan holda ularning ionit va eritma fazalariga taqsimlanishini aniqlash mumkinligi tajriba natijalari asosida isbotlandi. Kationit KRS-2P tomonidan sorbirlangan elektrolitlar miqdorlarining muvozanatdagi tashqi eritma konsentratsiyasiga bog'liqligi o'rganildi. Olingan natijalardan biri 2-rasmda keltirilgan.



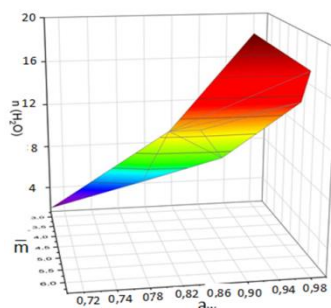
2-rasm. Kationit KRS-2P tomonidan sorbirlangan  $\text{HNO}_3$  va KI elektrolitlar miqdorlarining muvozanatdagi eritma konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Olingan natijalardan ko'rinadiki, muvozanatdagi eritma konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo'lsa, berilgan haroratda kationit tomonidan sorbsiya izotermasi shunchalik katta bo'ladi. Bunday natija [17, 18] manbalarda qayd etilgan Donnan, Gregor modellari mos kelishini va geterofazaviy modelning adekvatligini ko'rsatadi.



3-rasm. Gregor modeli bo'yicha  $\text{K}^+$ -ko'rinishidagi kationit fazasida komponentlarning taqsimlanishi [19].

Tajriba natijalaridan foydalanib, sorbsiya jarayonlarida kationit KRS tarkibidagi tikilgan polielektrolit eritmasi fazasidagi komponentlarning miqdori, yutilgan suv va elektrolitning molyal konsentratsiyasi, shuningdek muvozanat holatidagi tashqi eritmadagi suvning aktivligi kabi kattaliklarni bilgan holda uch o'lchamli (3D) sirt yuza massivi grafiklari tuzildi. Shunday grafiklardan biri 4-rasmda keltirilgan.



4-rasm. KRS-2P-K -KI sistemasida sorbirlangan suv miqdorining kationit fazasidagi elektrolitning molyal konsentratsiyasiga va muvozanatdagi eritma tarkibidagi suv aktivligiga bog'liqlik 3D sirt yuzasi.

Bunday sirt yuza massiv ko'rinishlaridan foydalanib, suvning sorbsiya izotermasini bilgan holda noma'lum eritmaning polielektrolit eritmasi fazasidagi konsentratsiyasini aniqlash imkoni yaratiladi.

**Xulosa.** Ionit bilan muvozanatda bo'lgan elektrolit eritmasidagi suvning aktivligi qanchalik katta bo'lsa, ionit fazasidagi suvning solishtirma miqdori shunchalik yuqori bo'lishi tajriba natijalarida qayd etildi. Shuningdek, ionit tomonidan yutilgan suvning miqdori polimer sorbentning ion ko'rinishiga bog'liq bo'lishi isbotlandi. Undan tashqari elektrolitlarning ionit fazasi va elektrolit eritmalaridagi aktivliklari turlicha qiymatlarga ega bo'lishi polimer sorbentlar tuzilishining geterofazaviy modeli matematik apparati yordamida hisoblanib tasdiqlandi.

#### ADABIYOTLAR

1. Коржов А.Н., Лоза С.А., Романюк Н.А., Шарафан М.В. Переработка кислотных сточных вод производства ванадия // Сорбционные и хроматографические процессы. 2024. Т. 24, No 5. С. 765-774.
2. Sarkar S., Sen-Gupta A.K., Prakash P. The Donnan membrane principle: opportunities for sustainable engineered processes and materials. *Environmental Science & Technology*, 2010. P.1161–1166.
3. Kaznacheev M.A., Tikhonov N.A., Khamizov R.Kh. (2023). Determination of the characteristics of a molecular sorption model using the example of separation of components of extraction phosphoric acid by the "retention" method on an ion exchanger. *Journal of Physical Chemistry*, Vol. 97, No. 8, p. 1161–1166.
4. Davankov V.A., Blinnikova Z.K., Pavlova L.A. (2019). Principles and perspective applications of preparative ion size exclusion chromatography on neutral hypercrosslinked polystyrene sorbents. *INEOS OPEN*, 2 (1), p.19–24

5. Токмачев М.Г., Ферапонтов Н.Б., Тробов Х.Т., Моделирование кинетики набухания гелей гидрофильных полимеров. “Учёные записки физического факультета московского университета” Москва, МГУ., 2018. №5. С.1830
6. Ni Yan, Paul D. R., Freeman B. D. Water and ion sorption in a series of cross-linked AMPS/PEGDA hydrogel membranes. *Polymer*. 2018.
7. Колотилина Н.К., Прудковский А.Г., Хамизов Р.Х. Самоподдерживающийся процесс умягчения –опреснения воды в простой двухкомпонентной системе. Экспериментальная проверка адекватности модели и расчет стационарного процесса в условиях эксперимента // Сорбционные и хро-матографические процессы. 2024. Т. 24, No 4. С. 438-447.
8. Аборнев Д.В. Динамические характеристики катионитных фильтров в процессе умягчение высокоминерализованных вод. Монография. Ставрополь: СКФУ. 2015. 120 С.
9. Nagasawa M. Physical chemistry of polyelectrolyte solutions. *Advances in chemical physics*. V.158. John Wiley & Sons, 2015, P.291
10. Жураев М. М. Юлдашева С. Х. Бекчанов Д. Ж., Мухамедиев М. Г. Физико - химические свойства нового сульфокатионита, полученного на основе пластика поливинилхлорида. *Узбекский химический журнал*, 2020, №2 62-71
11. Kh. Trobov, N. Ferapontov, M. Tokmachev, G. Tursunova, Kh. Karimov. Determination of the composition and properties of the components of polymer gels in electrolyte solutions// AIP Conference Proceedings 2789, 040075 (2023)
12. Kargov S.I., Ivanov V.A., Karpyuk E.A., Gavlina O.T. (2024). Quantum chemical modeling of the interaction of  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Ni}^{2+}$  ions with carboxyl groups of the cation exchanger // Sorption and chromatographic processes. Т. 24, No. 5. P. 652-661.
13. Khokhlova O.N., Khokhlov V.Yu., Lisitsyna S.A. (2023). On the choice of reference states in the thermodynamic description of non-exchange sorption. *Journal of Physical Chemistry*, 2023, Vol. 97, No. 8, p. 1079–1083
14. Иванов В.А., Карпюк Е.А. Некоторые аспекты термодинамики ионного обмена. Сорбционные и хроматографические процессы. 2015. Т.15. №1. С.19-34
15. Dolgonosov A.M.(2024). Influence of the structure of the polymer base on the swelling ability and selectivity of ion exchangers // *Sorption and chromatographic processes*. Т. 24, №. 5. P. 662-671
16. Ferapontov N.B., Gorshkov V.I., Parbuzina L.R., Trobov H.T. et al. // *React. Funct. Polym.* 1999. V. 41. P. 213.
17. N.Ferapontov, M.Tokmachev, H.Trobov, The Effects of Polymer Properties and Solution Composition on the Distribution, Properties and Amount of Water in Swollen Ion Exchangers. *Kolloidnyi Zhurnal*, 2018, V.80, № 1, P.91-95
18. Тробов Х.Т. Турсунов Ф. Сорбция электролитов полимерным сорбентом из концентрированных водных растворах. Научный вестник, СамГУ 2017, №3, с. 42-44
19. Zagorodni A.A. Ion exchange materials: properties and applications, Elsevier, 2007. 478 p.



UDK: 541.64678.01: 547.47:542.592

Sevara XAZRATQULOVA,  
Toshkent Farmatsevtika instituti dotsenti, PhD  
Muxtarjan MUXAMADIYEV,  
O'zbekiston Milliy universiteti professori, k.f.d

Professor, f.f.d M.Rahmatullaeva taqrizi asosida

## TABIIY OKSIKISLOTALARINI POVIDON YOD ASOSIDA POLIMER KOMPLEKSINI SINTEZI

Annotatsiya

Mazkur maqolada "povidonyod va sut kislotalarning antiseptiklik xususiyati o'rganildi. Povidon yod va sut kislotasini alohida – alohida suppozitoriya ko'rinishidagi dori shakllari mavjud. Ammo povidonyodga sut kislotasining modifikatsiyasidan olinga dori shakllari mavjud emas. Dunyoda ayollar o'rtasida juda kup uchraydigan zamburug' va infeksiyon kasalliklar tobora ortib bormoqda. Shu maqsadda povidonyodga sut kislotasining modifikatsiyasidan olinga polimer kompleksini sintezi, fizik xossalari xaqida va qo'llash usullari yoritilgan.

**Kalit so'zlar:** Povidon yod, sut kislota, polimer kompleks, tabiiy oksikislotalar.

## SYNTHESIS OF A POLYMER COMPLEX BASED ON NATURAL OXYACIDS AND POVIDONE IODINE

Annotation

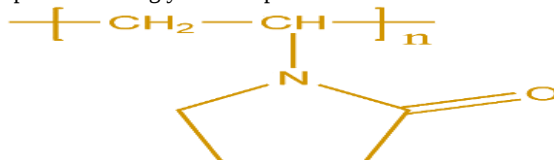
This article studies the antiseptic properties of povidone iodine and lactic acid. There are separate suppository dosage forms of povidone iodine and lactic acid. However, there are no dosage forms of povidone iodine modified with lactic acid. The number of fungal and infectious diseases that are very common among women in the world is increasing. For this purpose, the synthesis, physical properties and methods of application of a polymer complex modified with lactic acid and povidone iodine are discussed.

**Key words:** Povidone iodine, lactic acid, polymer complex, natural oxyacids.

**Kirish.** Farmatsevtika va tibbiyotda dori vositalarining eruvchanligini oshirish vositasi sifatida, tabletkalardagi bog'lovchi vosita sifatida ishlatiladi, yod qo'shilishi bilan polivinilpirolidon dezinfeksiya uchun povidon-yod deb ataladigan kompleks hosil qiladi, shuningdek, qon plazmasi o'rmini bosuvchi vosita sifatida ham ishlatiladi. Kontakt linzalari eritmalarida, tish pastalari, shampunlar, gellar, laklar, skrablarda qalinlashtiruvchi sifatida; adsorbent sifatida tanani detoksifikatsiya qilish uchun kompozitsiyalar ishlab chiqarish uchun u planshetlarda bog'lovchi, stabilizator, erituvchi vosita sifatida ishlatiladi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqot jarayonida zamonaviy fizik-kimyoviy usullardan foydalanildi. IQ, antibakterial sezgirligi, stalogrammetr kabi tadqiqot usullari.

**Analiz va natijalar.** Ma'lumki, povidon yoddan va sut kislotalari juda yaxshi antisiptik xususiyatiga ega bo'lgan polimer moddalaridir. Povidon yod- polivinil pirrolidonnning yodli kompleksi hisoblanadi.



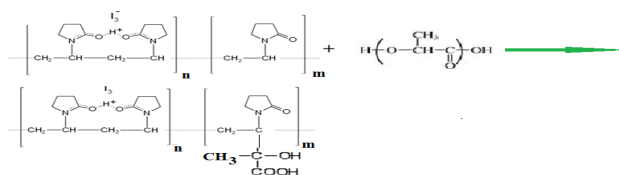
Adabiyotlarda ma'lumki, polivinilpirolidon N-vinilpirolidon monomeridan tayyorlangan suvda eruvchan polimer bo'lib, u polividon sifatida ham tanilgan. Polivinilpirolidon dastlab qon plazmasi o'rmini bosuvchi vosita sifatida ishlatilgan va keyinchalik tibbiyot, farmatsevtika, kosmetika va sanoatda keng qo'llanilgan.

Polivinilpirolidon suvda va boshqa qutbli erituvchilarda eriydi. Quruq shaklda polivinilpirolidon oq yoki och sariq rangli qatlamli gigroskopik kukun ko'rinishiga ega bo'lib, atmosfera suvida o'z og'irligining 40% gacha osongina so'riladi.

Polivinilpirolidonnning adsorbsion xususiyatlari uni tanani detoksifikatsiya qiluvchi vositalarning bir qismi sifatida ishlatishga imkon beradi.

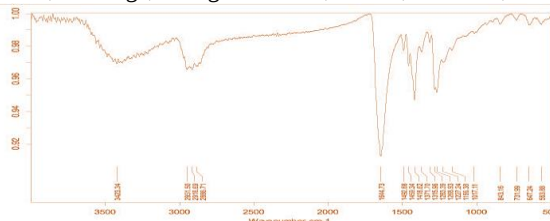
Polivinilpirolidon vino materiallarini qayta ishlash uchun ishlatiladi, oq sharob va ba'zi pivolarni tozalash uchun ham ishlatilishi mumkin.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, bakteriya va zamburug'larni organizmdan tozalash va ularni o'ldirish uchun biz aynan sut kislota va polivinilpirrolidonnning yodli kompleksini tanladik. Olingan polimer kompleksni quyidagi sxema orqali tushuntirish mumkin:



Povidonyodning suvli muxitda kaliy persulfat ishtirokida radikal polimerlanish yo'li bilan olingan. Sxemadan ko'rinib turibdiki, povidonyod tarkibidagi eng xarakatchan vodorod atomidagi uglerod, sut kislotadagi eng xarakatchan vodorod atomi bilan bog'langan uglerod atomlari o'zaro bog'lanishi natijasida yangi karboksil guruh tutgan polimer kompleks sintez qilindi. Sintez qilib olingan polimerning kimyoviy tuzilishini IQ spektrlari, potensiometrlik titrlash orqali kislota sonini aniqlash yordamida tushuntirish mumkin.

IQ spektrlari 1-rasmdan ko'rinib turibdiki, modifikatsiya usulida olingan povidonyod N-sut kislotasining IQ spektrida qo'sh bog'lanishdagi uglerod atomi  $1253\text{ cm}^{-1}$  tebranishlariga mos keladi. Monomerning  $-\text{COOH}$ - guruhining uglerod atomining  $3473,34\text{ cm}^{-1}$  tebranishiga mos keladi. OH guruhi  $2951,50\text{ cm}^{-1}$  to'g'ri keladi.  $3473,34\text{ cm}^{-1}$  da N-H guruhlari mos keladigan yutilish zonasi kuzatiladi, karbonil guruhi  $1644,73\text{ cm}^{-1}$ ga,  $\text{CH}_2$  guruhi  $1459,34\text{ cm}^{-1}$ , CH  $2856,71\text{ cm}^{-1}$  yutilish zonalari ko'zatiladi.



1-rasm. Povidonyod N- sut kislotasining IK spektroskopiyasi. IQ spekt tahlili natijasida olingan polimerni strukturasida qisman isbotlandi.

**Olingan polimer kompleksning antiseptiklik xususiyatini aniqlash:** Povidon yod –N-sut kislotasini antiseptik xususiyatini o'rganishda, ularni xar xil nisbatlarda tayyorlab olib sut va povidon yodga nisbatdan xar xil zamburug' va infeksiyalarga tekshirildi.



2-rasm. Povidon yod –N-sut kislotasini antiseptik xususiyati tekshirildi. (a) stafilokok infeksiyasiga ta'sir zonasi, (b) kandido zamburug'iga ta'sir zonasi.  $T=60^{\circ}\text{S}$

Tekshiruvlar natijasida olingan yangi polimer zamburug' va infeksiyalarni nobut qilishga katta ta'sir ko'rsatganligini ko'rish mumkin. Buni esa ularni ta'sir zonalari katta ekanligidan aniqladi. Bu esa olingan yangi polimerni antiseptik xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatadi. 2.- rasmdan va 1. – jadvaldan ko'rinib turibdiki, stafilokokkous aureus ATCC 25923 shtambiga nisbatan, Kandida abicans ATCC 885-653 shtambida ta'sir zonalari yuqori ekanligini ko'rish mumkin.

1.- jadval

Povidon yod –N-sut kislotasini antiseptik xususiyatini stafilokok va kandido zamburug'iga ta'sir zonasi.  $T=60^{\circ}\text{S}$

| № | Sinov shtamlari                  | Test natijalari |      |      |
|---|----------------------------------|-----------------|------|------|
|   |                                  | 1:1             | 1:2  | 1:4  |
| 1 | Stafilokokkous aureus ATCC 25923 | 28 mm           | 20mm | 14mm |
| 2 | Kandida abicans ATCC 885-653     | 32mm            | 24mm | 18mm |

Olingan natijalar Toshkent farmatsevtika instituti qoshidagi Dori vositalarni standartlashtirish ilmiy markaziga tekshirildi va ma'lumotnoma olindi.

Olingan polimerimizni boshqa antiseptik vositalardan afzalligi shundagi uning tarkibida xlor va spirt yo'qligidir. Bugungi kunda antiseptik va dezinfektsiylovchi vositalar respublikaga chet eldan import asosida kirib keladi. Ular spirt, xlor va uning birikmalaridan tashkil topgan. Xlorning inson organizmi uchun juda ham zararli tomonlari ko'p. Masalan, u allergiya beruvchi xususiyatga ega. Yana nafas yo'llariga ham salbiy ta'sir ko'rsatadi.



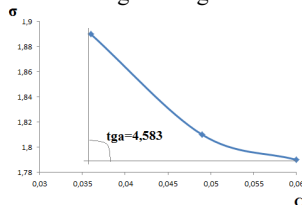
Antiseptiklar tarkibida spirt bo'lgani uchun qo'lni tez quritadi va yoriqchalar paydo bo'lishiga olib keladi. Bu ham noxush vaziyatlarni keltirib chiqaradi. Olingan polimer tarkibida xlor va spirt moddasi mavjud emasligi bilan avzallikka ega.

**Povidon yod N-sut kislotasining sirt faolligini stalagmometr yordamida aniqlash:** PVJ-N-SK si dori vositasi sifatida qo'llash mumkinligi sababli polimerning sirt faolligi katta axtiyatga ega. Shuning uchun polingon polimerni sirt tarangligi aniqlandi. PVJ-N-SK sini sirt tarangligini aniqlashda stalagmometr yordamida aniqlandi hamda ularni adsorbsiyalanish qobiliyatini va sirt faolligi aniqlandi.

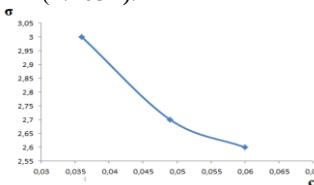
Suyuqlikning sirt tarangligini aniqlashda bir necha usuldan foydalanish mumkin. Barcha suyuqlik og'irligini tomchilar soniga bo'lish yo'li bilan bitta tomchining og'irligi topiladi. Masalan, bu og'irlik  $W$  ga teng bo'lsin. Tomchi uzilish vaqtida uning og'irligi sirt taranglik kuchiga teng bo'ladi:

$$\sigma = \frac{\sigma_0 \rho n_0}{\rho_0 n}$$

PVJ-N-SK si sirt faolligini o'rganish uchun suvning sirt tarangligini qay darajada kamaytirganligidan ko'rish mumkin. Buning uchun PVJ-N-SK ning xar xil konsentratsiyali eritmasidan tayyorlab olinadi. P.A.Rebinder usuli yordamida tayyorlangan xar xil konsentratsiyali polimer eritmamizni sirt tarangligini stalogrammetr usulida tomchilar sonini sanash orqali aniqlandi. Olingan natijalar asosida 3- rasmga absissa o'qiga PVJ-N-SK konsentratsiya  $S$  ning, ordinatalari o'qiga esa  $\sigma$  ning qiymatlarini qo'yib sirt tarangligining izoterma egri chizig'i chizilgan. PVJ-N-SK sirt tarangligining izoterma egri chizig'ini povidonyodning (PVJ) sirt taranglik izoterma egri chizig'i bilan solishtirib o'rganildi (4.-rasm).



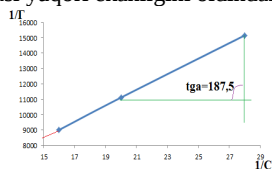
3-Rasm. PVJ-N-SK ning sirt tarangligini konsentratsiyaga bog'liqlik grafigi



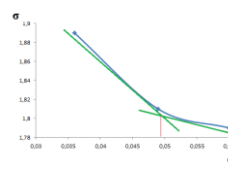
4-rasm. PVJ suvli eritmasining sirt tarangligini konsentratsiyaga bog'liqlik grafigi

3-4 – rasmdan ko'rish mumkinki suvning sirt tarangligini PVJ ga nisbatan PVJ-N-SK si 2 baravar ko'p kamaytirganligini ko'rish mumkin.

Bundan shunday xulosa qilish mumkinki PVJ ga nisbatan PVJ-N-SK sining antisipitlik xususiyati va organizga ta'sir qilish darajasi yuqori ekanligini oldindan aniq aytish mumkin.



5-rasm. Lengmyur tenglamasidagi izotermalarni aniqlash grafigi



6- rasm. MHQKK ni aniqlash grafigi

PVJ-N-SK sini organizmga so'rilishini va ta'sir qilishini o'rganish maqsadida uning adsorbsiyalanish darajasi ham o'rganildi. Buning uchun

J.U.Gibbs va I.Lengmyur tenglamalaridan foydalanildi.

$$G = - \frac{C}{RT} \cdot \frac{d\delta}{dC} \quad \text{J.U.Gibbs tenglamasi.}$$

$$G = G_{\infty} \frac{KC}{1+KC} \quad \text{I.Lengmyur tenglamasi}$$

P.A.Rebinderning sirt aktivlik qiymatini ya'ni J.U.Gibbs tenglamasidagi  $\frac{d\delta}{dC}$  hadini 3-4-rasmlardagi grafiklardan foydalanib tga burchagini hisoblash orqali aniqlab topilgan. J.U. Gibbs tenglamasi yordamida  $G$  hisoblangan. Lengmyur tenglamasidan grafik usul bilan  $G_{\infty}$  qiymatini aniqlash uchun tenglama quyidagi shaklga keltiriladi.

$$\frac{1}{G} = \frac{1}{G_{\infty}} + \frac{K}{G_{\infty}} \frac{1}{C}$$

5 – rasmda  $1/G$  ni  $1/S$  ga bog'liqlik grafigidan ordinata bilan kesishgan nuqta  $\frac{1}{G_{\infty}}$  ni bedi va u erdan  $G_{\infty}$  topiladi.  $K/G_{\infty}$  burchak tga ga teng u erdan esa  $K$  ning qiymatlari aniqlandi.

| PVJ-N-SK % | $C_m$ | $\sigma_0$ (H <sub>2</sub> O) | $\sigma$ | $\Sigma$ | $d\sigma/dc$ | $G$                 | $1/G$ | $1/S$ | $G_{\infty}$        | $K$  | MHQKK |
|------------|-------|-------------------------------|----------|----------|--------------|---------------------|-------|-------|---------------------|------|-------|
| 0,5        | 0,06  | 78                            | 49       | 1,78     | 4,58         | $1,1 \cdot 10^{-4}$ | 9009  | 16,6  | $1,2 \cdot 10^{-4}$ | 0,02 | 0,05  |
| 0,4        | 0,05  |                               | 47       | 1,81     |              | $0,9 \cdot 10^{-4}$ | 11111 | 20,4  |                     |      |       |
| 0,3        | 0,04  |                               | 44       | 1,89     |              | $0,6 \cdot 10^{-4}$ | 15152 | 27,7  |                     |      |       |

**Xulosalar va takliflar.** Olingan natijalardan PVJ-N-SK eritmaning konsentratsiyasi ortib borgan sari suvning sirt tarangligini kamaytirib, adsorbsiyalanish darajasini oshirganligini ko'rish mumkin. PVJ ga nisbatan PVJ-N-SK eritmasi suvning sirt tarangligini yanada kamaytirdi. Bunga sabab, sut kislotasi qo'shilganda va CH<sub>2</sub> va karboksil guruhlar oshib borishi bilan polimerning sirt faolligini yanada oshirganligini ko'rish mumkin.

#### ADABIYOTLAR

- Huceste C,atalgil-Giz, Ahmet Giz, Alina M. Alb, Wayne F. Reed. Absolute Online Monitoring of Acrylic Acid Polymerization and the effect of Salt and pH on Reaction Kinetics. Journal of Applied Polymer Science.- 2004.-Vol. 91.-R. 1352–1359.
- Buehler V. Kollidon: polyvinylpyrrolidone for the pharmaceutical industry. 9th ed. Ludwigshafen: BASF; 2008. 330pp.
- H. Erdemi, A. Bozkurt. Synthesis and characterization of poly(vinylpyrrolidone-co-vinylphosphonic acid) copolymers //European Polymer Journal.- 2004.-40.-R. 1925–1929.
- Nikolaev A.F., Bondarenko V.M., SHalnova N.K. Donorno-akseptornye komplekсы maleinovogo angidrida s N-vinilnymi monomerami v reaksiyax radikalnoy polimerizatsii//Высокотом. soed.-Moskva,-1973.-T.15B. -№10 -.S. 737-739.



UDK: 541.183.553.62

**Dilnoza XANDAMOVA,**  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti assistenti, PhD  
E-mail [d.khandamova@tkti.uz](mailto:d.khandamova@tkti.uz)  
**Shavkat NURULLAYEV,**  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti professori, k.f.n  
**Rasul ESHMETOV,**  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti professori, t.f.d  
**Maxamadadil MAMAJANOV,**  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti mustaqil izlanuvchisi  
**Tohirbek IBRAGIMOV,**  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti mustaqil izlanuvchisi

O'zbekiston Milliy universiteti professori S.Nurmanov taqrizi asosida

#### EVALUATION OF THE IRON ION ADSORPTION CAPACITY OF ORGANOBEENTONITES: EFFICIENCY OF THE LANGMUIR MODEL AND COMPARATIVE ANALYSIS OF ISOTHERM MODELS

Annotation

This study examines the adsorption isotherms of  $\text{Fe}^{2+}$  ions from wastewater using newly modified adsorbents. Adsorption characteristics were analyzed based on Freundlich, Langmuir, Dubinin-Radishkovich, and Temkin isotherm models. It was found that bentonites modified with trimethylammonium (TMAB) and triethylammonium (TEAB) exhibit high efficiency in adsorbing iron ions from municipal wastewater. The adsorption capacity of the synthesized adsorbents was determined as follows: PBG bentonite - 0.151 mg/g; TMAB - 0.164 mg/g; TEAB - 0.168 mg/g. The adsorption isotherm data were found to align well with the Langmuir model, indicating monolayer adsorption behavior.

**Key words:** Adsorption, modification, wastewater, bentonite, iron ions, Freundlich, Langmuir, Dubinin-Radishkovich and Temkin isothermal models.

#### "ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ОРГАНОБЕНТОНИТОВ К АДсорбции ИОНОВ ЖЕЛЕЗА: ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДЕЛИ ЛЕНГМЮИРА И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ"

Аннотация

В данной работе исследованы изотермы адсорбции ионов  $\text{Fe}^{2+}$  из сточных вод с использованием новых модифицированных адсорбентов. Адсорбционные характеристики изучены на основе моделей Фрейндлиха, Ленгмюра, Дубинина-Радишковица и Темкина. Установлено, что бентониты, модифицированные триметиламмонием (ТМАБ) и триэтиламмонием (ТЭАБ), демонстрируют высокую эффективность при адсорбции ионов железа из городских сточных вод. Адсорбционная способность синтезированных адсорбентов составила: PBG бентонит - 0,151 мг/г; ТМАБ - 0,164 мг/г; ТЭАБ - 0,168 мг/г. Результаты адсорбционных исследований показали, что изотермы Ленгмюра лучше всего описывают поведение исследованных систем.

**Ключевые слова:** Адсорбция, модификация, сточные воды, бентонит, ионы железа, изотермические модели Фрейндлиха, Ленгмюра, Дубинина-Радишковица и Темкина.

#### "MODIFIKATSIYALANGAN ORGANOBEENTONITLARNING TEMIR IONLARINI ADSORBSIYALASH QOBILIYATINI BAHOLASH: LENGMUYER MODEL SAMARADORLIGI VA IZOTERMA MODELLARINING TAQQOSIY TAHLILI"

Annotatsiya

Mazkur tadqiqotda oqova suv tarkibidagi  $\text{Fe}^{2+}$  ionlarini yangi modifikatsiyalangan adsorbentlar yordamida adsorbsiyalash izotermalari o'rganildi. Adsorbsion xususiyatlar Freyndlix, Lengmuyer, Dubinin-Radishkovich va Temkin izoterma modellari asoslangan holda tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, trimetilammoniy (TMAB) va trietilammoniy (TEAB) bilan modifikatsiyalangan bentoitlar shahar oqova suvlaridagi temir ionlarini samarali adsorbsiyalash xususiyatiga ega ekanligi aniqlandi. Sintez qilingan adsorbentlarning  $\text{Fe}^{2+}$  ionlarini adsorbsiyalash sig'imi quyidagicha aniqlangan: PBG bentoiti - 0,151 mg/g; TMAB - 0,164 mg/g; TEAB - 0,168 mg/g. Adsorbsion izotermalar tahliliga ko'ra, Lengmuyer modeli adsorbsion jarayonlarni eng yaxshi tasvirlab bergan.

**Kalit so'zlar:** adsorbsiyalanish, modifikatsiya, oqova suv, bentoit, temir ionlari, Freyndlix, Lengmuyer, Dubinin-Radishkovich va Temkin izoterma modellari.

**Kirish.** Suv resurslarining temir ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ionlari bilan ifloslanishi ekologik muammolardan biri bo'lib, u inson salomatligi va suv ekotizimlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. An'anaviy suv tozalash usullari ko'pincha  $\text{Fe}^{2+}$  ionlarini samarali olib tashlashda yetarli natija bermaydi. So'ngi yillarda tadqiqotchilar bentonit asosidagi adsorbentlarni  $\text{Fe}^{2+}$  ionlarini olib tashlash uchun istiqbolli usul sifatida o'rganib, oqova suvlarni (shu jumladan kanalizatsiya suvlarini) tozalashda bunday adsorbentlarning samaradorligini ko'rsatib berishdi. Faollashtirilgan bentonitlar yuqori sirt maydoni va g'ovakli tuzilishi tufayli  $\text{Fe}^{2+}$  ionlarining samarali adsorbsiyalanishini ta'minlaydi. Bentonitlarning ion almashish xususiyatlari suv tarkibidagi temir ionlarini samarali tozalash

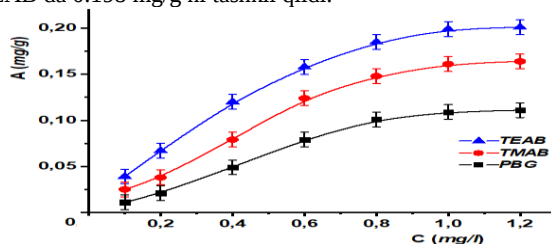
imkonini beradi. Shu bilan birga, adsorbsiyalanish darajasi  $Fe^{2+}$  ionlarining boshlang'ich konsentratsiyasi, suv kimyosi, foydalanish xarajatlari va dastur talablari kabi omillarga bog'liqdir.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** An'anaviy suv tozalash usullari ko'pincha  $Fe^{2+}$  ionlarini samarali olib tashlashda yetarli natija bermaydi [1] Tabiiy xom ashyolar asosida nanog'ovakli, samarador adsorbentlar olish va ularning adsorbsion xususiyatlarini o'rganish va amaliyotda qo'llash borasida bir qator tadqiqotlar qilingan [2] Shu bilan birga, adsorbsiyalanish darajasi  $Fe^{2+}$  ionlarining boshlang'ich konsentratsiyasi, suv kimyosi, foydalanish xarajatlari va dastur talablari kabi omillarga bog'liqdir [3] Bu usulda temir (III) oksidining ishqoriy muhitda temir (II) oksidiga qaytarilish xossasidan foydalaniladi. Natijada temir (II) va temir (III) ionlarining umumiy miqdori ( $\lambda=420$  nm to'lqin uzunligida) aniqlanadi [4,5] Langmuyer adsorbsion modeli adsorbsiyani izotermik sharoitda adsorbat ideal gaz sifatida tutadi deb tushuntiradi. Uning nazariyasi u gazsimon molekulalar sirtidan elastik ravishda qaytmaydi, balki qattiq jismlardagi molekulalar guruhlariga o'xshash tarzda ushlab turiladi, degan fikrni ilgari surganidan boshlangan [6,7] Eritmadagi adsorbsiya jarayonlarida quyidagi omillar muhim ahamiyatga ega: birinchidan, adsorbentlarning tabiati, ikkinchidan erituvchilarning tabiati [8] Dubinin-Radushkevich modeli ko'pincha xarakterli g'ovaklikni va adsorbsiyaning ko'rinadigan erkin energiyasini baholash uchun ishlatiladi [9] Dubinin-Radushkevich (DR) adsorbsiya izotermasi modeli Polanyi tomonidan ishlab chiqilgan adsorbsiyaning potentsial nazariyasiga asoslanadi [10] U asosiy termodinamik asosi tufayli boshqa izoterm modellari bilan solishtirganda tubdan mustahkam va yuqori baholanadi [11]

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqot ob'ekti sifatida Navbahor bentoniti (PBG markasi) tanlanib, u trimetilammoniyli (TMAB) va trietilammoniyli (TEAB) organik moddalar bilan modifikatsiyalandi. Olingan adsorbentlarning suvli eritmalarida  $Fe^{2+}$  ionlarini adsorbsiyalash xossalari o'rganildi.

**Kalit so'zlar:** aktivlangan kaolin, izoterma, tigel, konussimon kolbalar, pipetka, byuretkka, titrlash kolbalari, voronkalar, filtr qog'oz va boshqalar.

**Tahlil va natijalar.** Tajribada 5 grammdan o'lchangan adsorbentlar analitik tarozida tortilib, 500 ml hajmdagi temir sulfatning turli boshlang'ich konsentratsiyalardagi eritmalariga qo'shildi. Aralashmalar 1 soat davomida aralashtirilib, so'ngra tindirilib, filtdan o'tkazildi. Eritmadagi umumiy temir konsentratsiyasi spektrofotometrik usulda aniqlandi. Bu usulda temir (III) oksidining ishqoriy muhitda temir (II) oksidiga qaytarilish xossasidan foydalaniladi. Natijada temir (II) va temir (III) ionlarining umumiy miqdori ( $\lambda=420$  nm to'lqin uzunligida) aniqlanadi. Sintez qilingan adsorbentlar yordamida eritmadagi temir ionlari adsorbsiyalanish izotermalari Freyndlix, Lengmuyer, Dubinin-Radushkevich va Temkin izoterma modellari yordamida o'rganildi. Ushbu modellari yordamida adsorbsiyalanish ma'lumotlari tahlil qilindi va adsorbsiyalanish jarayonining asosiy parametrlari aniqlandi (1-rasm). Olingan natijalarga ko'ra Adsorbentlarga  $Fe^{2+}$  ionlarini adsorbsiyalanishi mos ravishda PBG bentonitida 0.111 mg/g, TMAB da 0.164 mg/g va TEAB da 0.198 mg/g ni tashkil qildi.

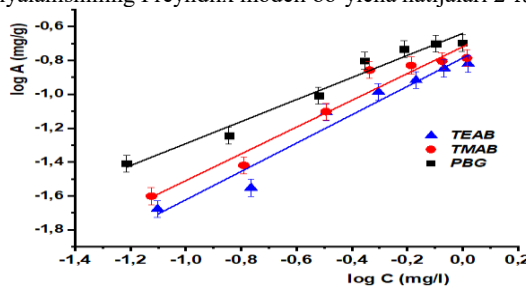


1-rasm. Adsorbentlarga temir ionlari adsorbsiyalanishi izotermalari 303K da.

Suvli eritmalaridagi adsorbent konsentratsiyasining miqdori ortishi bilan bog'liq holda adsorbentlarning adsorbsion qobiliyatining keskin ortib borishi kuzatildi. Bunday hollarda, adsorbsiyalanish molekulalarning adsorbent sirti yuzasida to'planishi (klasterlar, to'plamlar va boshqalar ko'rinishida joylashadi) adsorbatning ko'p funksionaliligi va erituvchining kuchli adsorbsiyalanishi bilan tushuntiriladi.

#### Freyndlix modeli bo'yicha tahlil.

Freyndlix tenglamasi yoki Freyndlix adsorbsion izotermasi, adsorbsion izoterma, qattiq sirtga adsorbsiyalanish gaz miqdori va gaz bosimi o'rtasidagi empirik bog'liqlikni ifodalovchi adsorbsion izoterma hisoblanadi. Modifikatsiyalangan adsorbentlarga  $Fe^{2+}$  ionlarini adsorbsiyalanishining Freyndlix modeli bo'yicha natijalari 2-rasmda keltirilgan.



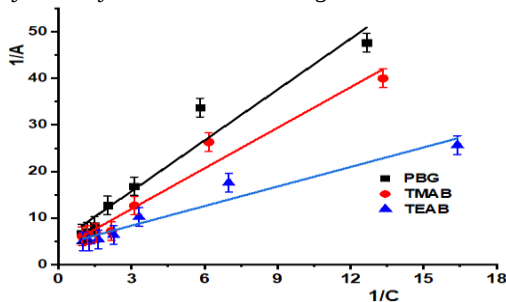
2-rasm. Adsorbentlarga temir ionlarini Freyndlix modeli bo'yicha 303K haroratda adsorbsiyalanish izotermalari.

Freyndlix izotermasi modeli  $0 < 1/n < 1$  bo'lganda adsorbsiya yaxshi borganligini bildiradi. Bu holatda adsorbsiyaning darajasi konsentratsiyaning oshishi bilan kamayib boradi. PBG, TMAB va TEAB adsorbentlarda  $1/n$  qiymatlari mos ravishda 0,836; 0,789 va 0,65ga teng bo'lganligini,  $n$  ning qiymatlari esa 1 dan katta ( $PBG=1,19$ ;  $TMAB=1,53$  va  $TEAB=1,26$ ) bo'lganligini ko'rishimiz mumkin.  $n > 1$  bo'lganda, adsorbsiyaning kuchli ekanligini bildiradi, bu holatda adsorbsiyaning samaradorligi konsentratsiya oshishi bilan kamayadi. Freyndlix modeli izotermalari ko'rsatkichlari 1-jadvalda berilgan.

#### Lengmuyer modeli bo'yicha tahlil

Langmuyer adsorbsion modeli adsorbsiyani izotermik sharoitda adsorbat ideal gaz sifatida tutadi deb tushuntiradi. Uning nazariyasi u gazsimon molekulalar sirtidan elastik ravishda qaytmaydi, balki qattiq jismlardagi molekulalar guruhlariga o'xshash

tarzda ushlab turiladi, degan fikrni ilgari surganidan boshlangan [6,7]. Adsorbentlarga  $Fe^{+2}$  ionlarining adsorbsiyasining Lengmuyur modeli bo'yicha olingan tajriba natijalari 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Adsorbentlarga temir ionlari adsorbsiyalanishining Lengmuyur modeli bo'yicha adsorbsiya izotermalari 303K da.

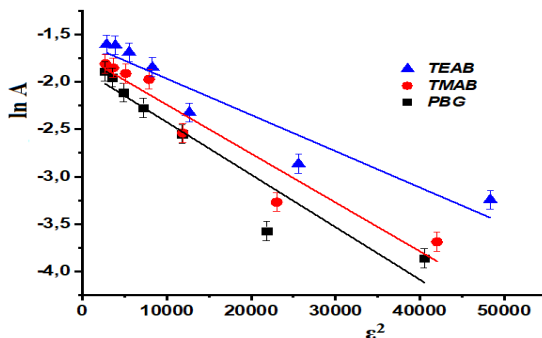
Adsorbentlarga  $Fe^{+2}$  ionlarini adsorbsiyalanishi izotermasi Lengmuyur modeli bo'yicha korellatsiya koeffitsientlari ( $R^2$ ) PBG da 0,921 TMAB da 0,964 TEABda esa 0,947 ga teng ekanligi aniqlandi. Tadqiqot ishida Lengmuyur modeli izotermasi ajratish koeffitsienti ( $R(L)$ ) mos ravishda 0,26; 0,197; 0,104 ekanligi aniqlandi. Demak bu adsorbsiya natijalari Lengmuyur modeliga mos keladi.  $R(L)$  ning bu qiymatlarda bo'lishi adsorbsiyaning samaradorligi va qulayligini ko'rsatadi. Lengmuyur modeli izotermasi natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

#### Dubinin- Radishkevich modeli bo'yicha tahlil.

Dubinin-Radushkevich modeli ko'pincha xarakterli g'ovaklikni va adsorbsiyaning ko'rinadigan erkin energiyasini baholash uchun ishlatiladi.

Dubinin-Radushkevich (DR) adsorbsiya izotermasi modeli Polanyi tomonidan ishlab chiqilgan adsorbsiyaning potentsial nazariyasiga asoslanadi. U asosiy termodinamik asosi tufayli boshqa izoterm modellari bilan solishtirganda tubdan mustahkam va yuqori baholanadi.

Modifikatsiyalangan adsorbentlarga  $Fe^{+2}$  ionlari adsorbsiyalanishining Dubinin-Radushkevich modeli bo'yicha olingan natijalar 4-rasmda keltirilgan.

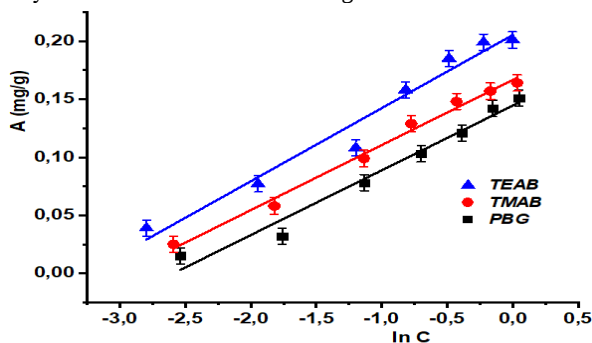


4-rasm. Adsorbentlarga temir ionlarini Dubinin-Radushkevich modeli bo'yicha 303K haroratda adsorbsiyalanish izotermalari.

Konstantalar qiymatlari chiziqli modelning kesishishi ( $q_{max} = \exp(\text{intercept})$ ) va burchak tangensi qiyaligi ( $K_{D-R} = -\text{slope}$ ) bilan aniqlangan. PBG, TMAB, TEAB adsorbentlariga  $Fe^{+2}$  ionlarining adsorbsiyalanish izotermalari Dubinin-Radushkevich modeli konstanta qiymatlari 1-jadvalda berilgan.

#### Temkin modeli bo'yicha tahlil.

Temkin izotermasi modeli bilvosita adsorbat-adsorbent o'zaro ta'sirining adsorbsiya jarayoniga ta'sirini ko'rib chiqadi. Bundan tashqari, adsorbsiya maksimal bog'lanish energiyasigacha bo'lgan bog'lanish energiyasining bir xil taqsimlanishi bilan tavsiflanadi [12]. Olib bo'rilgan tadqiqot ishida olingan izotermalarni Temkin izotermasiga mosligini aniqlash uchun  $q_e$  va  $\ln(C_e)$  ning bog'liqlik grafigi chizildi. Chizma qiyaligi va kesishmasidan  $B_{\tau}$  va  $K_T$  qiymatlari hisoblab topildi. Adsorbentlarga  $Fe^{+2}$  ionlari adsorbsiyalanishining Temkin modeli bo'yicha chizmasi 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. . Adsorbentlarga temir ionlari Temkin modeli bo'yicha 303K haroratda adsorbsiyalanish izotermalari. Natijalarga ko'ra ushbu izotermada korrelyatsiya koeffitsienti TMABda 0,989 ga teng bo'ldi. PBG, TMAB, TEAB adsorbentlariga  $Fe^{+2}$  ionlari adsorbsiyalanishi izotermalari Temkin modeli bo'yicha konstanta qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

| Adsorption Isotherm Models | Parameters | Adsorbents |
|----------------------------|------------|------------|
|----------------------------|------------|------------|

|                      |                                                | PBG                  | TMAB                 | TEAB                 |
|----------------------|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Lengmyur             | $q_{max}$ (mg/g)                               | 0.206                | 0.235                | 0.239                |
|                      | $K_L$ (L/mg)                                   | 0.056                | 0.081                | 0.171                |
|                      | $R_L$                                          | 0.261                | 0.197                | 0.104                |
|                      | $R^2$                                          | 0.997                | 0.998                | 0.999                |
| Freundlich           | $K_F$ (1/mg)                                   | 0.163                | 0.191                | 0.229                |
|                      | $1/n$                                          | 0.836                | 0.789                | 0.650                |
|                      | $n$                                            | 1.196                | 1.267                | 1.538                |
|                      | $R^2$                                          | 0.917                | 0.964                | 0.947                |
| Temkin               | $B_T$ (J/mol)                                  | 13.354               | 19.541               | 26.052               |
|                      | $K_T$ (L/mg)                                   | 0.055                | 0.056                | 0.063                |
|                      | $R^2$                                          | 0.969                | 0.989                | 0.961                |
|                      | $q_m$ (mg/g)                                   | 4.362                | 4.636                | 5.214                |
| Dubinin-Radushkevich | $\beta_d$ (mol <sup>2</sup> /kJ <sup>2</sup> ) | $1.23 \cdot 10^{-4}$ | $1.86 \cdot 10^{-5}$ | $3.09 \cdot 10^{-6}$ |
|                      | $E$ (kJ/mol)                                   | 34.4                 | 56.9                 | 65.4                 |
|                      | $R^2$                                          | 0.834                | 0.881                | 0.865                |

Olib borilgan tadqiqotlar asosida Lengmyur modelidagi korrelyatsiya koeffitsientlari Freyndlix, Temkin va Dubinin-Radiushkevich modellari qaraganda aniqroq tasvirlab berdi. Lengmyur modeliga ko'ra adsorbentlarning adsorbsiya sig'imi ( $q_{max}$ ) PBG da 0,206; TMAB da 0,235; TEAB da 0,239 mg/g ga teng ekanligi aniqlandi.

**Xulosa va takliflar.** Olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra: Sintez qilingan adsorbentlarning  $Fe^{2+}$  ionlarini adsorbsiyalash qobiliyati Lengmyur modeli orqali boshqa modellarga nisbatan aniqroq tasvirlangan. Adsorbsiya sig'imi bo'yicha TEAB adsorbenti eng yuqori natijaga ega bo'lib, u 0,239 mg/g ni tashkil etdi.  $Fe^{2+}$  ionlarining adsorbsiyasi bo'yicha PBG bentoniti 0,151 mg/g, TMAB 0,164 mg/g va TEAB 0,168 mg/g ko'rsatkichlarga ega ekanligi aniqlangan. Adsorbsion jarayonning samaradorligi adsorbentning tabiati va qoplash sig'imiga bog'liq bo'lib, bu natijalar atrof-muhitni muhofaza qilishda ushbu modellarni qo'llash uchun ilmiy asos yaratadi.

#### ADABIYOTLAR

- Gouider, M., Feki, M., & Majdoub, H. (2018). Iron contamination in drinking water and its treatment methods. *Environmental Technology*, 40(13), 1645–1657.
- Drosos, M., et al. (2021). "Phosphate and Ammonium Removal from Wastewaters Using Natural-Based Innovative Bentonites." *Molecules*, 26(21), 6684.
- Kurniawan, T. A., et al. (2020). "Bentonite-Based Composites for Wastewater Treatment." *Journal of Environmental Management*, 261, 110234.
- Mazumdar, A., & Mazumdar, P. (2021). "Determination of Total Iron Content in Water Using UV-Vis Spectroscopy." *Journal of Environmental Chemical Analysis*, 43(2), 112–118.
- Nidheesh, P. V., & Gandhimathi, R. (2012). Electrocoagulation process for the treatment of textile wastewater containing  $Fe^{2+}$ . *Separation and Purification Technology*, 98, 57–64.
- Li, Y., & Du, Q. (2007). \*Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by modified bentonite.\* *Journal of Hazardous Materials*, 143(1–2), 29–35.
- Sari, A., Tuzen, M., & Uluozlu, O. D. (2007). \*Biosorption of Pb(II) and Cd(II) from aqueous solution by macrofungus (Lentinussajor-caju) biomass: Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies.\* *Bioresource Technology*, 99(6), 1554–1560.
- Jaroniec, M., & Madey, R. (1989). "The use of the Dubinin-Radushkevich model in the analysis of adsorption data." *Surface Science Reports*, 10(3), 1–36.
- Dim P. E., Mustapha L. S., Termtanun M., Okafor J. O. Adsorption of chromium() and iron () ions onto acid-modified kaolinite: Isotherm, kinetics and thermodynamics studies. *Arabian journal of Chemistry* (2021) 14,103064/2021. 158–165.
- Vreebug J., "Discolouration in Drinking Water Systems: a Particular Approach," The Netherlands: Delft Cluster, 2007.
- Zhu H., Jia Y., Wu X., & Wang, H. (2009). Removal of ferrous iron from groundwater by oxidation and coagulation. *Journal of Hazardous Materials*, 162(2–3), 1109–1115.



УДК: 541.49+547.794.3

**Гульназ ХОЖАБАЕВА,**  
Докторант Национального университета Узбекистана  
E-mail: [gulnazkhojabaeva@gmail.ru](mailto:gulnazkhojabaeva@gmail.ru)  
**Батырбай ТОРАМБЕТОВ,**  
Доцент Национального университета Узбекистана  
E-mail: [torambetov\\_b@mail.ru](mailto:torambetov_b@mail.ru)  
**Исламбек КАРЛЫБАЕВ,**  
Преподаватель Каракалпакского Государственного университета  
**Екатерина КИНЬШАКОВА,**  
Преподаватель Национального университета Узбекистана  
E-mail: [anhor@inbox.ru](mailto:anhor@inbox.ru)  
**Шахноза КАДИРОВА,**  
Профессор Национального университета Узбекистана  
E-mail: [kadirova.shakhnoza@mail.ru](mailto:kadirova.shakhnoza@mail.ru)

Рецензент д.х.н., профессор Э.Абдурахманов

## СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ШЕСТИКООРДИНАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА НИТРАТА КАДМИЯ (II) С 2-АМИНО-5-ПРОПИЛТИО-1,3,4-ТИАДИАЗОЛОМ

Аннотация

Данное исследование посвящено синтезу и структурному анализу нового комплекса кадмия(II) с лигандом 2-амино-5-пропилтио-1,3,4-тиадиазолом. Комплекс был охарактеризован с использованием инфракрасной спектроскопии, термогравиметрического анализа и рентгеноструктурного анализа. Сравнительный анализ ИК-спектра лиганда и комплекса показал значительные сдвиги в частотах колебаний ключевых функциональных групп, что указывает на координацию через атомы азота тиадиазольного кольца. Термогравиметрическое исследование показало температуру плавления 185°C и значительную потерю массы при разложении в диапазоне от 230°C до 600°C. Рентгеноструктурный анализ показал октаэдрическую координацию Cd(II) с шестью атомами азота лиганда, комплекс кристаллизуется в орторомбической сингонии. Результаты исследования дают представление о координационном окружении и стабильности комплекса, подчеркивая его потенциал для применения в материаловедении и биологических системах.

**Ключевые слова:** производные 1,3,4-тиадиазола, кадмий, синтез, лиганд, комплекс, ИК-спектроскопия, термический анализ, рентгеноструктурный анализ, структура, кристалл.

## SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF THE SIX COORDINATED COMPLEX OF CADMIUM(II) NITRATE WITH 2-AMINO-5-PROPYLTHIO-1,3,4-THIADIAZOLE

Annotation

This study focuses on the synthesis and structural analysis of a new cadmium(II) complex with the ligand 2-amino-5-propylthio-1,3,4-thiadiazole. The complex was characterized using infrared spectroscopy, thermogravimetric analysis, and X-ray crystallography. The infrared spectrum revealed significant shifts in the vibrational frequencies of key functional groups, indicating coordination through the nitrogen atoms of the thiadiazole ring. Thermogravimetric analysis showed a melting point at 185°C and a mass loss corresponding to thermal decomposition between 230°C and 600°C. The X-ray structure revealed an octahedral coordination of Cd(II) with six nitrogen atoms from the thiadiazole ligands, and the complex crystallized in the orthorhombic system. The results provide insights into the coordination environment and stability of the complex, emphasizing its potential for applications in materials science and biological systems.

**Keywords:** 1,3,4-thiadiazole derivatives, cadmium, synthesis, ligand, complex, IR spectroscopy, thermal analysis, X-ray diffraction analysis, structure, crystal.

## 2-AMINO-5-PROPYLTHIO-1,3,4-THIADIAZOL BILAN KADMIY (II) NITRATNING GEKSA-KOORDINASYON KOMPLEKSINING SINTEZI VA TUZILISHINI O'RGANISH

Annotatsiya

Ushbu tadqiqot kadmiy (II) ning 2-амино-5-пропилтио-1,3,4-тиадиазол лигандлари билан янги комплексини синтези ва структуравий тahliliga bag'ishlangan. Kompleks infraqizil spektroskopiya, termogravimetrik tahlil va rentgen nurlari diffraktsiyasi yordamida tavsiflangan. Ligand va kompleksning IQ spektrining qiyosiy tahlili asosiy funksional guruhlarning tebranish chastotalarida sezilarli siljishlarni ko'rsatdi, bu tiadiazol halqasining azot atomlari orqali muvofiqlashtirishni ko'rsatadi. Termogravimetrik tadqiqot 185°C erish nuqtasini va 230°C dan 600°C gacha bo'lgan oraliqda parchalanish paytida sezilarli massa yo'qotilishini ko'rsatdi. Rentgen nurlari diffraktsiyasi tahlili Cd (II) ning ligandning olti azot atomi bilan oktaedral koordinatsiyasini ko'rsatdi, kompleks ortorombik tizimda kristallanadi. Tadqiqot natijalari kompleksning muvofiqlashtirish muhiti va barqarorligi haqida tushuncha beradi, uning materialshunoslik va biologik tizimlarda qo'llash imkoniyatlarini ta'kidlanadi.

**Kalit so'zlar:** 1,3,4-tiadiazol hosilalari, kadmiy, sintez, ligand, kompleks, IQ spektroskopiya, termik analiz, rentgen difraktsion analiz, struktura, kristall.

**Введение.** Знание химии гетероциклических соединений представляет собой отправную точку для разработки новых гетероциклических соединений, которые играют важную роль в агрохимии, фармацевтике и материаловедении [1]. Структурно диазолы состоят из пятичленных колец, содержащих два атома азота и другой неуглеродный атом, кислород или серу, например оксадиазолы и тиadiaзолы, которые играют важную роль в биологических процессах и находят широкое применение в медицине [2].

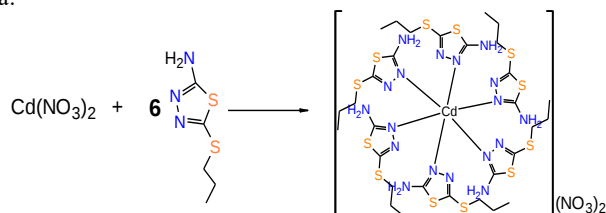
В последние годы производные 1,3,4-тиадиазола привлекли значительное внимание исследователей благодаря их широкому спектру биологического действия и применению в различных сферах жизнедеятельности человека. Они активно исследуются на предмет диуретического, противопроtozoйного, кардиотонического, фунгицидного, седативного, анестезирующего, противомаларийного, антидепрессантного действия, гипогликемического, противовоспалительного и противомикробного эффектов [3-7]. Кроме того, в ряде исследований, посвящённых 1,3,4-тиадиазолу и его производным, сообщается о применении этих соединений в различных областях, включая производство полимеров, красителей, гербицидов и инсектицидов [8-11].

Целью данного исследования является синтез и анализ строения и свойств нового комплекса, содержащего в качестве лиганда производные 1,3,4-тиадиазола.

**Материалы и методы.** Исходным веществом для синтеза комплексного соединения являлась азотнокислая соль кадмия марки «ч.д.а». Все органические реагенты и растворители, применённые в эксперименте, были очищены и высушены с использованием известных методов.

Объектом исследования являлся синтезированный в лабораторных условиях комплекс  $[CdL_6](NO_3)_2$ , в котором L является 2-амино-5-пропилтио-1,3,4-тиадиазол.

Методика синтеза комплексного соединения  $[CdL_6](NO_3)_2$ : горячий раствор, содержащий 0,6 ммоль L в 3 мл этанола, медленно добавляли по каплям к 3 мл горячего раствора, содержащего 0,1 ммоль нитрата кадмия, при постоянном перемешивании. Раствор выдерживали при температуре 60°C в течение 2 часов. В результате образовывался прозрачный раствор светло-жёлтого цвета, который оставляли на кристаллизацию в темноте. Монокристаллы комплексного соединения, пригодные для рентгеноструктурного анализа, были получены в результате медленного испарения раствора в течение 10 дней. Выход реакции составил 82%. Температура плавления ~172-174°C. Представленная ниже схема иллюстрирует реакцию синтеза:



**Результаты и обсуждение.** Для изучения структуры и характеристик данного комплекса использовались методы ИК-спектроскопии, термического и рентгеноструктурного анализа.

Анализ ИК-спектров показал, что значительным изменениям подвергаются полосы поглощения симметричных валентных колебаний связи C=N цикла, наблюдаемых при 1598  $cm^{-1}$  в свободном лиганде и смещающихся в комплексе в высокочастотную область на частоту 1642  $cm^{-1}$  с заметной разницей ~44  $cm^{-1}$  (табл. 1). Для валентных колебаний связи =N-N= это смещение составляет 7  $cm^{-1}$ , а для валентных колебаний связи C-S – 30  $cm^{-1}$  [12]. В ИК-спектрах комплекса в области коротких волн (421  $cm^{-1}$ ) обнаруживается новая полоса, отсутствующая у свободного лиганда, которая обусловлена валентными колебаниями связей M-N [13]. Это свидетельствует о комплексообразовании лиганда через атом азота тиadiaзольного кольца. Полосы поглощения колебаний групп C-H и N-H остаются практически без изменений (рис. 1).

Анализ ИК-спектров свидетельствует о том, что координация гетероциклического лиганда с ионом кадмия(II) осуществляется через эндоциклические атомы азота в тиadiaзольном кольце [14].

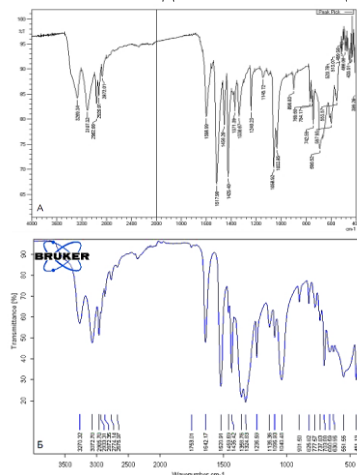


Рис. 1. ИК спектры лиганда L (А) и его комплекса  $[CdL_6](NO_3)_2$  (Б)

Таблица 1.

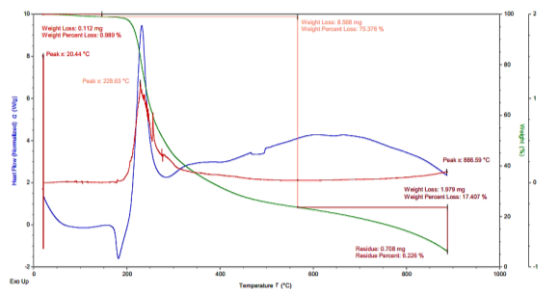
Основные полосы поглощения в ИК-спектрах лиганда и его комплекса

| Соединение                      | $\nu_s(\text{C}=\text{N})$ | $\delta\text{NH}_2$ | $\nu(\text{N}-\text{N})$ | $\nu(\text{N}-\text{H})$<br>$\nu(\text{C}-\text{H})$ | $\nu(\text{C}-\text{S})$ | $\nu(\text{M}-\text{N})$ |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| L                               | 1598                       | 1517                | 1033                     | 3269<br>3107                                         | 690                      | -                        |
| $[\text{CdL}_6](\text{NO}_3)_2$ | 1642                       | 1520                | 1040                     | 3270<br>3072                                         | 703                      | 421                      |

Изучение термостабильности комплексов помогает понять координационную структуру комплексов и дает возможность оценить влияние нагрева на процесс термического разложения полученных комплексов [15-16].

Термогравиметрическое исследование комплекса было проведено в температурном диапазоне от 20°C до 1000°C. На кривой термограммы (ТТ) комплекса эндотермический эффект, наблюдаемый при 185 °C, описывает температуру плавления комплекса.

Полное разложение органической части происходит в диапазоне температур от 230 до 600 °C, сопровождаемая потерей массы 75,36% от общей массы, обусловленной процессами термолитиза, пиролиза и дегградации под воздействием высокой температуры. В результате термолитиза в качестве конечного продукта, с массой 6,22% от общей, образуется оксид кадмия (рис. 2).

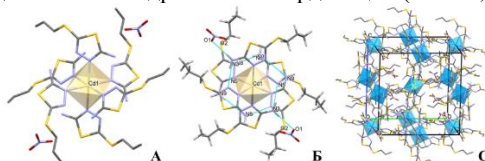
Рис. 2. Термограмма комплексного соединения  $[\text{CdL}_6](\text{NO}_3)_2$ 

Структура синтезированного комплексного соединения установлена с помощью рентгеноструктурного анализа и расшифрована с помощью компьютерных программ CrysAlis, Olex2.15. [17, 18].

Комплекс состоит из катиона  $[\text{CdL}_6]^{2+}$  и двух нитрат анионов  $\text{NO}_3^-$  во внешней сфере. Кристаллическая структура комплекса относится к орторомбической сингонии и принадлежит к пространственной группе  $P_{\text{bca}}$ . Кристаллографические данные и параметры структуры представлены в таблице 2, значения длин связей и валентных углов в таблицах 4-5. Строение и схемы упаковки элементарных ячеек показаны на рис. 3.

Комплексообразователь расположен в центре инверсии, что приводит к тому, что асимметричная единица кристаллической структуры содержит 1/2 молекулы комплекса, отражая симметричные отношения между молекулярными фрагментами (рис. 3).

Центральный атом Cd, расположенный в центре инверсии, имеет октаэдрическую координацию (рис.3). Атом кадмия координируется с шестью атомами эндоциклического азота тиадiazольных колец. Молекулы лиганда действуют как монодентатные, связываясь с ионом Cd(II) через атом азота в 3-положении тиадiazольных колец. Лиганды располагаются вокруг атома Cd(II) таким образом, что обеспечивается стабильная октаэдрическая координация. В результате образуется структура, в которой лиганды расположены практически идентично, что обеспечивает высокую симметрию и эффективную координацию центрального атома. Длины связей в координационном полиэдре  $[\text{Cd}-\text{N}1 = 2,421 \text{ \AA}$ ,  $\text{Cd}-\text{N}4 = 2,416 \text{ \AA}$  и  $\text{Cd}-\text{N}7 = 2,421 \text{ \AA}]$  попадают в пределы нормы, а максимальные и минимальные значения валентных углов вокруг иона Cd(II) составляют  $86,06^\circ$  ( $\text{N}1-\text{Cd}1-\text{N}4$ ) и  $93,70^\circ$  ( $\text{N}4-\text{Cd}1-\text{N}7$ ) соответственно, что указывает на незначительные отклонения от идеальной октаэдрической координации (табл. 3, 4.).

Рис. 3. Строение и упаковка элементарных ячеек комплекса  $[\text{CdL}_6](\text{NO}_3)_2$ 

Между нитрат анионом и аминогруппой лиганда существуют межмолекулярные водородные связи, ион-ионные взаимодействия наблюдаются между атомом серы тиадiazольного кольца и анионом  $\text{NO}_3^-$ . Эти взаимодействия способствуют дополнительной стабилизации кристаллической структуры (рис.4, табл.3).

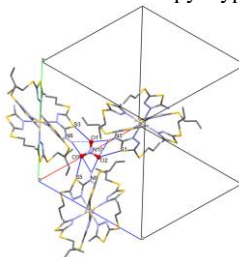


Рис. 4. Межмолекулярные водородные связи комплекса

Таблица 2.  
Основные кристаллографические параметры и характеристики рентгеноструктурного анализа структуры  $[\text{CdL}_6](\text{NO}_3)_2$

|                                                            |                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Молекулярная формула                                       | [CdL <sub>6</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (CdC <sub>30</sub> H <sub>54</sub> N <sub>18</sub> S <sub>12</sub> ·2(NO <sub>3</sub> )) |
| M <sub>r</sub> , г/моль <sup>-1</sup>                      | 1288.05                                                                                                                                     |
| Сингония                                                   | орторомбическая                                                                                                                             |
| Пространственная группа                                    | P <sub>cca</sub>                                                                                                                            |
| Z                                                          | 4                                                                                                                                           |
| a, b, c (Å)                                                | 17.7053 (2)                                                                                                                                 |
| α, γ, β, (°)                                               | 90                                                                                                                                          |
| V, Å <sup>3</sup>                                          | 5550.22 (11)                                                                                                                                |
| ρ, г/см <sup>3</sup>                                       | 1.541                                                                                                                                       |
| Размер кристалла (мм)                                      | 0.12 × 0.08 × 0.06                                                                                                                          |
| T <sub>мин</sub> , T <sub>макс</sub>                       | 0.344, 1.000                                                                                                                                |
| μ <sub>exp</sub> (мм <sup>-1</sup> )                       | 7.87                                                                                                                                        |
| Число отражений                                            | 2900                                                                                                                                        |
| Число отражений с I>2σ(I)                                  | 1956                                                                                                                                        |
| R <sub>I</sub> (I>2σ(I) в общем)                           | 4755                                                                                                                                        |
| S                                                          | 1.05                                                                                                                                        |
| Δρ <sub>max</sub> , Δρ <sub>min</sub> (е Å <sup>-3</sup> ) | 0.34, -0.37                                                                                                                                 |

Таблица 3.

Геометрия водородных связей (Å, °) для [CdL<sub>6</sub>](NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

| D—H...A                    | D—H  | H...A | D...A      | D—H...A |
|----------------------------|------|-------|------------|---------|
| N6—H6A...N8 <sup>i</sup>   | 0.86 | 2.13  | 2.863 (10) | 143     |
| N6—H6B...O1 <sup>ii</sup>  | 0.86 | 2.48  | 3.203 (9)  | 142     |
| N6—H6B...O3 <sup>iii</sup> | 0.86 | 2.21  | 3.039 (10) | 163     |
| N3—H3A...N5                | 0.86 | 2.12  | 2.864 (9)  | 145     |
| N3—H3B...O1                | 0.86 | 2.18  | 3.018 (9)  | 164     |
| N3—H3B...O2                | 0.86 | 2.45  | 3.173 (10) | 142     |
| N9—H9A...N2 <sup>i</sup>   | 0.86 | 2.14  | 2.872 (9)  | 143     |
| N9—H9B...O3 <sup>iii</sup> | 0.86 | 2.45  | 3.171 (9)  | 142     |
| N9—H9B...O2 <sup>iii</sup> | 0.86 | 2.21  | 3.037 (10) | 162     |

Коды симметрии: (i) -x+1, -y+1, -z+1; (ii) -x+1/2, -y+1, z+1/2; (iii) -x+1/2, y+1/2, z.

Таблица 4.

Длины связей в структуре [CdL<sub>6</sub>](NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

|                     |            |        |            |          |            |          |          |
|---------------------|------------|--------|------------|----------|------------|----------|----------|
| Cd1—N4              | 2.421 (5)  | S6—C13 | 1.804 (18) | N3—H3B   | 0.8600     | C14—H14A | 0.9700   |
| Cd1—N4 <sup>i</sup> | 2.421 (5)  | N4—N5  | 1.399 (8)  | N3—C1    | 1.316 (10) | C14—H14B | 0.9700   |
| Cd1—N1 <sup>i</sup> | 2.421 (5)  | N4—C6  | 1.314 (9)  | N9—H9A   | 0.8600     | C14—C15  | 1.38 (2) |
| Cd1—N1              | 2.421 (5)  | N1—N2  | 1.382 (8)  | N9—H9B   | 0.8600     | C15—H15A | 0.9600   |
| Cd1—N7              | 2.416 (6)  | N1—C1  | 1.325 (9)  | N9—C11   | 1.325 (10) | C15—H15B | 0.9600   |
| Cd1—N7 <sup>i</sup> | 2.416 (6)  | N7—N8  | 1.414 (9)  | C13—H13A | 0.9700     | C15—H15C | 0.9600   |
| S5—C11              | 1.722 (8)  | N7—C11 | 1.324 (9)  | C13—H13B | 0.9700     | C10—H10A | 0.9600   |
| S5—C12              | 1.717 (9)  | N10—O1 | 1.216 (8)  | C13—C14  | 1.354 (18) | C10—H10B | 0.9600   |
| S3—C6               | 1.724 (7)  | N10—O3 | 1.212 (8)  | C8—H8A   | 0.9700     | C10—H10C | 0.9600   |
| S3—C7               | 1.708 (9)  | N10—O2 | 1.200 (8)  | C8—H8B   | 0.9700     | C4—H4A   | 0.9700   |
| S1—C1               | 1.722 (8)  | N5—C7  | 1.301 (10) | C8—C9    | 1.411 (19) | C4—H4B   | 0.9700   |
| S1—C2               | 1.733 (9)  | N8—C12 | 1.301 (10) | C9—H9C   | 0.9700     | C4—C5    | 1.44 (2) |
| S4—C7               | 1.743 (8)  | N2—C2  | 1.297 (10) | C9—H9D   | 0.9700     | C5—H5A   | 0.9600   |
| S4—C8               | 1.881 (15) | N6—H6A | 0.8600     | C9—C10   | 1.428 (18) | C5—H5B   | 0.9600   |
| S2—C2               | 1.728 (9)  | N6—H6B | 0.8600     | C3—H3C   | 0.9700     | C5—H5C   | 0.9600   |
| S2—C3               | 1.842 (16) | N6—C6  | 1.341 (10) | C3—H3D   | 0.9700     |          |          |
| S6—C12              | 1.733 (9)  | N3—H3A | 0.8600     | C3—C4    | 1.331 (19) |          |          |

Таблица 5.

Значения валентных углов в структуре [CdL<sub>6</sub>](NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

|                                      |            |               |            |               |            |
|--------------------------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| N4 <sup>i</sup> —Cd1—N4              | 180.0      | H3A—N3—H3B    | 120.0      | H9C—C9—H9D    | 108.3      |
| N1—Cd1—N4                            | 93.71 (19) | C1—N3—H3A     | 120.0      | C10—C9—H9C    | 109.8      |
| N1—Cd1—N4 <sup>i</sup>               | 86.29 (19) | C1—N3—H3B     | 120.0      | C10—C9—H9D    | 109.8      |
| N1 <sup>i</sup> —Cd1—N4 <sup>i</sup> | 93.71 (19) | H9A—N9—H9B    | 120.0      | S2—C3—H3C     | 108.2      |
| N1 <sup>i</sup> —Cd1—N4              | 86.29 (19) | C11—N9—H9A    | 120.0      | S2—C3—H3D     | 108.2      |
| N1—Cd1—N1 <sup>i</sup>               | 180.0      | C11—N9—H9B    | 120.0      | H3C—C3—H3D    | 107.3      |
| N7 <sup>i</sup> —Cd1—N4 <sup>i</sup> | 86.1 (2)   | N4—C6—S3      | 114.2 (6)  | C4—C3—S2      | 116.5 (13) |
| N7 <sup>i</sup> —Cd1—N4              | 93.9 (2)   | N4—C6—N6      | 123.8 (7)  | C4—C3—H3C     | 108.2      |
| N7—Cd1—N4 <sup>i</sup>               | 93.9 (2)   | N6—C6—S3      | 122.0 (6)  | C4—C3—H3D     | 108.2      |
| N7—Cd1—N4                            | 86.1 (2)   | N1—C1—S1      | 113.4 (6)  | C13—C14—H14A  | 107.9      |
| N7—Cd1—N1 <sup>i</sup>               | 93.5 (2)   | N3—C1—S1      | 122.2 (6)  | C13—C14—H14B  | 107.9      |
| N7 <sup>i</sup> —Cd1—N1              | 93.5 (2)   | N3—C1—N1      | 124.3 (7)  | C13—C14—C15   | 117.5 (19) |
| N7 <sup>i</sup> —Cd1—N1 <sup>i</sup> | 86.5 (2)   | N7—C11—S5     | 114.3 (6)  | H14A—C14—H14B | 107.2      |
| N7—Cd1—N1                            | 86.5 (2)   | N7—C11—N9     | 123.4 (7)  | C15—C14—H14A  | 107.9      |
| N7—Cd1—N7 <sup>i</sup>               | 180.0      | N9—C11—S5     | 122.3 (6)  | C15—C14—H14B  | 107.9      |
| C12—S5—C11                           | 87.7 (4)   | S5—C12—S6     | 119.8 (5)  | C14—C15—H15A  | 109.5      |
| C7—S3—C6                             | 87.2 (4)   | N8—C12—S5     | 114.7 (6)  | C14—C15—H15B  | 109.5      |
| C1—S1—C2                             | 87.8 (4)   | N8—C12—S6     | 125.5 (7)  | C14—C15—H15C  | 109.5      |
| C7—S4—C8                             | 98.6 (5)   | S3—C7—S4      | 119.4 (5)  | H15A—C15—H15B | 109.5      |
| C2—S2—C3                             | 99.7 (5)   | N5—C7—S3      | 115.1 (6)  | H15A—C15—H15C | 109.5      |
| C12—S6—C13                           | 100.0 (5)  | N5—C7—S4      | 125.5 (7)  | H15B—C15—H15C | 109.5      |
| N5—N4—Cd1                            | 114.2 (4)  | S2—C2—S1      | 119.0 (5)  | C9—C10—H10A   | 109.5      |
| C6—N4—Cd1                            | 133.7 (5)  | N2—C2—S1      | 113.2 (6)  | C9—C10—H10B   | 109.5      |
| C6—N4—N5                             | 111.5 (6)  | N2—C2—S2      | 127.8 (6)  | C9—C10—H10C   | 109.5      |
| N2—N1—Cd1                            | 114.5 (4)  | S6—C13—H13A   | 108.2      | H10A—C10—H10B | 109.5      |
| C1—N1—Cd1                            | 133.0 (5)  | S6—C13—H13B   | 108.2      | H10A—C10—H10C | 109.5      |
| C1—N1—N2                             | 111.8 (6)  | H13A—C13—H13B | 107.3      | H10B—C10—H10C | 109.5      |
| N8—N7—Cd1                            | 114.3 (4)  | C14—C13—S6    | 116.4 (13) | C3—C4—H4A     | 108.0      |
| C11—N7—Cd1                           | 134.2 (6)  | C14—C13—H13A  | 108.2      | C3—C4—H4B     | 108.0      |
| C11—N7—N8                            | 111.0 (6)  | C14—C13—H13B  | 108.2      | C3—C4—C5      | 117.1 (18) |
| O3—N10—O1                            | 119.9 (7)  | S4—C8—H8A     | 109.9      | H4A—C4—H4B    | 107.3      |
| O2—N10—O1                            | 119.2 (7)  | S4—C8—H8B     | 109.9      | C5—C4—H4A     | 108.0      |
| O2—N10—O3                            | 120.7 (7)  | H8A—C8—H8B    | 108.3      | C5—C4—H4B     | 108.0      |

|            |           |           |            |            |       |
|------------|-----------|-----------|------------|------------|-------|
| C7—N5—N4   | 112.0 (6) | C9—C8—S4  | 109.1 (14) | C4—C5—H5A  | 109.5 |
| C12—N8—N7  | 112.3 (7) | C9—C8—H8A | 109.9      | C4—C5—H5B  | 109.5 |
| C2—N2—N1   | 113.7 (6) | C9—C8—H8B | 109.9      | C4—C5—H5C  | 109.5 |
| H6A—N6—H6B | 120.0     | C8—C9—H9C | 109.8      | H5A—C5—H5B | 109.5 |
| C6—N6—H6A  | 120.0     | C8—C9—H9D | 109.8      | H5A—C5—H5C | 109.5 |
| C6—N6—H6B  | 120.0     | C8—C9—C10 | 109.3 (19) | H5B—C5—H5C | 109.5 |

**Заключение.** На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что нитрат кадмия(II) образует комплекс с 2-амино-5-пропилтио-1,3,4-тиадиазолом, который имеет октаэдрическую структуру состава  $[\text{CdL}_6](\text{NO}_3)_2$ . Внутренняя сфера содержит атом кадмия в качестве центрального иона, связанный с шестью молекулами лиганда, координированными через атом азота тиадиазольных колец. Нитрат-анион расположен во внешней сфере, что подтверждает катионную природу комплекса. Кристаллографические данные, полученные с помощью рентгеноструктурного анализа, а также результаты ИК-спектроскопии и термогравиметрического исследования, подтверждают стабильность комплекса и описывают его характерные особенности. Это исследование дает ценные сведения о координационном окружении кадмия(II) и может быть использовано для дальнейших исследований в области материаловедения и биохимии, а также в исследованиях, связанных с активными веществами и катализом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Amer Z. Antibacterial activity of new synthesized derivatives 3-substituted imidazobenzothiazole from 2-amino-benzothiazole // Journal of Global Pharma Technology, – 2009. –11(03), –P.433-438.
2. Khudhair Z.T., Al-Tamimi E.O. Synthesis, Identification, Theoretical Study and effect of 1,3,4-oxadiazole compounds substituted on creatinine ring on the activity of some transfers enzymes // Research Journal of Pharmacy and Technology. – 2019. – 12(8), –P.3581-3588.
3. Azam M.A., Kumar B.R.P., Shalini S., Suresh B., Reddy T.K., Reddy C.D. Synthesis and biological screening of 5-[(4, 6-disubstituted pyrimidine-2-yl) thio] methyl}-N-phenyl-1,3,4-thiadiazol-2-amines. Indian journal of pharmaceutical Sciences, – 2008. – 70(5), –P.672.
4. Chou J.Y., Lai S.Y., Pan S.L., Jow G.M., Chern J.W., Guh J.H. Investigation of anticancer mechanism of thiadiazole-based compound in human non-small cell lung cancer A549 cells. Biochemical pharmacology, –2003. –66(1), –P.115-124.
5. Clerici F., Pocar D., Guido M., Loche A., Perlini V., Brufani M. Synthesis of 2-amino-5-sulfanyl-1,3,4-thiadiazole derivatives and evaluation of their antidepressant and anxiolytic activity. Journal of medicinal chemistry, –2001. –44(6), –P.931-936.
6. Lamani R.S., Shetty N.S., Kamble R.R., Khazi I.A.M. Synthesis and antimicrobial studies of novel methylene bridged benzisoxazolyl imidazo [2,1-b][1,3,4] thiadiazole derivatives. European Journal of Medicinal Chemistry, –2009. –44(7), –P.2828-2833.
7. Oruç E.E., Rollas S., Kandemirli F., Shvets N., Dimoglo A.S. 1,3,4-thiadiazole derivatives. Synthesis, structure elucidation, and structure-antituberculosis activity relationship investigation. Journal of medicinal chemistry, –2004. –47(27), –P.6760-6767.
8. Bharty M.K., Bharti A., Dani R.K., Kushawaha S.K., Dulare R., Singh N.K. Studies on novel Cu (II) complexes of 5-(4-hydroxy-phenyl)-1, 3, 4-thiadiazole-2-thiol and 5-thiophen-2-yl-3H-1,3,4-oxadiazole-2-thione: Synthesis, spectral and structural characterization. Polyhedron, –2012. –41(1), –P.52-60.
9. Glossman-Mitnik D. A theoretical study on the aromaticity of thiadiazoles and related compounds. Journal of Molecular Structure: THEOCHEM, –2001. –549(3), –P.285-288.
10. De Toledo T.A., Da Silva L.E., Teixeira A.M.R., Freire P.T.C., Pizani P.S. Characterization of Meldrum's acid derivative 5-(5-Ethyl-1,3,4-thiadiazol-2-ylamino) methylene-2,2-dimethyl-1,3-dioxane-4,6-dione by Raman and FT-IR spectroscopy and DFT calculations. Journal of Molecular Structure, –2012. –1091, –P.37-42.
11. Emam S.M., El Sayed I.E.T., Nassar N. Transition metal complexes of neocryptolepine analogues. Part I: Synthesis, spectroscopic characterization, and in vitro anticancer activity of copper (II) complexes. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, –2015. –138, –P.942-953.
12. Bharty M.K., Dani R.K., Nath P., Bharti A., Singh N.K., Prakash O., Butcher R.J. Syntheses, structural and thermal studies on Zn (II) complexes of 5-aryl-1,3,4-oxadiazole-2-thione and dithiocarbamates: Antibacterial activity and DFT calculations. Polyhedron, –2015. –98, –P.84-95.
13. Glossman-Mitnik D. A theoretical study on the aromaticity of thiadiazoles and related compounds. Journal of Molecular Structure: THEOCHEM, –2001. –549(3), –P.285-288.
14. Накамото К. ИК- спектры неорганических и координационных соединений. – М.: Мир, – 1996. – С. 204
15. Zhong G.Q., Shen J., Jiang Q.Y., Jia Y.Q., Chen M.J., Zhang Z.P. Synthesis, Characterization and Thermal Decomposition of SbIII-M-SbIII Type Trinuclear Complexes of Ethylenediamine-N,N,N',N'-Tetraacetate (M:Co(II), La(III), Nd(III), Dy(III)), J. Therm. Anal. Calor., –2008. –92(2), –P.607-616.
16. Soliman M.H., Mohamed G.G., Cr(III), Mn(II), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) new complexes of 5-aminosalicylic acid: spectroscopic, thermal characterization and biological activity studies, Spectrochim. Acta A, –2013. –107(8), –P.15.
17. Agilent Technology. CrysAlis Pro.Data Collection and Processing Software for Agilent X-ray Diffractometers. User Manual , 2013. UK
18. Sheldrick G.M. SHELXT– Integrated space-group and crystal-structure determination // Acta Crystallographica. Section A Foundations and Advances, –2015. –71(1), –P. 3–8.



UO'T: 546.05;546.06;546.47;548.315; 661.743.24

Oybek XUDOYBERGANOV,  
Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi, PhD  
E-mail: oybek\_hudoyberganov@mail.ru

Urganch davlat universiteti kimyo kafedrasi dotsenti, k.f.n Y.Taxirov taqrizi asosida

#### SYNTHESIS AND STRUCTURE OF THE COMPLEX OF ZINC ACETATE AND SUCCINIC ACID WITH THE SODIUM SALT

Annotation

This article highlights the research results on the synthesis of a new heterometallic complex compound of zinc acetate and succinic acid with the sodium salt and the determination of their composition, structure and properties by physico-chemical methods: scanning electron microscope-energy dispersive analysis (SEM-EDS), X-ray phase analysis, thermal analysis and X-ray structural analysis. The central atom of the complex compound is zinc, the oxygen atom of the carboxyl group of the acetate residue and the sodium salt of succinic acid are interconnected through the oxygen atom of the carboxyl group, forming a complex compound with a coordination number of 6.

**Key words:** Zinc acetate, succinic acid with the sodium salt, ligand, thermal analysis, SEM-EDS, X-ray phase and X-ray structural analysis, complex compound, coordination number, Mercury program, coordination capacity, complex compound stability.

#### СИНТЕЗ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА ЦИНКА АЦЕТАТА И ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ С НАТРИЕВОЙ СОЛЬЮ

Аннотация

В статье представлены результаты исследований по синтезу нового гетерометаллического комплексного соединения ацетата цинка и янтарной кислоты с натриевой солью и определению их состава, структуры и свойств физико-химическими методами: сканирующей электронной микроскопией с энергодисперсионным анализом (СЭМ-ЭДА), рентгенофазовым анализом, термическим анализом и рентгеноструктурным анализом. Центральным атомом комплексного соединения является цинка, атом кислорода карбоксильной группы ацетатного остатка и натриевая соль янтарной кислоты соединены между собой через атом кислорода карбоксильной группы, образуя комплексное соединение с координационным числом 6.

**Ключевые слова:** ацетата цинка, янтарная кислота с натриевой солью, лиганд, термический анализ, СЭМ-ЭДА, рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, комплексное соединение, координационное число, программа «Меркурий», координационная способность, комплексное соединение, стабильность.

#### RUX ATSETATI HAMDA QAHRABO KISLOTASINING NATRIYLI TUZI BILAN KOMPLEKSI SINTEZI VA STRUKTURASI

Annotatsiya

Maqolada rux atsetatining qahrabo kislotasi natriyli tuzi bilan yangi geterometall kompleks birikmasi sintez qilingan va ularning tarkibi, tuzilishi va xossalari fizik-kimyoviy metodlar: skanerlovchi elektron mikroskop-energiya dispersion tahlil (SEM-EDT), rentgenfazaviy tahlil, termik analiz va rentgen strukturaviy tahlil yordamida o'rganilgan. Kompleks birikma tarkibidagi markaziy atom rux, atsetat qoldig'i tarkibidagi karboksil guruhining kislorod atomi va qahrabo kislotasining natriy tuzi bilan ham karboksil guruhidagi kislorod atomi orqali o'zaro bog'lanib, koordinatsion soni 6 ga teng bo'lgan kompleks birikmani hosil qilgan.

**Kalit so'zlar:** Rux atsetati, qahrabo kislotasining natriyli tuzi, ligand, termik analiz, SEM-EDX, rentgenfazaviy va rentgen strukturaviy tahlil, kompleks birikma, koordinatsion son, Mercuriy dasturi, koordinatsion sig'im, kompleks birikma barqarorligi.

**Kirish.** Ushbu maqolada kompleks birikmalar kimyosining yangi yo'nalishlaridan bo'lgan geterometall koordinatsion birikmalar sintezi va ularning fizik-kimyoviy metodlar bilan tahlili haqida ma'lumotlar berilgan. Hozirgi davrda kompleks birikmalar kimyosi bilan shug'ullanuvchi olimlar tomonidan tarkibida ikki xil metall atomi tutgan koordinatsion birikmalarni sintez qilish va ularning tahlilini amalga oshirish bo'yicha ishlar keng ko'lamda amalga oshirilyapti. Ushbu sintezlangan koordinatsion birikma tarkibida ikki xil metall atomi va turli xil kislota qoldig'i tutganligi, shu jumladan, ular tarkibida juft elektronga ega geteroatomlarning mavjudligi, ularning 3d-metallari bilan kompleks birikmalar hosil qilish imkoniyatini yanada kengaytiradi. Shuningdek, Yangi O'zbekistonning 2022–2026-yillardagi taraqqiyot strategiyasida "iqtisodiyotni rivojlantirish ustuvor yo'nalishlari belgilangan hamda mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida, yuqori qo'shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni yanada jadallashtirish, sifat jihatdan yangi mahsulot va texnologiya turlarini o'zgartirish masalalari alohida belgilab qo'yilgan [1]. Ushbu yo'nalishda iqtisodiyotimizning yetakchi tarmoqlaridan biri bo'lgan, kimyo sanoatini rivojlantirishda, yangi kompleks birikmalarni sintez qilish, ularning biologik faolliklarini tadqiq etishga keng e'tibor qaratilmoqda. Ushbu masalalardan kelib chiqqan holda laboratoriya sharoitida o'simliklarning qurg'oqchilik va turli zararli hasharotlarga qarshi kurashish qobiliyatini oshiruvchi qo'shimcha biologik faol ozuqa modda sifatida ishlatiluvchi biostimulyator sintezini amalga oshirildi.

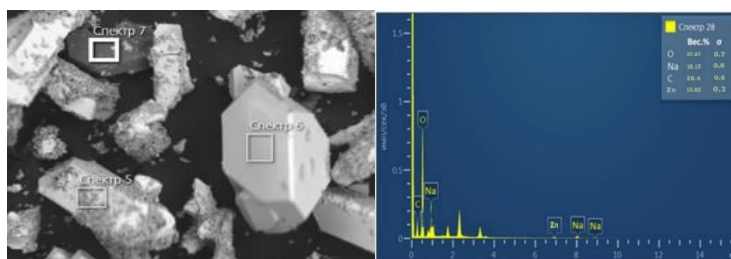
Tadqiqotning maqsadi rux atsetati hamda qahrabo kislotasi natriyli tuzi bilan kompleksining sintezi, tarkibi, tuzilishi va xossalari aniqlashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun rux atsetatining, qahrabo kislotasi natriyli tuzi bilan kompleks birikmasining sintez qilish usullari ishlab chiqilgan va sintezi amalga oshirilgan. Sintez qilingan birikmlarning tarkibi va tuzilishi SEM-EDX, termik analiz va rentgen strukturaviy tahlil metodlari yordamida o'rganilgan.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Adabiyotlarda rux atsetatining va qahrabo kislotasining kompleks birikmalari sintezi, tuzilishi o'rganish va amaliy qo'llanilishi bo'yicha ishlarining natijalarini umumlashtirgan ko'plab sharhlar uchraydi. Matyoqubova M.X., Hasanov Sh.B tomonidan yozilgan "Kobalt(II) ionining qaxrabo kislotasi va monoetanolamin bilan kompleks birikmalari" mavzusidagi maqolada qaxrabo kislotasining kobalt metali va monoetanolamin bilan aralash ligandli kompleks birikmasini sintez qilish metodlari berilgan[2].

Kadirova Sh.A., Razzokova S.R., Ziyayev A.A tomonidan "Spektroskopiya usullaridan foydalangan holda oksadiazolin hosilasi bilan 3d metallarning komplekslarini sintez qilish va o'rganish" mavzusida yozilgan maqolada 5-(p-nitrofenil)-1,3,4-oksadiazolin-2-tion bilan Co(II), Ni(II), Cu(II) va Zn(II) ning yangi kompleks birikmalari sintez qilingan. Olingan birikmalar strukturasi IQ va PMR spektroskopik tadqiqotlari asosida polidentat ligand  $-C=S$  guruhining oltingugurt atomi orqali kompleks hosil qiluvchiga muvofiqlashtirilganligi ko'rsatilgan. Bunda tetraedr konfiguratsiyaga ega aralash-ligandli molekulyar-ionli kompleks birikmalar hosil bo'lgan[3]. Brina Dojer, Andrey Peveds, Ferdinand Belay, Matjaz Kristl tomonidan yozilgan "3- va 4-aminopiridinli ikkita yangi rux (II) asetatli kompleks birikma sintezi va tuzilishi" mavzusidagi yozilgan maqolada, olingan mahsulotlar strukturaviy jihatdan bir kristalli rentgen nurlari diffraksiyasi bilan tavsiflangan.  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  va 3-aminopiridin (3-apy) reaksiyasi natijasida sintez qilingan birikmaning rangsiz kristallari  $[Zn_3(O_2CCH_3)_6(3-apy)_2(H_2O)_2]$  formulali uch yadroli kompleks molekullardan iborat. Molekulasi shakli tetraedrik shaklda ekanligi aytilgan bo'lsa,  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  ning 4-aminopiridin (4-apy) bilan reaksiyasi natijasida olingan rangsiz kristallar bir yadroli kompleksdan iborat  $[Zn(O_2CCH_3)_2(4-apy)_2]$  ekanligi takidlangan[4]. Shuningdek, adabiyot manbalari tahlilining ko'rsatishicha, rux atsetati va qahrabo kislotasining kompleks birikmalarini tahlil qilish bo'yicha keng miqyosda tajriba natijalari bo'lishiga qaramasdan, bu ligandlar asosida olingan geterometall kompleks birikmalar sintezi va tuzilishi yetarli darajada o'rganilmagan. Shu sababli, rux atsetati hamda qahrabo kislotasi natriyli tuzi bilan geteroyadroli kompleks birikmasini sintez qilish, fizik-kimyoviy va biologik faolligini aniqlash alohida ilmiy qiziqish tug'diradi. Tadqiqotlar natijasida gomo- va geterometall koordinatsion birikmalar sintezi amalga oshirilgan, ularning tuzilishi, kimyoviy va ayrim fizik xossalari tahlil qilingan [5].

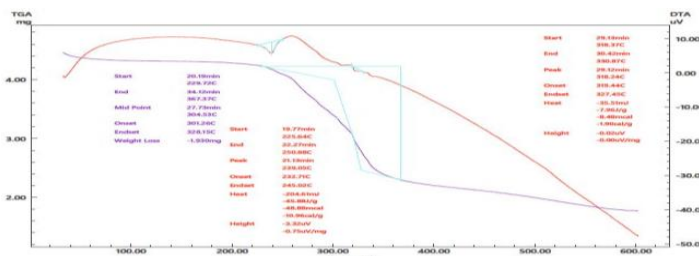
**Tadqiqot metodologiyasi.** Ishda zamonaviy fizik-kimyoviy metodlar: skanerlovchi elektron mikroskop-energiya dispersion tahlil (SEM-EDT), rentgenfazaviy tahlil, termik analiz va rentgen strukturaviy analiz usullaridan foydalanilgan[6].  $[(\text{SucNa})_2\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$  tarkibli kompleks birikma sintezi quyidagi metodika bo'yicha amalga oshirildi. Qaytarma sovutgich bilan jihozlangan ikki og'izli kolbaga, 0,001 mol  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  tuzining suvdagi 10ml eritmasi quyildi. Eritma ustiga ikkinchi eritma 0,002 mol qahrabo kislotasi natriyli tuzining etanoldagi 20ml eritmasi, xar 10 minut davomida 5ml dan qo'shiladi. Aralashma 50 minut davomida aralashtirib turgan holda, qaynatildi [7]. Erituvchisi xona haroratida bug'latildi. Olingan mahsulot dietil efirda yuvildi. Olingan tiniq eritma uch kun davomida ochiq havoda, so'ngra quritish shkafiga 8 kun davomida quritildi va kompleks birikmaning monokristali o'stirildi. Unum 74 %. Tsuyuq = 186 °C.

Sintez qilingan kompleks birikmadagi elementlarning miqdorlari (uglerod, kislorod va metall atomlari) SEM-EDT metodi yordamida analiz qilindi [8]. Komplekslarning mikrostrukturallari va EDT diagrammalari 1-rasmda keltirildi.



1-rasm.  $[(\text{SucNa})_2\text{Zn}(\text{C}_3\text{COO})_2]$  kompleks birikmasining mikrostrukturasi va EDT diagrammasi

**Tahlil va natijalar.**  $[(\text{SucNa})_2\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$  kompleksining termik barqarorligi va tarkibida suv molekullari bor yoki yo'qligini aniqlash maqsadida termik analiz o'tkazildi [9,10]. Termik analiz natijalari: birikmalarni termik parchalanish bilan boruvchi issiqlik effekti tabiati, temperatura effekti intervallari va ularning tabiati, massani mg larda kamayishi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm.  $[(\text{SucNa})_2\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$  kompleks birikmasi derivatogrammasi

$[(\text{SucNa})_2\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$  tarkibli kompleks birikmaning DTA egrisida 76,84°C da endotermik effektlar va 236, 310, 316, 344°C da ekzotermik effektlar mavjud. 76°C dagi effekt suvning parchalanishiga mos keladi. Keyingi 76-236°C termoeffektlarda asosiy massaning 10,66 % ya'ni 0.575 mg yo'qotiladi. Keyingi parchalanish 342-354°C oralig'ida kechadi. Unda asosiy massaning 38,4% organik kislota qoldig'ining parchalanishi va termoliz mahsuloti sifatida rux oksidining hosil bo'lishi o'rganildi. Aralash ligandli komplekslarning derivatografik tahlili natijasida namunaning massasi, komplekslarning parchalanish massasi va komplekslarning termik barqarorligi harorat organi sari o'zgarib borishi aniqlandi. Sintezlangan  $[(\text{SucNa})_2\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$

kompleks birikma monokristallari o'stirilib, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Bioorganik kimyo institutining jamoaviy foydalanish markaziga o'rnatilgan XtaLAB Synergy(Rigaki, Yaponiya) difraktometrida rentgenstrukturaviy tahlili o'tkazildi [11]. Rentgen strukturaviy tahlil natijalari Xcalibur Roxford Diffraction avtomatik difraktometrida 293 K haroratda (Cu Karadiation,  $k = 1,54184 \text{ \AA}$ , xscan rejimi, grafit monoxromator) olingan. Rentgen tuzilish tahlili yordamida kompleks birikma monokristaliga tegishli parametrlar *Cif* fayl yordamida olinib, u *platon* va *mercuriy* dasturlari bilan ishlanib, tegishli ma'lumotlar olindi. Monokristalga tegishli parametrlar quyidagi jadvallarda ifodalab berildi.

## 1-Jadval

Qahrabo kislotasining natriyli tuzi va Zn(II) atsetati bilan olingan kompleks birikmasi monokristalining kristallografik ma'lumotlari va strukturasi qat'iy kirituvchi parametrlar

| Parametr                                                                                           | Qiymatlar                                              | Parametr                                                              | Qiymatlar            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Zn li-kompleks birikma: <math>[\text{ZnC}_{12}\text{H}_{14}\text{Na}_4\text{O}_{12}]</math></b> |                                                        |                                                                       |                      |
| Formula                                                                                            | $\text{ZnC}_{12}\text{H}_{14}\text{Na}_4\text{O}_{12}$ | Kristall o'lchami, mm                                                 | 0.26×0.22×0.14       |
| Molekulyar massa                                                                                   | 507.58                                                 | Harorat T, °K                                                         | 294                  |
| Singoniya                                                                                          | Triklinik                                              | Skanerlash oralig'i $\theta$ , °                                      | 3,6; -54,62          |
| Fazoviy guruh                                                                                      | C1                                                     | Interval h,k,l                                                        | -24/18, -9/6, -18/14 |
| a, Å                                                                                               | 16.56                                                  | Jami reflekslar                                                       | 5418                 |
| b, Å                                                                                               | 16.56                                                  | Mustaqil reflekslar soni                                              | 1627                 |
| c, Å                                                                                               | 11.72                                                  | $R_{\text{int}}$                                                      | 0.054                |
| $\alpha$ , °                                                                                       | 90                                                     | $F_2 \geq 2\sigma(F_2)$ kriteriy                                      | 1084                 |
| $\beta$ , °                                                                                        | 90                                                     | Aniqlagan parametrlar                                                 | 244                  |
| $\gamma$ , °                                                                                       | 90                                                     | Strukturani aniqlash sifati                                           | 1.16                 |
| V, Å <sup>3</sup>                                                                                  | 3216                                                   | $R_1, wR_2 (I > 2\sigma(I))$                                          | 0.0445, 1.532, 1.24  |
| Z                                                                                                  | 2                                                      | $\Delta\rho_{\text{min}} / \Delta\rho_{\text{max}}, e\text{\AA}^{-3}$ | -0.46 / 0.52         |
| Dx, g/cm <sup>3</sup>                                                                              | 0.524                                                  | CCDC-raqami va ref-kod                                                |                      |
| $\mu(\text{CuK}\alpha)$ , mm <sup>-1</sup>                                                         | 0.427                                                  |                                                                       |                      |

Kristalning elementar yacheykasi parametrlari quyidagicha: fazoviy guruhi C1,  $a=16.56\text{\AA}$ ,  $b=16.56\text{\AA}$ ,  $c=11.72\text{\AA}$ ,  $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=90^\circ$ ,  $\gamma=90^\circ$ ,  $V=3216\text{\AA}^3$ ,  $Z=2$ .  $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$  kompleksi monoyadroli bo'lib  $\text{Zn}^{2+}$  ionining qahrabo kislotasi va sirka kislota qoldig'i bilan hosil qilingan, neytral tabiatga ega.



3-rasm. Sintezlangan  $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$  tarkibli kompleks birikma kristalining tasviri

## 2-jadval

Kompleks birikmaning bog' uzunliklari va bog'lanish burchaklari

| Bog'        | d, Å   | Burchak         | $\omega$ , grad |
|-------------|--------|-----------------|-----------------|
| Zn(1)-O(1)  | 1.8923 | O(1)-Zn(1)-O(2) | 83.83           |
| Zn(1)-O(2)  | 1.8117 | O(1)-Zn(1)-O(3) | 91.38           |
| Zn(1)-O(3)  | 1.8780 | O(1)-Zn(1)-O(4) | 84.67           |
| Zn(1)-O(4)  | 1.8834 | O(1)-Zn(1)-O(5) | 74.38           |
| Zn(1)-O(5)  | 2.1451 | O(1)-Zn(1)-O(6) | 146.85          |
| Zn(1)-O(6)  | 2.1521 | O(1)-Zn(1)-C(4) | 135.72          |
| Zn(1)-C(4)  | 2.3419 | O(2)-Zn(1)-O(3) | 161.14          |
| Na(1)-O(11) | 2.1600 | O(2)-Zn(1)-O(4) | 90.01           |
| Na(2)-O(10) | 2.1595 | O(2)-Zn(1)-O(5) | 71.95           |
| Na(3)-O(9)  | 2.1597 | O(2)-Zn(1)-O(6) | 68.37           |
| Na(4)-O(12) | 2.1604 | O(2)-Zn(1)-C(4) | 83.61           |
| O(1)-C(1)   | 1.3557 | O(3)-Zn(1)-O(4) | 107.75          |
| O(2)-C(3)   | 1.3339 | O(3)-Zn(1)-O(5) | 89.19           |
| O(3)-C(5)   | 1.2093 | O(3)-Zn(1)-O(6) | 120.68          |
| O(4)-C(8)   | 1.2103 | O(3)-Zn(1)-C(4) | 87.23           |
| O(5)-C(12)  | 1.2649 | O(4)-Zn(1)-O(5) | 153.45          |

Kompleks tarkibidagi Zn(1)-O(1), Zn(1)-O(2), Zn(1)-O(3), Zn(1)-O(4) va Zn(1)-O(5), Zn(1)-O(6) bog'lari orasidagi masofasi qiymati mos ravishda  $1.8923\text{\AA}$ ,  $1.8117\text{\AA}$ ,  $1.8780\text{\AA}$ ,  $1.8834\text{\AA}$  va  $2.1451\text{\AA}$ ,  $2.1521\text{\AA}$  ga teng [12].

## 3-jadval

Kristall tuzilishidagi vodorod bog'lar ( $\text{\AA}^\circ$ )

| Bogʻlanish<br>D—H···A                                                      | Masofa, Å |       |       | Burchak<br>D—H···A, grad. | Atom koordinatalari, Å |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|-------|---------------------------|------------------------|
|                                                                            | D—H       | H···A | D···A |                           |                        |
| [(SucNa <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> Zn(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> ] |           |       |       |                           |                        |
| C(4)—H(10)···O(3)                                                          | 1.12      | 2.51  | 2.930 | 101                       | x,y,1+z                |
| O(2)—H(2A)···O(1)                                                          | 0.88      | 1.94  | 2.648 | 103                       | -1/2+x,-1/2+y,z        |
| O(2)—H(2B)···O(3)                                                          | 0.78      | 1.83  | 2.671 | 106                       | -1/2+x,-1/2+y,z        |

|                   |      |      |       |     |                     |
|-------------------|------|------|-------|-----|---------------------|
| C(2)–H(2C)...O(1) | 0.89 | 2.44 | 3.263 | 112 | $x, 1/2-y, 1/2+z$   |
| C(3)–H(3A)...O(3) | 0.89 | 2.39 | 3.178 | 112 | $1/2+x, 1/2+y, z$   |
| O(3)–H(3C)...O(4) | 0.85 | 1.89 | 2.728 | 108 | $1-x, 1/2+y, 3/2-z$ |
| O(3)–H(3D)...O(1) | 0.85 | 1.94 | 2.730 | 116 | $x, 3/2-y, 1/2+z$   |

O(1)–Zn(1)–O(2), O(1)–Zn(1)–O(3), O(1)–Zn(1)–O(4), O(1)–Zn(1)–O(5) va O(1)–Zn(1)–O(6), O(2)–Zn(1)–O(3) ning burchak kattaliklari mos ravishda  $83.83^\circ$ ,  $91.38^\circ$ ,  $84.67^\circ$ ,  $74.38^\circ$  va  $146.85^\circ$ ,  $135.72^\circ$  ga teng ekanligini ko'rish mumkin. Kompleks birikma tarkibidagi qahrabo kislotasi natriyli tuzi kislorod atomi va markaziy atom rux orasidagi masofa farqi Yan-Tellar effekti bilan tushuntiriladi.

Kompleks birikmadagi markaziy atom rux triklinik tipida ikkita molekula atsetat qoldig'i kislorod atomi va qahrabo kislotasi qoldig'idagi kislorod atomlari bilan koordinatsiyalanadi. Bunda atsetat qoldig'i kislorod atomi orqali monodentat va ikkita qahrabo kislotasi qoldig'i esa kislorod atomlari orqali bidentat ligandlar sifatida koordinatsiyalanishda qatnashadi. Markaziy atom kobaltning koordinatsion soni 6ga teng bo'lib,  $sp^3d^2$  xolatda gibridlangan. Tahlil natijalari ko'ra kompleks tarkibidagi sirka kislotasi qoldig'i va natriy suksinat molekullari ishtirokidagi, C(4)–H(10)...O(3), O(2)–H(2A)...O(1), O(2)–H(2B)...O(3) va C(2)–H(2C)...O(1) turdagi vodorod bog'lar (3-jadval) hisobiga bc tekislikiga parallel ikki o'lchamli qatlam hosil bo'lganligi hisobiga barqaror bo'ladi.

**Xulosa va takliflar.** [(SucNa<sub>2</sub>)<sub>2</sub>Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>] kompleks birikma tarkibida ikki xil tabiiy metall atomlari borligi va ular geterometall poliyadrol kompleks birikma hosil qilishi aniqlandi. Yaratilgan sintez metodi o'xshash koordinatsion birikmalarni keyinchalik sintez qilishda qo'llanilishi mumkin. [(SucNa<sub>2</sub>)<sub>2</sub>Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>] koordinatsion birikmaning monokristallari o'stirildi va unga tegishli parametrlar *mercuriy* dasturi yordamida aniqlanib, jadval ma'lumotlari yordamida ifodalab berildi. Olingan geterometall poliyadrol kompleks birikmada markaziy atom rux bo'lib uning, koordinatsion soni 6 ga teng ekanligini va gibridlanishi  $sp^3d^2$  holatda bo'lishini rentgen strukturaviy tahlildan olingan ma'lumotlarga tayanib aytish mumkin.

#### ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni.
2. Матякубова М.Х., Хасанов Ш.Б. Комплексы моноэтаноламина и янтарной кислоты с солями кобальта (II). *Universum: технические науки* Выпуск: 2(95) Февраль 2022. 37-40 С.
3. Kadirova Sh.A., Razzokova S.R., Ziyayev A.A. Синтез и исследование комплексов 3d-металлов с производным оксадиазолина методами спектроскопии. *Universum: химия и биология* выпуск: 5(59) май 2029, ст. 48-53.
4. Brina Dojer, Андрей Певец, Фердинанд Белай, Matjaž Kristl. Два новых ацетата цинка (II) с 3- и 4-аминопиридином: синтез и структурные свойства. 2015;62(2):312-8. doi: 10.17344/acsi.2014.1111.
5. Шакирова Ю.Р. Гомо- и гетерометаллические люминесцентные комплексы металлов подгруппы меди: син-тез и исследование фотофизических свойств: дис. ... канд. хим. наук : 02.00.01. – СПб., 2014. – 181 л.
6. Synthesis and properties of the coordination compound of calcium stearate with thiocarbamide // Khasanov Sh.B., Ibodullaeva T.A., Abdullaeva Z.Sh., Khudoyberganov, O.I. *Azerbaijan Chemical Journal*, 2023, 2023(2), P-111–115.
7. Прямой синтез координационных соединений. Под ред. акад. НАН Украины Скопенко В. В. - Киев: Вент, 1997.-175 с.
8. Корусенко П. М., Несов С. Н., Ивлев К. Е. Морфология, структура и электрохимические свойства композита MnOx @ CNTs: исследование методами SEM, EDX, XPS и CVA // Омский научный вестник. 2022. № 2 (182). С. 86–92. DOI: 10.25206/1813-8225-2022-182-86-92.
9. Ковба П. М., Трунов В. К. Рентгенофазовый анализ. - М.: МГУ, 1976. - 232 с.
10. Топор Н.Д., Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. Москва: Изд-во МГУ, 1987. - С.190.
11. Шаталова Т.Б., Шляхтин О.А., Веряева Е. Методы термического анализа. – Москва: 2011. – 72 с.
12. Савицкая Л.К. Рентгеноструктурный анализ: учебное пособие// Томск: СКК-Пресс, 2006, стр.274.



УДК: 661.635.68

**Шерзод ХУЖАМБЕРДИЕВ,**

*Ташкентский химико-технологический институт, Старший преподаватель кафедры химической инженерии*

*E-mail: sherzod0108@mail.ru*

*По отзывом И.Умбарова, профессора Термезского государственного университета*

#### STUDY OF THE PROCESS OF PRODUCING SODIUM POLYPHOSPHATES FROM PARTIALLY PURIFIED EXTRACTION PHOSPHORIC ACID

Annotation

The aim of this work is to research the process of obtaining sodium tripolyphosphate based on two-stage neutralization of partially purified from fluorine and sulfates extraction phosphoric acid. Optimum technological parameters of the process are established: pH,  $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$  ratios for neutralization of purified extraction phosphoric acid, as well as the effect of temperature and duration on the degree of polymerization.

**Key words:** condensed phosphates, sodium polyphosphate, molar ratio  $\text{NH}_3/\text{MgO}$ , degree of polymerization.

#### QISMAN TOZALANGAN EKSTRAKSION FOSFOR KISLOTASIDAN NATRIY POLIFOSFATLAR OLISH JARAYONINING TADQIQOTI

Annotatsiya

Ushbu tadqiqotning maqsadi qisman ftor va sulfatlardan tozalangan ekstraktsion fosfor kislotasini ikki bosqichli neytrallash asosida natriy tripolifosfat olish jarayonini o'rganishdan iborat. Jarayonning optimal texnologik ko'rsatkichlari: tozalangan ekstraktsion fosfor kislotasini neytrallashga pH,  $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$  nisbati, shuningdek, polimerlanish darajasiga harorat va davomiylik ta'siri aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** kondensatsiyalangan fosfatlar, natriy tripolifosfat,  $\text{NH}_3/\text{MgO}$  molyar nisbati, polimerlanish darajasi.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИФОСФАТОВ НАТРИЯ ИЗ ЧАСТИЧНО ОЧИЩЕННОЙ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация

Целью настоящей работы является изучение процесса получения триполифосфата натрия на основе двухстадийной нейтрализации частично очищенной от фтора и сульфатов экстракционной фосфорной кислоты. Установлены оптимальные технологические параметры процесса: pH, соотношения  $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$  на нейтрализацию очищенной экстракционной фосфорной кислоты, а также влияние температуры и продолжительности на степень полимеризации.

**Ключевые слова:** конденсированные фосфаты, полифосфат натрия, молярного соотношения  $\text{NH}_3/\text{MgO}$ , степень полимеризации.

**Введение.** С развитием научных и нанотехнологий в мире увеличивается потребность в чистых химических соединениях, среди которых особое место занимают полифосфаты натрия. Наиболее востребованным из них является триполифосфат натрия. Обеспечение химической и энергетической промышленности, а также производства синтетических моющих средств полифосфатами натрия становится приоритетной задачей. В условиях острого дефицита качественного местного фосфатного сырья и отсутствия термической фосфорной кислоты, важной проблемой является организация производства чистых полифосфатов натрия из экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК), содержащей нежелательные примеси.

**Обзор литературы.** Полифосфаты натрия находят широкое применение в различных отраслях. В энергетике они используются для умягчения воды, в текстильной и кожевенной промышленности – для флотации руд и бурения нефтяных скважин. Они служат моющими и обезжиривающими средствами и являются компонентами в производстве товаров народного потребления и бытовой химии. В быту полифосфаты натрия используются в качестве добавок при стирке тканей в воде любой температуры, для мытья стекол, посуды, чистки ванн, раковин и других поверхностей [1].

Полифосфаты натрия находят широкое применение в различных отраслях промышленности и народного хозяйства, и в некоторых случаях их невозможно заменить другими веществами [2, 3].

Наиболее важным свойством полифосфатов натрия, обуславливающим их широкое применение, является способность связывать кальций и магний, что способствует умягчению воды. Это объясняется их ионообменными свойствами. Триполифосфат натрия ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) образует соль  $\text{Ca}_2\text{NaP}_3\text{O}_{10}$  с солями жесткости, выделяющуюся в осадок при высокой концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в растворе. Он может связывать 10-11% кальция и 6,4% магния (от своего веса). Стеклообразные фосфаты способны связывать 12-18% кальция и 2,9-3,8% магния [4].

Пиро- и триполифосфаты натрия используются для производства моющих средств. Например, в США до 90% общего объема производства триполифосфата натрия идет на эти цели. Пирофосфаты, полифосфаты и метафосфаты также находят применение в пищевой промышленности, включая производство сыра, колбас, сгущенного молока и других продуктов питания [5, 6]. Еще одно важное свойство дегидратированных фосфатов натрия (особенно триполифосфата) – это их способность пептизировать суспензии и снижать их вязкость. Благодаря этому свойству они находят применение при флотации руд [7].

**Методы исследований.** Исследование по двухстадийной нейтрализации частично очищенной от фтора и сульфатов ЭФК показали возможность получения очищенных растворов фосфатов натрия при соотношениях  $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5 = 0,73$ . Для проведения опытов в качестве исходных реагентов использовали глубоко обессульфаченную и обесфторенную ЭФК на основе фосфоритов ЦК, следующих составов, масс. %:  $\text{P}_2\text{O}_5 - 17,03$ ;  $\text{SO}_3 - 0,002$ ;  $\text{CaO} - 1,85$ ;  $\text{MgO} - 0,63$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 0,72$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,64$ ;  $\text{F} - 0,31$ .

Получение полифосфатов натрия осуществляли путем термической обработки дигидрофосфата, гидрофосфата или их смеси в муфельной печи «Снол» (производство Литва) при различных температурах.

**Результаты и обсуждение.** Для установления химического состава растворов  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , глубоко обессульфаченную фосфорную кислоту нейтрализовали  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  до  $\text{pH}=3,53-5,02$  при которых соблюдаются соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5$  равные 0,335-0,492 (табл. 1).

Таблица 1

Влияние pH и соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5$  на химический состав жидкой фазы нейтрализованной экстракционной фосфорной кислоты

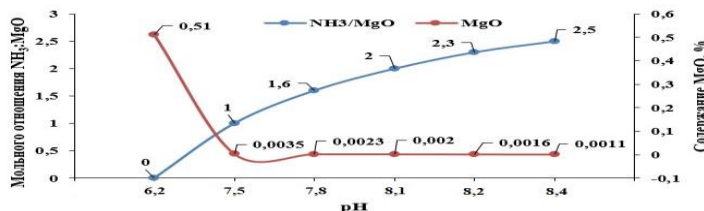
| № | pH среды | Химический состав раствора, масс. % |                        |              |              |                         |                         |       |               | $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$ |
|---|----------|-------------------------------------|------------------------|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-------|---------------|--------------------------------------------|
|   |          | $\text{Na}_2\text{O}$               | $\text{P}_2\text{O}_5$ | $\text{CaO}$ | $\text{MgO}$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | F     | $\text{SO}_3$ |                                            |
| 1 | 3,53     | 4,75                                | 14,25                  | 0,33         | 0,74         | 0,120                   | 0,035                   | 0,046 | 0,0015        | 0,333                                      |
| 2 | 3,79     | 5,11                                | 14,18                  | 0,30         | 0,75         | 0,089                   | 0,025                   | 0,042 | 0,0016        | 0,360                                      |
| 3 | 4,04     | 5,45                                | 14,09                  | 0,26         | 0,77         | 0,054                   | 0,013                   | 0,037 | 0,0017        | 0,387                                      |
| 4 | 4,28     | 5,78                                | 14,02                  | 0,24         | 0,78         | 0,039                   | 0,012                   | 0,032 | 0,0018        | 0,412                                      |
| 5 | 4,51     | 6,11                                | 13,93                  | 0,21         | 0,78         | 0,023                   | 0,011                   | 0,025 | 0,0019        | 0,439                                      |
| 6 | 4,76     | 6,44                                | 13,87                  | 0,17         | 0,79         | 0,019                   | 0,010                   | 0,017 | 0,0020        | 0,464                                      |
| 7 | 5,02     | 6,76                                | 13,79                  | 0,14         | 0,79         | 0,014                   | 0,010                   | 0,005 | 0,0020        | 0,490                                      |

Из данных видно, что с увеличением вводимого  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  соотношение  $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5$  и уровень pH среды возрастает. При увеличении соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5$  с 0,333 до 0,490 pH среды повышается с 3,53 до 5,02. В жидкой фазе содержится от 4,75 % до 6,76 %  $\text{Na}_2\text{O}$ , 14,25-13,79 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  и небольшое количество соединений Ca и Mg. Примеси Al, Fe,  $\text{SO}_4$  и F присутствуют в сотых долях процента, содержание  $\text{CaO}$  составляет 0,14-0,33 %, а  $\text{MgO} - 0,74-0,79$  %. Для получения чистых растворов аммонизацию кислоты необходимо проводить до достижения  $\text{pH}=4,51-5,02$  или соотношения  $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5 = 0,439-0,490$ .

Триполифосфат натрия полученный нейтрализацией глубоко обессульфаченной ЭФК карбонатом натрия до  $\text{pH}=6,3-6,8$  содержит 0,50-0,54% оксида магния. Для уменьшения содержания  $\text{MgO}$  раствор дополнительно аммонизировали газообразным аммиаком до  $\text{pH}=8,4$ , соблюдая молярное соотношение  $\text{NH}_3:\text{MgO}$  в диапазоне от 1,0 до 2,5. Повышение pH до 7,5-8,4 приводит к осаждению  $\text{MgO}$  в виде кристаллогидратов  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , что, в свою очередь, уменьшает содержание оксида магния в растворе:



На основе указанной реакции проведены эксперименты по снижению  $\text{MgO}$  в растворе фосфата натрия и показаны результаты влияния изменения значения pH среды раствора фосфата натрия в молярном соотношении  $\text{NH}_3:\text{MgO}$  на уровень осаждения магния (1).

Рис. 1. Влияние молярного соотношения  $\text{NH}_3:\text{MgO}$  и pH среды раствора на степень осаждения  $\text{MgO}$ 

Из рисунка видно, что введение аммиака в нейтрализованную карбонатом натрия до  $\text{pH}=6,2-6,5$  ЭФК резко снижает содержание оксида магния в растворе с 0,51% до 0,0035-0,0011% в зависимости соотношения  $\text{NH}_3:\text{MgO}$  или  $\text{pH}=7,5-8,4$ . При этом содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в растворе составляет 13,50-13,60%,  $\text{Na}_2\text{O}$  9,85-9,93%. Содержание остальных примесей изменяется незначительно.

Для получения триполифосфата натрия обработанную ЭФК нейтрализовали карбонатом натрия до  $\text{pH}=6,2$  (соотношение  $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5 = 0,73$ ), затем довели до  $\text{pH}=8,1$  с помощью аммиака. Полученную смесь фильтровали, выпаривали до густого состояния, сушили при 100-110°C и дегидратировали.

При этом изучено влияние продолжительности процесса на изменение химического состава дегидратированных фосфатов натрия при температуре 400°C (табл. 2).

Таблица 2

Влияние продолжительности процесса дегидратации при температуре 400°C на химический состав фосфатов натрия, полученных при  $\text{pH}=6,2$  и  $\text{Na}_2\text{O}:\text{P}_2\text{O}_5=0,73$

| № | τ, мин | Химический состав, масс. % |                        |               |              |              |                         |                         |        | Степень полимер. % |
|---|--------|----------------------------|------------------------|---------------|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--------|--------------------|
|   |        | $\text{Na}_2\text{O}$      | $\text{P}_2\text{O}_5$ | $\text{SO}_3$ | $\text{CaO}$ | $\text{MgO}$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | F      |                    |
| 1 | 30     | 40,43                      | 55,38                  | 0,0041        | 0,0087       | 0,0091       | 0,0062                  | 0,0056                  | 0,0022 | 93,51              |
| 2 | 60     | 40,78                      | 55,86                  | 0,0045        | 0,0090       | 0,0094       | 0,0069                  | 0,0063                  | 0,0020 | 95,17              |
| 3 | 90     | 41,02                      | 56,19                  | 0,0048        | 0,0093       | 0,0096       | 0,0075                  | 0,0069                  | 0,0019 | 97,96              |
| 4 | 120    | 41,18                      | 56,41                  | 0,0050        | 0,0095       | 0,0098       | 0,0080                  | 0,0073                  | 0,0019 | 98,14              |
| 5 | 150    | 41,20                      | 56,43                  | 0,0051        | 0,0096       | 0,0099       | 0,0082                  | 0,0075                  | 0,0018 | 98,21              |

С увеличением продолжительности прокаливания повышается содержание всех компонентов. Содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$ , при продолжительности прокаливания 30 минут, составляет 55,38%, а через 120 минут 56,41%, содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  при этих условиях повышается с 40,43% до 41,18%, соответственно. Степень полимеризации составляет 93,51-98,21%. Остальные компоненты повышаются всего на 0,001-0,002%.

Одним из ключевых технологических показателей триполифосфата натрия, синтезированного в лабораторных условиях, является степень его полимеризации. Также представлены научные данные о влиянии температуры и продолжительности процесса (рис. 2). Из него видно, что наивысшая степень полимеризации наблюдается при температурах 400-450°C и продолжительности дегидратации не менее 90 минут.

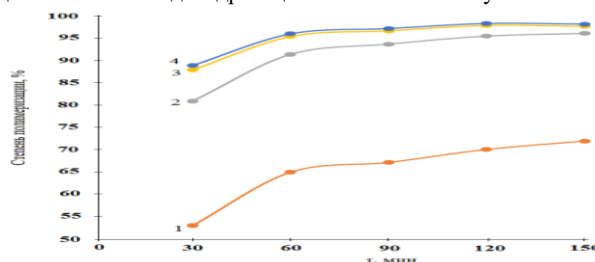


Рис. 2. Зависимость степени полимеризации (% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) от температуры процесса дегидратации смеси фосфатов натрия: 1 – 300°C; 2 – 350°C; 3 – 400°C; 4 – 450°C.

На рисунке 3 приведены основные компоненты триполифосфата натрия на основе глубокого очищенной ЭФК из фосфоритов ЦК. СЭМ анализ триполифосфата натрия показывает следующее содержание состава: Na-30,7%, P-25,4%, Ca-0,1%, Mg-0,1%, Al-0,1%, Fe-0,1%, что соответствует их содержанию в триполифосфате натрия.

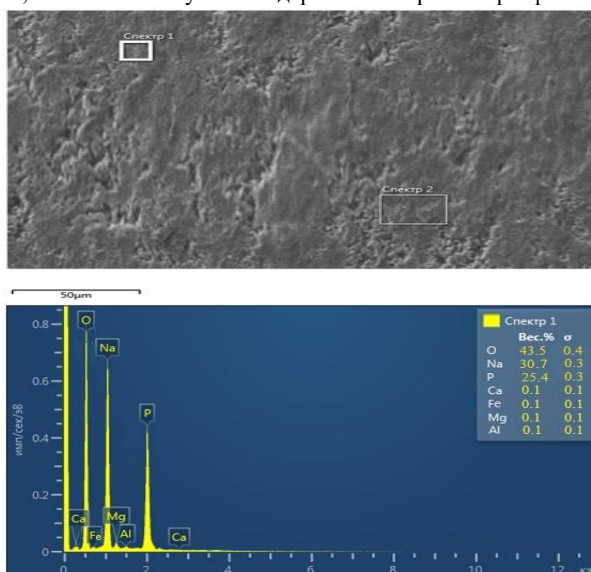


Рис. 3. СЭМ анализ триполифосфата натрия на основе глубокого очищенных растворов фосфатов натрия

**Выводы.** Таким образом, проведенные физико-химические исследования смеси ортофосфатов натрия из 2 молей Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> и 1 моли NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> при соотношении Na<sub>2</sub>O:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,73, что в результате термической обработки протекают реакции образования Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> при температурах до 400-450°C. Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> при продолжительности прокали 30 минут составляет 55,38%, а через 120 минут 56,41%, содержание Na<sub>2</sub>O при этих условиях повышается с 40,43% до 41,18%. Степень полимеризации составляет 93,51-98,21%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Khujamberdiev Sh., Mirzakulov Kh., Arifdjanova K. Research of the process thermal dehydration of orthophosphate is sodium phosphate from Central Kyzylkum. // International Journal of Chemical Petrochemical Technology. USA. 2019, ISSN(P): 2277-4807; ISSN(E): 2319-4464 Vol. 9, Issue 1, Dec 2019. pp. 1-8.
2. Momeni A., Filiaggi M.J. Synthesis and characterization of different chain length sodium polyphosphates // Journal of Non-Crystalline Solids. 2013. V.382. pp. 11-17. doi: 10.1016/j.jnoncrysol.2013.10.003.
3. Sadegh F., Fayazi A. Analysis of crystalline structure of sodium tripolyphosphate: effect of pH of solution and calcination condition // Ind. and Eng. Chem. Res. 2012. 51, № 3. pp. 1093-1098.
4. Essehli R., El Bali B., Benmokhtar S., Fuess H., Svoboda I., Obade Essehli R. Synthesis, crystal structure and infrared spectroscopy of a new non-centrosymmetric mixed-anion phosphate Na<sub>4</sub>Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) // Journal of Alloys and Compounds. 2010. V.493, Issue 1-2. pp. 654-660. doi: 10.1016/j.jallcom.2009.12.181.
5. Nagyová G., Buňka F., Salek R.N., Černíková M., Mančík P., Grüber T., Kuchař D. Use of sodium polyphosphates with different linear lengths in the production of spreadable processed cheese. // Journal of Dairy Science November 2013. DOI: 10.3168/jds.2013-7210. pp. 111-122.
6. Barth A.P., Tormena C.F., Viotto W.H. pH influences hydrolysis of sodium polyphosphate in dairy matrices and the structure of processed cheese. // Journal of Dairy Science. 2017. DOI: 10.3168/jds.2017-12764. pp. 8735-8743.
7. Farrokhpay S., Morris G.E., Britcher L.G. Stability of sodium polyphosphate dispersants in mineral processing applications // Minerals Engineering. 2012. V.39. pp. 39-44. doi: 10.1016/j.mineng.2012.07.001.



**Azimjon CHORIYEV**,  
Qarshi davlat universiteti dotsenti, PhD  
E-mail: [azimjon-organik@mail.ru](mailto:azimjon-organik@mail.ru)  
**Nodira ABDULLAJONOVA**,  
O'zR FA akad. O.S. Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti professori, k.f.d  
**Sitora BO'RONOVA**,  
Qarshi davlat universiteti magistranti  
**Muxlisa RAZZOQOVA**,  
Qarshi davlat universiteti magistranti

Namangan davlat universiteti professori, k.f.d. Sh.Abdullayev taqrizi asosida

**SYNTHESIS OF THE TRIS (4-CHLOROPHENYL) 2,2',2''-((5-((2-(4-CHLOROPHENOXY)-2-OXOETHOXY) CARBONYL) BENZENE-1,2,3-TRIYL) TRIS(OXY)) TRIACETATE**

Annotation

This article describes analytically and experimentally the possibility of 4-chlorophenylchloroacetate to form simple and complex esters with gallic acid. Emphasis is placed on the reaction conditions. The composition and structure of the synthesized substances were confirmed by IR, <sup>1</sup>H NMR and <sup>13</sup>C NMR spectroscopy.

**Key words:** gallic acid, 4-chlorophenylchloroacetate, synthesis, complex ester, chromatography, spectroscopy.

**СИНТЕЗ ТРИС (4-ХЛОРОФЕНИЛ) 2,2',2''-((5-((2-(4-ХЛОРОФЕНОКСИ)-2-ОКСОЭТОКСИ) КАРБОНИЛ) БЕНЗОЛ-1,2,3-ТРИЛ) ТРИС(ОКСИ)) ТРИАЦЕТАТА**

Аннотация

В статье представлено аналитическое и экспериментальное описание возможностей 4-хлорфенилхлорацетата образовывать простые и сложные эфиры с галловой кислотой. Особое внимание уделено условиям, при которых происходила реакция. Состав и структура синтезированных веществ подтверждены методами ИК-, ЯМР <sup>1</sup>H и ЯМР <sup>13</sup>C спектроскопии.

**Ключевые слова:** галловая кислота, 4-хлорфенилхлорацетат, синтез, сложный эфир, хроматография, спектроскопия.

**TRIS (4-CHLOROPHENYL) 2,2',2''-((5-((2-(4-CHLOROPHENOXY)-2-OXOETHOXY) CARBONYL) BENZENE-1,2,3-TRIYL) TRIS(OXY)) TRIACETATE**

Annotatsiya

Mazkur maqolada 4-xlorfenilxloratsetatning gall kislotasi bilan oddiy va murakkab efirlar hosil qilish imkoniyatlari tahliliy va eksperimental bayon etildi. Unda reaksiyaning borish sharoitiga urg'u berildi. Sintez qilingan moddalarning tarkibi va tuzilishi IQ, YaMR <sup>1</sup>H va YaMR <sup>13</sup>C -spektroskopiya usullari bilan tasdiqlangan.

**Kalit so'zlar:** gall kislotasi, 4-xlorfenilxloratsetat, sintez, murakkab efir, xromatografiya, spektroskopiya.

**Kirish.** Gall kislotasi tabiatda keng tarqalgan bo'lib, ayniqsa ikki pallali o'simliklar sinfiga kiruvchi oilalarda, masalan, ra'noguldoshlar – *Rosaceae*, dukkakdoshlar – *Fabaceae*, qoraqatdoshlar – *Saxifragaceae*, torondoshlar – *Polygonaceae*, toldoshlar – *Salicaceae*, qoraqayindoshlar – *Fagaceae*, pistadoshlar – *Anacardiaceae* va boshqa oilalarda ko'p uchraydi [1, 2]. Zaprometov maxsus o'tkazilgan tajribalar asosida cho'y o'simligi to'qimasida oldin gall kislotasi, so'ngra gallokateksinlarning shikim kislotadan sintezlanishini ko'rsatib o'tdi. Gall kislotasi tabiatda deksidlar va gallotaninlar tarkibida bo'ladi. Deksidlar - gall kislotaning o'zaro hosil qilgan murakkab efirlaridir. Gallotaninlar asosan gall kislotaning uglevodlar bilan bergan murakkab efirlari bo'lib, haqiqiy glikozidlarga kiradi [3].

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Tarkibida gall kislotasi bo'lgan mahsulotlardan tayyorlangan dorivor preparatlar tibbiyotda me'da- ichak (ich ketishi, kolit), og'iz va tomoq shilliq qavatlarining yallig'lanishi (stomatit, gingivit) kasalliklarini, teri kuyishi, surunkali ekzema hamda yaralarni davolashda burishtiruvchi va bakterisid modda sifatida hamda ichakdan qon oqishini to'xtatish uchun ishlatiladi [4-6]. Bundan tashqari, og'ir metallarning tuzlari, alkaloidlar va glikozidlar bilan zaharlanganda antidot sifatida ham ishlatiladi [7]. Shuning uchun gall kislotaning yangi hosilalarini sintez qilishning qulay hamda arzon usullarini topish, ularning biologik xossalarini o'rganish organik kimyoning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi.

Ishning maqsadi gall kislotaning 4-xlorfenilxloratsetat bilan murakkab efirini sintez qilishning qulay uslubini ishlab chiqish va sintez qilingan yangi moddani ajratib olish hamda uning tuzilishini zamonaviy fizik-kimyoviy metodlar bilan o'rganishdan iborat.

**Tadqiqot metodologiyasi. 4-Xlorfenilxloratsetat olish.** Vodorod xlorid chiqishiga moslangan naycha va qaytarma sovutkichi bilan jihozlangan tagi dumaloq kolbaga p-xlorfenol solinib, uni 50 ml absolyut benzolda eritildi. 4-Xlorfenol to'liq erib ketgandan so'ng eritmaga xloratsetilxlorid quyib reaksiya aralashmasi 20 soat qizdirildi. Reaksiya tugaganligini vodorod xlorid gazi ajralishi to'xtaganidan aniqlanib, reaksiyaga kirishmay qolgan 4-xlorfenolni ajratish maqsadida reaksion aralashma 10% li ishqorli suv bilan yuvildi hamda benzol bilan 3 marta ekstraksiya qilindi. Benzolli organik qavat ajratildi va CaCl<sub>2</sub> bilan quritildi. Benzol suv nasosida haydab olindi, mahsulot esa etil spirtida qayta kristallanib tozalandi. Tsuyuq. = 24°C. Reaksiya unumi 20 g,

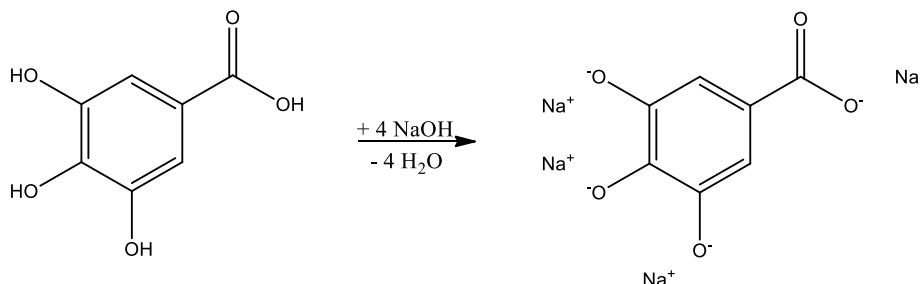
ya'ni 98% ga teng. Reaksiya natijasida faqat bitta modda 4-xlorfenilxloratsetat hosil bo'lganligi YuQX orqali aniqlandi.  $R_f = 0,76$  (benzol: metanol – 5:1). IQ- spektr (KBr,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ): 3030 (Ar C-H), 2999 (C=C-H), 2948 (CH<sub>2</sub>), 1770 ( $>\text{C}=\text{O}$ ), 1600 (C=C), 1313 (C-O-), 757  $\text{cm}^{-1}$  (Cl-CH<sub>2</sub>), 1260-1281  $\text{cm}^{-1}$  (C-O-C). <sup>1</sup>H-YaMR- spektr (CDCl<sub>3</sub>,  $\delta$ , m.u.): 3.87 (2H, c, Cl-CH<sub>2</sub>-), 4.12 (2H, c, -COO-CH<sub>2</sub>-), 6.85 (1H, t, J=7.43, Ar-H- 4), 6.93 (2H, t, J=7.89, Ar- H- 3, 5), 7.24 (2H, d, Ar-H- 2, 6). <sup>13</sup>C-YaMR- spektr (CDCl<sub>3</sub>): 40.61, 55.97, 110.87, 114.65, 121.54, 127.57, 139.35, 165.77, 172.63.

**Tris (4-xlorofenil) 2,2',2''-((5-((2-(4-xlorofenoksi)-2-oksoetoksi) karbonil) benzol-1,2,3-triil) tris(oksi)) triasetat sintezi.** Qaytarma sovutkich o'rnatilgan tagi dumaloq kolbaga 50 ml absolyut benzol quyildi va unga gall kislotasi solib eritildi. Uning ustiga natriy gidroksid solindi. Ma'lum vaqt o'tgandan so'ng natriy gidroksidning erishi sekinlashib bordi, shu sababli aralashma suv hammomida reaksiya oxiriga borguncha qizdirildi. Natriy gallat eritmasi sovutilgandan so'ng unga 4-xlorfenilxloratsetat solib, reaksiya aralashmasini suv hammomida 5 soat davomida qizdirildi. Reaksiyaga kirishmay qolgan natriy gallatni ajratish maqsadida reaksion aralashma 10% li ishqorli suv bilan yuvildi hamda benzol bilan 3 marta ekstraksiya qilindi. Benzolli organik qavat ajratildi va CaCl<sub>2</sub> bilan quritildi. Benzol suv nasosida haydab olindi, reaksiya mahsuloti esa etil spirtida qayta kristallanib tozalandi. Tsuyuq,  $t_{\text{qayt}} = 85^\circ\text{C}$ . Reaksiya unumi 12,87 g, ya'ni 70% ga teng.  $R_f = 0,40$  (benzol:metanol – 5:1). IQ-spektr (KBr,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ): 3052 (C-H aril), 1094 (C-OH), 2993 (CH<sub>2</sub>), 681 (=CH Ar-deform.), 1580, 1555 (C=C), 3600-3320 (OH). 1730-1735 (C=O). <sup>1</sup>H-YaMR- spektr (CDCl<sub>3</sub>,  $\delta$ , m.d.): 3.72 (2H, c, -CH<sub>2</sub>-), 4.25 (2H, c, -COO-CH<sub>2</sub>-), 6.88 (2H, d, J=7.32, Ar-H- 2, 6), 7.14 (2H, d, J=7.64, Ar- H- 3, 5). <sup>13</sup>C-YaMR- spektr (CDCl<sub>3</sub>): 40.71, 55.86, 77.16, 110.76, 112.54, 120.80, 122.43, 127.47, 139.29, 150.83, 165.56.

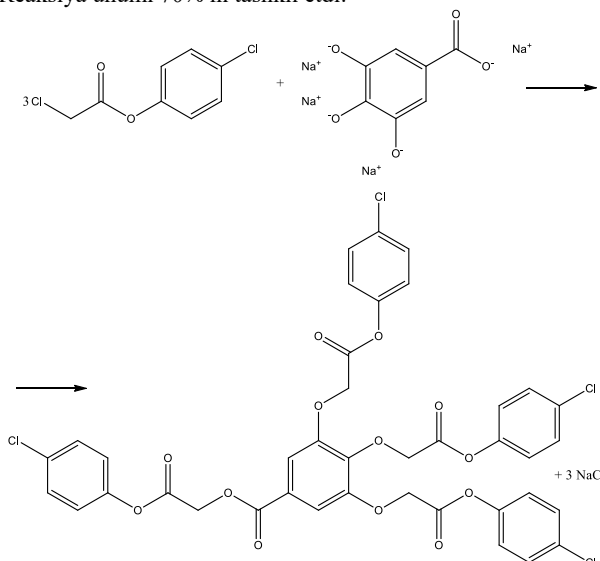
**Tahlil va natijalar.** O'zbekiston Milliy Universiteti kimyogar olimlari tomonidan aromatik uglevodorodlarni xloratsetillash reaksiyalari katalitik miqdordagi metall tuzlari (Lyuis kislotalari) ishtirokida o'rganilgan va bu birikmalar asosida 120 dan ortiq yangi moddalar sintez qilingan. Ularning biologik faolliklari o'rganilib, shu birikmalar orasidan gerbitsid, fungitsid va polimerlar uchun stabilizatorlik xossalari yuqori bo'lgan moddalar topilgan [8, 9].

Tuzilishi bo'yicha adabiyot manbalaridagi birikmalarga o'xshash, biologik faolliklari yuqori bo'lgan birikmalar sintez qilingan. Fenatsilxloridlarning fenollar, spirtlar, kislotalar va aminobirikmalar bilan nukleofil almashinish reaksiyalari o'rganilgan. Adabiyotlarda molekulasida alkoksi-, fenoksi- va kislotaga qoldiqlarini tutgan birik-malarning turli xil biologik faollikka ega bo'lishi ma'lum. Shu sababli, yangi biologik faol birikmalar sintez qilish maqsadida, 4-xlorfenilxloratsetat bilan gall kislotaning natriyli tuzi o'rtasida nukleofil almashinish reaksiyasi olib borildi.

4-Xlorfenilxloratsetat va gall kislotaning natriyli tuzi o'rtasidagi nukleofil almashinish reaksiyasi benzol erituvchisida olib borildi. Benzol erituvchisini tanlashdan maqsad, unda qutblilik yo'qligi (dipol momenti 0 ga teng) uchun nukleofil almashinish reaksiyasi bir xil yo'nalishda borib, halqali birikmalar hosil bo'lishi kuzatilmaydi. Bu ma'lumotlar ilmiy-tadqiqot ishida keltirilgan adabiyotlar sharhida ham berilgan. Avval gall kislotaga benzol muhitida natriy gidroksid ta'sir ettirib natriy gallat holatiga o'tkazildi:



Hosil qilingan natriy gallatga 4-xlorfenilxloratsetat ta'sir ettirib, tris (4-xlorofenil) 2,2',2''-((5-((2-(4-xlorofenoksi)-2-oksoetoksi) karbonil) benzol-1,2,3-triil) tris(oksi)) triasetat hosil qilindi. Reaksiya tugaganligini kolbadagi osh tuzi miqdorini o'zgaray qolishidan aniqlandi. Reaksiya unumi 70% ni tashkil etdi:



Olib borilgan jarayon 5 soat davom etdi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan modda etil spirtida qayta kristallab tozalandi. Etil spirtini tanlashning sababi, boshlang'ich modda 4-xlorfenilxloratsetat etil spirtida yaxshi eriydi, ammo asosiy modda tris (4-

xlorofenil) 2,2',2''-((5-((2-(4-xlorofenoksi)-2-oksoetoksi) karbonil) benzoil-1,2,3-triil) tris(oksi)) triasetat esa etil spirtida erimaydi. Shu tufayli, qayta kristallab toza holdagi mahsulotni ajratib olishga erishildi.

Olib borilgan tajriba natijalaridan ko'rinadiki, 4-xlorfenilxloratsetat bilan natriy gallat orasidagi reaksiya oson boradi va mahsulot yuqori unum bilan hosil bo'ladi. Bu jarayonni quyidagicha tushuntirish mumkin. 4-Xlorfenolda fenol halqasining 4-holatida joylashgan xlor kuchli -I effektga ega bo'ladi [10]. Ammo, kuchsiz bo'lsada +M effektga ham ega bo'lishi bilan fenolga qaraganda kislorod atomida elektron zichlikni kuchaytirishi hisobiga 4-xlorfenilxloratsetat bilan nukleofil almashinish reaksiyasi oson boradi va reaksiya unumi yuqori bo'ladi.

**Xulosa va takliflar.** 4- Xlorfenolni xloratsetillash reaksiyasi katalizatorsiz faqat benzoil eritmasida olib borilganda bitta mahsulot 4-xlorfenilxloratsetat hosil bo'lishi aniqlandi. 4-Xlorfenilxloratsetatning natriy gallat bilan olib borilgan nukleofil almashinish reaksiyasi natijasida mahsulot unumiga asosan reagentlarning quyidagi faollik qatori keltirib chiqarildi va olingan natijaning nazariy ma'lumotlarga mos kelishi aniqlandi. 4-Xlorfenilxloratsetat va u asosida sintez qilingan moddalarning tuzilishi IQ- va YaMR- spektrlari yordamida tasdiqlandi.

#### ADABIYOTLAR

1. Wianowska, D.; Olszowy-Tomczyk, M. A Concise Profile of Gallic Acid—From Its
2. Natural Sources through Biological Properties and Chemical Methods of Determination. *Molecules* 2023, 28, 1186. <https://doi.org/10.3390/molecules28031186>
3. Fernandes, F.H.A.; Salgado, H.R.N. Gallic Acid: Review of the Methods of Determination and Quantification. *Crit. Rev. Anal. Chem.* 2016, 46, 257–265.
4. Zaprometov M.N Phenolic compounds. Distribution, metabolism and functions in plants. – Moscow: Nauka, 1993. –273 s.
5. Badhani, B.; Sharma, N.; Kakkar, R. Gallic acid: A versatile antioxidant with promising therapeutic and industrial applications. *RSC Adv.* 2015, 5, 27540–27557.
5. Jiang, Y.; Pei, J.; Zheng, Y.; Miao, Y.-J.; Duan, B.-Z.; Huang, L.-F. Gallic Acid: A Potential Anti-Cancer Agent. *Chin. J. Integr. Med.* 2022, 28, 661–671.
6. Akbari, G.; Dianat, M.; Badavi, M. Effect of gallic acid on electrophysiological properties and ventricular arrhythmia following chemical-induced arrhythmia in rat. *Iran. J. Basic Med. Sci.* 2020, 23, 167–172.
7. Wang, H.; Qiu, C.; Chen, L.; Abbasi, A.M.; Guo, X.; Liu, R.H. Comparative study of phenolic profiles, antioxidant and antiproliferative activities in different vegetative parts of ramie (*Boehmeria nivea* L.). *Molecules* 2019, 24, 1551.
8. Абдушукуров А.К., Чориев А.У., Нормуродов И.У. О- Хлорацетилтимолнинг п- аминоазобензол ва циклофосфамид билан реакцияларини тадқиқ қилиш// УзМУ хабарлари. 2024, №3, Б. 101-103.
9. Sadikova, S.B.; Abdushukurov, A.K.; Choriev, A.U.; Takhirov, Yu. Nucleophilic substitution reaction of dichloroacetyl hydroquinone with sodium salts of oxyacids. *International Journal of Pharmaceutical Research.* 2020, 12, 4. <https://doi.org/10.31838/ijpr/2020.12.04.106>
10. Li J.J. Name Reactions. A Collection of Detailed Mechanisms and Synthetic Applications. Berlin-Heidelberg, 2009. 704 p.



UDK: 666.9.691.693.

**Dilnoza SHAVKATOVA,**  
*Shahrasabz davlat pedagogika instituti dotsenti v.b*  
*E- mail:shavkatova89dilnoza@mail.ru*

*Kimyo fanlari doktori L.Kamolov taqrizi asosida*

### CORROSION RESISTANCE OF RENOVATED SULFUR CONCRETE

#### Annotation

In this article, it was found expedient to obtain sulfur concrete based on organic nitrogen-containing compounds. Melamine, hydrazine, 2,4-dinitrophenylhydrazine, and bitumen were used as modifiers. The corrosion resistance of the obtained samples of sulfur concrete was studied in aggressive environments, including: 10% solutions of acids  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$ , 3% solutions of  $Na_2SO_4$ ,  $NaCl$ ,  $NaF$ , 10%  $NaOH$ ,  $pH=4-10$  and machine oil, dichloroethane and diesel fuels. The results obtained in the course of research show an increase in corrosion resistance and an improvement in the mechanical properties of sulfur concrete.

**Key words:** melamine, sulfur concrete, modification, copolymer, corrosion, acidic, alkaline, sand, plasticization, polymer, aggressive environment, spectrum, thermogravimetry, scanner, dispersion.

### КОРРОЗИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РЕМОНИРОВАННОГО СЕРОБЕТОНА

#### Аннотация

В данной статье было признано целесообразным получение серобетона на основе органических азотосодержащих соединений. В качестве модификаторов использовались меламин, гидразин, 2,4-динитрофенилгидразин и битум. Коррозионная стойкость полученных образцов серобетона изучались в агрессивных средах, в том числе: 10% растворы кислот  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$ , 3% растворы  $Na_2SO_4$ ,  $NaCl$ ,  $NaF$ , 10%  $NaOH$ ,  $pH=4-10$  и машинное масло, дихлорэтан и дизельные топлива. Полученные результаты в ходе исследований показывают повышение коррозионную стойкость и улучшение, механические свойства серобетона.

**Ключевые слова:** меламин, серобетон, модификация, сополимер, коррозия, кислотная, щелочная, песок, пластификация, полимер, агрессивная среда, спектр, термогравиметрия, сканер, диспергирование.

### YANGILANGAN OLTINGUGURTLI BETONNING KORROZIYAGA CHIDAMLILIGI

#### Annotatsiya

Ushbu maqolada organik azot saqlovchi birikmalar asosida oltingugurtli beton olish maqsadga muvofiq deb topildi. Shu o'rinda melamin, gidrazin,

2,4-dinitrofenilgidrazin va bitumdan modifikator sifatida foydalanildi. Hosil qilingan oltingugurtli beton namunalarining korroziyaga bardoshliligi agressiv muhitlar, jumladan: 10%-li  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$  kislota eritmalarida, 3%-li  $Na_2SO_4$ ,  $NaCl$ ,  $NaF$  eritmalarida, 10%-li  $NaOH$ ,  $pH=4-10$  va mashina moyi, dixloretn hamda dizel yoqilg'ilarida o'rganildi. Tadqiqot davomida olingan natijalar oltingugurtli betonning korroziyaga bardoshliligini oshirishi va mexanik xossalarini yaxshilashi anuqiqlandi.

**Kalit so'zlar:** melamin, oltingugurtli beton, modifikatsiya, sopolimer, korroziya, kislotali, ishqoriy, qum, plastifikatsiya, polimer, agressiv muhit, spektr, termogravimetriya, skanerlovchi, disperslik.

**Kirish.** Rivojlangan mamlakatlarda tabiiy gazni qayta ishlash tez sur'atlarda keng doirada rivojlanib bormoqda. Tabiiy gaz tarkibidagi kislotali gazlardan gazni tozalashda asosan vodorod sulfidi muhim o'rin tutadi. Ushbu birikma tabiiy gaz tarkibidan oltingugurtli yelement holigacha qaytarish orqali yelementar oltingugurt shaklida maxsus qurilmalarda sanoat miqyosida yiliga bir necha ming tonnalab ajratib olinadi. Qazib olinadigan yoqilg'ilar iste'moli jahon miqyosida tez sur'atlar bilan ortib borayotganligi sababli, oltingugurt chiqindilari ham oshib bormoqda. Modifikator sifatida melamin va 2,4-dinitrofenilgidrazin moddalaridan foydalanish imkoniyati mavjud bo'lib, ilmiy izlanishlarimizning asosiy maqsadi ushbu kimyoviy moddalardan modifikator ishlab chiqarishga qaratilgan. Beton qorishmalarida melamin va 2,4-dinitrofenilgidrazin asosida sintez qilingan modifikatorlar qo'llanildi. Ushbu modifikatorlar dispers tizimlarning yoyilish xususiyatlarini o'zgartirishi va beton qorishmalariga qo'shimcha kimyoviy tarkibning ko'payishi bilan ta'sir o'tkazishi o'rganildi.

Tadqiqotlarimizda melamin va 2,4-dinitrofenilgidrazin yordamida modifikator olish jarayonida mahsulot unumiga harorat, vaqt va moddalarning mol nisbatlari ta'sirini tahlil qildik. Melamin va 2,4-dinitrofenilgidrazin asosidagi modifikatorlarning sintezi natijasida olingan oltingugurtli betonning reologik va fizik-mexanik xususiyatlariga ijobiy ta'sir ko'rsatishi tasdiqlandi.

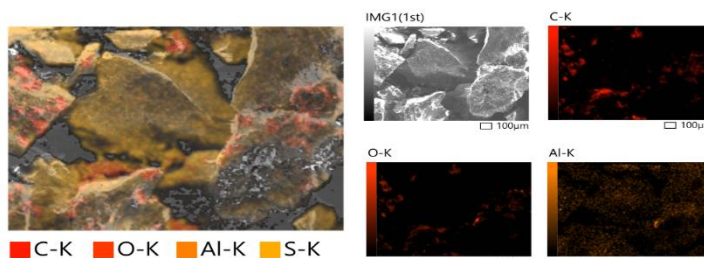
Betondagi qo'shimchalar betonning sifatini yaxshilash, unga o'ziga xos xususiyatlar berish, qurilish ishlarini tezlashtirish, qurilish jarayonini narxini kamaytirish maqsadida ishlatiladi. Hozirgi vaqtda qurilish obyektlarida ishlatiladigan betonga qo'yiladigan talablar ortib borayotganligi sababli, qo'shimchali betonlardan ko'proq foydalanilmoqda [1]. Sement - beton qorishmasining muhim komponenti bo'lib, beton qorishmasining harakatchanligi, betonning mustahkamligi, issiq sovuqqa chidamliligi va boshqa xususiyatlarini aniqlaydi. Shuning uchun oltingugurt melamin modifikatorining ta'sirining reologik tadqiqotlardan foydalangan holda turli mineralogik tarkibli va o'ziga xos sirtli sement qorishmalarida o'tkazildi [2]. Qo'shimchalar beton qorishmasining sifatini yaxshilaydigan samarali va oddiy usuldir. Qo'shimchalar betonlarga zaruriy xossalar berish muammolarini hal qilish imkonini beradi. Ular yordamida mustahkam, sovuqqa chidamli va umrboqiyiligi yuqori bo'lgan beton

mahsulotlari tayyorlanadi. Betonlar qorishmalarining xususiyatlarini o'zgartirish uchun ishlatiladigan qo'shimchalar, 3 guruhga bo'linadi: Birinchi guruh: tayyor beton qorishmalarining xususiyatlarini yaxshilash uchun qo'shiladigan qo'shimchalar. Bularga me'yorlashtiruvchi, plastifikatsiyalovchi, oquvchanligini boshqaruvchi, makro va mikroq'ovaklar xosil qiluvchi qo'shimchalar kiradi. Ikkinchi guruh: beton qorishmalarining qotishini tezlatish va sekinlatishni boshqaruvchi, mustaxkamligini oshiradigan, o'tkazuvchanligini kamaytiruvchi, po'lat armaturaning kimyoviy xususiyatlarini oshiruvchi qo'shimchalar kiradi. Uchinchi guruh: beton qorishmalarining sovuqqa chidamlilik; suvsizlantirish; sho'rlanishga chidamliligini oshirish kabi xususiyatlarni namoyon qiladigan qo'shimchalardir. [3]

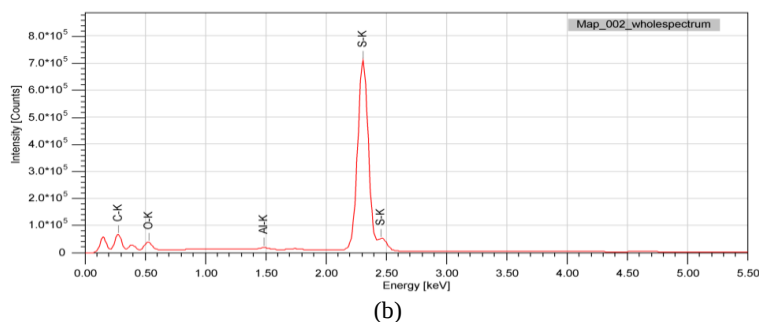
**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Yuqori samarali beton va ohak yeritmalari uchun birinchi patent 1935 yilda olingan. Jahon amaliyotida beton mahsulotlariga kimyoviy qo'shimchalardan foydalanishga katta ye'tibor berilmoqda. Masalan, 90-yillarning oxiriga kelib, Yaponiyada turli maqsadlar uchun qo'shimchalar bilan betonning miqdori 80% dan ortiq, Germaniya, AQSh, Fransiya va Italiyada - 70% dan ortiq. 2006 yil uchun qurilishda qo'llanilgan qo'shimchalar soni 300 dan ortiq bo'lib, yana 1000 ga yaqin qo'shimchalar tadqiqot va sanoat sinovidan o'tkazildi. Mamlakatimizda bu davrda kimyoviy qo'shimchalar bilan betonning ulushi taxminan 40% ni tashkil yetadi.

Oltungugurt dan foydalanish Qadimgi Hindiston, Yunoniston, Xitoy va Misr adabiyotlarida qayd yetilgan [10]. Masalan, oltungugurt qadimgi xitoyliklar tomonidan porox ishlab chiqarish uchun xom ashyolardan biri hisoblangan [11]; oltungugurt XVII-asrda metallni toshga mahkamlash uchun ham ishlatilgan [12]. 1920-yillardan boshlab oltungugurtli betondan qurilish materiali sifatida foydalanila boshlandi [13]. Turli tadqiqotchilar va muhandislar yuqori quvvatli va kislotaga chidamli oltungugurtli betonning xossalari o'rganib, undan samarali foydalaniga muvaffaq bo'ldilar [10]. 1960-yillarning oxirida Deyl va Lyudvig mustahkamlik uchun yaxshi gradusli agregatlarning muhimligini ta'kidladilar. Oltungugurt sementni bog'lovchi sifatida almashtirish uchun beton olishda yekologik istiqbolli materialdir. An'anaviy betonga qaraganda mo'rtroq va suvga chidamliligi past bo'lgan o'zgartirilgan oltungugurtli beton amaliy qo'llanishda cheklovlarga yega. [3] Bu kamchiliklarni bartaraf yetish uchun oltungugurtli modifikatsiyalangan oltungugurtga aylantirish uning xossalari yaxshilanishni ko'rsatadi. Modifikatsiyalangan oltungugurtli bog'lovchilardan foydalangan holda oltungugurtli beton yuqori kislotaga yoki tuz konsentratsiyasida mukammal chidamlilikni namoyish yetadi. So'nggi paytlarda oltungugurtga asoslangan qurilish materiallari 1960-yillarning oxiridan boshlab faol o'rganilmoqda. Shu paytgacha oltungugurt va ularning chiqindilaridan turli kompozitsiyalar, asosan oltungugurtli beton va oltungugurtli asfalt aralashmalari ishlab chiqarishda foydalanish imkoniyatlari haqida ko'plab patentlar va ilmiy ishlar chop yetilgan.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Biz tomonimizdan laboratoriya sharoitida hosil qilingan oltungugurtli beton turli xil usullar yordamida korroziyon muhitlarga barqarorligi sinovdan o'tkazildi. Tadqiqot uchun olingan oltungugurtli beton namunalari (I-namuna melaminli, II-namuna 2,4-dinitrofenilgidrazinli, III-namuna bitumli va IV-namuna gidrazinli) 10%-li  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$  eritmalarida, 3%-li  $Na_2SO_4$ ,  $NaCl$ ,  $NaF$  tuz eritmalarida, 10%-li  $NaOH$ ,  $pH=4-10$  va organik moddalar: mashina moyi, dixloreten va dizel yoqilg'ili sifatida tanlangan agressiv muhitlarda korroziyaga bardoshlilik o'rganildi. Namunalarning agressiv muhitlardagi korroziyaga barqarorlik koeffitsiyenti ikki xil usulda: birinchisi, plastifikatsiyalangan oltungugurtli betonga modifikatorlar qo'shmasdan va ikkinchisi, plastifikatsiyalangan oltungugurtga modifikatorlar qo'shish orqali elektron torozida tortish natijalariga asoslanib olindi. YeDS (Yenergiya dispersiv spektroskopiya) tahlili oltungugurtli betonning yelemantar tarkibini tushunishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ushbu ilg'or analitik texnika material ichida mavjud bo'lgan yelemantarlar tarqalishi va konsentratsiyasi haqida muhim ma'lumotlarni beradi. YeDS tahlilini qo'llash orqali tadqiqotchilar oltungugurtli betonning ishlashi va xususiyatlari haqida qimmatli ma'lumotlarga yega bo'lishlari va uning xususiyatlarini turli xil ilovalar uchun optimallashtirishlari mumkin.



1-rasm. Oltungugurt 2,4-dinitrofenilgidrazin modifikatorining YeDS tasvirlari (a) va tegishli YeDS yelemantar xaritasi (b) keltirilgan.



2-rasm. Oltungugurt-2,4-dinitrofenilgidrazinning YeDS tahlil natijalari, (a) yelemantar xaritasi va (b) YeDS ma'lumotlari.

Tanlangan modifikatsiya moddasining yelemantar tarkibini aniqlash uchun oltungugurt-2,4-dinitrofenilgidrazin modifikatorida chuqur sirt yelemantar tahlili o'tkazildi. Ta'kidlanishicha, oltungugurt miqdori umumiy massaning 33,91 % ni tashkil yetib, tekshirilayotgan modifikatorda oltungugurt borligini tasdiqlagan. Tahlil shuni ko'rsatdiki, kislorod atomlari umumiy massaning 9,2% ni, uglerod yesa umumiy massaning 56,63% ni tashkil qiladi. Ushbu topilmalar oltungugurt-2,4-

dinitrofenilgidrazin modifikatorida 2,4-dinitrofenilgidrazin mavjudligini tasdiqladi. Natijada, YeDS tasvirlari va YeDS yelementi xaritasi natijalari oltingugurt-2,4-dinitrofenilgidrazin modifikatori azot, uglerod va oltingugurt yelementlaridan tashkil topganligini, oltingugurt modifikatorda birlashtiruvchi komponent sifatida xizmat qilishini ko'rsatdi.

Modifikatsiyalangan oltingugurtli beton namunalarining korroziyaga barqarorligi beton namunalarining massalari, tashqi ko'rinishi va mustahkamligi o'zgarishi bo'yicha aniqlandi. Kimyoviy barqarorlik koeffitsiyenti ( $K_{b,k}$ ) agressiv muhitlarda ishlov berilgandan keyingi siqilishga bo'lgan mustahkamligining o'zgarishi bilan aniqlandi. Olingan natijalar quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

**Oltingugurtli betonning korroziyon agressiv muhitlardagi kimyoviy barqarorligi**

| Agressiv muhit                                                            | Barqarorlik koeffitsiyenti (60 sutka)            |                                                  |                                                  |                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                                           | I- namuna                                        | II- namuna                                       | III- namuna                                      | IV- namuna                                       |
| 10%-li kislota:<br>- sulfat<br>- xlorid<br>- nitrat<br>- fosfat           | 0,33-0,51<br>0,52-0,61<br>0,53-0,62<br>0,71-0,75 | 0,30-0,48<br>0,51-0,60<br>0,52-0,61<br>0,70-0,77 | 0,25-0,43<br>0,49-0,54<br>0,50-0,60<br>0,69-0,73 | 0,32-0,50<br>0,50-0,60<br>0,52-0,61<br>0,69-0,73 |
| 3%-li tuz :<br>- sulfatlar<br>- xloridlar<br>- ftoridlar                  | 0,71-0,81<br>0,71-0,81<br>0,90-0,95              | 0,70-0,80<br>0,70-0,80<br>0,89-0,96              | 0,71-0,81<br>0,71-0,81<br>0,79-0,88              | 0,70-0,80<br>0,69-0,78<br>0,89-0,93              |
| 10%-li NaOH                                                               | 0,51                                             | 0,48                                             | 0,53                                             | 0,50                                             |
| Muhit pH = 4-10                                                           | 0,67-0,72                                        | 0,69-0,73                                        | 0,59-0,64                                        | 0,67-0,72                                        |
| Organik moddalar:<br>- mashina moyi<br>- dixloretan<br>- dizel yoqilg'isi | 0,66-0,90<br>0,71<br>0,85                        | 0,68-0,92<br>0,60<br>0,67                        | 0,60-0,87<br>0,63<br>0,77                        | 0,65-0,89<br>0,71<br>0,84                        |

Jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinish turibdiki, tadqiq etilgan uchta kislota muhitida I-namunaning barqarorlik koeffitsiyenti 0,33-0,77 oralig'ida bo'lsa, II-namunaning kislotali muhitdagi barqarorlik koeffitsiyenti 0,30-0,75 ga teng. Xuddi shunday ko'rsatkichlar III-namunada 0,25-0,73 ga teng bo'lsa, IV-namunada 0,32-0,73 ga teng. Ushbu kislotali muhitdagi namunalarning barqarorlik koeffitsiyenti ko'rsatkichlaridan ma'lumki, barcha namunalar bo'yicha oltingugurtli betonning kislotali muhitdagi korroziyon barqarorligi sulfat kislotali pastroq bo'lsa, fosfat kislotali boshqa muhitlarga qaraganda biroz yuqoriroq ekanligini ko'rishimiz mumkin. Sulfat kislota muhitdagi barqarorlik koeffitsiyentining boshqa muhitlardagi ko'rsatkichlardan past bo'lishligining asosiy sababi, birinchidan sulfat kislota kuchli mineral kislota turiga mansubligida va elementar oltingugurtning boshqa kislotalardan ko'ra sulfat kislotali erivchanlik koeffitsiyentining yuqori ekanligi bilan izohlash mumki.

Yuqoridagi agressiv sanalgan tuz eritmalarida eng yuqori ko'rsatkich II-namunaga tegishli bo'lsa, eng past ko'rsatkich III-namunada ko'rindi. Tuzlarning turi bo'yicha namunalarning ko'rsatkichlari solishtirib ko'rilganda sulfat va xlorid tuzlari eritmalarining ko'rsatkichlari bir biridan unchalik katta farq qilmaydi. Ammo ftoridli tuz eritmalaridagi ko'rsatkich ulardan farq qiladi ya'ni namunalarning ftoridli tuz eritmalaridagi korroziyon barqarorlik koeffitsiyenti biroz yuqori. Buni shunday asoslash mumkinki, tadqiqot uchun olingan tuzlarning bog'lanish radiuslaridagi farqlari bilan izohlash mumkin. Bu yerda ftorli tuzlarning metall-galogen atomlari orasidagi bog' radiuslari uzunligi, yuqoridagi metall-xlor atomlari va metall-kislorod atomlari orasidagi bog' uzunliklaridan ancha kichik ekanligi bilan tushuntirish mumkin.

Barcha tadqiq qilingan namunalarning 10%-li NaOH eritmasidagi korroziyon barqarorlik koeffitsiyentlari 0,48-0,53 oralig'ida ekanligi ma'lum bo'ldi. Bu yerda eng past ko'rsatkich III-namunada (0,48) bo'lsa, eng yuqori ko'rsatkich II-namunada (0,53) ko'rindi. Bir xil sharoitda to'rtta namunaning korroziyon barqarorlik koeffitsiyenti turlicha bo'lishini namunalar molekulasining tuzilishi bilan tushuntirish mumkin. Tadqiq qilingan muhitdagi II-namunadagi ko'rsatkichning biroz ustunligini molekuladagi aromatik halqa va nitroguruhlarining mavjudligi, uning eruvchanlik koeffitsiyenti va suyuqlanish haroratining farqi bilan izohlash mumkin.

**Tahlil va natijalar.** Tarkibida azot bo'lgan organik birikmalar - melamin, 2,4-dinitrofenilgidrazin bilan neft va gaz sanoati chiqindisi bo'lgan yelementar oltingugurtli modifikatsiyalash asosida polimer oltingugurtli bog'lovchi moddalar olish usuli taklif yetildi.

Modifikatsiyalangan oltingugurtli beton quyilgandan 24 soatdan keyin uning siqilishdagi mustahkamlik kuchi 80 dan 95% gacha o'tishi aniqlandi. Siqish va yegilish qarshiligi yuqori bo'lgan beton tayyorlash uchun polimer oltingugurtli beton va to'ldiruvchi materiallarning massa nisbatini 1:2 qilib belgilash taklif qilingan.

**Xulosa va takliflar.** Tadqiqot natijasiga ko'ra, modifikatsiyalangan oltingugurt va modifikatorlar: melamin, 2,4-dinitrofenilgidrazinli, bitum va gidrazinlar asosida olingan oltingugurtli beton 10%-li  $H_2SO_4$ , HCl,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$  eritmalarida, 3%-li  $Na_2SO_4$ , NaCl, NaF tuz eritmalarida agressiv muhitlariga bardoshlilik sulfat kislotali 10%-li va natriy gidroksidining 10%-li eritmalarida boshqa agressiv muhitlardagiga nisbatan biroz pastroq natijani bergani aniqlandi. Buning asosiy sababi oltingugurtli beton tarkibidagi qisman plastifikatsiyalanmagan elementar oltingugurt, sulfat kislota eritmasida va ishqor eritmasida erishi tufayli agressiv muhitga nisbatan barqarorligi boshqa agressiv muhit bilan taqqoslanganda pastroq natijani ko'rsatdi. Ayniqsa bitumli namunaning organik erituvchilardagi barqarorligi boshqa agressiv muhitdagiga nisbatan ancha past, Buning asosiy sababi bitum ko'p komponentli neftning qoldiq fraksiyasi hisoblanib, uning tarkibini turli xil organik moddalar tashkil etadi. Ma'lumki ushbu organik moddalar organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Ayniqsa qutbli molekullardan tashkil topgan neft qoldig'i bitum qutbli erituvchi hisoblangan dixloretanda yaxshi erishi tufayli boshqalariga nisbatan anchagina past natijani berganini ko'rish mumkin.

#### ADABIYOTLAR

1. Belenko L.I. Polucheniy i svoystva organicheskix soydineniy sere [Preparation and properties of organic sulfur compounds] Moscow, Shemistry. 1998. 560 p.

2. Nadelkin V.I., Zachernik B.A., Andrianova O.B. Organicheskiy polimere na osnove elementnoy sere I ye prosteyshix soedineniy. [Organic polymers based on elemental sulfur and its simplest compounds]. Ross. Chem. Juornal. 2005. 49. №6. R.3-10.
3. Nadelkin V.I., Zachernyuk B.A., Korneyeva L.A., Solovyeva YE.N., Kudryashova I.N., Zachernyuk A.B. Elementnaya sera v polimeroobrazovanii. [Elemental sulfur in polymer formation ] Structure and dynamics of molecular systems: proc. report XIX All-Russian. conf. Kazan 2012. C.72
4. Nadelkin V.I., Zachernyuk B.A., Korneyeva L.A., Solovyeva YE.N. Elementnaya sera kak monomer dlya sinteza poliarilensulfidov. [Elemental sulfur as a monomer for the synthesis of polyarylenesulfides]. XX Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry: Proceedings. report in five volumes Ekaterinburg, 2016. V.2b. P.343.
5. Nadelkin V.I., Zachernyuk B.A., Korneyeva L.A., Solovyeva YE.N. Elektrofilnoye sulfidirovaniye v sinteze oligoarilensulfidov.[Electrophilic sulfidation in the synthesis of oligoarylene sulfides] Butlerov Communications. 2018. V.53. No. 1. pp.148-152.
6. Ginzburg B.M., Tochilnikov D.G., Lyashkov A.I., Lavrentev V.K., Leksovskii A.M., Pozdnyakov A.O., Pozdnyakov O.F., Sukha-nova T.E., and Shepelevskii A.A. Polypara-phenylene sulfide as material for water-lubricated sliding bearings // Friction and Wear. 2010. Vol.31. No.4 Pp.394-402.
7. Berlin A.A. Polimerniye kompozitsionniye materialy: struktura, svoystva, tekhnologiya. [Polymer composite materials: structure, properties, technology] textbook; SPb.: Profession. 2009. 560 p
8. Ginzburg B.M., Tochilnikov D.G., Baxareva V.YE., Anisimov A.V., Kireyenko O.F. Polimerniye materialy dlya podshipnikov skoljeniya, smazivayemix vodoy. [Polymeric materials for plain bearings lubricated by water]. Review // Journal of Applied Chemistry. 2006. V.79. No. 5. P.705-716
9. Yamamoto Y., and Takashima T. Friction and Wear of Water Lubricated PEEK and PPS Sliding Contacts // Wear. 2002. Vol.253. No.7-8. P.820—826.
10. Zachernyuk B.A., Savin E.D., Nadel'Kin V.I. Recent advances in the chemistry of sulfur-containing poly(arylenes) // Polymer Science. Series C. 2002. Vol.44. No.2.Pp.168–184.



УДК:622.765

**Санъат ШАРИПОВ,**

*заведующий кафедрой, PhD., доцент Навоийский государственный горно-технологический университет*

*E-mail:element\_2993@mail.ru*

**Кувандик САНАКУЛОВ,**

*д.т.н., профессор АО Навоийский горно-металлургический комбинат*

**Баходир МУХИДДИНОВ,**

*д.х.н., профессор Навоийский государственный горно-технологический университет*

## THE IMPORTANCE OF OXIDATIVE ROASTING FOR THE OXIDATION OF RESISTANT CARBON-CONTAINING SULFIDE ORES

Annotation

The article discusses the application of oxidative roasting for processing refractory carbonaceous sulfide ores. The impact of carbon on metal recovery reduction and its oxidation mechanisms are analyzed. The key technological parameters of the process, its effect on the efficiency of subsequent hydrometallurgical metal extraction, and measures to minimize environmental impact are presented.

**Key words:** oxidative roasting, refractory ores, carbonaceous trap, sulfide ores, gold-bearing ores, hydrometallurgy.

## ВАЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА ДЛЯ ОКИСЛЕНИЯ УПОРНЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДНЫХ РУД

Аннотация

В статье рассматривается применение окислительного обжига для переработки упорных углеродсодержащих сульфидных руд. Обсуждены влияние углерода на снижение извлекаемости металлов, а также механизмы его окисления. Приведены основные технологические параметры процесса, его влияние на эффективность последующего гидрометаллургического извлечения металлов и меры по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

**Ключевые слова:** окислительный обжиг, упорные руды, углеродная ловушка, сульфидные руды, золотоносные руды, гидрометаллургия.

## UGLEROD SAQLOVCHI MURAKKAB TARKIBLI SULFIDLI MA'DANLARNI OKSIDLASHDA OKSIDLAB KUYDIRISHNI QO'LLASHNING AHAMIYATI

Annotatsiya

Maqolada qiyin qayta ishlanadigan uglerod saqlovchi sulfidli ma'danlarni qayta ishlash uchun oksidlab kuydirish usuli ko'rib chiqilgan. Uglerodning metall ajratish samaradorligini pasaytirishga ta'siri va uning oksidlanish mexanizmlari tahlil qilingan. Jarayonning asosiy texnologik parametrlari, ularning keyingi gidrometallurgik metall ajratish samaradorligiga ta'siri va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish choralarga oid ma'lumotlar keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** oksidlab kuydirish, qiyin qayta ishlanadigan ma'dan, uglerodli tuzoq, sulfidli ma'danlar, oltinli ma'danlar, gidrometallurgiya.

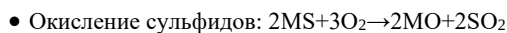
**Введение.** Актуальность темы окислительного обжига упорных углеродсодержащих сульфидных руд обусловлена необходимостью повышения эффективности извлечения драгоценных и цветных металлов из минерального сырья, обладающего сложным составом. В современных условиях истощения легкодоступных запасов полезных ископаемых все большую долю добываемых руд составляют упорные, низкосортные и труднообогатимые материалы, содержащие значительное количество органического углерода. Углерод в таких рудах играет негативную роль, поскольку он может связывать ценные металлы, снижая их извлечение традиционными методами, такими как цианирование. Этот эффект известен как "углеродная ловушка", при которой углерод активно адсорбирует растворенные соединения золота и серебра, препятствуя их переходу в раствор и последующему осаждению. Поэтому разработка и внедрение эффективных методов обработки таких руд является важной задачей современной металлургии и обогащательной промышленности [1].

Окислительный обжиг позволяет разрушить органический углерод и перевести сульфиды в оксиды или сульфаты, обеспечивая более эффективное последующее выщелачивание металлов. Этот процесс особенно актуален при переработке золотоносных и серебросодержащих руд, в которых углерод и сульфидные соединения являются основными факторами, затрудняющими гидрометаллургическое извлечение ценных компонентов. Окисление углерода и сернистых соединений не только способствует увеличению извлекаемости металлов, но и снижает потребность в использовании большого количества реагентов при дальнейших этапах переработки [2-3].

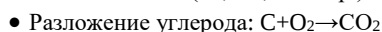
С развитием технологий и ростом требований к экологической безопасности обжига возникает необходимость оптимизации процесса, направленной на минимизацию выбросов диоксида серы и углекислого газа. Для этого применяются различные типы печей, в том числе печи кипящего слоя, вращающиеся печи и многоподовые агрегаты, позволяющие регулировать температурный режим и уровень окисления [4]. Современные методы очистки отходящих газов и улавливания сернистых соединений способствуют снижению негативного воздействия процесса на окружающую среду, что делает окислительный обжиг не только эффективным, но и более экологически безопасным способом обработки сложного минерального сырья.

Таким образом, актуальность применения окислительного обжига для переработки углеродсодержащих сульфидных руд заключается в его способности повышать эффективность извлечения драгоценных и цветных металлов, снижать потери полезных компонентов и минимизировать использование агрессивных химических реагентов на последующих стадиях обработки. Совершенствование технологий обжига и интеграция экологически чистых решений делают этот метод перспективным и востребованным в современной металлургической промышленности [5-6].

Окислительный обжиг позволяет разрушить органический углерод и перевести сульфиды в оксиды или сульфаты, обеспечивая дальнейшую эффективность гидрометаллургической переработки. Основные химические реакции включают:



где ММ – металл (Fe, Cu, Zn и др.).



Окисление углерода снижает его влияние на извлечение драгоценных металлов и улучшает селективность последующего выщелачивания.

Применение окислительного обжига для переработки упорных углеродсодержащих сульфидных руд играет ключевую роль в металлургии драгоценных и цветных металлов. Этот процесс способствует разрушению углеродных компонентов, улучшая эффективность последующего извлечения металлов и снижая негативное воздействие углерода на гидрометаллургические технологии [7].

На свете вышесказанного весьма актуальным является определение форм нахождения углерода и путей ее переработки.

**Объект и методика исследования.** Объектом исследования служили образцы проб гидрометаллургического завода №-5 АО Навоийского горно-металлургического комбината.

Определение основных показателей процесса обжига выполняли по стандартным методикам [8-10].

**Полученные результаты и их обсуждение.** Нами для установления оптимальных температурных режимов обжига выполнены следующие эксперименты. Для этого исходный материал флотоконцентрата гидрометаллургического завода №-5 подвергали обжигу в разных температурных интервалах от 300 °С до 800°С. Процесс выполняли в муфельной печи марки SNOL 8,2/1100 LSM01. Время эксперимента во всех случаях составил 2 часа с перемешиванием материала каждые 10 мин. Перед началом опыта определяли основные показатели исходного флотоконцентрата (Табл.). При этом исходный флотоконцентрат имел следующие показатели:

Au = 20,0 г/тн

S<sub>s</sub> = 17,64 %

C<sub>орг</sub> = 2,98 %

влаж. = 9,79 %

Таблица

Результаты процесса обжига флотоконцентрата при разных температурах

| № | Температурный режим | Состав огарка |                    |                      | Au в хвостах сорбции, г/тн | Извлечение, % |
|---|---------------------|---------------|--------------------|----------------------|----------------------------|---------------|
|   |                     | Au, г/тн      | S <sub>s</sub> , % | C <sub>орг</sub> , % |                            |               |
| 1 | 300 °С              | 22,3          | 15,83              | 2,62                 | 8,5                        | 61,8          |
| 2 | 400 °С              | 24,2          | 7,44               | 2,38                 | 8,9                        | 63,2          |
| 3 | 500 °С              | 27,2          | 0,31               | 0,54                 | 4,4                        | 86,3          |
| 4 | 600 °С              | 25,9          | 0,09               | 0,17                 | 4,25                       | 83,5          |
| 5 | 700 °С              | 26,6          | 0,1                | 0,16                 | 9,15                       | 65,6          |
| 6 | 800 °С              | 26,8          | 0,013              | 0,09                 | 13,85                      | 48,0          |

В ходе обжига тщательно наблюдали над видоизменениями материала и выделением газовых потоков. По результатам эксперимента можно констатировать что при 300 °С время эксперимента 2 часа, выделение газов не наблюдалось, проба в конце опыта имел бурый серый цвет, при 400 °С с подачей воздуха, время эксперимента 2 часа, в конце опыта наблюдается выделение запахов, цвет пробы серый, при 500 °С с подачей воздуха, через 15 мин наблюдается накаливание пробы, через 1 час накаливание не наблюдается, но изменяется цвет пробы в коричневый, при 600 °С с подачей воздуха, через 10 мин начинается накаливание пробы, через 40 мин накаливание не наблюдается, выделение газов не наблюдается, цвет пробы изменяется на коричневый, при 700 °С с подачей воздуха, через 7 мин начинается накаливание пробы, но после часа и 2 часов пробы еще была накалена, выделение газов не наблюдается, цвет пробы красновато-коричневый, при 800 °С с подачей воздуха, через 5 мин начинается накаливание пробы, но после часа и 2 часов проба еще была накалена, с образованием больших окатышей, цвет пробы красно-коричневый, выделение газов не наблюдалось.

Анализ данных лабораторных испытаний по обжигу флотоконцентрата при разных температурах показывает, что оптимальный температурный диапазон составляет 500–600°С. При температуре 500°С достигается наилучшее извлечение золота (86,3%) при эффективном окислении серы (S<sub>s</sub> = 0,31%) и углерода (C<sub>орг</sub> = 0,54%). При 600°С углерод практически полностью окисляется (C<sub>орг</sub> = 0,17%), но извлечение золота незначительно снижается до 83,5%. В низкотемпературном диапазоне (300–400°С) извлечение золота остаётся на низком уровне (61,8–63,2%), а содержание серы и углерода остается высоким, что указывает на недостаточную степень разложения сульфидов и органических соединений. В высокотемпературном диапазоне (700–800°С) наблюдается снижение извлечения золота до 65,6% и 48,0% соответственно, что связано с возможным спеканием материала и образованием плотной корки, препятствующей дальнейшему окислению. В частности, при 800°С углерод практически полностью окисляется (C<sub>орг</sub>=0,09%), но извлечение золота резко снижается, что указывает на негативное влияние высоких температур на процесс.

Результаты опыта показывают, что в промежутке 500-600 °С происходит активное окисление сульфидных минералов. А относительно низких температурах (<500–600°С) окислительные реакции протекают медленно и при этом сульфиды частично могут окисляться. Полученные результаты по извлечению металла только подтверждает данный факт. По мере увеличения температуры обжига окисления сульфидных минералов протекает интенсивно, с образованием оксидов металлов (например, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO), наблюдается интенсивное выделение газовых потоков-продуктов реакции. Кроме того, температурный режим способствует протеканию фазовых превращений. Особенно низких температурах при

обжиге сульфидных минералов образуется пирротины и соответствующие сульфаты элементов. При условиях стыковки температурного режима и температур плавления собственных, породообразующих и аксессуарных минералов может протекать спекания продуктов реакции. Образующие промежуточные продукты и окислы металлов покрывая поверхность материала, будут ограничивать доступ кислорода, закрывая пористость массы, что в конечном итоге приводит к уменьшению извлечения металла.

**Заключение.** Таким образом, оптимальным является температурный диапазон 500–600°C, при котором достигается эффективное разложение углерода и сульфидов без существенного снижения извлечения металлов. Для предотвращения спекания при температурах выше 600°C возможно применение регулирования газового потока или добавление инертных материалов, предотвращающих агломерацию. Дополнительные исследования могут быть направлены на изучение влияния времени обжига на процесс окисления, что позволит определить наиболее эффективные параметры для переработки конкретных руд. Совершенствование технологий обжига и интеграция экологически чистых решений делают этот метод перспективным и востребованным в современной металлургической промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Fernández, R.R., Sohn, H.Y. & LeVier, K.M. Process for treating refractory gold ores by roasting under oxidizing conditions. *Mining, Metallurgy & Exploration* **17**, 1–6 (2000). <https://doi.org/10.1007/BF03402822>
2. Berezowsky, M.G.S., and Weir, D.R., 1989, "Factors affecting the selection of pressure oxidation for the pretreatment of refractory gold ores," Paper Presented at the E&MJ International Gold Expo and Conference, Reno, NV, Sept. 7–9.
3. Karimi Darvanjooghi, M.H., Magdouli, S. & Brar, S.K. Recent challenges in biological cyanidation and oxidation of sulfide-based refractory gold ore. *World J Microbiol Biotechnol* **40**, 67 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11274-024-03887-2>
4. Санакулов К.С., Сагдиева М.Г., Тагаев И.А. "Биогидрометаллургия: реалии и перспективы при решении проблем." Научная монография. Изд-во «Muharrir nashriyoti» Ташкент. 415 с.
5. Ahtiainen R, Lundstrom M (2016) Preg-robbing of gold in chloride-bromide solution. *Physicochem Probl Miner Process* **52**:244–251
6. Yang H. et al. Research status of carbonaceous matter in carbonaceous gold ores and bio-oxidation pretreatment //Transactions of Nonferrous Metals Society of China. – 2013. – Т. 23. – №. 11. – С. 3405-3411.
7. Yang H. et al. Research status of carbonaceous matter in carbonaceous gold ores and bio-oxidation pretreatment //Transactions of Nonferrous Metals Society of China. – 2013. – Т. 23. – №. 11. – С. 3405-3411.
8. ГОСТ 23581.20-81
9. Аналитический контроль благородных металлов Коллективная монография под ред. Карпова Ю.А., Барановской В.Б., Житенко Л.П. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2019. – 400 с.
10. Иванюк Б.О. Приборный анализ горных пород, руд и минералов. – Магадан:Магаданское книжное изд. 1986, -79с.



UDK: 544.478.3

**Nazarbek EGAMBERDIYEV,**  
*O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti mustaqil izlanuvchisi*  
E-mail: [nazarbek0991@mail.ru](mailto:nazarbek0991@mail.ru)  
**Mexriniso IBODULLAYEVA,**  
*Samarqand davlat universiteti mustaqil izlanuvchisi*  
E-mail: [mehrinisoibadullayeva@gmail.com](mailto:mehrinisoibadullayeva@gmail.com)  
**Normurot FAYZULLAYEV,**  
*Samarqand davlat universiteti professori*

*O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti dotsenti N.Musulmonov taqrizi asosida*

### DIMETILEFIRNING KATALITIK SINTEZI

Annotatsiya

Ishda mezog'ovakli yuqori kremniyli syeolitga yuqori haroratda ishlov berishning  $Zr-Zn-La-YUKS/Al_2O_3$  sintez-gazdan olingan dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga aylanishi uchun tanlangan yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizatorining katalitik xususiyatlariga ta'siri, mezog'ovakli yuqori kremniyli syeolitga dastlabki yuqori haroratda ishlov berishning  $La-Zr-YUKS/Al_2O_3$  sintez-gazdan olingan dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga aylanishi uchun tanlangan yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizatori faolligiga ta'siri o'rganildi.

**Kalit so'zlar:** dimetilefir, etilen, propilen, mezog'ovak, yuqori kremniyli syeolit, IQ spektri, sintez-gazi.

### КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ДИМЕТИЛФИРА

Аннотация

Влияние высокотемпературной обработки мезопористого высококремнеземистого цеолита на каталитические свойства синтез-газового катализатора диметилового эфира  $Zr-Zn-La-YOKU/Al_2O_3$  с высокой каталитической активностью и производительностью для конверсии ненасыщенных углеводородов этиленового ряда. Изучена добавка  $La-Zr-YOKU/Al_2O_3$  на активность выбранного высококаталитического и производительного катализатора конверсии диметилового эфира из синтез-газа в ненасыщенные углеводороды этиленового ряда.

**Ключевые слова:** диметиловый эфир, этилен, пропилен, мезопористый, высококремнеземный цеолит, ИК-спектр, синтез-газ.

### CATALYTIC SYNTHESIS OF DIMETHYLPHYR

Annotation

Effect of high temperature treatment on mesoporous high silica zeolite on the catalytic properties of  $Zr-Zn-La-YuKTs/Al_2O_3$  syngas-derived dimethyl ether catalyst with high catalytic activity and productivity for the conversion of unsaturated ethylene series hydrocarbons the effect of the addition of  $La-Zr-YuKTs/Al_2O_3$  on the activity of the selected high catalytic activity and productivity catalyst for the conversion of dimethyl ether from syngas to unsaturated ethylene series hydrocarbons was studied.

**Key words:** dimethyl ether, ethylene, propylene, mesoporous, high silica zeolite, IR spectrum, synthesis gas.

**Kirish.** Tabiiy gaz zaxiralari, ishlab chiqarish samaradorligi va foydalanish imkoniyatlari va ekologik xususiyatlari jihatidan hech bo'lmaganda joriy asrda insoniyatning energiya va uglevodorod xom ashyosiga bo'lgan ehtiyojini qondira oladigan eng istiqbolli manba hisoblanadi. Tabiiy gaz va gaz kimyosi XXI asrning global iqtisodiyoti va energetikasida 20-asrda neft va neft-kimy o'ynashi mumkin.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Uglerodli xom ashyoni motor yoqilg'isi va to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarning dastlabki vakillari etilen va propilenlarga qayta ishlash jarayonlarining birinchi bosqichi oksidlanish hisoblanadi. Ikkinchi bosqichda muqobil yo'nalishlar-Fisher-Tropsch (FT) sintezi, metanol va/yoki dimetil efir (DME) sintezi hisoblanadi. Vodorod energiyasi ehtiyojlari uchun vodorod manbai sifatida metanol va DME dan foydalanish nisbatan yangi yo'nalishdir [1-5].

Berilgan hisob-kitoblarga ko'ra [6], sintez-gazdan bir bosqichli DME sintezida DME ning narxi metanolning ekvivalent miqdoridan 10% - 15% arzon, ya'ni mahsulot ikki bosqichli jarayondagi xom ashyodan arzon. Shu bilan birga, [7] da qayd etilganidek, DME ni to'g'ridan -to'g'ri sintez qilish jarayoni "har xil": unda tabiiy gazni karbonatli konversiyalab, ko'mirni va o'simlik qoldiqlarini gazlashtirib va metanni havoda oksidlab olingan sintez-gazdan foydalanish mumkin. Yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizator yuqori tanlab ta'sir etuvchanlikni ta'minlaydi, qo'shimcha mahsulotlar metanol, suv va karbonat angidridlardir.

So'nggi paytlarda metanoldan to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarning dastlabki vakillari etilen va propilenlar ishlab chiqarish uchun tijorat maqsadli jarayonlar ishlab chiqilgan bo'lib, metanol bu holda oraliq mahsulot rolini o'ynaydi. Tegishli texnologiyalar MTO (metanoldan to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarning dastlabki vakillari etilen va propilenlarga) va GTO (gazdan to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarning dastlabki vakillari etilen va propilenlarga) deb nomlanadi [8-12].

Dunyoning eng yirik neft va gaz kompaniyalari yangi korxonalarni loyihalash va qurish rejalarini e'lon qilib, bu muammoga qiziqish bildirishdi. Oldingi ishlarda gidrotermik sintez yordamida 800 nm dan 7 nm gacha bo'lgan boshqaruv

o'Ichamdagi SAPO-34 kristallarini tayyorladik [13-15]. Kichikroq SAPO-34 kristallari MTO reaksiyasida yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizatorning uzoq vaqt ishlashini ko'rsatdi.

SAPO-34 kristall hajmini kamaytirish orqali yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizatorning diffuziya qarshiligi reaksiya tezligi yaxshilandi. Oddiy sintez usuli bilan zarracha hajmi 100 nm dan kam bo'lgan bir xil SAPO-34 nanokristallarini sintez qilish qiyin bo'ldi. Bir guruh olimlar tetraetilamoniy yordamida syeolitlar sintezining yangi usuli bo'lgan quruq gel konversiyasi orqali birinchi bo'lib yagona SAPO-34 nanokristallini qilishdi [13].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Katalitik tajribalar atmosfera bosimida va 320°S haroratda ichki diametri 10 mm bo'lgan doimiy oqimli kvarts reaktorida o'tkazildi. Bu yerda og'irligi 0,5-1,0 g ( $d = 0,4-0,63$  mm) bo'lgan yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizator 1:1 hajm nisbati bilan kvarts ( $d = 0,5-1,0$  mm) bilan aralashtirildi. Tajribadan oldin yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizator oldindan qizdirildi va fizik adsorbsiyalangan suvni olib tashlash uchun 1 soat davomida 400 ° C da azot oqimi bilan tozalandi. Xom ashyo sifatida sintez-gazdan olingan dimetilefirning konsentratsiyasi 10-13 hajmiy % bo'lgan dimetil efir/azot aralashmasi ishlatildi. Dastlabki gaz oqimining hajmiy tezligi 2500-25000 soat<sup>-1</sup> oralig'ida o'zgartirildi. Ushbu shartlar uchun tashqi va ichki diffuziya ta'siri kuzatilmadi. Reaksiya mahsulotlari alanga-ionizatsion detektor (AID) va issiqlik o'tkazuvchanlik detektor bilan jihozlangan gaz xromatografi (Kristallyuks-4000M) yordamida tahlil qilindi. Paraplot Q fazasi (27,5 m × 0,32 mm × 10 mkm) bo'lgan kapillyar C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>, metanol va DME uglevodorodlarining tarkibini aniqlash uchun ishlatildi. N<sub>2</sub> ni aniqlash uchun Parapak Q fazasi (3,0 m × 4 mm × 3 mkm) bo'lgan ishlatildi. Tahlil 30°C/min isitish tezligi bilan 90-250°C dan dasturlashtirilgan harorat oshirish amalga oshirildi va tashuvchi gaz geliy. Reaksiya mahsulotlari tarkibida metanol, C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> alkenlari, C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> alkanlari va C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub> uglevodorodlari (alkanlar, siklik va aromatik birikmalar) borligi aniqlandi.

**Natijalar va muhokama.** **Zr-Zn-La-YUKS/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> faolligi va tanlab ta'sir etuvchanligiga tajribani o'tkazish sharoitlarining ta'sirini o'rganish.** Sintezi-gazdan olingan dimetilefirning quyi to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlar ya'ni etilen va propilenlarga konversiya bo'lishida **Zr-Zn-La-YUKS/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** katalitik tizimning faolligi va tanlab ta'sir etuvchanligiga tajriba o'tkazish sharoitlari tekshirildi.

**Harorat ta'sirini o'rganish.** Dastlab 320-360°S intervalda harorat ta'siri o'rganildi (1-jadvalga qaralsin). Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, harorat oshgan sari sintez-gazdan olingan dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga aylanishi o'sadi va deyarli 100% gacha oshadi. Biroq S<sub>2</sub>-S<sub>5</sub> tarkibli to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlar ya'ni etilen va propilenlar bo'yicha tanlab ta'sir etuvchanlik T=320°S da 75,7 mas.% dan T=360°S da 44,1 ma.% gacha kamayadi.

**Sintez-gazdan olingan dimetilefir konsentratsiyasining dastlabki aralashmada ta'sirini tekshirish.** Xom ashyodagi metil spirtini molekulararo katalitik degidratlab olingan sintez-gazdan olingan dimetilefir konsentratsiyasining **Zr-Zn-La-YUKS/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** ning katalitik xususiyatlariga ta'sirini tekshirish (2-jadvalga qaralsin) xom ashyo bo'yicha bir xil yuklamada (sintez-gazdan olingan dimetilefir bo'yicha massaviy tezlik saqlanishi) reaksiya mahsulotlarini taqsimlashda jiddiy o'zgarishlar sodir bo'lmaganligini ko'rsatdi, biroq quyi to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlar ya'ni etilen va propilenlar bo'yicha tanlab ta'sir etuvchanlik xom ashyoning 20 % sintez-gazdan olingan dimetilefir + 80 ob.% N<sub>2</sub> tarkibida eng yuqori qiymatiga yetdi.

1-jadval

Dimetilefirning etilen qatori uglevodorodlarga aylanishining **Zr-Zn-La-YUKS/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** tarkibli katalizatorida haroratga bog'liqligi

| Harorat, °S | Sintez-gazdan olingan dimetilefir konver-siyasi, % | Tanlab ta'sir etuvchanlik, mas. %        |        |          |      | metan | S <sub>2</sub> -S <sub>5</sub> to'yingan uglevodorodlar |
|-------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|--------|----------|------|-------|---------------------------------------------------------|
|             |                                                    | To'yinmagan etilen qatori uglevodorodlar |        |          |      |       |                                                         |
|             |                                                    | Σ S <sub>2</sub> -S <sub>5</sub>         | etilen | propilen |      |       |                                                         |
| 320         | 81,7                                               | 75,7                                     | 32,1   | 29,5     | 1,0  | 23,3  |                                                         |
| 340         | 97,9                                               | 55,3                                     | 24,8   | 17,2     | 1,5  | 43,2  |                                                         |
| 360         | 44,1                                               | 17,6                                     | 16,1   | 2,3      | 53,6 |       |                                                         |

Sharoitlar:  $P = 0,1$  MPa,  $V_{aralashma} = 2000$  soat<sup>-1</sup>. Xom ashyo: 20% sintez-gazdan olingan dimetilefir + 80%N<sub>2</sub>

Reaksiya mahsulotlari tahlili sintez-ga olingan dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga ya'ni etilen va propilenlarga aylanishi uchun tanlangan yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizator 3 soat ishlagandan keyin o'tkazilgan.

2-jadval

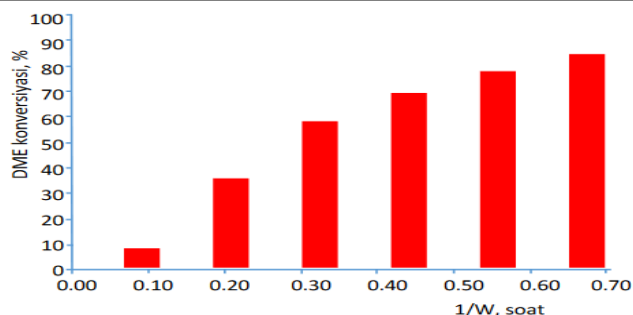
Dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga aylanishi va S<sub>2</sub>-S<sub>5</sub> tarkibli to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlar bo'yicha tanlab ta'sir etuvchanlikning **Zr-Zn-La-YUKS/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tarkibli** katalizatorida xom ashyodagi dimetilefir konsentratsiyasiga bog'liqligi ( $T = 320^{\circ}S$ ,  $P = 0,1$  MPa, dimetilefir bo'yicha massaviy tezli  $k$  ( $W_{sintez-gazdan olingan dimetilefir} = const = 1,59$  soat<sup>-1</sup>))

| Sintez-gazdan<br>olingan<br>dimetilefir, hajm<br>% | varalashma, soat <sup>-1</sup> | Dimetilefirning<br>konversiyasi, % | Selektivlik, mas. %              |        |          |       |                                                         |
|----------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------|----------|-------|---------------------------------------------------------|
|                                                    |                                |                                    | Etilen qatori uglevodorodlar     |        |          | metan | S <sub>2</sub> -S <sub>5</sub> to'yingan uglevodorodlar |
|                                                    |                                |                                    | Σ S <sub>2</sub> -S <sub>5</sub> | etilen | propilen |       |                                                         |
| 10                                                 | 3800                           | 96,0                               | 68,7                             | 30,8   | 25,0     | 1,0   | 30,3                                                    |
| 20                                                 | 2000                           | 81,7                               | 75,7                             | 32,1   | 29,5     | 1,0   | 23,3                                                    |
| 30                                                 | 1200                           | 90,9                               | 70,6                             | 34,0   | 24,9     | 1,2   | 28,2                                                    |

$S_{sintez-gazdan olingan dimetilefir}$  - dastlabki aralashmada sintez-gazdan olingan dimetilefir konsentratsiyasi

1-rasmda sintez-gazdan olingan dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga aylanishining shartli o'zaro ta'sirlashuv vaqtiga ( $1/W$ ) bog'liqligi ko'rsatilgan, bundan  $1/W$  o'sgan holda (yoki dastlabki aralashmaning hajmli tezligi kamaygan holda) katalitik tizim faolligi oshganligi ko'rinib turibdi.

Biroq sintez-gazdan olingan dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga aylanishi oshgan sari etilen va S<sub>2</sub><sup>+</sup> to'yingan uglevodorodlar bo'yicha tanlab ta'sir etuvchanlik bir oz oshdi, propilen tarkibi kamaydi, S<sub>2</sub>-S<sub>5</sub> tarkibli to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlar ya'ni etilen va propilenlar bo'yicha tanlab ta'sir etuvchanlik esa deyarli o'zgarmagan (2-rasmga qaralsin).



1-rasm. **Zr-Zn-La-YUKS/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** tarkibli katalizatorlarda reaksiya mahsulotlari bo'yicha tanlab ta'sir etuvchanlikning shartli kontakt vaqtiga bog'liqligi ( $T=320^{\circ}\text{S}$ ,  $P = 0,1 \text{ MPa}$ ,  $\text{Varalashma} = 2000\text{-}20000 \text{ soat}^{-1}$ . Xom ashyo: 20% sintez-gazdan olingan dimetilefir + 80%N<sub>2</sub>)

Shunday qilib, azotning suv bug'iga almashtirilishi nafaqat La-Zr-YUKS/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ning katalitik tizimi tanlab ta'sir etuvchanligini oshirish, balki sintez-gazdan olingan dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga ya'ni etilen va propilenlarga aylanishi uchun tanlangan yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizatorning xizmat muddatini oshirishga imkon beradi. Bundan tashqari, ma'lumki, mezog'ovakli yuqori kremniyli syeolit sintez-gazdan olingan dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga ya'ni etilen va propilenlarga aylanishi uchun tanlangan yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizatorlarni shunga o'xshash sharoitlarda ekspluatatsiya qilish jarayonida (suv bug'i ishtirokida) ish davomlilikiga qarab ularning faolligi va tanlab ta'sir etuvchanligi o'zgarishi kuzatilgan.

**Xulosa.** Sintez-gazdan olingan dimetilefirdan etilen va propilen olishda yumshoq sharoitlarda 90% gacha to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga aylanishida tanlab ta'sir etuvchanligi 80 mas.% gacha bo'lgan quyi to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlar ya'ni etilen va propilenlarni olishga imkon beradigan, lantan va sirkoniy bilan modifikatsiyalangan mezog'ovakli yuqori kremniyli syeolit asosidagi yuqori samarador katalitik tizim ishlab chiqildi.

Dimetilefirdan quyi to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlar ya'ni etilen va propilenlar sintezining optimal sharoitlari aniqlandi. Reaksiya zonasiga suv bug'ining kiritilishi **Zr-Zn-La-YUKS/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** sintez-gazdan olingan dimetilefirning to'yinmagan etilen qatori uglevodorodlarga ya'ni etilen va propilenlarga aylanishi uchun tanlangan yuqori katalitik faollikka va unumdorlikka ega bo'lgan katalizatorining barqaror ishlashi davomiyligini ancha oshirgan holda faolligi va tanlab ta'sir etuvchanligini oshirishi aniqlandi.

#### ADABIYOTLAR

1. Simonetti D.A., Ahn J.H., Iglesia E. // J. of Catalysis. 2011. № 277. P. 173.
2. Xadjiyev S.N., Magomedova M.V., Peresypkina Ye.G. // Neftehimiya. 2016. T. 56. № 3. S. 198.
3. Bukina Z.M., Ionin D.A., Kolesnichenko N.V., Kuumbegov N.V., Markova N.A., Xadjiyev S.N. // Patent PF № 2442650. 2012.
4. Bukina Z.M., Grafova G.M., Ionin D.A., Kolesnichenko N.V., Lin G.I., Markova N.A.,
5. Xadjiyev S.N. // Patent PF № 2442767. 2012.
6. Patent PF № 2616981. 2017.
7. Conte M. // Catalysis Science and Technology. 2012. № 2. P. 105.
8. Rahmani F., Haghighi M., Estifae P. // Microporous and Mesoporous Materials. 2014. № 185. P. 213.
9. Zaidi H.A., Pant K.K. // Korean J. of Chemical Engineering. 2005. № 22. P. 353.
10. Zaidi H.A., Pant K.K. // Catalysis Today. 2004. № 96. P. 155.
11. Niu X., Gao J., Miao Q., Dong M. // Microporous and Mesoporous Materials. 2014. № 197. P. 252.
12. Ono Y., Adachi H., Senoda Y. // J. of the Chemical Society, Faraday Transactions. 1988. №1. V. 84. P. 109.
13. Ni Y., Sun A., Wu X., Hai G. // Microporous and Mesoporous Materials. 2011. № 143. P. 435.
14. Centi G., Perathoner S., Arrigo R., Giordano G. // Applied Catalysis A: General. 2006. № 307. P. 30.
15. Palin L., Lamberti C., Kvik A., Testa F. // J. of Physical Chemistry B. 2003. № 107. P. 4034.



UDK: 631.812.2

**Mansur ERGASHEV,**  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti mustaqil izlanuvchisi  
**Shohrux RAJABOV,**  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti katta o'qituvchisi, PhD  
E-mail: shohrux.rajabov@bk.ru

**Xoltura MIRZAQULOV,**  
TKTI huzuridagi "Pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish" tarmoq markazi direktori  
Noorganik moddalarning kimyoviy texnologiyasi kafedrasini professori

O'zMU dotsenti, PhD G'.Abduraxmonov taqrizi asosida

# **"REALOGICAL PROPERTIES OF NITROGEN BULLS DURING THE PROCESS OF NITRIC ACID PROCESSING OF SODA PRODUCTION WASTE"**

Annotation

This article examines the realogical properties of nitric acid pulp during nitric acid processing of sludge waste from soda production, as well as pulp neutralized with gaseous ammonia. Furthermore, the influence of the change in pH during neutralization on the chemical composition of nitric acid pulp is described in detail. The research employed a chemical analysis method, all experiments were conducted in accordance with the requirements of the relevant GOST, which ensures the reliability of the research.

**Key words:** sludge waste, gaseous ammonia, nitric acid pulp, pH medium, liquid and granular fertilizers, acid norm.

# **"РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЗОТНОКИСЛОТНОЙ ВЫТЯЖКИ В ПРОЦЕССЕ АЗОТНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ СОДОВЫХ ЗАВОДОВ"**

Аннотация

В данной статье изучены реологические свойства азотнокислотной и газообразной аммиачно нейтрализованной пульпы при азотнокислотной переработке шламовых отходов содовых производств. Кроме того, подробно описано влияние изменения pH в процессе нейтрализации на химический состав азотнокислой пульпы. В исследовательской работе использован метод химического анализа, все эксперименты выполнены в соответствии с требованиями соответствующих ГОСТ, что обеспечивает достоверность исследования.

**Ключевые слова:** шламовые отходы, газообразный аммиак, азотнокислотная вытяжки, pH среды, жидкие и гранулированные удобрения, норма кислоты, реологии.

# **SODA KORXONALARINING SHLAMLI CHIQINDILARINI NITRAT KISLOTALI QAYTA ISHLASH JARAYONIDAGI AZOT KISLOTALI EKSTRAKLARNING REALOGIK XOSSALARI**

Аннотация

Ushbu maqolada soda ishlab chiqarish korxonalarining shlamli chiqindilarini nitrat kislotali qayta ishlash jarayonidagi azot kislotali ekstraktning hamda gazsimon ammiak bilan neytrallangan ekstraktning realogik xossalari o'rganilgan. Bundan tashqari neytrallash jarayonida pH qiymatining o'zgarishi azot kislotali ekstraktning kimyoviy tarkibiga ta'siri batafsil yoritilgan. Tadqiqot ishida kimyoviy tahlil usulidan foydalanilgan bo'lib barcha tajribalar tegishli DAST talablari asosida bajarilgan bo'lib bu tadqiqotning ishonchligini ta'minlaydi.

**Kalit so'zlar:** shlamli chiqindilar, gazsimon ammiak, azot kislotali ekstrakt, pH muhiti, suyuq va donador o'g'itlar, kislota me'yori, realogiya.

**Kirish.** Soda ishlab chiqarish korxonalarining shlamli chiqindilarini nitrat kislotali qayta ishlash va ular asosida suyuq va donador o'g'itlar olishga bag'ishlangan tadqiqot ishimizda parchalash jarayoniga ta'sir qiluvchi barcha texnologik omillarni batafsil o'rganilib natijalarni bayon qilingan [1]. Parchalash jarayonidan keyingi bosqich bo'lgan eritma va erimaydigan qoldiqni ajratish jarayoni bo'yicha ham tajribalar olib borilgan bo'lib kerakli natijalar olingan [2].

Tarkibida kalsiy va magniy birikmalari bo'lgan turli minerallar (dolomit, ankerit, diopsid va b.) ni nitrat kislotali qayta ishlash bo'yicha yurtimiz va xorijiy olimlar tomonidan bir qator tadqiqot ishlari mavjud [3; 4]. Ularning ishlarida ham azot kislotali ekstraktning hamda gazsimon ammiak bilan neytrallangan ekstraktning realogik xossalari o'rganilgan, lekin tarkib va struktura holatining o'zaro farqlanishi tufayli biz olib borayotgan tadqiqot ishimizda bu jarayonni chuqur tahlil qilish lozimligi aniqlandi.

Bundan tashqari neytrallash jarayonida pH qiymatining o'zgarishi nitrat kislotali ekstraktning kimyoviy tarkibiga ta'siri bo'yicha ham olib borilgan tadqiqotlar [5; 6; 7; 8; 9] yetarli emas. Shuning uchun pH qiymati o'zgarishi suyuq faza tarkibiga ta'siri bo'yicha ham tajribalar olib borilishi lozim.

**Asosiy qism.** Tadqiqotning dastlabki bosqichida tindirilgan nitrat kislotali ekstraktning zichligi va qovushqoqligiga nitrat kislotaning me'yori, harorat va kislota konsentratsiyalarining ta'sirlari o'rganilgan va natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

**Tindirilgan nitrat kislotali ekstraktning realogik xossalari**

| HNO <sub>3</sub> me'yori, %     | Zichlik, g/sm <sup>3</sup> |      |      |      |      | Qovushqoqlik, mPa·s |      |      |      |      |
|---------------------------------|----------------------------|------|------|------|------|---------------------|------|------|------|------|
|                                 | 20 C                       | 30°C | 40 C | 50°C | 60 C | 20 C                | 30 C | 40 C | 50 C | 60°C |
| Kislota konsentratsiyasi – 40 % |                            |      |      |      |      |                     |      |      |      |      |

|                                 |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 95                              | 1,397 | 1,392 | 1,387 | 1,382 | 1,377 | 3,18 | 2,58 | 2,16 | 1,84 | 1,60 |
| 100                             | 1,393 | 1,388 | 1,382 | 1,377 | 1,372 | 3,11 | 2,52 | 2,11 | 1,80 | 1,57 |
| 105                             | 1,388 | 1,383 | 1,378 | 1,373 | 1,368 | 3,03 | 2,46 | 2,06 | 1,76 | 1,53 |
| 110                             | 1,383 | 1,379 | 1,374 | 1,369 | 1,364 | 2,96 | 2,40 | 2,01 | 1,72 | 1,50 |
| Kislota konsentratsiyasi – 50 % |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| 95                              | 1,491 | 1,486 | 1,480 | 1,475 | 1,469 | 3,84 | 3,13 | 2,64 | 2,27 | 1,98 |
| 100                             | 1,486 | 1,481 | 1,476 | 1,470 | 1,465 | 3,74 | 3,06 | 2,58 | 2,21 | 1,94 |
| 105                             | 1,481 | 1,476 | 1,471 | 1,465 | 1,460 | 3,62 | 2,96 | 2,50 | 2,15 | 1,88 |
| 110                             | 1,476 | 1,471 | 1,466 | 1,460 | 1,455 | 3,51 | 2,87 | 2,42 | 2,09 | 1,83 |
| Kislota konsentratsiyasi — 60 % |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| 95                              | 1,620 | 1,614 | 1,608 | 1,602 | 1,594 | 5,29 | 4,33 | 3,65 | 3,15 | 2,77 |
| 100                             | 1,613 | 1,608 | 1,602 | 1,595 | 1,588 | 5,12 | 4,19 | 3,54 | 3,06 | 2,69 |
| 105                             | 1,606 | 1,600 | 1,595 | 1,588 | 1,581 | 4,92 | 4,04 | 3,41 | 2,95 | 2,60 |
| 110                             | 1,598 | 1,593 | 1,587 | 1,581 | 1,575 | 4,73 | 3,89 | 3,29 | 2,84 | 2,51 |

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, 20-60 °C harorat oralig'ida neytrallangan eritmalarning zichligi 1,364-1,620 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil qiladi. Harorat ortishi bilan eritmalarning zichligi bir tekis pasayadi. Zichlikning haroratga bog'liqligi deyarli chiziqli bo'lib, harorat 10 °C ga ko'tarilganda zichlik 0,37 foizga kamayadi. Nitrat kislota konsentratsiyasining oshishi bilan ekstraktning zichligi ham ortib boradi. O'rtacha nitrat kislota konsentratsiyasi 10% ga oshirilganda zichlik 7,58% ga ortgani aniqlandi. Bunda nitrat kislota konsentratsiyasi 40 dan 50% gacha ortganda zichlik o'rtacha 6,72% ga, nitrat kislota konsentratsiyasi 50 dan 60% gacha ortganda esa 8,44% ga ortadi.

Eritmalarning qovushqoqligi nitrat kislota me'yori va konsentratsiyasining o'rganilgan oralig'ida 1,50-5,29 mPa·s oralig'ida o'zgarib turadi. Harorat 10 °C dan 20 °C dan 30 °C gacha ko'tarilganda qovushqoqlik 18,30% ga, 30 °C dan 40 °C gacha - 15,81% ga, 40 °C dan 50 °C gacha - 13,95% ga, 50 °C dan 60 °C gacha - 12,44% ga kamayadi. Nitrat kislota konsentratsiyasi ortishi bilan qovushqoqlik ortib boradi. O'rtacha nitrat kislota konsentratsiyasi 10% ga oshirilganda qovushqoqlik 29,37% ga ortadi. Bunda nitrat kislota konsentratsiyasi 40 dan 50% gacha oshirilganda qovushqoqlik o'rtacha 21,50% ga, nitrat kislota konsentratsiyasi 50 dan 60% gacha oshirilganda esa 37,24% ga ortishi aniqlandi.

Shunday qilib, tindirilgan nitrat kislotali ekstraktning reologik xususiyatlarini o'rganish shuni ko'rsatdiki, u juda yaxshi oquvchanlikka ega va uni quvurlar orqali haydash uchun hech qanday maxsus uskunalar talab qilinmaydi.

Kislotali ekstraktning pH qiymati -1 dan past bo'ladi, shuning uchun uni o'g'it sifatida qo'llash mumkin emas. Shundan kelib chiqib uni neytrallash zarur. Tadqiqot ishida neytrallash uchun gazsimon ammiakdan foydalanildi. Eritmadagi ammiak miqdori neytrallash uchun zarur bo'lgan miqdordan ortib ketsa, ammiakat hosil bo'ladi. Yuqoridagilarni inobatga olib neytrallash jarayonida maqbul pH qiymatini belgilash lozim. Tajriba jarayonida 57,5% konsentratsiyali nitrat kislotalardan foydalanib olingan azot kislotali ekstraktidan foydalanilgan hamda turli kislota me'yorlarida tajribalar olib borilgan (2-jadval).

2-jadval

pH qiymatining nitrat kislota ekstraktning suyuq fazasi tarkibiga ta'siri

| pH                      | Suyuq fazaning kimyoviy tarkibi, og'ir., % |                  |                  |                  |                               |                              |
|-------------------------|--------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                         | Mg <sup>2+</sup>                           | Ca <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Fe <sup>3+</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> |
| Kislota me'yori – 95 %  |                                            |                  |                  |                  |                               |                              |
| -0,51                   | 1,46                                       | 11,67            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 0,00                         |
| 4,00                    | 1,44                                       | 11,67            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 2,06                         |
| 7,71                    | 1,31                                       | 11,62            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 2,82                         |
| 9,04                    | 0,85                                       | 11,55            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 2,93                         |
| 9,48                    | 0,14                                       | 11,52            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 3,04                         |
| 10,58                   | 0,03                                       | 11,46            | 0,01             | 0,02             | 0,04                          | 3,68                         |
| 12,30                   | 0,02                                       | 11,38            | 0,01             | 0,02             | 0,03                          | 8,11                         |
| Kislota me'yori – 100 % |                                            |                  |                  |                  |                               |                              |
| -1,10                   | 1,44                                       | 11,79            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 0,00                         |
| 4,10                    | 1,43                                       | 11,79            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 2,36                         |
| 7,40                    | 1,34                                       | 11,79            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 3,00                         |
| 8,93                    | 1,05                                       | 11,71            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 3,17                         |
| 9,59                    | 0,18                                       | 11,67            | 0,01             | 0,03             | 0,04                          | 3,50                         |
| 10,96                   | 0,05                                       | 11,59            | 0,01             | 0,02             | 0,04                          | 5,23                         |
| 12,09                   | 0,04                                       | 11,54            | 0,01             | 0,02             | 0,04                          | 8,65                         |
| Kislota me'yori – 105 % |                                            |                  |                  |                  |                               |                              |
| -1,25                   | 1,41                                       | 11,60            | 0,01             | 0,03             | 0,05                          | 0,00                         |
| 3,95                    | 1,40                                       | 11,60            | 0,01             | 0,03             | 0,05                          | 2,52                         |
| 7,97                    | 1,31                                       | 11,60            | 0,01             | 0,03             | 0,05                          | 3,20                         |
| 8,98                    | 0,93                                       | 11,55            | 0,01             | 0,03             | 0,05                          | 3,35                         |
| 9,75                    | 0,21                                       | 11,51            | 0,01             | 0,03             | 0,05                          | 4,12                         |
| 10,79                   | 0,07                                       | 11,46            | 0,01             | 0,02             | 0,05                          | 6,00                         |
| 11,85                   | 0,05                                       | 11,40            | 0,01             | 0,02             | 0,05                          | 8,87                         |

Yuqoridagi jadvaldan ko'rinib turibdiki suyuq faza tarkibidagi pH ortishi bilan qolgan komponentlar miqdori biroz pasayadi, bu tabiiy ravishda ammiak kiritilishi bilan tushuntiriladi. pH ning yuqori qiymatlarida deyarli barcha magniy cho'kmaga o'tadi. Magniy gidroksid juda mayda dispersli cho'kma hisoblanadi. O'g'it tarkibida uning mavjudligi o'g'it tarkibidagi ozuqa moddalarining miqdorini kamaytiradi. Bundan tashqari, ammiaklar (pH 10 dan yuqori) olinganda o'g'it tarkibida erimaydigan va o'simliklar o'zlashtirmaydigan shaklda bo'ladi. Shu bilan birga, magniy gidroksidi ham ichki, ham tashqi bozorlarda talab yuqori bo'lgan magniy oksidi, magniy xlorid va boshqa birikmalarni olish uchun qimmatli xomashyo hisoblanadi. Bundan kelib chiqadiki, neytrallash jarayonida magniy gidroksidning ajralish bosqichini nazarda tutish maqsadga muvofiqdir. Tarkibida pH 7-8 dan oshmaydigan suyuq kalsiyl o'g'itlar olishda bu bosqichni istisno qilish mumkin.

Shuning uchun keyingi tajriba jarayonlarida ekstrakt magniyni ajratib olib so'ngra pH qiymatini 6-7 gacha tushirish uchun yana qo'shimcha nitrat kislota berish bo'yicha tadqiqotlar olib borish lozimligi aniqlab olindi.

Tajribalarning navbatdagi bosqichida ammiak bilan neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning zichligi va qovushqoqligiga kislota me'yori, harorat va pH muhitining ta'sirlari o'rganilgan va natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Magniy gidroksidni ajratmasdan chuqur neytrallangan nitrat kislota ekstraktning reologik xususiyatlari

| pH                      | Zichlik, g/sm <sup>3</sup> |       |       |       |       | Qovushqoqlik, mPa·s |       |       |       |       |
|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
|                         | 20 °C                      | 30 °C | 40 °C | 50 °C | 60 °C | 20 °C               | 30 °C | 40 °C | 50 °C | 60 °C |
| Kislota me'yori – 95 %. |                            |       |       |       |       |                     |       |       |       |       |
| -0.51                   | 1.600                      | 1.594 | 1.589 | 1.583 | 1.576 | 5.19                | 4.23  | 3.56  | 3.06  | 2.68  |

|                          |       |       |       |       |       |        |        |        |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 4,00                     | 1,570 | 1,565 | 1,561 | 1,556 | 1,550 | 5,41   | 4,37   | 3,64   | 3,11  | 2,69  |
| 7,71                     | 1,541 | 1,537 | 1,533 | 1,529 | 1,524 | 5,64   | 4,52   | 3,73   | 3,16  | 2,71  |
| 9,04                     | 1,529 | 1,526 | 1,522 | 1,518 | 1,514 | 15,82  | 12,01  | 9,31   | 6,86  | 5,86  |
| 9,48                     | 1,524 | 1,521 | 1,517 | 1,514 | 1,510 | 27,26  | 18,32  | 13,71  | 10,91 | 8,41  |
| 10,58                    | 1,511 | 1,509 | 1,505 | 1,501 | 1,499 | 64,66  | 47,27  | 36,34  | 28,63 | 21,42 |
| 12,30                    | 1,489 | 1,486 | 1,483 | 1,479 | 1,477 | 131,59 | 103,33 | 84,37  | 69,91 | 58,89 |
| Kislota me'yori – 100 %. |       |       |       |       |       |        |        |        |       |       |
| -1,10                    | 1,593 | 1,589 | 1,583 | 1,577 | 1,570 | 5,02   | 4,10   | 3,45   | 2,98  | 2,61  |
| 4,10                     | 1,565 | 1,561 | 1,556 | 1,551 | 1,546 | 5,27   | 4,27   | 3,55   | 3,03  | 2,63  |
| 7,40                     | 1,541 | 1,538 | 1,533 | 1,530 | 1,526 | 5,53   | 4,44   | 3,66   | 3,09  | 2,65  |
| 8,93                     | 1,529 | 1,525 | 1,522 | 1,519 | 1,514 | 13,21  | 10,22  | 8,39   | 6,41  | 4,80  |
| 9,59                     | 1,522 | 1,518 | 1,515 | 1,512 | 1,509 | 22,32  | 18,32  | 14,71  | 12,61 | 9,81  |
| 10,96                    | 1,508 | 1,504 | 1,501 | 1,499 | 1,495 | 74,07  | 57,56  | 46,65  | 37,74 | 30,95 |
| 12,09                    | 1,491 | 1,487 | 1,485 | 1,482 | 1,479 | 158,34 | 124,45 | 100,96 | 83,57 | 70,20 |
| Kislota me'yori – 105 %. |       |       |       |       |       |        |        |        |       |       |
| -1,25                    | 1,586 | 1,580 | 1,575 | 1,569 | 1,563 | 4,82   | 3,95   | 3,33   | 2,87  | 2,52  |
| 3,95                     | 1,559 | 1,554 | 1,550 | 1,545 | 1,540 | 5,12   | 4,15   | 3,46   | 2,94  | 2,55  |
| 7,97                     | 1,535 | 1,531 | 1,528 | 1,524 | 1,519 | 5,43   | 4,35   | 3,59   | 3,02  | 2,59  |
| 8,98                     | 1,527 | 1,523 | 1,520 | 1,517 | 1,513 | 13,23  | 10,55  | 8,65   | 6,61  | 5,01  |
| 9,75                     | 1,520 | 1,516 | 1,512 | 1,510 | 1,507 | 32,18  | 25,55  | 20,84  | 15,22 | 11,61 |
| 10,79                    | 1,507 | 1,503 | 1,500 | 1,498 | 1,495 | 86,39  | 67,47  | 54,25  | 41,54 | 32,33 |
| 11,85                    | 1,490 | 1,487 | 1,484 | 1,483 | 1,479 | 190,53 | 149,87 | 120,80 | 99,91 | 83,68 |

3-jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, o'rganilgan pH ning -1,25 dan 12,30 gacha va haroratning 20 dan 60 °C gacha bo'lgan oralig'ida neytrallangan eritmalarning zichligi 1,477-1,600 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil qiladi. Harorat ortishi bilan eritmalarning zichligi bir tekis pasayadi. Zichlikning haroratga bog'liqligi chiziqli bo'lib harorat 10 °C ga ko'tarilganda zichlik 0,27% ga kamayadi. Neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning zichligi neytrallanish darajasi (pH) ortishi bilan kamayadi. pH ning bir birlikka oshishi bilan zichlik 8,18% ga kamayadi. Bunda nitrat kislotaning 95% me'yori ortishi bilan zichlik o'rtacha 8,36% ga, nitrat kislotaning 100% me'yori 8,08% ga, nitrat kislotaning 105% me'yori 8,10% ga kamayadi.

Neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning qovushqoqligi nitrat kislota me'yori va konsentratsiyasining o'rganilgan oralig'ida 2,52-190,53 mPa·s oralig'ida tebranib turadi. Nitrat kislotaning 95% me'yorida harorat 20 dan 30 °C gacha ko'tarilganda qovushqoqlik 23,26% ga, 30 dan 40 °C gacha - 19,88% ga, 40 dan 50 °C gacha - 18,43% ga, 50 dan 60 °C gacha - 16,94% ga kamayadi. Nitrat kislotaning 100% me'yorida harorat 20 dan 30 °C gacha ko'tarilganda qovushqoqlik 20,18% ga, 30 dan 40 °C gacha - 17,96% ga, 40 dan 50 °C gacha - 16,86% ga, 50 dan 60 °C gacha - 17,31% ga kamayadi. 105% me'yorda harorat 20 dan 30 °C gacha ko'tarilganda qovushqoqlik 20,14% ga, 30 dan 40 °C gacha - 17,89% ga, 40 dan 50 °C gacha - 19,43% ga, 50 dan 60 °C gacha - 18,01% ga kamayadi. Neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning qovushqoqligi pH ortishi bilan ortadi, bu cho'kmaga ko'proq magniy gidroksidning tushishi bilan tushuntiriladi. O'rtacha pH ning bir birlikka oshishi bilan qovushqoqlik 2,23 marta ortadi. Bunda pH ning bir birlikka ortishi bilan nitrat kislotaning 95% nisbatdagi me'yorida qovushqoqlik o'rtacha 1,85 marta, nitrat kislotaning 100% nisbatdagi me'yorida - 2,22 marta, 105% nisbatda esa - 2,78 marta ortadi. Neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning reologik xossalari o'rganish shuni ko'rsatdiki, u qoniqlik oquvchanlikka ega, ammo uning holatini yuqori qovushqoqlik hosil bo'lishining oldini olish uchun pH qiymatini me'yorida ushlab turish lozim.

Shunday qilib, soda korxonasining shlamli chiqindilarini nitrat kislotasi bilan maqbul sharoitlarda parchalashda (nitrat kislotasining me'yori - 100-105%, nitrat kislotasining konsentratsiyasi - 57,5%, jarayon harorati 40 °C, jarayon davomiyligi - 30 min), erimaydigan cho'kmani ajratib olgandan keyin, pH = 7-8 gacha ammoniylashtirishda quyidagi tuzli tarkibdagi eritmalar hosil bo'ladi, og'ir. %: Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-8,26, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-48,27, Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-0,08, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-0,13, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-6,67, CaSO<sub>4</sub>-0,06, NH<sub>3</sub>erkin-1,42. Olingan eritmani NCaMg-o'g'it (tarkibida N - 13,30%, CaO - 16,48%, MgO - 2,23%) va pH = 10,5-11,5 gacha neytralallab gidroksid ajratib olish mumkin.

#### ADABIYOTLAR

1. Ergashev M.T., Rajabov Sh.Sh., Mirzakulov X.Ch. Nitric Acid Decomposition Process of Sludge Waste of the Soda Plant. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 11, Issue 7, July 2024. 22040-22046 p. ISSN: 2350-0328.
2. Ergashev M.T., Rajabov Sh.Sh., Mirzakulov X.Ch. "Study of the separation process of insoluble residues in the nitric acid processing of sludge waste from a soda plant". International Conference on Developments in Education Hosted from Amsterdam, Netherlands <https://econferencezone.org>. 22nd January – 2025.76-78 p.
3. Михлиев О.А. Разработка технологии комплексной переработки доломита азотной кислотой с получением соединений магния и жидких удобрений: Дисс... Докт. фил. по техн. наукам (PhD). – Ташкент. – 2019. – 118 с.
4. Pek-Ing Au, Yee-Kwong Leong, Rheological and zeta potential behaviour of kaolin and bentonite composite slurries, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Volume 436, 2013, Pages 530-541, ISSN 0927-7757, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.06.039>
5. Хидирова Юлдуз Хужаназаровна. Разработка технологии получения комплексных удобрений на основе пыли клинкерообжигательных печей цементного производства. Дисс. Кан. тех. наук. – Ташкент. – 2012. – 120 с.
6. Халмуминов Сафар Абриевич. Технологии получения жидких углеаммонийных и азотно-кальциевых удобрений на основе вторичного сырья азотнотуковых производств. Дисс. Кан. тех. наук. – Ташкент. – 2012. – 116 с.
7. J. Van Caneghem and others, Fluidized bed waste incinerators: Design, operational and environmental issues, Progress in Energy and Combustion Science, Volume 38, Issue 4, 2012, Pages 551-582, ISSN 0360-1285, <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2012.03.001>.
8. Shen Hu, Hongying Yang, Qin Zhang, Study on harmless treatment and valuable elements recovery of neutralization residue from acid wastewater of copper mine, Sustainable Chemistry and Pharmacy, Volume 39, 2024, 101517, ISSN 2352-5541, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101517>.
10. Atsushi Iizuka and others, Comparative study of acid mine drainage neutralization by calcium hydroxide and concrete sludge-derived material, Minerals Engineering, Volume 188, 2022, 107819, ISSN 0892-6875, <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107819>.



UDK: 547.918:547.926

**Nargiza YULDASHEVA,**

Acad. S.Yu. Yunusov Institute of Chemistry of Plant Substances. Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Junior Researcher

E-mail: [e\\_yuldashevan175@gmail.com](mailto:e_yuldashevan175@gmail.com)

**Bakhrom KOMILOV,**

Acad. S.Yu. Yunusov Institute of Chemistry of Plant Substances. Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Senior Research Fellow (PhD), Associate Professor.

**Komila ESHBAKOVA,**

Acad. S.Yu. Yunusov Institute of Chemistry of Plant Substances. Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Senior Research Fellow (PhD), Associate Professor

**Sherali SULAYMONOV,**

Senior Lecturer, Namangan State University

**Bohodir MAMARASULOV,**

Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Senior Research Fellow PhD

PhD O.Mamazhanov's based on review

#### TERPENOIDS, CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF *FERULA FERGANENSIS* ROOT

Annotation

Continuing the study of the chemical composition of the *Ferula ferganensis* plant, terpenoids were isolated from the root using silica gel KSC and column chromatography from the chloroform fraction. The sesquiterene esters of three carotenoids were isolated from the chloroform fraction with a mixture of benzene and ethyl acetate (25:1-6:1) and analyzed hexane fraction by GC and GC/MS to determine the composition of the volatile ester, and 63 components were identified. This study revealed that the ether oil of *F. ferganensis* contains biologically active substances, especially antimicrobial agents.

**Key words:** *Ferula ferganensis*; Essential oil; Antibacterial activity; Antifungal activity; KSC, GC-MS.

#### ТЕРПЕНОИДЫ, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА И АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ КОРНЯ *FERULA FERGANENSIS*

Аннотация

Продолжая изучение химического состава растения *Ferula ferganensis*, терпеноиды были выделены из корня с использованием силикагеля КСХ колоночной хроматографии из хлороформной фракции. Сесквитереновые трех каротиноидов были выделены из хлороформной фракции смесью бензола и этилацетата (25:1-6:1) и проанализированы гексановой фракцией с помощью ГХ и ГХ/МС для определения состава летучего эфира, и были идентифицированы 63 компонента. В ходе данного исследования было выявлено, что эфирное масло *F.ferganensis* содержит биологически активные вещества, особенно антимикробные агенты.

**Ключевые слова:** *Ferula ferganensis*; Эфирное масло; Антибактериальная активность; Противогрибковая активность; КСХ, ГХ-МС.

#### *FERULA FERGANENSIS* ILDIZ QISMINING TERPENOIDLARI, UCHUVCHAN EFIR MOYINING KIMYOVIY TARKIBI VA MIKROBLARGA QARSHI FAOLLIGI

Annotatsiya

*Ferula ferganensis* o'simligining kimyoviy tarkibini o'rganishni davom ettirib, xloroformli fraktsiyasidan silikagel KSX ustunli xromatografiya yordamida ildizdan terpenoidlar ajratib olishga erishildi. Xloroformli fraktsiya, benzin va etil asetat aralashmasi (25: 1-6: 1) da uchta karotenoidning sesquiterpen qatori murakkab efirlari ajratib olingan va uchuvchan efiri tarkibini aniqlash uchun geksan fraktsiyasidan GC va GC / MS tomonidan tahlil qililib, 63 ta komponent aniqlandi. Ushbu tekshirishda *F.ferganensis*ning efir moyi tarkibida biologik faol moddalar, ayniqsa mikroblarga qarshi vosita borligi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** *Ferula ferganensis*, Efir moyi, Antibakterial faollik, Antifungal faollik, KSX, GC-MS.

**Introduction.** The medicinal properties of the genus *Ferula* (Family *Apiaceae*) have a long history [1]. To date, *Ferula* has been traditionally used in many countries to treat stomach pain, flatulence, intestinal diseases, and asthma [2, 3, 4, 5]. *Ferula* plants are rich in chemical composition consisting of sesquiterpenes [6], coumarins, and thiosulfanes, which have unique properties and are highly biologically active [7, 8, 9, 10, 11, 12]. However, for many species, only a few studies have determined their chemical composition and safety mechanisms. This remains the basis for further research for discovery.

**Literature reviews.** Literature review: Many scientists have reported more than 180 chemical components, terpenoids, coumarins, and sesquiterpene coumarins. Recently, many new secondary metabolites have been discovered in the genus *Ferula*, which belong to different classes of natural biological changes. The from different biological activities substances anti-inflammatory and neuroprotective [13]. The chemical compounds of essential oils obtained from different *Ferula* species have shown many biological activities. Due to the presence of many biologically active substances, such as antimicrobial, insecticidal,

antioxidant, cytotoxic, etc., researchers are currently focusing on this area [141]. The chemical compounds of *F. ferganensis*, the essential oils extracted from its fraction and the biological activities were investigated for the first time in this study.

**Research methodology:** Search for biologically active compounds. Determination of the chemical composition of essential oils in the underground part of *F. ferganensis*.

#### Materials and methods

The chemical composition of volatiles of the hexane fraction of the root part of *F. ferganensis* collected from the Ola-Too ridge in the Suusamur valley of the Kyrgyz Republic in mid-June 2021 was determined by GC-MS. Gas Chromatography (GC) and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

The qualitative and quantitative characteristics of the essential oil were determined on an Agilent 5975C inert MSD/7890A GC-MS (Agilent Technologies, USA). The components of the mixture were adsorbed onto an Agilent NR-INNOWah quartz column (30  $\mu\text{m} \times 250 \mu\text{m} \times 0.25 \mu\text{m}$ ). The GC-MS analytical results were consistent with the literature data [16]. The components were identified based on the data from electronic libraries. The mixture of n-alkanes (C9–C20) and their interactions with mass fragments were determined based on the retention time ratio. [16, 17].

#### Antibacterial activity

The disk diffusion method was used to determine the biological activity of the essential oil against specific strains of microbes using test strains (*B. subtilis*-5S, *aureus*-91, *R. aeruginosa*-225, *E. coli*-221, *C. albicans*-247) [18].

**Analysis and results:** The essential oil of the underground part of *F. ferganensis* was analyzed by GC-MS and contained 63 components, accounting for 42.43% of the essential oil. Monoterrene hydrocarbons (5.3%), oxidized sesquiterrene hydrocarbons (14.74%), and oxidized sesquiterrene (4.62%). Other substances were only (14.74%).

The quantitatively dominant main composition of the essential oil (Fig. 1.) *p*-Anisic acid (4.66%), Verbenone (2.82%), 7,8-Epoxy- $\alpha$ -ionone (2.42%), Vanillin (1.20%), Cyclo *iso*-longifolene (1.80%), Cyclo *iso*-longifolene, 8,9-dehydro (1.80%), (+)-Valencene (0.95%), *o*-Cymene (0.92%), Mentha-1,4,8-triene (0.92%),  $\alpha$ -Elemene (0.86%),  $\alpha$ -Guaiene (0.90%),  $\beta$ -Humulene (0.86%), Widdrene (0.86%), Aristolan-1(10)-en-9-ol (0.82%),

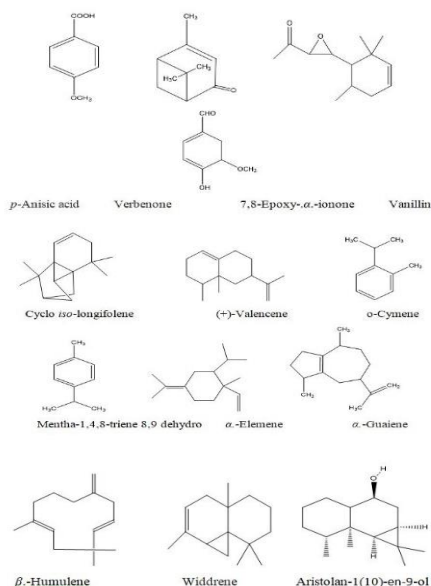


Fig. 1. Structural formula of the quantitatively dominant main components of the *F. ferganensis* essential oil

Table 1.

Qualitative and quantitative composition of essential oil in the root part of *F. ferganensis*

| Constituent                       | RI   | Content % | Constituent                        | RI   | Content % |
|-----------------------------------|------|-----------|------------------------------------|------|-----------|
| 1-Butanol                         | 1145 | 0.56      | Ledene                             | 2304 | 0.34      |
| 1,8-Cineole                       | 1327 | 0.19      | (-)-Caryophyllene-(11)             | 2307 | 0.36      |
| Acetic acid                       | 1565 | 0.25      | 7,8-Epoxy- $\alpha$ -ionone        | 2318 | 2.42      |
| 3-Cyclohexen-1-ol                 | 1588 | 0.16      | 4,10(14)-Cadinadien-8, $\beta$ -ol | 2326 | 0.16      |
| (-)-Myrtenal                      | 1601 | 0.19      | Alloaromadendrene                  | 2344 | 0.45      |
| (1R)-(+)- $\alpha$ -Pinene        | 1632 | 0.29      | Benzaldehyde,3,4-dimethoxy-        | 2354 | 0.28      |
| Mentha-1,4,8-triene               | 1659 | 0.91      | $\beta$ -Humulene                  | 2366 | 0.86      |
| Verbenone                         | 1676 | 2.82      | Epiglobulol                        | 2386 | 0.39      |
| Borneol                           | 1681 | 0.24      | Valencene                          | 2401 | 0.18      |
| Camphene                          | 1684 | 0.15      | Dehydroaromadendrene               | 2456 | 0.48      |
| E-2-Caren-4-ol                    | 1729 | 0.20      | $\beta$ -Sitosterin                | 2477 | 0.19      |
| Delta-cadinene                    | 1745 | 0.27      | 2,4,5-Trimethoxybenzaldehyde       | 2489 | 0.22      |
| <i>o</i> -Cymene                  | 1828 | 0.92      | (+)-Aromadendrene                  | 2498 | 0.62      |
| Phenol                            | 1982 | 0.21      | Vanillin                           | 2509 | 1.20      |
| Valerenol                         | 2019 | 0.29      | Alloaromadendrene                  | 2521 | 0.70      |
| $\gamma$ -Gurjunene               | 2063 | 0.13      | Calarene epoxide                   | 2584 | 0.58      |
| Opreal_                           | 2095 | 0.16      | Valencene                          | 2610 | 0.76      |
| Z- $\alpha$ -Copaen-8-ol          | 2111 | 0.17      | Widdrene                           | 2617 | 0.86      |
| Cycloisolongifolene, 8,9-dehydro- | 2149 | 1.80      | Vellardiol                         | 2631 | 0.38      |

|                         |      |        |                                    |      |       |
|-------------------------|------|--------|------------------------------------|------|-------|
| $\gamma$ -Elemene       | 2155 | 0.86   | Azulene                            | 2641 | 0.96  |
| Junipene                | 2167 | 0.32   | 3-Ethoxy-4-methoxybenzaldehyde     | 2652 | 0.96  |
| Valencene               | 2176 | 0.95   | 3-Cyclohexen-1-ol                  | 2662 | 0.85  |
| $\gamma$ -Muurolene     | 2180 | 0.69   | Ledene oxide-(II)                  | 2797 | 0.44  |
| Aristolan-1(10)-en-9-ol | 2185 | 0.82   | <i>p</i> -Anisic acid              | 2814 | 4.66  |
| $\beta$ -Selinene       | 2198 | 0.14   | Falcarinol                         | 2866 | 0.41  |
| $\alpha$ -Gurjunene     | 2204 | 0.15   | Methylchromone                     | 2965 | 0.27  |
| $\alpha$ -Cadinol       | 2110 | 0.33   | 1-(Trichlorosiloxy) cyclohexene    | 2969 | 0.27  |
| Dehydroaromadendrene    | 2217 | 0.69   | 1,3-Cyclohexanedione               | 3072 | 5.67  |
| $\beta$ -Selinene       | 2221 | 0.27   | $\beta$ -Vatirenene                | 3535 | 0.49  |
| Naphtalene              | 2226 | 0.33   | Monoterpene hydrocarbons           |      | 5.33  |
| $\beta$ -Vatirenene     | 2252 | 0.32   | Oxidized monoterpenes              |      | 3.0   |
| $\alpha$ -Guaiene       | 2255 | 0.90   | Sesquiterpene hydrocarbons         |      | 14.74 |
| 4,9-Undecadiyn-1-ol     | 2291 | 0.30   | Oxidized sesquiterpene             |      | 4.62  |
| $\alpha$ -Longipinene   | 2295 | 0.56   | Predominates, and other substances |      | 14.74 |
| Total                   |      | 42.43% |                                    |      |       |

GC-MS analytical results showed that the hexane fraction of the underground part of *Ferula ferganensis* was rich in content.

**Antimicrobial activity of essential oil.** A comprehensive test strain of the essential oil was carried out against selected test strains. It inhibited the growth of *E. coli* 12±1.3 mm, *B. subtilis* 14±1.0 mm, *P. aeruginosa* 16±0.41; *S. aureus* 15±1.2; *C. albicans* 17±1.3, strains (Fig. 2). It showed highly effective antimicrobial activity (Table 2)

Table 2.

Antibacterial activity of essential oil from *F.ferganensis* flowers

| Sample        | Inhibition zone diameter (mm) |                  |                      |                |                    |
|---------------|-------------------------------|------------------|----------------------|----------------|--------------------|
|               | <i>B. subtilis</i>            | <i>S. aureus</i> | <i>P. aeruginosa</i> | <i>E. coli</i> | <i>C. albicans</i> |
| Essential oil | 14±1.0                        | 15±1.2           | 16±0.41              | 12±1.3         | 17±1.3             |
| Canamycin     | 18±0.11                       | 16±0.13          | 20±0.11              | 21±0.12        | 22±00              |
| DMSO          | 6±0.13                        | 5.0±01           | 5.0±02               | 9.0±03         | 8.4±0.14           |

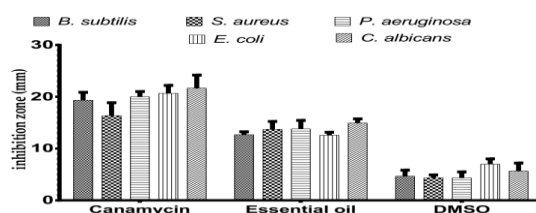


Fig 2. Antimicrobial activity of essential oils of *F.ferganensis*

The chloroform fraction of the underground part of *Ferula ferganensis* was separated by silica gel column chromatography, using a mixture of benzene and ethyl acetate (25:1-6:1). The chemical structure of the isolated compounds was established based on  $^1\text{N}$ ,  $^{13}\text{C}$  NMR spectral data and comparison with those in the literature. Sesquiterpene esters of three carotenoids were isolated (Fig. 3).

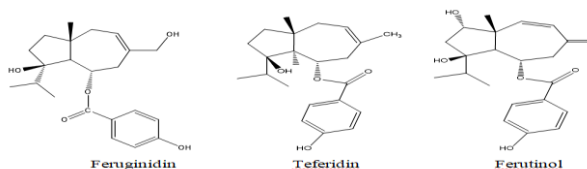


Fig. 3. Substances derived from the plant *Ferula ferganensis*

**Conclusion.** The chemical composition of the hexane fraction of the root of *F. ferganensis* was studied for the first time by GC-MS.

*F. ferganensis* showed broad-spectrum activity against selected test strains. For the first time, its antimicrobial activity was studied.

Feruginidine, teferidine, and ferutinol were first time isolated from the root of the *Ferula ferganensis* plant.

**Gratitude.** The work was carried out with the financial support of the Foundation for International Cooperation in Science and Technology. Project Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan (Grant MUK-2021-38 and MUK-2021-39).

## REFERENCES

1. Iranshahy M, Iranshahi M (2011). *J. Ethnopharmacol.* 134: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.067>
2. Lee CL, Chiang LC, Cheng LH, Chuang LC, Mohamed HAE-R, Chang FR, Wu YC (2009). *J. Nat. Prod.* 72: 1568–1572. <https://doi.org/10.1021/np900158f>
3. Soltani F, Mosaffa F, Iranshahi M, Karimi G, Malekaneh M, Haghighi F, Behravan J (2010). *J. Phytother Res.* 24: 85-89. <https://doi.org/10.1002/ptr.2874>
4. Imenshahidi M, Eghbal M, Sahebkar A, Iranshahi M (2013). *J. Pharm Biol.* 51:545- 549. <https://doi.org/10.3109/13880209.2012.747546>
5. Iranshahi M, Kalategi F, Rezaee R, Shahverdi AR, Ito C, Furukawa H, et al (2008). *J. Planta med.* 74: 147. DOI: 10.1055/s-2008-1034293

6. Iranshahi M, Amin G-R, Jalalizadeh H, Shafiee A (2003). *J. Pharm Biol.* 41: 431-433. <https://doi.org/10.1076/phbi.41.6.431.17834>
7. Guo DA, Wu YY, Ye M, Liu X, Cordell GA (2015). Chinese medicines. *J. Science.* 347: 29–31
8. Liu CX, Cheng YY, Guo DA, Zhang TJ, Li YZ, Hou WB, Huang LQ, Xu HY (2017). *Chin.Herb.Med.* 9: 3–13. [https://doi.org/10.1016/S1674-6384\(17\)60070-4](https://doi.org/10.1016/S1674-6384(17)60070-4).
9. Moreno-Dourado FJ, Guerra FM, Aladro FJ, Bustamante JM, Jorge ZD, Massanet GM (2000). *J. Nat. Prod.* 63: 934–938. <https://doi.org/10.1021/np990537u>.
10. Tavares AC, Gonçalves MJ, Cruz MT, Cavaleiro C, Lopes MC, Canhoto J, Salgueiro LR (2010). *J. Ethnopharmacol.* 130: 593–598. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.05.054>.
11. Zuzarte M, Gonçalves MJ, Cruz MT, Cavaleiro C, Canhoto J, Vaz S, Pinto E, Salgueiro L (2012). *J. Food Chem.* 135: 1505–1510. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.090>.
12. Valente J, Zuzarte M, Gonçalves MJ, Lopes MC, Cavaleiro C, Salgueiro L, Cruz MT (2013). *Food Chem. Toxicol.* 62: 349–354. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.08.083>
13. Mohammadhosseini M, Vendittib A, Satyajit DS, Naharc L, Akbarzadeh A (2019). *J. Industrial Crops & Products.* 129: 350–394. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.012>
14. Sahebkar A, Iranshahi M (2010). *Asian Biomedicine.* 4(6): 835-847. DOI: <https://doi.org/10.2478/abm-2010-0110>
15. Sonigra P and Meena M (2021). *Front. Pharmacol.* 11: 1-28. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.608649>
16. Ashurova LN, Bobakulov KhM, Ramazonov NSh, Sasmakov SA, Ashirov ON, Azimova ShS, Abdullaev NM (2021). *J Chem. Nat. Compd.* 57: 970. <https://doi.org/10.1007/s10600-021-03527-3>
17. Babushok VI, Linstrom PJ, and Zenkevich IG (2011) *J. Phys. Chem. Ref. Data.* 40(4): 1. <https://doi.org/10.1063/1.3653552>
18. Mamarasulov B, Davranov K, Umruzaqov A, Ercisli S, Alharbi SA, Ansari MJ, Jabborova D (2023). *J. of King Saud University-Science.* 35(4): 102644. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102644>.



UDK: 541.64:539.211

**Khusan YAKHSHINOROV**,  
PhD student at the National University of Uzbekistan  
E-mail: husanyakhshinorov@gmail.com  
**Alibek ALIMOV**,  
Master's student of the National University of Uzbekistan  
**Urozboy MAMATOV**,  
Master's student of the National University of Uzbekistan  
**Elyor BERDIMURODOV**,  
Professor at the National University of Uzbekistan  
**Khamdam AKBAROV**,  
Professor at the National University of Uzbekistan  
**Jaykhun MAMATOV**,  
Associate Professor at the National University of Uzbekistan

Based on the review of Associate Professor N.Umirov from Qarshi State University

### SYNTHESIS OF CARBON DOTS BASED ON CHITOSAN AND UREA

#### Annotation

Carbon dots (CDs) are one of the latest representatives of luminescent carbon nanomaterials. Due to their high solubility and stability, biotechnological compatibility, and low toxicity, carbon dots have attracted the attention of researchers. Their applications in various fields, such as sensors, photocatalysis, corrosion inhibitors, and solar panels, make them economically and technologically significant. In this study, carbon dots were synthesized using chitosan and urea through the hydrothermal method. The effects of pH, time, and temperature on the synthesis process were investigated. Particle size was thoroughly analyzed using the NKT-N9 Nano Particle Sizer and Transmission Electron Microscopy (TEM).

**Key words:** chitosan, urea, hydrothermal method, carbon dots, TEM, nano sizer.

### СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И МОЧЕВИНЫ

#### Аннотация

Углеродные точки (CDs) являются одними из новейших представителей люминесцентных углеродных наноматериалов. Благодаря их высокой растворимости и стабильности, биотехнологической совместимости и низкой токсичности, углеродные точки привлекают внимание исследователей. Их применение в различных областях, таких как сенсоры, фотокатализ, ингибиторы коррозии и солнечные панели, делает их экономически и технологически значимыми. В данном исследовании углеродные точки были синтезированы из хитозана и мочевины с использованием гидротермального метода. Исследовано влияние pH, времени и температуры на процесс синтеза. Размер частиц был детально проанализирован с помощью наночастицемера NKT-N9 и трансмиссионной электронной микроскопии (TEM).

**Ключевые слова:** хитозан, мочевина, гидротермальный метод, углеродные точки, TEM, наноразмерный анализатор.

### XITOZAN VA MOCHEVINA ASOSIDA UGLEROD NUQTALARINI SINTEZ QILISH

#### Annotatsiya

Uglerod nuqtalar (CDs) lyuminescent uglerod nanomateriallarining so'nggi vakillaridan biridir. Ularning yuqori eruvchanligi va barqarorligi, biotexnologik mosligi va past toksikligi tufayli uglerod nuqtalar tadqiqotchilarning e'tiborini tortmoqda. Sensorlar, fotokataliz, korroziya ingibitorlari va quyosh panellari kabi turli sohalaridagi qo'llanilishi ularni iqtisodiy va texnologik jihatdan muhim qiladi. Ushbu tadqiqotda uglerod nuqtalari xitozan va mochevinadan gidrotermal metod orqali sintez qilindi. Sintez jarayoniga pH, vaqti va haroratning ta'siri o'rganildi. Zarralar o'lchami NKT-N9 Nano zarralar o'lchagichi va transmissiya elektron mikroskopiyasi (TEM) yordamida batafsil tahlil qilindi.

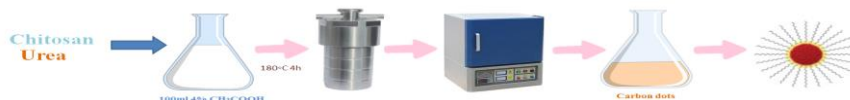
**Kalit so'zlar:** xitozan, mochevina, gidrotermal metod, uglerod nuqtalari, TEM, nano o'lchagich.

**Introduction.** Carbon dots (CDs) have attracted significant attention due to their unique ultraviolet fluorescence properties and outstanding performance in various applications, such as cellular labeling materials, corrosion inhibitors, and heavy metal sensors. CDs are characterized as zero-dimensional carbon nanoparticles with quasi-spherical shapes, optical activity, and particle sizes ranging from 1 to 100 nm. Furthermore, CDs stand out among most nanomaterials due to their unique properties, including biocompatibility, photoluminescence, chemical stability, enzyme-mimicking behavior, surface functionality, hydrophilicity, and simple synthesis methods. Numerous studies have explored the synthesis of CDs from various natural and waste materials, including chitosan, an aminopolysaccharide derived from marine waste with excellent potential as a carbon source [1-5]. Chitosan is obtained from chitin, a nitrogen-rich biopolymer found in crustaceans and insects. It is the second most abundant natural polymer after cellulose, with approximately  $10^{10}$ – $10^{11}$  tons of chitin regenerated annually for chitosan production. Besides its economic and renewable nature, chitosan offers additional advantages, such as high nitrogen content and multiple functional groups, including acetamido, amino, and hydroxyl groups. Carbon dots derived from chitosan have been widely applied in various fields, such as corrosion inhibition in the chemical industry, pollutant detection, active food packaging, biosensing, and bioimaging. In this study,

carbon dots were synthesized using the hydrothermal method with chitosan and urea as precursor materials. The hydrothermal technique is one of the most commonly used methods for CD synthesis due to its affordability, eco-friendliness, and ease of controlling parameters such as temperature and reaction time. During the synthesis process, chitosan - alone or in combination with other precursors - is typically dissolved in water or acetic acid solution and transferred to a Teflon-lined stainless steel autoclave [6-9]. The stainless-steel reactor must be adequately sealed and heated at moderate temperatures (below 220°C) under autogenous pressure. After the reaction is completed and the system cools to room temperature, the obtained product is collected, separated, and purified. Researchers have reported various purification techniques, including filtration, centrifugation, and dialysis, or combinations of these methods. Finally, the resulting CD solution is either stored in a refrigerator or freeze-dried to obtain solid samples for further applications or characterization [10-15].

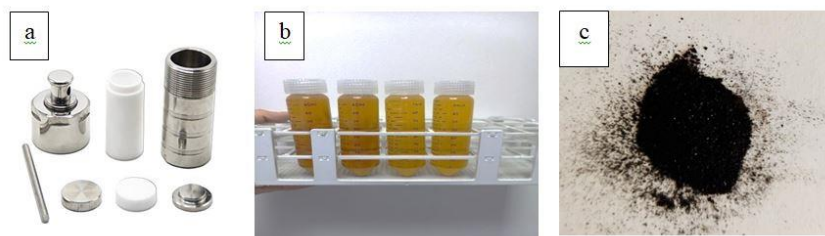
Required Reagents. chitosan, urea, sodium hydroxide, acetic acid

Synthesis: For the synthesis of carbon dots based on chitosan and urea, chitosan (95%, Yuwi Jinchi Cosmetics Co Ltd., China) is first dissolved in 100 mL of 4% CH<sub>3</sub>COOH (acetic acid) solution. The chitosan is thoroughly dissolved, and an equal amount of urea is added to the solution. The pH of the solution is then adjusted to pH = 9 by adding 0.1N NaOH. The mixture is stirred for 15 minutes and then subjected to ultrasonication for an additional 15 minutes. Finally, the reaction is carried out using the **hydrothermal method at 180°C for 4 hours (1-picture).**



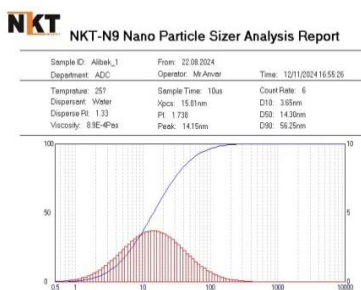
1-picture. Synthesis stages

After the reaction is complete, it is cooled to room temperature. The obtained chitosan and urea carbon dots are purified in several stages. Initially, they are centrifuged (13000 r/m for 15 minutes), filtered, and then dialyzed for 72 hours to obtain the carbon dots in a pure solution. In the next stage, they are dried at 40°C, and the carbon dots in dry form are obtained. The dry carbon dots are stored in the refrigerator (2-picture).



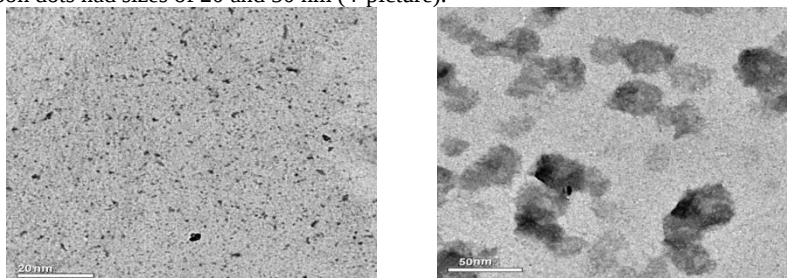
2-picture. Synthesis of carbon dots: (a) hydrothermal reactor, (b) carbon dots solution, (c) dry carbon dots.

**Analysis of results.** The best product was tested for particle size using the NKT-N9 Nano Particle Sizer, and it was found that the particle size ranged from 1 to 100 nm (3-picture).



3-picture. Analysis of chitosan urea-based carbon dots obtained using the NKT-N9 Nano Particle Sizer.

The size of the chitosan and urea-based carbon dots was examined using transmission electron microscopy (TEM). It was found that the obtained carbon dots had sizes of 20 and 50 nm (4-picture).



4-picture. Analysis of chitosan urea-based carbon dots obtained using transmission electron microscopy (TEM).

**Conclusion.** The particle size in the synthesis of carbon dots was found to be dependent on temperature and time. It was observed that 180°C for 4 hours provided optimal conditions and stability. By modifying chitosan with urea, the particle size was checked using TEM and found to be 20 and 50 nm. The obtained chitosan urea-based carbon dots are stable, inexpensive, environmentally friendly, non-toxic, and dissolve well in water.

## REFERENCES

1. Saraswat V., Yadav M. Carbon dots as green corrosion inhibitor for mild steel in HCl solution // ChemistrySelect. - 2020. - №.5, №25. – P. 7347-7357.
2. Lv J., Fu L., Zeng B., Tang M., Li J. Synthesis and acidizing corrosion inhibition performance of N-doped carbon quantum dots// Russian Journal of Applied Chemistry. - 2019. - №. 92, № 6. - P. 848-856.
3. Cui M., Qiang Y., Wang W., Zhao H., Ren S. Microwave Synthesis of Ecofriendly Nitrogen Doped Carbon Dots for the Corrosion Inhibition of Q235 Carbon Steel in 0.1 M HCl // Int. J. Electrochem. Sci. - 2021. - №. 16. – P.151019-151020.
4. Q.H. Zhang, B.S. Hou, Y.Y. Li, G.Y. Zhu, H.F. Liu, G.A. Zhang, Two novel chitosan derivatives as high efficient eco-friendly inhibitors for the corrosion of MS in acidic solution, Corros. Sci. 164 (2020), 108346.
5. Cen H., Chen Z., Guo X. N, S co-doped carbon dots as effective corrosion inhibitor for carbon steel in CO<sub>2</sub>-saturated 3.5% NaCl solution // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. - 2019. -№. 99. - P. 224-238.
6. M.M. Solomon, H. Gerengi, Tugce Kaya, S.A. Umoren, Enhanced corrosion inhibition effect of chitosan for St37 in 15% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> environment by silver nanoparticles, Int. J.Biol. Macro. 104 (2017) 638 649.
7. A.M. Fekry, R.R. Mohamed, Acetyl thiourea chitosan as an eco-friendly inhibitor for mild steel in sulphuric acid medium, Electrochim. Acta 55 (2010) 1933–1939.
8. C. Zhou, Z. Li, J. Li, T. Yuan, B. Chen, X. Ma, D. Jiang, X. Luo, D. Chen, Y. Liu, Epoxy composite coating with excellent anticorrosion and self-healing performances based on multifunctional zeolitic imidazolate framework derived nanocontainers, Chem. Eng. J. 385 (2020), 123835.
9. C. Zhang, X. Luo, X. Pan, L. Liao, X. Wu, Y. Liu, Self-healing Li-Al layered double hydroxide conversion coating modified with aspartic acid for 6N01 Al alloy, Appl. Surf. Sci. 394 (2017) 275–281.
10. Cao S., Liu D., Wang T., Ma A., Liu C., Zhuang X., Ding H., Mamba B. B., Gui J. Nitrogen-doped carbon dots as high-effective inhibitors for carbon steel in acidic medium // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. - 2021. - №. 616. - P. 126280-126281.
11. Jain P., Patidar B., Bhawsar J. Potential of nanoparticles as a corrosion inhibitor: a review // Journal of Bio-and Tribo-Corrosion. - 2020. - №.6. –P.1-12.
12. Salleh S. Z., Yusoff A. H., Zakaria S. K., Taib M. A. A., Seman A. A., Masri M. N., Mohamad M., Mamat S., Sobri S. A., Ali A. Plant extracts as green corrosion inhibitor for ferrous metal alloys: A review // Journal of Cleaner Production. - 2021. - №. 304. –P. 127030-127031.
13. Haruna K., Saleh T. A., Quraishi M. A. Expired metformin drug as green corrosion inhibitor for simulated oil/gas well acidizing environment // Journal of Molecular Liquids. - 2020. - №. 315. –P. 113716-113717.
14. M. Zhang, L. Bai, W. Shang, W. Xie, H. Ma, Y. Fu, et al., Facile synthesis of water–soluble, highly fluorescent graphene quantum dots as a robust biological label for stem cells, J. Mater. Chem. 22 (15) (2012) 7461–7467.
15. X. Miao, D. Qu, D. Yang, B. Nie, Y. Zhao, H. Fan, et al., Synthesis of carbon dots with multiple color emission by controlled graphitization and surface functionalization, Adv. Mater. 30 (1) (2018) 1704740.