

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.  
ILMIY  
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi  
Yilda 6 marta chiqadi

6-2025  
TABIIY FANLAR

**НАУЧНЫЙ  
ВЕСТНИК.  
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года  
Выходит 6 раз в год

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>S.Sh.Do'saliyeva, R.B.Karabayeva</b><br><i>Allium suworowii</i> o'simligi tarkibidagi saponinlarning sifat tahlili .....                                                        | 7  |
| <b>J.E.Shamshiyev, O.M.Nazarov, T.Sh.Amirova</b><br>Mahalliy vinolarning flavonoidlar va suvda eruvchan vitaminlar tarkibi tahlili .....                                           | 10 |
| <b>F.X.Bo'riyev, S.S.Abduraxmanova, O.E.Ziyadullayev, F.Qo'shbaqov</b><br>Ayrim atsetilen spirtlar asosida $\alpha$ -yod, $\alpha,\beta$ -to'yinmagan ketonlar sintezi .....       | 15 |
| <b>M.Z.Nomozova, L.S.Kamolov, I.Nakhatov, N.N.Umirov, D.O.Ahmadova</b><br>Secondary metabolites of the fungus <i>Trichoderma asperellum</i> and their biological importance ....   | 22 |
| <b>Q.M.Sherg'oziyev, Sh.X.Karimov</b><br><i>Anabasis aphylla</i> L. o'simligining flavonoid tarkibi tahlili .....                                                                  | 28 |
| <b>G.A.Abdullaeva, Sh.Sh.Damionova, Sh.Sh.Turgunbaev</b><br>Синтез и исследование комплексного соединения Zn (II) с дифенилтиокарбазоном .....                                     | 32 |
| <b>M.M.Mamanazarov, E.Y.Yalgashev, L.A.Azimov, D.I.Abduvokhidov, J.I.Razzokov</b><br>Gliding-arc plasma regeneration of industrial ca-zeolite adsorbents .....                     | 39 |
| <b>G.D.Axmadjonova, O.M.Nazarov, X.N.Saminov</b><br><i>Mirabilis jalapa</i> L. o'simligining aminokislota va fenol birikmalari tarkibini o'rganish .....                           | 46 |
| <b>I.R.Asqarov, Sh.M.Qirg'izov, S.T.Jalilova</b><br>Evaluation of the antiradical properties of bay leaf .....                                                                     | 52 |
| <b>Sh.M.Kirgizov, M.M.Muminov, D.S.Turgunova</b><br>Antioxidant activity of a mixture of gleditsia and ailanthus flowers .....                                                     | 57 |
| <b>D.A.Ga'furova, X.G.Kurbonov, M.K.Rustamov, H.M.Yusupova, D.N.Shaxidova</b><br>Получение анионитов на основе поливинил хлорида для сорбции ионов молибдена (VI) ....             | 64 |
| <b>S.Y.Xushvaqov, K.A.Qodirova, D.J.Bekchanov</b><br>Tarkibida amino va sulfoguruh tutgan funksional ion almashinuvchi polimer<br>materiallarga brom ionlarining sorbsiyasi .....  | 73 |
| <b>T.Sh.Amirova</b><br>Matolarning kimyoviy tarkibiga ko'ra sertifikatlash va tasniflashning dolzarb muammolari .....                                                              | 80 |
| <b>T.Sh.Amirova</b><br>Ipak matolarining iq spektri tahlili va kimyoviy xossalari .....                                                                                            | 84 |
| <b>F.M.Turaqulov, X.E.Yunusov, S.S.Yarmatov, X.I.Burxonova, A.A.Sarimsaqov</b><br>Karboksimetilsellyuloza va seritsin asosida biokompozit gidrogelning olinishi va xossalari ..... | 89 |
| <b>N.T.Qaxxorov, R.S.Jo'rayev, O'M.Mardonov</b><br>"Dautosh" koni meniralini lazerli difraksiya usulida tekshirish va tarkibini o'rganish .....                                    | 98 |

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>M.P.Yuldashova, M.A.Djo'rabaeva</b><br>Baliqchilik ho'jaligi suvlarini sifat ko'rsatgichlarini aniqlashda indikator - saprob<br>suvo'tlaridan foydalanish ..... | 105 |
| <b>M.P.Yuldashova</b><br>Farg'ona vodiysi ayrim kanallari suvini sifat ko'rsatgichini aniqlashda indikator - saprob<br>suvo'tlaridan foydalanish .....             | 109 |
| <b>A.Q.Buronov</b><br>O'zbekistondagi qadimiy mahalliy bug'doy navlarida oqsil tarkibiga ma'sul nam-1 genlarini<br>molekulyar markerlar yordamida o'rganish .....  | 113 |
| <b>M.X.Akbarova</b><br>Farg'ona vodiysida tarqalgan <i>Scutellaria</i> L. turkumi turlarining petrofil<br>florosenotiplarda tarqalishi .....                       | 119 |
| <b>B.A.Abdualiyev</b><br>Uy parrandalarining gelmintlar bilan zararlanishida yovvoyi qushlarning roli .....                                                        | 127 |



UO'K: 547.315: 543.632: 620.192.5

**TARKIBIDA AMINO VA SULFOGURUH TUTGAN FUNKSIONAL ION ALMASHINUVCHI POLIMER MATERIALLARGA BROM IONLARINING SORBSIYASI****СОРБЦИЯ ИОНОВ БРОМА НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИОНООБМЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ, СОДЕРЖАЩИХ АМИНО- И СУЛЬФОГРУППЫ****ADSORPTION OF BROMIDE IONS ON FUNCTIONAL ION EXCHANGE POLYMER MATERIALS CONTAINING AMINO AND SULPHO GROUPS****Xushvaqto'v Suyun Yusup o'g'li<sup>1</sup>** <sup>1</sup>Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti k.f.f.d., (PhD).**Qodirova Kamola Akbar qizi<sup>2</sup>** <sup>2</sup>Chirchik Davlat Pedagogika universiteti Magistr**Bekchanov Davron Jumazarovich<sup>3</sup>** <sup>3</sup>k.f.d.prof.**Annotatsiya**

Tarkibida amino va sulfo guruhlar tutgan funksional ionalmashinuvchi poliamfolit sintez qilindi. Olingan poliamfolitni tarkibini identifikatsiyalash maqsadida IQ – spektroskopiya tahlil natijalari o'tkazildi. Shunigdek sintez qilingan poliamfolitni brom ionlarning sorbsiya kinetikasi o'rganildi. Funksional ionalmashinuvchi materialni brom ionlariga nisbatan sorbsion xossalari tadqiq qilindi. Statik sharoitda funksional ionalmashinuvchi materialga brom ionlarining sorbsiyasi qonuniyatlarini o'rganildi.

**Аннотация**

Был синтезирован функциональный ионообменный полиамфолит, содержащий аминные и сульфогруппы. Для идентификации состава полученного полиамфолита был проведен анализ методом ИК-спектроскопии. Кроме того, были изучены кинетические закономерности сорбции бромид-ионов на синтезированном полиамфолите. Исследованы сорбционные свойства функционального ионообменного материала по отношению к бромид-ионам. В статических условиях были изучены закономерности сорбции бромид-ионов на функциональном ионообменном материале.

**Abstract**

A functional cation exchange polyampholyte containing amino and sulfo groups was synthesized. In order to identify the composition of the obtained polyampholyte, IR spectroscopy analysis results were performed. The sorption kinetics of bromine ions in the synthesized polyampholyte were studied. The sorption properties of the functional cation exchange material with respect to bromine ions were studied. The laws of sorption of bromine ions on the functional cation exchange material under static conditions were studied.

**Kalit so'zlar:** KU-2 kationit, funksional poliamfolit, sorbsiya, ion almashinuvchi material, brom ion, kinetika.**Ключевые слова:** Катионит КУ-2, функциональный полиамфолит, сорбция, ионообменный материал, бромид-ион, кинетика.**Key words:** KU-2 cation exchange, functional polyampholyte, sorption, ion exchange material, bromine ion, kinetics.**KIRISH**

Zamonaviy dunyoda sanoat korxonalarining soni tobora ortib bormoqda, bu esa tabiiy suv resurslarining sifatini tez fursatlarda buzilishiga olib keladi [1]. Bizga ma'lumki ichimlik hamda sanoat suvlarini qayta ishlashda albatta katta farq bo'lib, ichimlik suvlarini tozalashda ko'pincha dezinfektsiyalash uchun kumushning alohida va turli xil birikmalari yoki komplekslari ishlatiladi [2,3,4]. Neft va gaz sanoatida hosil bo'ladigan suvlarni burg'ulash va tamomlash suyuqliklarida

qayta ishlatish uchun ion almashinuvi qatronlaridan foydalanish usuli taqdim etilgan [5]. Bromid ionini suvdan olib tashlash masalasi, ayniqsa, ichimlik suvi sifatini oshirish va bromat hosil bo'lishining oldini olish nuqtayi nazaridan dolzarb hisoblanadi. So'nggi yillarda anion almashinuvi texnologiyalari, xususan, ion almashinuvi qatronlar yordamida bromidni samarali tarzda ajratib olish usullari keng o'rganilmoqda [6]. Bromid tabiiy ravishda yer usti va yer osti suv manbalarida mavjud bo'ladi, bu esa dengiz suvi kirib kelishi, sanoat va qishloq xo'jaligi chiqindilari chiqarilishi hamda maxsus geologik sharoitlar bilan bog'liq. Garchi bromidning o'zi ichimlik suvi standartida tartibga solinmagan bo'lsa-da, suv manbalarida bromidning mavjudligi ichimlik suvi ta'minoti xavfsizligini xavf ostiga qo'yadi, chunki u bromlangan dezinfeksiya mahsulotlarining yuzaga kelishiga olib kelishi mumkin [7, 8]. Ag qo'shilgan aerogellarning suvdan bromid va yodid anionlarini adsorbsiyalashdagi samaradorligi tahlil qilindi. Aerogellarning suvni tozalashdagi qo'llanilishini baholash maqsadida Tsyurix ko'li va mineral suv namunalaridan foydalanildi. Dinamik sharoitlarda olib borilgan sinovlar yuqori siljish hajmi va past massa uzatish zonasining balandligini ko'rsatdi. Ustunlar  $\text{NH}_4\text{OH}$  yordamida regeneratsiya qilindi va ikki martalik qayta tiklashdan so'ng ularning adsorbsion xususiyatlarida o'zgarish kuzatilmadi [9]. Tadqiqotchilar oqava suvlardan metall ionlarini olib tashlash uchun N-n-propilakrilamid ( $\text{NnPAAm}$ ) va (dimetoksifosforil)metil 2-metilakrilat (MAPC) o'rtasida erkin radikal sopolimerizatsiya yo'li bilan metall kationlariga nisbatan sorbsiya xususiyatiga ega bo'lgan termosensitiv sopolimerlar tayyorlandi.  $\text{Ni}^{2+}$  kationlari uchun harorat va pH ning sopolimerlarning sorbsion xususiyatlariga ta'siri baholandi [10]. So'ngi paytlarda yer osti suvlari bo'lgan konlarni o'zlashtirish natijasida yuzaga keladigan suyuq chiqindilarning zararli ta'siridan atrof-muhitni muhofaza qilish muammosi tobora dolzarb bo'lib bormoqda. Aslini olganda, yer osti suvlari sanoat va ishlab chiqarish ahamiyatiga ega bo'lgan turli xil mineral birikmalarning eng boy manbaidir [11]. Tadqiqotchilar tomonidan suv va oqava suvlardan har xil turdagi ifloslantiruvchi moddalarni tozalash qobiliyatiga ega bo'lgan juda ko'p arzon adsorbentlar tekshirildi [12]. Wang va bir nechta olimlar esa magnitli nanokompozitlarni ishlab chiqib, bromid ionlarini tez va samarali ajratish uchun ularning afzalliklarini ko'rsatdi [13]. Qattiq modifikatsiyalangan qatronlar yordamida bromid ionlarini tanlab olib tashlash usullarini tahlil qildi, bu ion almashinuvi mexanizmlarini chuqurroq tushunishga yordam berdi [14]. Shuningdek, Nguyen va boshqa tadqiqotchilar tomonidan ishlab chiqilgan karbon nanotrubkalar asosidagi adsorbentlar ham yuqori bromid sorbsiya quvvatini ko'rsatdi [15]. Tabiiy asoslangan sorbentlarga qiziqish ortdi. Bromidni ajratish uchun selluloza asosidagi modifikatsiyalangan materiallardan foydalanib ekologik xavfsiz yechimlarni taklif qildi [16]. Hindistonlik Singh va boshqa olimlar esa qobiq chiqindilaridan tayyorlangan bioadsorbentlarning samaradorligini o'rgandi [17]. Kimyoviy modifikatsiya, fizik jarayonlar va kompozit sorbentlar yaratish orqali sorbsiyaning kinetikasi va termodinamikasi batafsil o'rganildi. Sorbsiya jarayonlarining Langmuir va Freundlich izoterm modellari yordamida tavsifi keng qo'llanildi **Lengmyur izoterma modeli** quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.

$$q_e = q_{\max} \frac{K_L C_e}{1 + K_L C_e}$$

Bu yerda:  $q_{\max}$  – ma'lum massali sorbentga yutilgan ionning maksimal miqdori ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ).

Lengmyur konstantasini ( $K_L$ ) topish uchun Lengmyur tenglamasini quyida keltirilgan chiziqli ko'rinishidan foydalaniladi,  $q_{\max}$  va  $K_L$  qiymatlarini  $C_e / q_e$  ning  $C_e$  bog'liqlik grafigidan aniqlanadi.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_e K_L} + \frac{1}{q_{\max}} \cdot C_e$$

Lengmyur izoterma parametrlarining muhim xususiyati bo'lgan ajratish koeffitsienti " $R_L$ " yordamida adsorbent va adsorbat o'rtasidagi munosabat haqida xulosa chiqarish mumkin.

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L \cdot C_0}$$

Bunga ko'ra  $0 < R_L < 1$  adsorbsiya jarayoni qulay,  $R_L > 1$  noqulay,  $R_L = 1$  adsorbsiya izotermasi chiziqli ko'rinishda deb hisoblanadi va  $R_L = 0$  esa adsorbsiyani qaytmas bo'lishini ifodalaydi.

**Freundlich izoterma modeli.** Quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$q_e = K_F C_e^{1/n}$$

Freundlich izoterma tenglamasi yordamida turli – (ideal bo'lmagan) eritmalarda boradigan sorbsiya jarayonlarini o'rganish mumkin. Ushbu modelning chiziqli tenglamasini quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\log q_e = \log K_F + \left(\frac{1}{n}\right) \log C_e$$

Bu tenglamada:  $K_F$ - Freundlix konstantasi,  $1/n$  – sorbsiya intensivligi. Freundlix konstantalari  $K_F$  va  $n$  ( $n \approx 1-10$ ) qiymatlarini  $\log q_e$  bilan  $\log C_e$  chiziqli grafigida kesishish qiyaligining burchak qiymati orqali topiladi [18, 19].

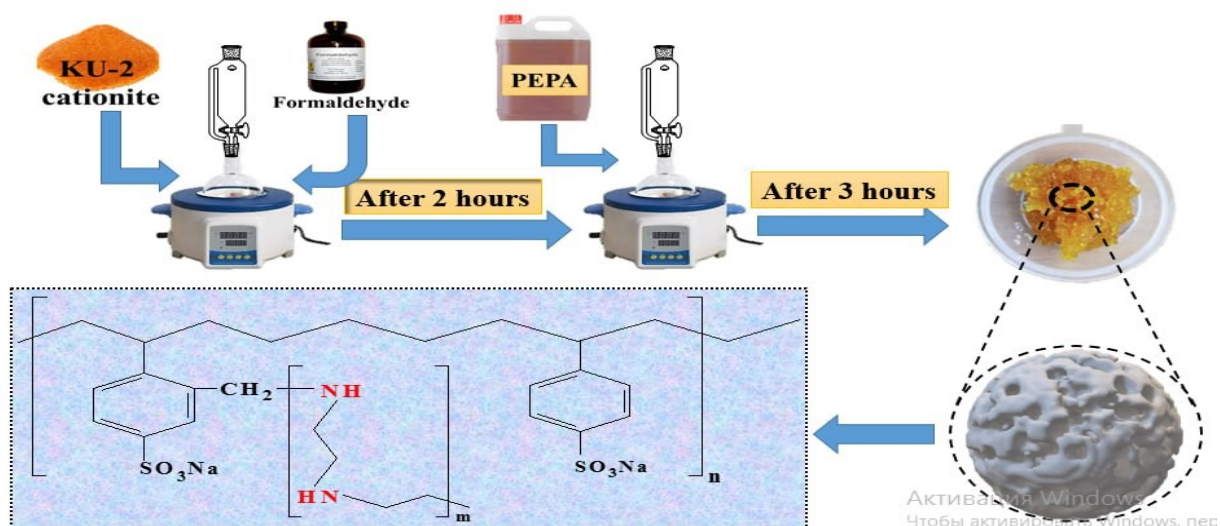
Suvdagi boshqa anionlarning (masalan, xlorid va sulfatlar) mavjudligi bromid sorbsiya samaradorligiga ta'sir ko'rsatishi haqida bir nechta maqolalarda batafsil ma'lumot berilgan [20]. Ko'pchilik tadqiqotlarda pH, boshlang'ich kontsentratsiya va sorbent dozasi kabi omillar ta'siri ham sinchiklab o'rganilgan. Xulosa qilib aytganda, bromid ionlarini samarali sorbsiyalash bo'yicha sezilarli taraqqiyot kuzatildi, ammo haqiqiy suv tizimlarida samaradorlikni oshirish va ko'p martalik qayta ishlatish imkoniyatlarini rivojlantirish hamon dolzarb masala bo'lib qolmoqda.

Bromid anionining sorbsiyasi bo'yicha zamonaviy tadqiqotlar sorbentlarning yuzasini modifikatsiyalash va yangi samarali materiallar ishlab chiqishga qaratildi. bromid ionlarini olib tashlashda grafen oksidi asosidagi nanokompozitlarning yuqori samaradorligini ko'rsatdi [21]. Gao va boshqa olimlar esa zeolit asosida tayyorlangan modifikatsiyalangan materiallar orqali bromidni selektiv olib tashlash ustida ishladi [22]. Bromid ionlarini ajratishda polimer asosli membranalarni qo'llab, aniq selektivlik va yuqori ajratish samaradorligini qayd etdi [23]. Sun va boshqa tadqiqotchilar esa suvni bromiddan tozalash uchun elektrokoagulyatsiya jarayonidan foydalanib muvaffaqiyatli natijalarga erishdi [24].

### MATERIALLAR VA METODLAR

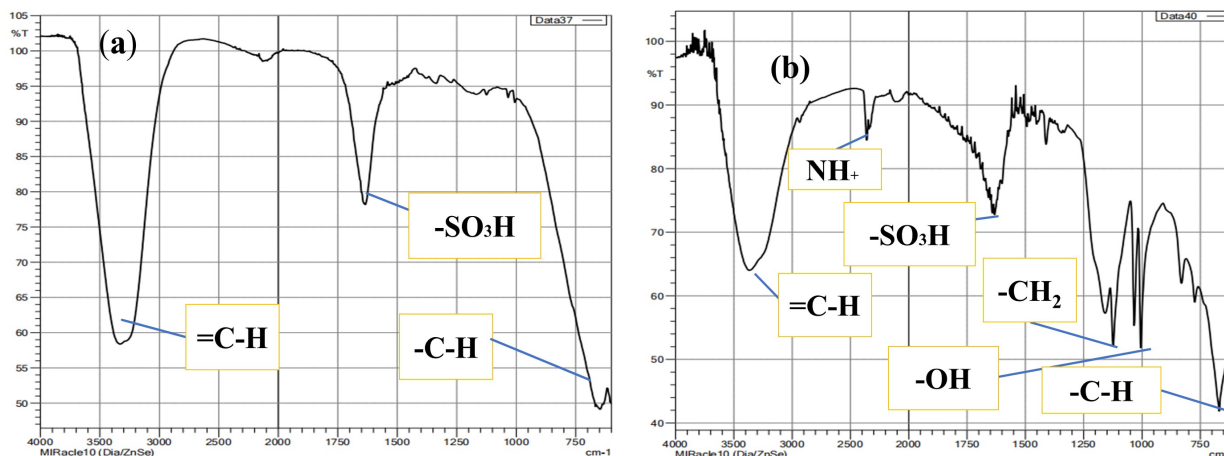
Hajmi 250 ml bo'lgan tubi yumaloq kolbaga 10 g sanoat kationiti KU-2 solinadi va ustiga 100 ml polietilenpoliamin (PEPA)dan quyib, suv hammomida 3-4 soat davomida qizdiriladi. So'ng namuna suv hammomidan olinib chinni tigelga solinadi va mufelniy pechkada 5 soat davomida 100°C haroratda qizdiriladi. Tajriba vaqti tugallangandan so'ng sovugan mahsulot filtrlanadi, tuzsizlantirilgan suv bilan neytral holatgacha yuvilib quritiladi. Quritilgan sorbent oldin NaOH ning 0,1 n li eritmasida keyin HCl ning 0,1 ni eritmasida faollanadi. Olingan namuna uchun statik almashinish sig'imi (SAS)  $SEC_{(NaOH)} = 3,42$  mg'ekv/g va  $SEC_{(NaOH)} = 3,65$  mg'ekv/g, mexanik barqarorligi 95-98%.

Tadqiqotlar natijasining fizik-kimyoviy tahlillari asosida KU-2 asosidagi  $-SO_3H$  guruh tutgan sulfokationitni polietilenpoliamin bilan kimyoviy reaksiya tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin: 1-rasm.



1- rasm . KU-2 asosida poliamfolit olish jarayoni

KU-2 asosida olingan ionalmashinuvchi materialning tarkibida amino ( $>NH$ ) va sulfoguruh ( $-SO_3H$ ) lari mavjudligini ko'rishimiz mumkin. Bu esa poliamfolitning turli metallmas ionlari bilan ion bog'lanish ham kompleks hosil qilish xususiyatiga ega bo'ladi.



2-rasm (a) KU-2 kationitining IQ spektri; (b) Poliamfolitning IQ spektri.

Keltirilgan 2-rasm (b)-rasmning ma'lumotlardan ko'rinadiki hosil bo'lgan polimerlarning IQ-spektrlarida 700-600  $\text{cm}^{-1}$  sohada yutilish chiziqlari kuzatildi, ushbu yutilishlar -C-H bog'larning valent tebranishlariga hosdir. 2-rasm (b) ning 1205-1085  $\text{cm}^{-1}$  sohadagi chiziq -OH guruhining valent tebranishiga hos. Ikkala o'rganilgan namunalarda uchun 2-rasm (a) va (b) 3100-3000  $\text{cm}^{-1}$  sohada yutilish chiziqlari kuzatilib, ular skeletli (Ar)=C-H past tebranishga hosdir. Infraqizil-spektroskopik qiyosiy tahlil tadqiqot ma'lumotlari 2-rasm (a), (b) 1723  $\text{cm}^{-1}$  sohalarda kationit va poliamfolit tarkibida bir valentli -SO₃H sulfoguruhlar borligini ko'rsatadi. Shuningdek 2-rasm (b) da 2500-2000  $\text{cm}^{-1}$  sohadagi yutilish >N-H bog'lanishning deformatsion tebranishlarini xarakterlaydi. Shunday qilib, IQ spektroskopiya natijalariga asoslanib KU-2 asosida olingan sulfokationit polietilenpoliamin bilan kimyoviy modifikatsiyalanib poliamfolit olindi.

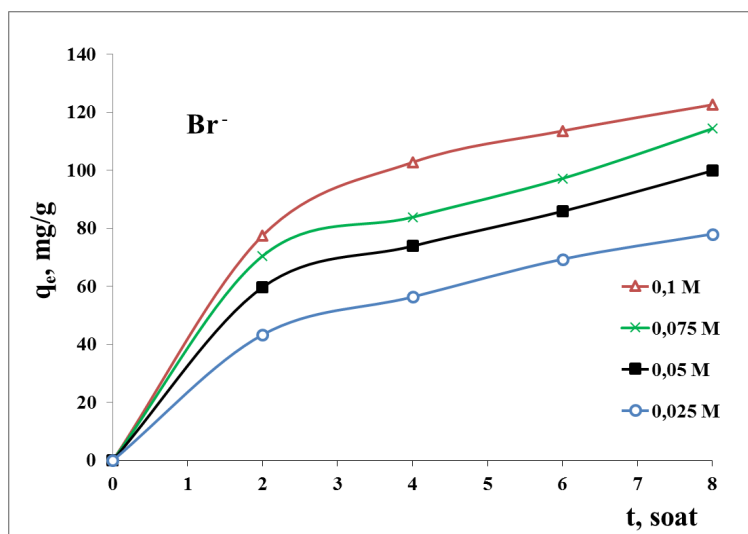
Sanoat ioniti KU-2 asosida olingan poliamfolitga sun'iy eritmalaridan Br⁻ ionlarining sorbsiyasi o'rganildi. Buning uchun KBr tuzidan foydalanib Br⁻ ionlarining 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; mol·l⁻¹ konsentratsiyali eritmalar tayyorlandi va tayyorlangan sun'iy eritmalaridan brom ionlarining sorbsiya davomiyligi 2, 4, 6, 8 soatlarda hamda sorbsiya izotermalari 293, 303 va 313K haroratlarda o'rganildi. Buning uchun HCl bo'yicha statik almashinish sig'imi 3.42 mg-ekv·g⁻¹, NaOH bo'yicha 3,65 mg-ekv·g⁻¹ bo'lgan quruq sorbent 0,3 g dan analitik tarozida o'lchab olinib, xajmi 250 ml bo'lgan konussimon kolbalarga solindi va 100 ml dan tuz eritmaları quyildi. Sorbsiyadan oldingi va keyingi eritmalaridagi brom ionlarining konsentratsiya o'zgarishi UV-1900i (Shimadzu, Yaponiya) spektrofotometr yordamida aniqlandi (Br⁻ uchun 190-220 nm to'lqin uzunlikda).

Sorbentga yutilgan brom ionlari miqdori quyidagi tenglama orqali hisoblab chiqilgan.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_p)}{m} \times V$$

Bunda:  $q_e$  – ionitga yutilgan brom ionlari miqdori mol/g,  $C_0$  – brom ionlarining dastlabki konsentratsiya mol/l,  $C_p$  – brom ionlarining muvozanat konsentratsiyasi mol/l; V – eritma hajmi l; m – quruq sorbent massasi(g).

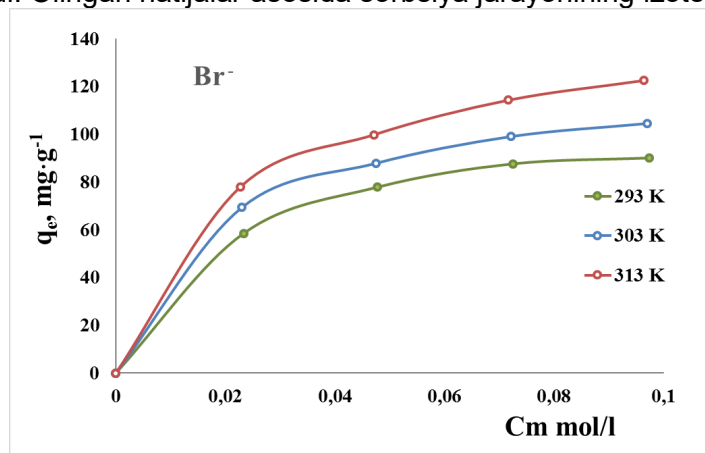
Suniy eritmalaridan Br⁻ ionlarini poliamfolitga yutilishini vaqtga bog'liqligini o'rganish uchun bromning suvda eruvchan tuzlaridan turli xil konsentratsiyali eritmalar tayyorlanib, turli soatlar yutilish tezligi aniqlandi. Olingan natijalar 3 – rasmda keltirildi.



3 - rasm. Olingan poliamfolitga  $\text{Br}^-$  ionlarini sorbsiya kinetikasi

Yuqorida keltirilgan rasmdan ko'rinadiki brom ionlarining poliamfolitga yutilish miqdori vaqt ortgan sari ortib bormoqda. Brom ionlarining sorbsiyasi brom anionlari va ionit yuzasidagi guruhlar orasidagi elektrostatik ta'sir asosida hamda ionit tarkibidagi  $>\text{NH}$  guruhlar orasidagi ion bog'lanish asosida boradi. Bu esa jarayon kimyoviy sorbsiya bilan borganligidan dalolat beradi.

Sanoat ioniti KU-2 kationitni polietilenpoliamin ishtirokida aminlash natijasida olingan poliamfolitning eritmalarda  $\text{Br}^-$  ionlarining sorbsiyasining muvozanat holatlari o'rganildi. Olingan poliamfolitning adsorbsiyalashi mumkin bo'lgan  $\text{Br}^-$  ionlarining miqdori turli haroratlarda (293 K, 303 K va 313 K) olib borildi. Olingan natijalar asosida sorbsiya jarayonining izotermasi tuzildi.



4- rasm. KU-2 asosidagi poliamfolitga  $\text{Br}^-$  ionlarini yutilish izotermasi.

Yuqoridagi 4 – rasmda poliamfolitga yutilgan ion miqdorining eritma muvozanat konsentratsiyasiga bog'liqlik grafigi keltirilgan. Bundan ko'rinadiki, harorat ortishi bilan ionitga yutilgan  $\text{Br}^-$  ionlarining miqdori oshib borgan. Chunki harorat ortishi, poliamfolit va musbat brom ionlari o'rtasida ionlar harakati tezlashishi hisobiga ion almashish jarayoni yaxshilanadi.

1 – jadval

Poliamfolitga brom ionlarining sorbsiya muvozanat konstantasi va termodinamik funksiyalarning o'zgarishi

| Eritmadagi brom ionlari | T, K | $q_e$ , mg/g | K, l/mol | $-\Delta G$ , J/mol | $-\Delta H$ , J/mol | $\Delta S$ , J/mol·K |
|-------------------------|------|--------------|----------|---------------------|---------------------|----------------------|
| $\text{Br}^-$           | 293  | 90,125       | 145,29   | 3441                | 4369                | 26,66                |
|                         | 303  | 104,55       | 146,07   | 3708                |                     |                      |
|                         | 313  | 122,57       | 129,37   | 3974                |                     |                      |

Keltirilgan 1 – jadvaldan ko'rinadiki, Lengmyur muvozanat konstantasi asosida hisoblab topilgan  $q_{\max}$  qiymati 293, 303 va 313K haroratlarda oshib borgan. Ayni jadvalda keltirilgan  $\Delta H$

musbat qiymatga ega va adsorbsiya jarayoni endotermikligi aniqlandi. Shuningdek sistema entropiyasining ortishi sorbent yuzasidagi  $\text{Na}^+$  ionlar bilan eritma tarkibidagi brom ionlari o'rtasida ionalmashinish reaksiyasi borganligidan dalolat beradi. Erkin energiyaning kamayishi brom ionlarining poliamfolitga sorbsiyasi o'z-o'zicha borganligini ko'rsatadi.

### XULOSA

Sanoat kationiti KU-2 va PEPA polietilenpoliamin ishtirokida modifikatsiyalab tarkibida amino va sulfo guruhlarini tutgan poliamfolit olinishining optimal sharoitlari tadqiq qilindi. Sintez qilingan poliamfolitni tarkibini tekshirish maqsadida IQ-spektroskopiya natijalari olingan poliamfolit tarkibida birlamchi ( $-\text{NH}_2$ ) va ikkilamchi ( $>\text{NH}$ ) amino guruhlariga tegishli piklar paydo bo'lganligi aniqlandi. Shuningdek olingan poliamfolitga brom ionlarining turli xil konsentratsiyali eritmalarini sorbsiya kinetikasi hisoblashlari olib borildi. Sorbsiya jarayonlarining optimal sharoitlari tadqiq qilindi hamda sorbsiyaning Lengmyur va Freundlich tenglamalari bo'yicha hisoblashlari amalga oshirildi. Muxtasar qilib aytganda sanoat kationiti KU-2 asosida yangi poliamfolit olinganligi va ularni suvli eritmalaridan brom ionlarini ( $\text{Br}^-$ ) samarali ajratib olish mumkinligi xulosa qilindi.

### ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Karimov A., Axmedova G. – Sanoat chiqindilarining ekologik muammolari va ularni boshqarish yo'llari – *O'zbekiston ekologik jurnali*, 2020, 2(15), 45–50.
2. He D., et al. – Optimizing the design and synthesis of supported silver nanoparticles for low cost water disinfection – *Environmental Science & Technology*, 2014, 48(20), 12320–12326.
3. Lin S., et al. – Silver nanoparticle–alginate composite beads for point-of-use drinking water disinfection – *Water Research*, 2013, 47, 3959–3965.
4. Doronin S.Yu., Chernova R.K., Alipov V.V., Beloliptseva, G.M., Lebedev M.S., Shapoval O.G. – Синтез и бактерицидные свойства ультрадисперсного порошка меди – *Известия Саратовского университета. Серия Химия. Биология. Экология*, 2011, 11(1), 18–22.
5. One Petro – Produced Water Reuse for Drilling and Completion Fluids Using Ion Exchange Resins – *Abu Dhabi Int. Petroleum Exhibition and Conference*, 2021.
6. Xsu S., Singer F.C. – Removal of bromide and natural organic matter by anion exchange – *Water Research*, 2010, 44(7), 2133–2140.
7. Liu S.G., Zhu Z.L., Qiu Y.L., Zhao J.F. – Effect of ferric and bromide ions on the formation and speciation of disinfection byproducts during chlorination – *Journal of Environmental Sciences (China)*, 2011, 23, 765.
8. Listiarini K., Tor J.T., Sun, D.D., Leckie J.O. – Hybrid coagulation–nanofiltration membrane for removal of bromate and humic acid in water – *Journal of Membrane Science*, 2010, 365, 154–159.
9. Sanches-Polo M., Rivera-Utrilla J., von Gunten U. – Bromide and iodide removal from waters under dynamic conditions by Ag-doped aerogels – *Journal of Colloid and Interface Science*, 2007, 306(1), 183–186.
10. Graillot A., Bouyer D., Monge S., Robin J.-J., Faur C. – Removal of nickel ions from aqueous solution by low energy-consuming sorption process involving thermosensitive copolymers – *Journal of Hazardous Materials*, 2013, 244–245, 507–515.
11. Justyna J., Dorota K., Zbigniew H. Removal of Cd(II) and Pb(II) complexes with glycolic acid from aqueous solutions on different ion exchangers // *fe 2010*. –vol. 88, N 6. -pp. 540-547.
12. Chen W., Li D., Zhang Y. – Sorption of bromide ions using a new type of composite adsorbent: Thermodynamic and kinetic studies – *Chemical Engineering Journal*, 2018, 352, 618–627. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.07.035>.
13. Wang X., Zhao C., Liu J. – Magnetic nanocomposites for the efficient removal of bromide ions from aqueous solutions – *Environmental Science: Nano*, 2019, 6(4), 1023–1032. <https://doi.org/10.1039/C8EN01358H>.
14. Li H., Sun T., Zhao Y. – Selective removal of bromide ions from water by modified ion-exchange resins – *Separation and Purification Technology*, 2020, 235, 116150. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.116150>.
15. Nguyen T.H., Le H.T., Phan T.N. – Carbon nanotube composites for efficient bromide ion adsorption: A comparative study – *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, 9(2), 105108. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.105108>.
16. Ahmed M.J., Theydan S.K. – Adsorption of bromide ions from aqueous solution onto modified cellulose: Kinetics and equilibrium studies – *Journal of Environmental Management*, 2019, 245, 348–356. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.046>.
17. Singh V., Gupta N., Patel M. – Utilization of waste shell materials for bromide adsorption: Sustainability aspects – *Environmental Technology & Innovation*, 2022, 26, 102321. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102321>.
18. Zhou J., Wang L., Chen Y. – Enhanced removal of bromide ions by modified biochar materials: Mechanism and application – *Journal of Cleaner Production*, 2018, 189, 538–546. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.103>.
19. Kumar A., Singh R., Sharma P. – Adsorption behavior of bromide ions onto biochar: Isotherm, kinetics, and mechanism studies – *Environmental Science and Pollution Research*, 2020, 27(20), 25085–25097. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08993-x>.
20. Park J.Y., Choi Y.J., Lee S.H. – Competitive adsorption of bromide ions in presence of chloride and sulfate: Experimental and modeling approach – *Water Research*, 2021, 197, 117085. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117085>.

21. Zhang W., Liu Y., Zhao X. – Removal of bromide ions using graphene oxide-based nanocomposites: Adsorption performance and mechanism – *Journal of Environmental Management*, 2019, 243, 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.048>.
22. Gao S., Wang J., Lin Z. – Selective adsorption of bromide ions by modified zeolite: Experimental and modeling study – *Chemical Engineering Journal*, 2020, 381, 122768. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.122768>.
23. Patel R., Bhatt N., Patel S. – Polymer membrane-based selective removal of bromide ions from water – *Separation and Purification Technology*, 2021, 258, 117971. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117971>.
24. Sun Y., Chen H., Liu S. – Removal of bromide ions from aqueous solution by electrocoagulation process: A study on process parameters – *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2020, 8(6), 104447. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104447>.