

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR-**

1995 yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

3-2022

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

H.Qurbonov, M.Rustamov, D.Gafurova, M.Mirzoxidova	
Poliakrilonitril asosida yong'inga chidamli polimer mato olish	108
I.Asqarov, M.Akbarova, Z.Smanova	
Qon bosimining oshishi kasalligida ishlatiladigan sintetik dorilarning inson organizmiga ta'siri	113
I.Asqarov, N.Tulakov, Z.Abduraimov, N.Islamova	
Synthesis of 1'-carboxferrocenyl thiocarboxamide.....	117
H.Rahimova, A.Ibragimov	
<i>Phlomoidea Canescens</i> o'simligining uchuvchan moddalarini tadqiq etish	123
N.Qutlimuratov	
Mahalliy xomashyolar va chiqindilar asosida olingan anionitning kimyoviy barqarorligi va sorbsion xossasi.....	127
M.Jo'rayev, S.Xushvaqto'v	
Polivinilxlorid plastik asosida olingan sorbentning fizik-kimyoviy xossalari	133
I.Asqarov, N.Tulakov, Z.Abduraimov, N.Islamova	
Synthesis of 1'-carboxferrocenyl thiocarboxamide.....	138
I.Asqarov, G'.Madrahimov, M.Xojimatov	
O-ferrotsenil benzoy kislotasini ayrim hosilalarining biologik faolligini o'rganish.....	144
S.Mukhammedov, I.Asqarov, Kh.Isakov, M.Mamarakhmonov	
Furfurolidenkarbamidning elektron tuzilishi va kvant-kimyoviy xisobi	148
O.Tursunmuratov, D.Bekchanov	
Vermikulit asosida olingan yangi ionitga cu^{2+} ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi	151
M.Ismoilov	
Karaulbozor neft fraktsiyalarini tahlili	155
D.Ergashev, Sh.Xamdamova, A.Mirzaolimov	
$\{99,7[30MgSO_4+70\% H_2O]+0,3\%HNO_3\cdot NH_2C_2H_4OH-(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O$ izimdagi komponentlarning eruvchanligi	162
M.Ахмадалиев, Н.Якубова	
Ishqoriy muhitda furfurolning kondensatsiyalanishi	169
Б.Нуъмонов	
Fosforkislotali-gipsli bo'tqasini koversiyalash asosida kompleks o'g'itlar olish	175
Sh.Yarmanov, S.Botirov, D.Bekchanov	
Tabiiy polimerlar asosida biosorbentlar olinishi va qo'llanilishi.....	182

Ijtimoiy-gumanitar fanlar

IQTISODIYOT

M.Юлдашева, А.Колканатов	
Oilaviy dam olish madaniyatini rivojlantirishda Ijtimoiy va madaniy marketing.....	188
С.Исмоилова	
Budjet mablag'laridan foydalanishning samaradorligini ifodalaydigan ko'rsatkichlar tizimi	193

TARIX

B.Matboboyev, A.Aloxunov	
Farg'ona vodiysida ilk urbanizatsiya jarayonlari	198
S.To'raxo'jaev	
Sovet hokimiyati tomonidan Turkiston ASSR da amalga oshirilgan bolalar evakuatsiyasi va reevakuatsiyasi tarixidan	203
R.Ahmedov	
Turkiston ASSRda savodsizlikni tugatish bo'yicha dastlabki chora-tadbirlarning yo'lga qo'yilishi (1918-1922-yillar)	208
Sh.Jumayev	
Farg'ona viloyatidagi katolik jamoalarining faoliyati: tarix va bugungi kun	215
I.Xo'jaxonov	
Amir Temur davri shaharsozligida turli o'zliklarning namoyon bo'lishi	219

MAHALLIY XOMASHYOLAR VA CHIQINDILAR ASOSIDA OLINGAN ANIONITNING KIMYOVIY BARQARORLIGI VA SORBSION XOSSASI

ХИМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АНИОНИТА НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ

CHEMICAL STABILITY AND SORPTION PROPERTIES OF ANIONITE BASED ON LOCAL RAW MATERIALS AND WASTE

Qutlimuratov Nurbek Matkarimovich¹

¹Qutlimuratov Nurbek Matkarimovich

–Toshkent viloyati Chirchiq davlat pedagogika instituti, tayanch doktorant.

Annotatsiya

Ushbu maqolada polivinilxlorid(PVX)ni tarkibida monoetanolamin saqlagan chiqindi mahsuloti bilan kimyoviy modifikatsiya qilib, yangi turdagi anionitning olishning maqbul sharoitdlari, olingan anionitning kimyoviy barqarorligi hamda turli konsentratsiyali sun'iy eritmalardan $KMnO_4$ ionlarining turli haroratda sorbsiyasi o'rganish natijalari keltirilgan. Jarayonlarning muvozanat xolatidagi adsorbsiya mexanizmini ifodalash izoterma modellaridan foydalanildi. Olingan natijalar asosida hisoblab topilgan Lengmyur izoterma modeli bo'yicha $q_{max} = 125$ (293K) mg/g, bu esa polivinilxlorid hamda chiqindilar asosida tarkibida azot saqlagan yangi ionitga MnO_4^- ionlarini yuqori darajada sorbsiyalashini ko'rsatadi.

Аннотация

В данной работе представлены результаты химической модификации поливинилхлорида (ПВХ) моноэтаноламином содержащим отходом, оптимальные условия получения анионита нового типа, химической стабильности полученного анионита и сорбции $KMnO_4$ ионы при различных температурах. Для представления адсорбционного механизма равновесных процессов использовались изотермические модели. По модели изотермы Ленгмюра, рассчитанной на основании полученных результатов, $q_{max} = 125$ (293K) мг/г, что свидетельствует о высокой сорбции ионов MnO_4^- новым ионитом.

Abstract

This paper presents the results of the chemical modification of polyvinyl chloride (PVC) with monoethanolamine-containing waste [1,1231-1236b], the optimal conditions for obtaining a new type of anion exchanger, the chemical stability of the obtained anion exchanger, and the sorption of $KMnO_4$ ions at various temperatures. Isothermal models were used to represent the adsorption mechanism of equilibrium processes. According to the Langmuir isotherm model calculated on the basis of the obtained results, $q_{max} = 125$ (293K) mg/g, which indicates a high sorption of MnO_4^- ions by the new ion exchanger.

Kalit so'zlar: polivinilxlorid (PVX), ionit, kimyoviy barqarorlik, sulfat kislota, nitrat kislota, $KMnO_4$ ning sun'iy eritmali va izoterma modellari.

Ключевые слова: поливинилхлорид (ПВХ), ионит, химическая стабильность, серная кислота, азотная кислота, искусственные растворы $KMnO_4$ и изотермические модели.

Key words: polyvinyl chloride (PVC), ionite, chemical stability, sulfuric acid, nitric acid, artificial solutions of $KMnO_4$ and isothermal models.

KIRISH.

Bugungi kunga kelib, antropogen omillarning keskin oshib borishi atrof-muhitning noorganik va organik moddalar bilan ifloslanishi asosiy ekologik muommolardan biridir. Bu tiriklik uchun juda katta xavf tug'diradi. Buning sababi ko'pchilik noorganik moddalar nisbatan elektrolit sanaladi va kam miqdorda bo'lsa ham suvda eriydi, atrof-muhitda to'planadi, natijada esa tirik organizmlarning o'zlashtirishi uchun qulay bo'ladi. Ayniqsa og'ir metall ionlari va kislota qoldiqlarining tirik organizmga kirishi juda salbiy oqibatlariga olib keladi. Og'ir metall ionlari va kislota qoldiqlari noorganik ifloslantiruvchi moddalar sifatida biologik parchalanmaydi. [2-3, 94-104, 418-428, 39-b]. Bundan tashqari atrof-muhitni zaharli metallar bilan ifloslanishida antropogen omillarni o'rni beqiyos, ko'plab sanoat korxonalari, gidrometallurgiya sanoati faoliyati, bo'yoq mahsulotlarini ishlab chiqarish, neft-gaz, qishloq xo'jaligi chiqindilari natijasida yuzaga kelmoqda [4, 793-807 b.]. Ko'pgina sanoat tarmoqlaridan chiqadigan oqova suvlar tarkibida turli xil og'ir metallarning

KIMYO

ko'pchiligini uchratish mumkin. Ayniqsa Co(II), Cu(II), Ni(II), Zn(II), Cr(VI), Mn(VII), Mn(VI) As(V) va b. kabi ionlarning bunday suvlardagi konsentratsiyalarining oshishi tirik organizmlar uchun juda ham zararli ta'sir ko'rsatmoqda [1, 1231-1236 b.].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.

Sorbsiya usullarida ishlatiladigan moddalar yuqori sirt yuzali, molekullarni (suyuq yoki gazsimon agregat holatdagi) hamda turli xildagi ionlarni o'zining yuzasida bog'lash qobiliyatiga ega, g'ovaklik darajasi yuqori, mexanik mustahkamlikka ega bo'lgan sorbentlardan foydalanishni o'z ichiga oladi. Sorbentlar odatda ifloslantiruvchi moddalarni atrof-muhitdan immobilizatsiya qilish va olib tashlash uchun ishlatiladi[6]. Ko'p hollarda ularni qayta ishlash yoki adsorbsiyalangan moddani ulardan qayta ajratib olish imkonini yaratadi.

Polivinilxlorid (PVX), eng mashhur va keng tarqalgan polimer, ko'p qirrali polimerlardan biridir. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, 2001 yilda dunyoda yiliga 31 million tonna PVX ishlab chiqariladi va 2030 yilga kelib dunyoda PVX ishlab chiqarish yiliga 59,7 million tonnaga yetishi prognoz qilinmoqda. [7; 578-586-b.] Shuningdek, PVX o'ziga xos kimyoviy xususiyatlarga ega, shuningdek, ion-almashinuvi va membrana materiali sifatida foydalanish uchun mexanik hamda termik barqarorlikka ega bo'lgan ko'p miqdorda ishlab chiqariladigan va nisbatan arzon polimerdir. [8; 23-35-b.]

PVX ning ba'zi qulay xususiyatlari quyidagilardir: granulalar kattaligi, plyonka shakllanishi, erituvchilar, asoslar va kislotalarga yuqori qarshilik, turli xil organik erituvchilarda yaxshi eruvchanligi va uzoq muddatga chidamli polimerdir. Bundan tashqari iqtisodiy jihatdan PVX ion-almashiruvchi material va membranalarni ishlab chiqarish uchun juda qulay polimer sifatida qaralishi mumkin. [9; 397-402-b.]

PVX tarkibida faol xlor atomlarining mavjudligi uning kimyoviy modifikatsiyalashda noqulaylik tug'diradi. Xlor atomlarini almashtirish orqali PVXni o'zgartirish bo'yicha keng ko'lamli ishlar o'zini oqladi. Ko'p sonli molekulyar va makromolekulyar o'rinbosarlar ma'lum va tegishli organik reaksiyalardan foydalangan holda birlashtirilgan. [10; 217-244-b.] PVX ning kimyoviy modifikatsiyalari yarim asrdan ko'proq vaqt oldin boshlangan va o'rganilgan. Uning qo'llanilishiga tegishli materialning o'ziga xos xususiyatlari tufayli PVXning kimyoviy funksionalligi doimiy ko'rinadi.

Sanoat miqyosida o'rganilayotgan ion almashinuvchi materiallarning eng muhim jihatlardan bittasi bu sintez qilingan ionitning kimyoviy barqarorligi va sorbsion xossasi sanaladi. Ushbu ishda ma'lum darajada sorbentning ayrim xossalari o'rganildi. Yangi sintez qilingan anionitning kimyoviy barqarorligini bilish maqsadida turli xil konsentratsiyadagi kislota hamda asoslardan foydalanildi. Sorbentning statik almashinuv sig'imi(SAS) ga o'zgarishiga qarab kimyoviy barqarorlik to'g'risida xulosa qilindi. Bundan tashqari maxalliy xomashyolar va chiqindilar asosida olingan ionitga MnO_4^- ionlarining sun'iy eritmalarida sorbsiya jarayonining sorbsion xossalarini o'rganishda Lengmyur, Freyndlix, Temkin, Dubinin-Radushkevich va Flori-Xaggins izoterma modellaridan foydalanildi[11].

Ishda PVX va chiqindilar asosida olingan[1, 1231-1236b] yangi ionalmashinish xususiyatiga ega bo'lgan tarkibida azot saqlagan statik almashuv sig'imi HCl bo'yicha 3,8 mg•ekv/g bo'lgan ionitning kimyoviy barqarorligini o'rganish jarayoni sulfat hamda nitrat kislotalar va natriy gidroksid eritmalarida sinovdan o'tkazildi. Chunki sanoat miqyosida eng ko'p ishlatiladigan va suv tozalashda qo'llaniladigan ion almashinuvchi materiallar eng kuchli kislota va asoslar ta'siriga barqaror bo'lishi lozim. Sorbentlar kislotalar va ishqorlarga barqaror bo'lmasa uni sanoat miqyosida qo'llab bo'lmaydi. Shularni inobatga olgan holda sintez qilingan ionitlarning kislota va asoslarga barqarorligi, Sorbentning SAS qiymati o'zgarishiga qarab baholandi. Nitrat va sulfat kislotalarning 1% li hamda 5% li eritmalaridan 50 ml olinib ularning har bittasiga sintez qilingan sorbentdan 0,5g dan solinib 48 soat davomida qoldirildi. Kislotalarda qoldirilgan sorbentning SAS qayta hisoblab ko'rildi. Natriy gidroksidning 5% li eritmasidan 50 ml olindi va 0,5g sorbent solindi hamda 10 soat davomida 95°C da qizdirildi. Ishqorda qizdirilgan sorbentning kimyoviy barqarorligi SAS orqali baholandi. Keyin esa ionitdan 5 g/l miqdordi MnO_4^- ionlari saqlagan har xil (aniq konsentratsiyali) sun'iy eritmalaridan 100 ml olib, 293K, 303K va 313K haroratlarda, muvozanatga kelguncha sorbsiya jarayonining sorbsion xossalari o'rganildi. Sorbsiya jarayonidan oldingi va keyin

KIMYO

eritmadagi Mn(VII) ionining konsentratsiyasini o'zgarishi Spektrofotometr (EMC-30PC-UV Spectrophotometr) pribori yordamida optik zichligining o'zgarishiga qarab, hisoblab topildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Spektrofotometrda Mn(VII) ionlarining turli xil konsentratsiyalarining o'zgarishi optik zichlik orqali quyidagi (1) tenglama asosida hisoblanadi:

$$A = C \cdot \varepsilon \cdot l \quad (1)$$

Optik zichlik konsentratsiya funksiyasi $A=f(C)$, ekanligidan quydagicha (2) tenglama orqali hisoblash mumkin:

$$S_{keyingi} = \frac{C_{dastlabki} \cdot A_{keyingi}}{A_{dastlabki}} \quad (2)$$

Sorbsiya miqdori quyidagi(3) formula orqali hisoblandi:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{m} \times V \quad (3)$$

Bunda: q_e -ionitga yutilgan ioni miqdori mg/g, C_0 - ionning dastlabki konsentratsiya mg/l, C_e - ionning muvozanat konsentratsiyasi mg/l; V –eritma hajmi (l); m - quruq sorbent massasi(g).

Lengmyur izotermasi modelida asosiy Lengmyur formulasi quyidagi(4) tenglama bilan ifodalanadi.

$$q_e = q_{\max} \frac{K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (4)$$

Bu yerda: $q_{\max}$ – ma'lum massali sorbentga yutilgan metalning maksimal miqdori (mg/g). $q_{\max}$ va K_L qiymatlaridan ajratish koefitsienti (R_L)ni hisoblash mumkin. Muvozanat parametri R_L yordamida sorbat va sorbent o'rtasidagi yaqinlikni taxmin qilish hamda jarayonning borishi haqida bilish mumkin

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L \cdot C_0} \quad (5)$$

Bunga (4) ko'ra $0 < R_L < 1$ adsorbsiya jarayoni qulay, $R_L > 1$ noqulay, $R_L = 1$ adsorbsiya izotermasi chiziqli ko'rinishda deb xisoblanadi va $R_L = 0$ esa adsorbsiyani qaytmas bo'lishini ifodalaydi.

Freyndlix izoterma modeli asosiy formula quyidagi (6) tenglama bilan ifodalanadi:

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \quad (6)$$

Freyndlix tenglamasi yordamida turli (ideal bo'lmagan) eritmalarda boradigan sorbsiya jarayonlarini o'rganish mumkin. Ushbu modelning chiziqli tenglamasini quyidagi(7) ko'rinishda ifodalash mumkin.

$$\log q_e = \log K_F + \left(\frac{1}{n}\right) \log C_e \quad (7)$$

Temkin izoterma modelining chiziqli tenglamasini (8) quyidagicha ifodalanadi:

$$q_e = \frac{RT}{b_T} \cdot \ln K_T + \frac{RT}{b_T} \cdot \ln C_e \quad (8)$$

Dubinin-Radushkevich izoterma modelining chiziqli tenglamasini (9) quyidagicha ifodlanadi:

$$\ln q_e = \ln Q_D - 2B_D \cdot RT \cdot \ln \left(\frac{1}{C_e} + 1 \right) \quad (9)$$

$$E = 1/\sqrt{2B_D} \quad (10)$$

Flori-Xaggins izoterma modelining umumlashgan va chiziqli tenglamalari (11-13) quyidagicha:

$$S_0 = \frac{\theta}{K_{FH} \cdot (1-\theta)^n} \quad (11)$$

$$\log \frac{\theta}{C_e} = \log K_{FH} + n \cdot \log(1 - \theta) \quad (12)$$

ΔG_{ads} - Adsorbsiyalanish jarayonining erkin energiyasi. Ushbu tenglama adsorbsiya jarayonining erkin energiyasini hisoblashga (13) zamin yaratadi[4-11].

$$\Delta G = -RT \ln K_F \quad (13)$$

KIMYO

Olingan natijalar va muhokama

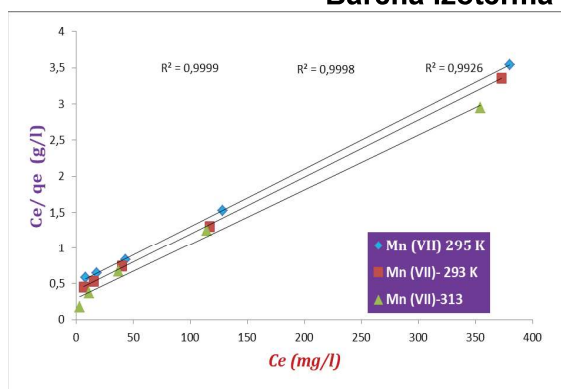
Olingan natijalar 1- hamda 2- jadvallarda keltirilgan

1-jadval. Anionit PVX-A-N-1ning kimyoviy barqarorligi					
Muhit	Tadqiqot jarayoni		SAS, (HCl) mg•ekv/g		%
	Harorat, K	Soat	Boshlang'ich	Ohirgi	
Anionit PVX-A-N-1					
1% HNO_3	298	48	3,2	3,2	100
5% HNO_3	298	48	3,2	3,0	93,75
1% H_2SO_4	298	48	3,2	3,2	100
5% H_2SO_4	298	48	3,2	3,1	96,9
5%NaOH	373	10	3,2	2,0	62,5
5%NaOH	273	10	3,2	3,2	100

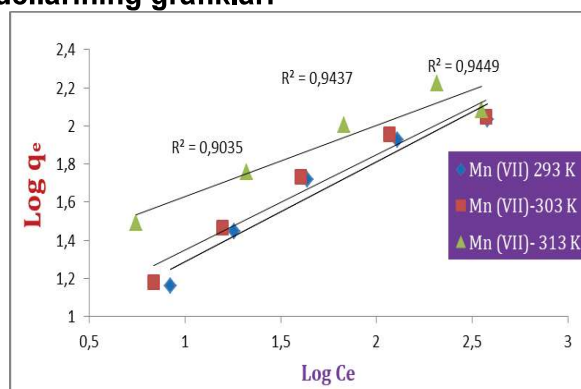
2-jadval. Anionit PVX-A-N-2ning kimyoviy barqarorligi					
Muhit	Tadqiqot jarayoni		SAS,(HCl) mg•ekv/g		%
	Harorat, K	Soat	Boshlangʻich	Ohirgi	
Anionit PVX-A-N-2					
1%HNO ₃	298	48	3,8	3,8	100
5%HNO ₃	298	48	3,8	3,7	97,36
1%H ₂ SO ₄	298	48	3,8	3,8	100
5%H ₂ SO ₄	298	48	3,8	3,6	94,7
5%NaOH	373	10	3,8	2,2	57,9
5%NaOH	273	10	3,8	3,8	100

Polivinilxlorid (PVX) va chiqindilar asosida olingan, kuchsiz asos xossasini namoyon qiluvchi ionitga turli konsentratsiyali sun'iy eritmalaridagi MnO_4^- ionlarining sorbsiyasi 293K haroratda adsorbsiya jarayonining muvozanat holatidagi izoterma jarayonlarini o'rganish natijalari quyidagicha bo'ldi:

Barcha izoterma modellarining grafiklari

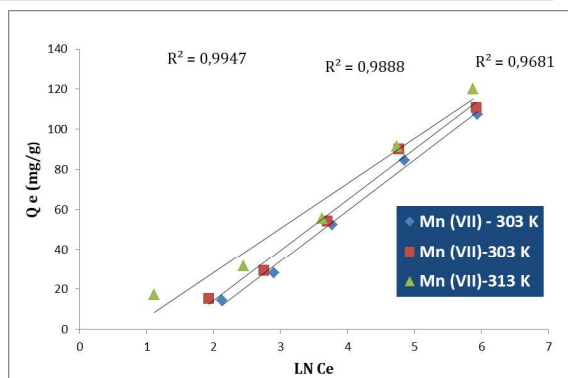


Lengmyur izoterma modeli

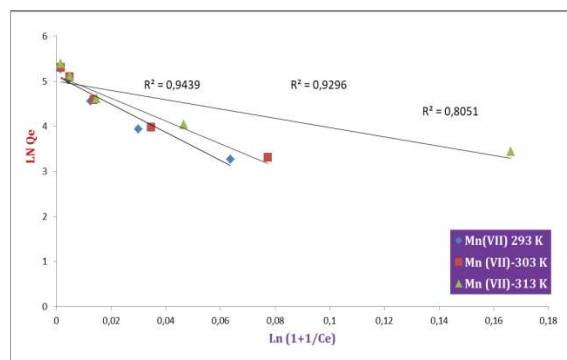


Freyndlix izoterma modeli

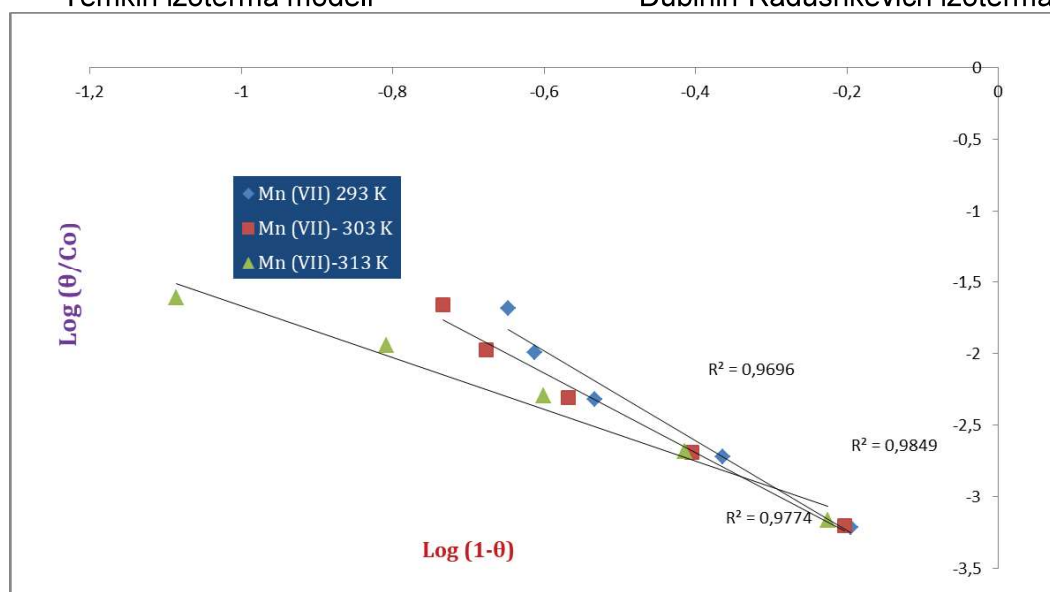
KIMYO



Temkin izoterma modeli



Dubinin-Radushkevich izoterma



Flori-Xaggins izoterma modeli

Yuqoridagi izoterma modellar asosida tuzilgan grafiklarlaridan quyidagi natijalar olindi:

MnO_4^- ionining yutilish izotermasi			
No	Izoterma parametrlar	Qiymatlar	Birliklar
Lengmyur izoterma modeli			
1.	q_{max}	125	mg/g
2.	K_L	0,862	
3.	R_L	0,03<	Qulay
4.	R^2	0,9999	
Flori-Xaggins izoterma modeli			
5.	N	2,8057	
6.	K_{FH}	7352	
7.	ΔG_{ads}	-22,057	kJ/mol
8.	R^2	0,97	
Freyndlix izoterma modeli			
9.	$1/n$	0,5247	
10.	n	1,9	
11.	K_F	3,87	L/g
12.	R^2	0,943	
Temkin izoterma modeli			
13.	K_T	0,191	L/g
14.	B_T	96,81	J/mol
15.	R^2	0,995	

Dubinin-Radushkevich izoterma modeli			
16.	Q_D	165,4	mol/g
17.	B_D	0,00629	kJ/mol•K
18.	E	8,91	kJ
19.	R^2	0,944	

XULOSA VA TAKLIFLAR

Mahalliy homashyo va chiqindilar asosida olingan ionitlarning kuchli kislotalar (HNO_3 va H_2SO_4)ning 1% li hamda 5% li eritmalariga nisbatan kimyoviy barqaror ekanligi tajriba orqali isbotlandi. Sorbentning SAS(stik almashinuv sig'imi) deyarli o'zgarmaganligini ko'rishimiz mumkin. Ishqorning qaynoq eritmasiga nisbatan beqororligini SAS miqdorining keskin pasayganligini hamda sorbentning massa kamayishini 1- va 2- jadvallardan xulosa qilishimiz mumkin. Mahalliy homashyo va chiqindilar asosida olingan ionitlar kislotali muhitda hamda ishqoriy muhitda (313 K gacha haroratda) ishlatish mumkinligini olingan natijalardan xulosa qilishimiz mumkin. PVX va chiqindilar asosida olingan, kuchsiz asos xossasini namoyon qiluvchi ionitga turli konsentratsiyadagi sun'iy eritmalaridan MnO_4^- ionlarining sorbsiya qonuniyatlari o'rganilgan. Sorbsiya jarayonining muvozanati asosida adsorbsiya mexanizmini o'rganish uchun qo'llanilgan turli xil zamonaviy izoterma modellari Lengmyur, Flori-Xaggins, Freyndlix, Temkin va Dubinin-Radushkevich modellariga mos keldi $R^2(0,944-0,999)$. Lengmyur izoterma modeli bo'yicha $Q_{max} = 125 \text{ mg/g}$, R_L qiymatining barcha o'rganilgan konsentratsiyalarida 0,03-0,127 ega ekanligi sorbsiya jarayoni qulay bo'lganligidan dalolat beradi. Flori-Xaggins izoterma modeli bo'yicha $\Delta G_{ads} = -22,07 \text{ kJ/mol}$, Freyndlix izoterma modeli bo'yicha $n = 1,9$ sorbsiya qulay bo'lgan, Temkin izoterma modeli bo'yicha $B_T = 96 \text{ J/mol}$, Dubinin-Radushkevich izoterma modeli bo'yicha $B_D = 6,29 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/mol}\cdot\text{K}$ va $E_a = 8,91 \text{ kJ}$ ekanligi kelib chiqdi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Кутлимуратов Н.М., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Изотерма и кинетика сорбции ионов Cu (II) анионитами, на основе поливинилхлорида пластика и отходов аминов используемых в газоочистке//Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2021. 8(86). URL:<https://7universum.com/ru/nature/archive/item/12160>
2. Davron, B., Mukhtar, M., Nurbek, K., Suyun, X., Murod, J., 2020. Synthesis of a New Granulated Polyampholyte and its Sorption Properties. International Journal of Technology. Volume 11(4), pp. 794-803.
3. Мухамедиев М.Г., Бекчанов Д.Ж. Новый анионит на основе поливинилхлорида и его применение в промышленной водоподготовке. Журнал прикладной химии. 2019. Т. 92. Вып. 11. Ст. 1401-1407.
4. А.В.Лысенко «Фотометрические методы анализа» Курск-2016
5. Qutlimuratov N.M., Tursunmuratov O.X., Bekchanov D.J. 2020-yil, 5-son Polivinilxlorid Plastikati Asosidagi Anionitning Fizik-Kimyoviy Xossalari. ILMIY AXBOROTNOMA/ SAMARQAND .
6. Keno David Kowanga and etc. Kinetic, sorption isotherms, psedo-first-order model and pseudo-second-order model stuies of Cu (II) and Pb(II) using defatted Moringa oleifera seed powder. The Journal of Phytopharmacology 2016;5(2):71-78.
7. Rahman M.S and Islam M.R. Effects of pH on isotherms modeling for Cu (II) ions adsorption using maple wood sawdust. Journal of Chemical Engineering, 2009;149: 273–280.
8. Peter Lieberzeit | Davron Bekchanov| Mukhtar Mukhamediev Polyvinyl chloride modifications, properties, and applications: Review Polym Adv Technol. 2022; 1–12. wileyonlinelibrary.com/journal/pat © 2022 John Wiley & Sons Ltd. DOI: 10.1002/pat.5656
9. Dada, A.O and etc. Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin–Radushkevich, Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn^{2+} Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk/ IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC) ISSN: 2278-5736. Volume 3, Issue 1(Nov. – Dec. 2012), PP 38-45 www.iosrjournals.org.
10. Ali Kara and Emel Demirbel Kinetic, Isotherm and Thermodynamic Analysis on Adsorption of Cr(VI) Ions from Aqueous Solutions by Synthesis and Characterization of Magnetic-Poly (divinylbenzene-vinylimidazole) Microbeads, Water Air Soil Pollut (2012) 223:2387–2403.
11. T. Ravi and etc. Preparation and characterization of higher degree-acetylated chitosan-coated magnetic adsorbent for the removal of chromium (VI) from its aqueous mixture, J. APPL. POLYM. SCI.2017, APP.45878(1-16).