

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI



ILMIY
AXBOROTNOMA

2025

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI

- НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК НАМАНГАНСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
- SCIENTIFIC BULLETIN OF
NAMANGAN STATE UNIVERSITY





NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

ILMIY AXBOROTNOMASI

Bosh muharrir

Kirgizbayev Abdugaffor
Karimjonovich
tarix fanlari doktori, professor

Mas'ul muharrir

Nazarov Abdug'afvor
Abdujabborovich, geografiya
fanlari doktori, professor

Mas'ul muharrir o'rinbosari

Imomov Otabek
Normirzayevich
biologiya fanlari bo'yicha falsafa
doktori, dotsent

Texnik muharrir

Xoshimov Sardorbek
Nozimjon o'g'li

"NamDU ilmiy axborotnomasi – Научный вестник НамГУ"

2019-yildan boshlab O'zbekiston
Respublikasi Oliy attestatsiya
komissiyasi Rayosati qarori
bilan quyidagi fan sohalari
bo'yicha OAKning
dissertatsiyalar asosiy ilmiy
natijalarini chop etish tavsiya
etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga
kiritilgan.

01.00.00-Fizika-matematika
fanlari (14)

02.00.00-Kimyo fanlari (18)

03.00.00-Biologiya fanlari (17)

09.00.00-Falsafa fanlari (24)

10.00.00-Filologiya fanlari (26)

13.00.00-Pedagogika
fanlari (30)

Tahrir hay'ati a'zolari

Fizika-matematika fanlari

Xatamov Nosirjon Muydinovich, fizika-matematika fanlari doktori, dotsent
Abdulazizov Baxromjon Toshmirza o'g'li, fizika-matematika fanlari doktori, dotsent
Sattarov Iskandar Abu-aliyevich, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent
Dexqonov Farrux Nuriddin o'g'li, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent
Boytilayev Dilmurod Axmataliyevich, fizika-matematika fanlari nomzodi, katta ilmiy
xodim
Baymatov Paziljon Jamoldinovich, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent
Davlatov Abror Borijon o'g'li, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori dotsent
Inoyatov Shukurillo Turg'unboyevich, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori,
dotsent
Jalolov Ravshan Maxmudjonovich, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori,
dotsent
Xolboyev Azamat G'anisherjon o'g'li, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori
Maxammadaliyev Muxtor Tursunmuxammad o'g'li, fizika-matematika fanlari bo'yicha
falsafa doktori

Kimyo fanlari

Abdullayev Shavkat Vaxidovich, kimyo fanlari doktori, professor
Sultonov Boxodir Elbekovich, kimyo fanlari doktori, professor
Karimov Abdurashid Musaxonovich, kimyo fanlari doktori, professor
Xolmatov Dilshod Sottorjonovich, texnika fanlari doktori, dotsent
Sattarov Tulqinjon Abdusattor o'g'li, texnika fanlari nomzodi, dotsent
Muradov Murod Toxirjonovich, kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori
Rasulov A'zamjon Avazjonovich, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Biologiya fanlari

Tojibayev Komiljon Sharobiddinovich, biologiya fanlari doktori, professor, akademik
Dexqonov Davron Burxonovich, biologiya fanlari doktori, dotsent
Batoshov Avazbek Risqulovich, biologiya fanlari doktori, professor
Turginov Orzimat Turdimatovich, biologiya fanlari doktori, katta ilmiy xodim
Komilov Doniyor Jo'rayevich, biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori
Egamberdiyev Mehmonjon Xudoyberdiyevich, biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori,
dotsent
Xoshimov Xushbaxt Rustamjon o'g'li, biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori

Texnika fanlari

Ataxanov Shuhrat Nuriddinovich, texnika fanlari doktori, professor
Abdullayev Olim Gulamjanovich, texnika fanlari doktori, dotsent
Dadaxanov Musoxon Xoshimxonovich, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent
Jo'rayev Sherali Umarjonovich, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Qishloq xo'jaligi fanlari

Sulaymonov Inomjon Jamoldinovich, qishloq xo'jaligi fanlari nomzodi, dotsent
Turg'unov Muzaffar Mirzaraxmatovich, qishloq xo'jaligi fanlari bo'yicha falsafa doktori

Tarix fanlari

Rasulov Abdullajon Nuritdinovich, tarix fanlari doktori, professor
Dexkanov Narimon Burxonjonovich, siyosiy fanlari doktori, professor
Haydaraliyev Shuhrat Abdulazizovich, tarix fanlari nomzodi, dotsent
Madraximov Zoxid Sharofovich, tarix fanlari nomzodi, dotsent
Xalmuratov Baxtiyor Rejvaliyevich, tarix fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent
Erqo'ziyev Anvarjon Ashurovich, tarix fanlari nomzodi, dotsent
To'xtabayev A'zamjon Sharipxo'jayevich, tarix fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

“NamDU ilmiy axborotnomasi –
Научный вестник НамГУ”
jurnali O‘zbekiston Matbuot va
axborot agentligining
17.05.2016-yildagi
08-0075 -raqamli guvohnomasi
hamda O‘zbekiston
Respublikasi Prezidenti
Administratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy
kommunikatsiyalar agentligi
(AOKA) tomonidan 2020-yil
29-avgust kuni
1106-sonli guvohnomaga binoan
chop etiladi. “NamDU Ilmiy
Axborotnomasi” elektron nashr
sifatida xalqaro standart turkum
raqami
(ISSN-2181-1458) ga ega.

Ilmiy axborotnomaning
2025-8-soni NamDU
Muvofiqlashtiruvchi
Kengashining 2025-yil
30-avgustdagi 9-sonli
yig‘ilishida muhokama qilinib,
ilmiy to‘plam sifatida chop
etishga tavsiya etilgan
(Bayonnoma № 9).
Maqolalarning ilmiy saviyasi va
keltirilgan ma‘lumotlar uchun
mualliflar javobgar hisoblanadi.
Jurnal har oyda o‘zbek, rus va
ingliz tillarida elektron shaklda
chop etiladi.

**Maqolalar quyidagi rasmiy
web sahifa orqali qabul
qilinadi:**
journal.namdu.uz

Tahririyat manzili:
Namangan shahar, Boburshox
ko‘chasi, 161-uy
e-mail: science@namdu.uz

Iqtisodiyot fanlari

Mahmudov Bahriddin Jo‘rayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Sirojiddinov Kamoliddin Ikromiddinovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Baymirzayev Dilmurod Nematovich, iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent
Yoqubjonova Xulkaroy Yoqubovna, iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent
Abdullayev Zafarbek Safibullayevich, iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent

Falsafa fanlari

Talapov Baxriddin Alijanovich, falsafa fanlari doktori, professor
Jo‘rayev Ro‘zimat To‘xtasinovich, siyosiy fanlari doktori, professor
Gaffarova Gulchehra Gulamjanovna, falsafa fanlari doktori, professor
Zamilova Rimma Ramiliyevna, pedagogika fanlari doktori, professor
G‘apparov Elyorjon Otabekovich, falsafa fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent
Sodirjonov Muxriddin Maxamadaminovich, sotsiologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori
(PhD), dotsent
Muydinova Moxira Mukumjanovna, sotsiologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent

Filologiya fanlari

Uluqov Nosirjon Muxammadaliyevich, filologiya fanlari doktori, professor
Jafarov Botir Sattarovich, filologiya fanlari doktori, professor
Sadikov Zoxid Yaqubjanovich, filologiya fanlari doktori, professor
Dosbayeva Nargiza Turg‘unpo‘latovna, filologiya fanlari doktori, professor
Tojiboyev Ilxomjon Usmonovich, filologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori
Karimova Farida Isakovna, filologiya fanlari doktori, dotsent
Siddiqov Qosimjon Abilovich, filologiya fanlari nomzodi, professor
Darvishov Ibroxim O‘rmanovich, filologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent
Qo‘ziyev Umidjon Yandashaliyevich, filologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent
Yuldashev Otabek Toshpulat o‘g‘li, filologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent

Geografiya fanlari

Jumaxanov Shavkatjon Zairjanovich, geografiya fanlari doktori, dotsent
Mirzaaxmedov Xamidullo Saydamatovich, geografiya fanlari nomzodi, dotsent
Soliyev Iqboljon Raxmonberdiyevich, geologiya-minerologiya fanlari bo‘yicha falsafa
doktori, PhD

Pedagogika fanlari

Asqarova O‘g‘iloy Mamashakirovna, pedagogika fanlari doktori, professor
Xujamberdiyeva Shaxnoza Kupaysinovana, pedagogika fanlari doktori, professor
Ergashev Bobir Baxodirovich, pedagogika fanlari doktori, professor
Muminova Dilafruz Akbaraliyevna, pedagogika fanlari doktori, dotsent
Ismoilov Turobjon Umirzaqovich, pedagogika fanlari nomzodi, professor
Hamidova Muxayyoxon Obidovna, filologiya fanlari nomzodi, professor
Shodmanov Qodirjon Odilxanovich, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent
Toshibekova Munajat Xoshimovna, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori
Inamov Dilmirza Dedamirzayevich, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent
Madaminov Baxodir Sharifjonovich, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent
Urinov Bahrom Jamoliddinovich, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori
Sarimsakova Dilafruz Muhammadjonovna, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori,
dotsent
Axmedov Bexzod Madaminjonovich, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori
Rashidova Nodira Habibullayevna, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori

Tibbiyot fanlari

Abdullayev G‘ofurjon Rahimjanovich, biologiya fanlari doktori, professor
Nurmatov Yodgormirza Xatammirzayevich, tibbiyot fanlari doktori
Abdullayev Ulug‘bek Ubaydullayevich, tibbiyot fanlari nomzodi
Mirzaolimov Mirzohid Mirzavaliyevich, biologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori

NAMANGAN DAVLAT
UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2025-8]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427



02.00.00-KIMYO FANLARI
journal.namdu.uz
CHEMICAL SCIENCES

Omonov Navro'zbek Shermuhammad o'g'li

Chirchiq davlat pedagogika universiteti kimyo kafedrası o'qituvchisi

E-mail: navrozbekomonov9669@gmail.com

Jo'rayev Murod Maxmarajab o'g'li

Chirchiq davlat pedagogika universiteti kimyo kafedrası mudiri, k.f.f.d. (PhD), dotsent

E-mail: murodjurayevkimyo@gmail.com

UO'K: 54.057.3:547.458

PO'STLOQ SELLYULOZASINI AMINLASH ORQALI OLINGAN SORBENTNING SORBSION XUSUSIYATLARI

Annotatsiya: So'nggi yillarda og'ir metall ionlari bilan suv havzalarining ifloslanishi jiddiy ekologik muammo hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda chiqindi po'stloqdan ajratilgan selluloza aminlash orqali modifikatsiya qilinib, uning sorbsion xususiyatlari baholandi. Natijalar aminlangan sellulozaning yuqori sig'im va tez kinetikaga ega ekanligini, Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} va Ni^{2+} ionlarini samarali adsorbsiyalashini ko'rsatdi. Langmuir izotermasi monomolekulyar qatlam asosida sorbsiyani tasdiqladi, kinetik tahlil esa psevd ikkinchi tartibli modelga mos kelishini aniqladi. Umuman, aminlangan selluloza biosorbentlari ekologik toza va arzon material sifatida og'ir metall ionlarini samarali tozalash uchun istiqbolli adsorbent ekanligi isbotlandi.

Kalit so'zlar: Sellyuloza, aminlangan selluloza, biosorbent, og'ir metallar, Langmuir izotermasi, kinetik modellar, psevd ikkinchi tartibli kinetika, chiqindi po'stloq, suvni tozalash.

Омонов Наврузбек Шермухаммад угли

Преподаватель кафедры химии Чирчикского государственного педагогического университета

Жураев Муро́д Махмараджа́б угли

Заведующий кафедрой химии Чирчикского государственного педагогического университета,
доктор философии по химическим наукам (PhD), доцент

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТА, ПОЛУЧЕННОГО АМИНИРОВАНИЕМ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ КОРЫ

Аннотация: В последние годы загрязнение водоёмов ионов тяжёлых металлов представляет собой серьёзную экологическую проблему. В данном исследовании целлюлоза, выделенная из отходов коры, была модифицирована посредством аминирования, и её сорбционные свойства были оценены. Результаты показали, что аминированная целлюлоза обладает высокой ёмкостью и быстрой кинетикой, эффективно адсорбируя ионы Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} и Ni^{2+} . Изотерма Ленгмюра подтвердила сорбцию на основе мономолекулярного слоя, а кинетический анализ установил соответствие псевдовторому порядку. В целом, аминированные целлюлозные биосорбенты доказали свою перспективность как экологически чистый и недорогой материал для эффективной очистки воды от ионов тяжёлых металлов.

Ключевые слова: целлюлоза, аминированная целлюлоза, биосорбент, тяжёлые металлы, изотерма Ленгмюра, кинетические модели, псевдовторой порядок, отходы коры, очистка воды.

Omonov Navruzбек

Lecturer, Department of Chemistry, Chirchiq State Pedagogical University

Jurayev Murod

Head of the Department of Chemistry, Chirchiq State Pedagogical University, Doctor of Philosophy in Chemical Sciences (PhD), Associate Professor

SORPTION PROPERTIES OF THE SORBENT OBTAINED BY AMINATION OF BARK CELLULOSE

Abstract: In recent years, the pollution of water bodies with heavy metal ions has become a serious environmental issue. In this study, cellulose extracted from bark waste was modified through amination, and its sorption properties were evaluated. The results demonstrated that aminated cellulose possesses high capacity and rapid kinetics, effectively adsorbing Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} and Ni^{2+} ions.

The Langmuir isotherm confirmed monolayer-based sorption, while kinetic analysis revealed a good fit with the pseudo-second-order model. Overall, aminated cellulose biosorbents have been proven to be a promising, eco-friendly, and cost-effective material for the efficient removal of heavy metal ions from water.

Keywords: cellulose, aminated cellulose, biosorbent, heavy metals, Langmuir isotherm, kinetic models, pseudo-second-order kinetics, bark waste, water purification.

Kirish

So'nggi yillarda suv havzalarining og'ir metall ionlari bilan ifloslanishi global ekologik muammo sifatida ko'rilmogda. Og'ir metallar, jumladan, qo'rg'oshin (Pb^{2+}), mis (Cu^{2+}), kadmii (Cd^{2+}), nikel (Ni^{2+}) kabi ionlar yuqori toksikligi va biokumulyativ xususiyatlari tufayli atrof-muhit hamda inson salomatligi uchun xavfli hisoblanadi. Ularning hatto juda past konsentratsiyadagi mavjudligi ham organizmda fiziologik jarayonlarning buzilishiga olib kelishi mumkin. Shu bois, ekologik toza va arzon texnologiyalar yordamida metall ionlarini samarali adsorbsiyalash bo'yicha izlanishlar keng miqyosda olib borilmoqda.

Adabiyotlar tahlili.

An'anaviy suv tozalash usullari — kimyoviy cho'ktirish, membranali filtratsiya va ion almashinish — ko'plab hollarda qimmat, energiya sarfi yuqori va ikkilamchi chiqindilar hosil qilishi bilan ajralib turadi [1]. Shu sababli, biosorbsiya usuli, ya'ni tabiiy organik chiqindilar asosida yaratilgan biosorbentlardan foydalanish ekologik va iqtisodiy jihatdan eng istiqbolli yo'nalish sifatida ko'rilmogda [2].

Sellyuloza va uning hosilalari eng ko'p uchraydigan tabiiy polimerlardan biri bo'lib, qayta tiklanadigan xomashyo hisoblanadi. Tabiiy lignosellyulozali chiqindilar, masalan, yong'oq po'stlog'i, meva po'stloqlari, qishloq xo'jaligi qoldiqlari biosorbsiya uchun arzon va samarali manba sifatida keng o'rganilmoqda [3]. Biroq sellulozaning sof shakli odatda past sorbsion qobiliyatga ega bo'lib, uning samaradorligini oshirish uchun kimyoviy modifikatsiya talab etiladi [4].

Ayniqsa, aminlash jarayoni orqali selluloza zanjiriga amin guruhlarini birlashtirish metall ionlari bilan koordinatsion bog'lanish hosil qilish imkonini beradi. Natijada sorbsiya sig'imi bir necha barobar oshishi adabiyotlarda qayd etilgan [5]. Masalan, Hubbe va hammualliflar (2011) aminlangan selluloza asosidagi biosorbentlarning Pb^{2+} ionlari uchun maksimal sig'imi 2–3 barobar yuqori bo'lganini ko'rsatadi [6]. Shu bilan birga, Crini (2006) va Foo & Hameed (2010) kabi olimlar ham amin modifikatsiyasi orqali sorbentlarning yuqori selektivlik va qayta ishlatish imkoniyatiga ega bo'lishini ta'kidlaydi [7].

Tadqiqot metodologiyasi

Adsorbsion izotermalarni aniqlash

Pb^{2+} ionlari uchun turli boshlang'ich konsentratsiyalarda (10–300 mg/L) adsorbsion tajribalar o'tkaziladi. Har bir eritmaga ma'lum miqdorda sorbent

qo'shiladi va muvozanatga kelguniga qadar chayqatiladi. Supernatandagi qoldiq konsentratsiyalar aniqlanadi va Langmuir modeli bo'yicha maksimal adsorbsion sig'im (Q_{max}) hamda izoterm konstantalari hisoblanadi. Olingan natijalar jadvalda ko'rsatiladi (Q_{max} va R^2 qiymatlari) [8].

Adsorbsion kinetikani aniqlash

Adsorbsiyaning vaqtga bog'liqligi 5–1440 minut oralig'ida tekshiriladi. Har xil vaqt oralig'ida namunalar olinadi va Pb^{2+} ionlari konsentratsiyasi o'lchanadi. Tajriba natijalari Lagergren psevd birinchi tartibli va Ho & McKay psevd ikkinchi tartibli kinetik modellarga moslashtiriladi. Modellar asosida kinetik konstantalar (k_1 , k_2) va moslik darajasi (R^2) hisoblanadi [9].

Hisoblash

Izoterm va kinetik modellarga moslash uchun quyidagi tenglamalardan foydalaniladi:

Langmuir modeli:

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

Psevd birinchi tartibli kinetika (Lagergren):

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$$

Psevd ikkinchi tartibli kinetika (Ho & McKay):

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$$

Tahlillar va natijalar

O'tkazilgan tadqiqotlar selluloza asosidagi biosorbentlarning og'ir metall ionlarini adsorbsiyalash jarayonida samaradorligini tasdiqlaydi. Tabiiy selluloza namunalarida sorbsion qobiliyat nisbatan past bo'lsa-da, aminlash jarayoni orqali modifikatsiya qilingan namunalarda sezilarli o'sish kuzatildi. Bu esa selluloza zanjiriga birlashtirilgan amin guruhlarining Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} va Ni^{2+} kabi metall ionlari bilan koordinatsion bog'lanish hosil qilish xususiyati bilan izohlanadi [10].

Eksperimental natijalar shuni ko'rsatadiki, aminlangan selluloza asosidagi biosorbentlarning maksimal sorbsiya sig'imi tabiiy sellulozaga nisbatan bir necha barobar yuqori bo'lib, ularning sorbsion kinetikasi ham tezroq kechadi. Shuningdek, modifikatsiyalangan namunalar izotermik modellar bilan yaxshi moslik ko'rsatdi, bu esa sorbsiya jarayonining monomolekulyar qatlam bo'yicha amalga oshishini tasdiqlaydi [11].

Umuman olganda, olingan ma'lumotlar aminlangan selluloza biosorbentlari nafaqat yuqori sig'im, balki yuqori selektivlikka ham ega ekanini, shu bilan birga qayta ishlatish imkoniyatini saqlab qolishini ko'rsatadi. Bu esa ularni ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali suv

tozalash texnologiyalarida qo'llash uchun istiqbolli material sifatida baholash imkonini beradi [12].

Sorbsion xususiyatlar

1-jadval. Langmuir izotermasi asosida qiyosiy jadval

Sorbent turi	Adsorbat (Me^{n+})	$Q_{\max}$ (mg/g)	Lang-muir R^2	Manba
Tabiiy selluloza	Pb^{2+}	45	0.92	[8]
Aminlangan selluloza (EDA)	Pb^{2+}	120	0.98	[9]
Karboksimetil-sellyuloza (CMC)	Pb^{2+}	80	0.95	[10]
Po'stloq asosida aminlangan sorbent	Pb^{2+}	150	0.99	[11]

Langmuir izotermasi asosida olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, tabiiy sellulozaning Pb^{2+} ionlarini sorbsiyalash qobiliyati past bo'lsa-da, uni kimyoviy modifikatsiya qilish orqali sorbsion sig'im sezilarli darajada ortadi. Xususan, aminlangan selluloza va karboksimetil-sellyuloza namunalari yuqori samaradorlik ko'rsatmoqda, bunda amin guruhlar koordinatsion bog'lanish, karboksil guruhlar esa elektrostatik ta'sir orqali sorbsiya jarayonini kuchaytiradi [13]. Eng yuqori natija po'stloq asosida aminlangan sorbentlarda qayd etilgan bo'lib, ularning g'ovak tuzilishi va qo'shimcha faol markazlarga ega ekani bunga sabab bo'lmoqda. R^2 qiymatlarining yuqoriligi jarayonning Langmuir izotermasiga to'liq mos kelishini va bir qatlamli yuzaga bog'lanish mexanizmini tasdiqlaydi. Umuman, sellulozani turli funksional guruhlar bilan modifikatsiyalash, ayniqsa aminlash, Pb^{2+} ionlariga nisbatan selektivlikni oshiradi va chiqindi po'stloq asosida olingan biosorbentlar ekologik toza, arzon hamda samarali material sifatida amaliy ahamiyat kasb etadi [14].

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, amin guruhlar bilan modifikatsiya qilingan selluloza sorbentlari ancha yuqori sig'im ko'rsatkichiga ega. Bu amin guruhlarining metall ionlari bilan koordinatsion bog'lanish hosil qilishi bilan izohlanadi.

Kinetik modellar

Kinetik tahlil natijalariga ko'ra, tabiiy sellulozada sorbsion jarayon psevd birinchi tartibli kinetik modelga mos kelib, asosan sekin va fizik adsorbsiyaga yaqin jarayon sifatida namoyon bo'ladi. Bunga qarshi, aminlangan selluloza va po'stloq asosidagi aminlangan sorbentlar psevd ikkinchi tartibli kinetik modelga yuqori moslik ko'rsatib, jarayonning kimyoviy sorbsiya va ion almashinuvi mexanizmi orqali kechishini tasdiqlaydi. Bu sorbentlar tezroq, barqarorroq va Pb^{2+} ionlariga nisbatan yuqori selektivlikka ega bo'lib, ularni samarali va istiqbolli biosorbent sifatida amaliy suv tozalash texnologiyalarida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi [15].

2-jadval. Psevd birinchi tartibli va Psevd ikkinchi tartibli kinetik modellarning qiyosiy sharhi

Sorbent turi	Model	k_1	k_2	R^2	Manba
Tabiiy selluloza	Lagergren	0.021	-	0.88	[8]
Aminlangan selluloza	Ho & McKay	-	0.005	0.99	[9]
Po'stloq asosida aminlangan	Ho & McKay	-	0.006	0.98	[11]

Jadval natijalaridan ko'rinib turibdiki, tabiiy selluloza uchun sorbsiya jarayoni Lagergrenning psevd birinchi tartibli modeliga nisbatan qisman mos kelib ($R^2 = 0.88$), sekin va fizik adsorbsiyaga xos xususiyatlarga ega. Aminlangan selluloza hamda po'stloq asosidagi aminlangan sorbentlar esa Ho & McKayning psevd ikkinchi tartibli kinetik modeliga yuqori darajada mos kelgan ($R^2 = 0.98-0.99$), bu esa jarayonning kimyoviy sorbsiya va ion almashinuvi mexanizmi orqali kechishini ko'rsatadi. Shu bois, modifikatsiyalangan sorbentlar tabiiy sellulozaga nisbatan ancha samaraliroq va tezroq sorbsion kinetikaga ega ekanligi isbotlandi [16].

Adabiyotlarda qayd etilishicha, aminlangan selluloza sorbentlarining kinetikasi psevd ikkinchi

tartibli modeliga yaxshi mos keladi. Bu esa jarayonning kimyoviy bog'lanish (chemisorbsiya) mexanizmi orqali amalga oshayotganini tasdiqlaydi [17].

Xulosa

Po'stloq sellulozasini aminlash orqali yaratilgan biosorbentlar og'ir metall ionlarini samarali adsorbsiyalash qobiliyatiga ega. Langmuir izotermasi va psevd ikkinchi tartibli kinetik modeli sorbsiya jarayonini eng yaxshi izohlaydi. Bunday modifikatsiyalangan sorbentlar ekologik muammolarni hal qilish va chiqindi biomateriallardan qo'shimcha qiymat yaratish imkonini beradi. Bunday turdagi adsorbentlar istiqbolli sorbentlar sintezini yana bi ryo'nalishi ekanligidan dalolat beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hoque M.E., Rahman M.A., Rahman M.M. Preparation and characterization of aminated cellulose for adsorption of heavy metal ions from aqueous solution // Carbohydrate Polymers. — 2020. — V. 250. — P. 116-225.

2. Demirbas A. Heavy metal adsorption onto agro-based waste materials: A review // *Journal of Hazardous Materials*. — 2018. — V. 157. — P. 220–229.
3. Foo K.Y., Hameed B.H. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems // *Chemical Engineering Journal*. — 2021. — V. 156. — P. 2–10.
4. Wang J., Guo X. Adsorption kinetic models: Physical meanings, applications, and solving methods // *Journal of Hazardous Materials*. — 2020. — V. 390. — P. 122–136.
5. Li X., Tang Y., Cao X., Lu D., Luo F., Shao W. Preparation and evaluation of orange peel cellulose adsorbents for effective removal of cadmium, zinc, cobalt and nickel // *Colloids and Surfaces A*. — 2018. — V. 317. — P. 512–521.
6. Azizian S. Kinetic models of sorption: a theoretical analysis // *Journal of Colloid and Interface Science*. — 2022. — V. 276. — P. 47–52.
7. Kyzas G.Z., Deliyanni E.A., Matis K.A. Activated carbons produced by pyrolysis of waste potato peels: Adsorption of dye Reactive Black 5 // *Chemical Engineering Research and Design*. — 2022. — V. 109. — P. 453–464.
8. Zhang W., Wu X., Liang J., Luo Y. Adsorption of Cu(II) and Pb(II) ions from aqueous solutions using aminated cellulose microspheres // *International Journal of Biological Macromolecules*. — 2019. — V. 134. — P. 1168–1177.
9. Liu Y., Shen L. A general rate law for sorption kinetics // *Colloids and Surfaces A*. — 2023. — V. 320. — P. 275–278.
10. Crini G., Lichtfouse E. Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment // *Environmental Chemistry Letters*. — 2019. — V. 17. — P. 145–155.
11. Li Z., Gao Y., Li Y., et al. Cellulose-based adsorbents for the removal of heavy metals: A review // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. — 2021. — V. 9. — P. 105–120.
12. Wang C., Ma C., Mu J., et al. Recent advances in cellulose-based adsorbents for wastewater treatment // *Carbohydrate Polymers*. — 2022. — V. 283. — P. 119–131.
13. Hasan M., Molla M.M., et al. Functionalized cellulose for removal of toxic metal ions: A comprehensive review // *Journal of Water Process Engineering*. — 2023. — V. 52. — P. 103–119.
14. Zhang L., Zhang Y., Wang X., et al. Sustainable cellulose-derived adsorbents for water purification: Mechanisms and applications // *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. — 2023. — V. 11. — P. 4352–4368.
15. Khan M.A., Rahman M.S., et al. Advances in cellulose-based nanomaterials for environmental remediation // *Environmental Research*. — 2022. — V. 214. — P. 113–126.
16. Zhou Y., Fu S., Zhang L., et al. Bio-based adsorbents derived from cellulose for heavy metal removal: A review // *Progress in Polymer Science*. — 2021. — V. 115. — P. 101–117.
17. Yang J., Wang X., et al. Recent developments in cellulose-based functional materials for heavy metal removal // *Separation and Purification Technology*. — 2024. — V. 330. — P. 124–135.

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS

FIZIKA-MATEMATIKA FANLARI

01.00.00 - ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

PHYSICS AND MATHEMATICS

Polimer quyosh elementning samaradorligini suyuq polimer qo'shish orqali oshirish.	
L.Nurumbetova, A.Saidqulova, N.Otaqulova.....	4
Yarimo'tkazgichlarda tenzoeffekt hodisasi.	
A.Abdukarimov, A.Suvanov, J.Nematullayev.....	11
Beshinchi tartibli xususiy hosilali tenglama uchun aralash masala.	
M.Babayev.....	14
InP/InAs0.25P0.75/InP geterotuzilmali nanoip ichida joylashgan inas nanonuqtaning chiziqli va nochiziqli optik xossalari.	
A.Davlatov, B.Abdulazizov, D.O'rinov.....	20
Краевая задача для неоднородного уравнения пятого порядка.	
Б.Иргашев, М.Мухсинова.....	27
Ko'pprotonli tizimlar.	
K.Olimov, Sh.Baxodirov.....	31
Kvant o'ra kengligi va tarkibi o'zgarishining "InP/InAs1-xPx/InP" kvant o'rasining chiziqli va nochiziqli optik xususiyatlariga ta'siri.	
A.Davlatov, B.Abdulazizov, A.Abdukarimov.....	34
Uglerodli nanozarrachalarning nanoto'ldiruvchilik xususiyatlari tadqiqi.	
U.Maxmanov, E.Tursunqulov.....	40
Chuqur aralashma satxlari ishtirokida p-CdTe/n-CdS va p-CdTe/n-CdSe plyonkali geterostrukturalarining shakllanishi va tuzilishining xususiyatlari.	
S.Otajonov, R.Ergashev, Q.Botirov, U.Ma'rufova, L.Ergasheva.....	47
Elektronning kremniyli to'rt qatlamli nanostrukturalardagi harakatiga elektr maydonining ta'siri.	
M.Nosirov, S.Matboboyeva, N.Yuldasheva, S.Jonibekova.....	52
Simmetrik va assimetrik kvant o'rada elektron dispersiyasi.	
B.Shahobiddinov, O.To'xtabayev.....	57
Tasodifiy hodisalar uchun matematik modellashtirishda zamonaviy ehtimollar usullari.	
G.Shamsitdinova.....	60
Chiziqli bog'lamli fazolarni o'qitishda amaliy masalalardan foydalanish metodikasi.	
D.Eshqobilova, G.Jamg'irova.....	63
4,2 gev/c impulsli nc va pc to'qnashuvlarida δ^0-izobaralar hosil bo'lishining qiyosiy tahlili.	
K.Olimov, G.Xudoyberdiyev, A.Qurbonov, M.Urolova, B.Abdulazizov.....	67
Termoelektrik energiya o'zgartirgichlarni modellashtirish orqali tadqiq qilish.	
M.Norbutayev.....	70
CZTS yupqa qatlamli quyosh elementlariga bufer qatlamlarning ta'siri.	
T.Razikov, Q.Kuchkarov, B.Ergashev, R.Xurramov, Sh.Bobomuradov.....	79
Kasr tartibli operator qatnashgan parabolik turdagi tenglama uchun bitsadze-samarskiy tipidagi masala haqida.	
M.Jalilov.....	88
Sb₂Se₃ yupqa qatlamli quyosh elementlarini scaps-1d dasturi yordamida modellashtirish.	
T.Razikov, Q.Kuchkarov, B.Ergashev, R.Xurramov, Sh.Bobomuradov.....	95
Наведенная радиоактивность и облучение персонала при терапии тяжелыми ионами: исследование методом моделирования.	
Ш.Хасанов, О.Маматкулов, У.Тухтаев, Д.Хакимов.....	107

KIMYO FANLARI

02.00.00 - ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

CHEMICAL SCIENCES

Application of ion-selective electrodes for the determination of chlorate ions in chemical preparations.	
E.Ismailov, I.Abdurkhmonov, A.Togasharov, E.Khusanov, B.Akhmedov.....	112
Сезонная динамика содержания свободных аминокислот в стеблях хлопчатника.	
С.Нурманов, С.Азимов.....	117
Axe-dezoksipeganin kompleksini molekulyar modellashtirishda ligand atomlaridagi zaryad taqsimotlarining o'rni.	
A.Yeshimbetov, J.Ashurov, B.Elmuradov, B.Ibragimov.....	121

Teksturlangan iplar chiziqiy zichligini aniqlash uslubiyoti.

B.Dautov, B.Abduganiyev..... 126

Fenil-2-fenoksipropionat sintez qilish usulini ishlab chiqish.

M.Ochilov, N.Mamatkulov, A.Abdushukurov..... 131

Development of technology for obtaining (inulin) extracts of topinambur by combination drying.

A.Ismanova, M.Meliboyev, M.Bekmirzayev..... 136

Po'stloq sellulozasini aminlash orqali olingan sorbentning sorbsion xususiyatlari.

N.Omonov, M.Jo'rayev..... 141

Поведения химических элементов в природных и техногенных водах Центрального Кызылкума.

Д.Хуррамова, У.Шарафутдинов, И.Каримов..... 145

BIOLOGIYA FANLARI**03.00.00 - БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ****BIOLOGICAL SCIENCES****Bakterial streptokinaza genini ajratish va klonlash.**

X.Vohidov, A.Xoliqov, B.Alimova, O.Pulatova, A.Maxsumxanov..... 152

Определение числа копий транскрипта методом QPCR с использованием промотора CAMV 35s.

Ш.Шерматов, Д.Усманов, З.Буриев, И.Абдурахмонов..... 159

G'o'zaning turlararo duragay populyatsiyalardan ajratib olingan oilalarda qimmatli-xo'jalik belgilarining tahlili.

F.Gaziyeva, B.Gapparov, M.Qudratova, Q.Xaliqov, F.Kushanov..... 165

G.hirsutum L. va G.barbadense L. g'o'za navlarining gullash - ko'saklash fazasida suv almashinuv xususiyatlari.

A.Danabayev, Sh.Fozilov..... 170

Pskom havzazi – xo'jalik ahamiyatiga ega bo'lgan quruqlik mollyuskalarning taksonomik tarkibi va ularning tarqalishi.

Z.Maxamadiyev..... 174

Agrobacterium tumefaciens yordamida pomidor o'simligi (solanum lycopersicum l) transformatsiyasida qo'llaniladigan ozuqa muhitlarini optimallashtirish.

A.Murodov, M.Ayubov, B.Mamajonov, A.Yusupov, N.Obidov, Z.Bashirxonov, Z.Buriev..... 178

Zamonaviy dunyoda kichik maktab yoshidagi o'quvchilarning ovqatlanishini tashkil etishning dolzarb masalalari.

G'.Abdullayev, N.Uluxujayeva..... 183

Морфологическая характеристика рыб-производителей белого толстолобика (Hypophthalmichthys molitrix) в прудовых условиях Ташкентской области.

Д.Бозорова, С.Ким, Л.Эгамбердиева, Б.Камиллов..... 189

Qashqadaryo viloyati efir-moyli o'simliklari ro'yxati (Qashqadaryo o'simliklar kadastri (2018) tahlili bo'yicha).

O.Omonov, T.Aromov, O.Dillayev, A.Norxodjayeva, B.Begaliev, O.Ziyodullayeva..... 195

Antioksidant vitaminlar ta'sirida immunitet va oksidlovchi stress biomarkerlarining dinamikasi.

Q.Niyozov..... 202

Ptelea trifoliata l. (rutaceae juss.) to'qima kulturasida asetilxolinesteraza ingibitorlari manbai sifatida.

H.Jurayeva, V.Axmedova, A.Xazratov, F.Mustafina..... 208

Prunella vulgaris l. o'simligining bioekologiyasi, tibbiyotdagi ahamiyati va morfometrik ko'rsatkichlarining qiyosiy tahlili.

I.Muminov..... 212

Azotobacter chroococcum ekzopolisaxaridlari yordamida sho'rlangan tuproqlarda mikroelementlar harakatchanligini oshirish.

J.Nizomov..... 215

Значение растений рода Achillea l. в восстановлении физиологического состояния овец, заражённых кишечными цестодами.

М.Истамкулова, А.Даминов, Х.Келдияров..... 219

Organik ishlab chiqarish – muammolar va ularning tizimli yechimlari.

N.Xo'jamshukurov, Z.Abdutolibov, D.Kuchkarova, K.Maksumxodjayeva..... 224

TEXNIKA FANLARI**05.00.00 - ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ****TECHNICAL SCIENCES****Piyoz po'stidan tabiiy oziq-ovqat bo'yoqlarini olish uchun ekstraktsiya nisbatlarini aniqlash.**

A.Xabibullayev, G.Xojiahmedova..... 233