

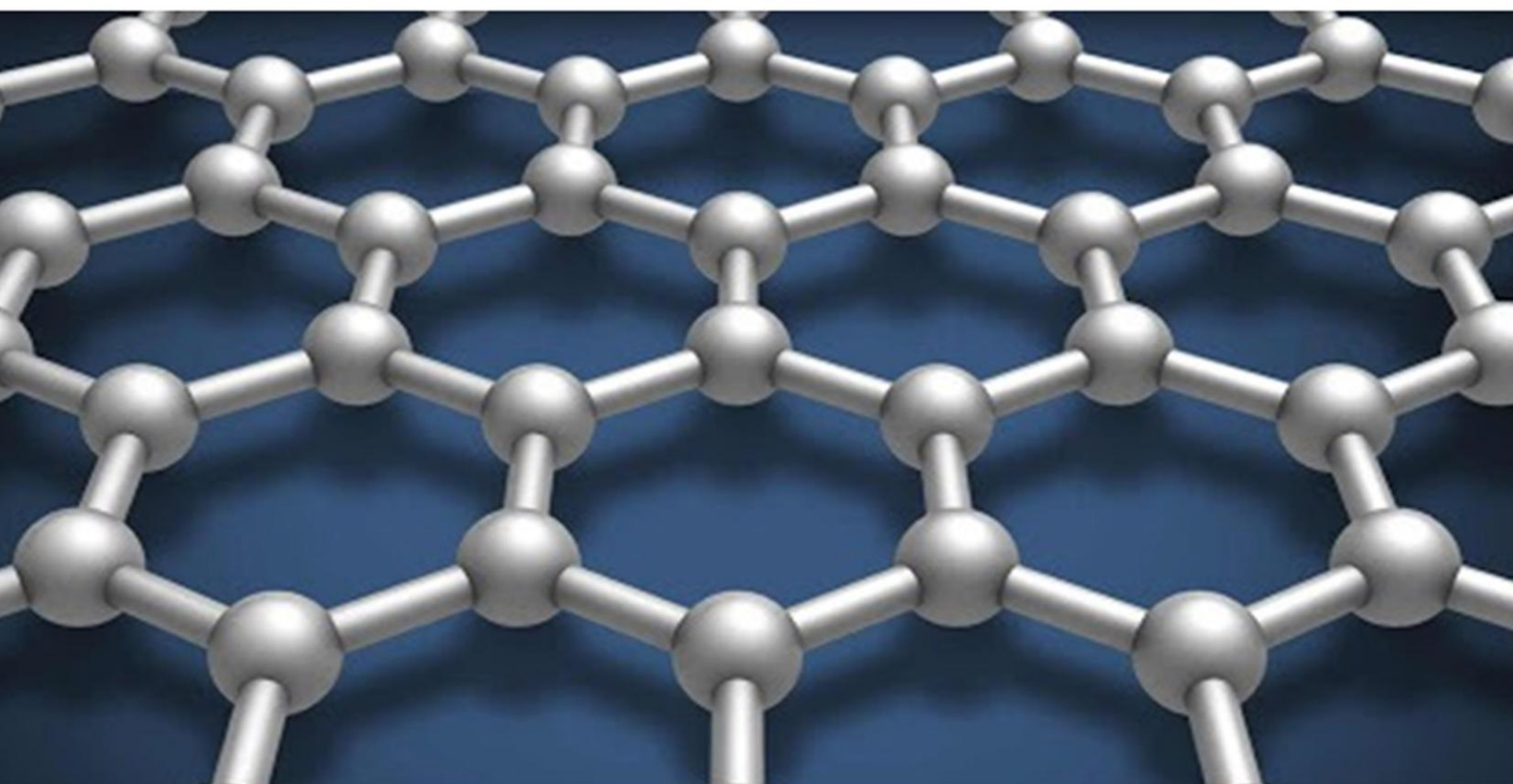
ISSN 2091-5527

№ 3/2026

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

UDK: 661.183.4:547.995.12:544.723.2

KAOLIN VA APIS MELLIFERA XITIZAN ASOSIDAGI KOMPOZIT BIOSORBENTNI SINTEZ QILISH VA DASTLABKI TAVSIFLASH

Berdiqulov Baxtiyor Shavkat o'g'li¹, Ixtiyarova Gulnora Akmalovna¹, Safarov Azamat Rasul o'g'li²

¹Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O'zbekiston.

²EMU universiteti, Toshkent, O'zbekiston.

Annotatsiya. Ushbu ishda mahalliy Angren kaolini va asalarichilik sanoati chiqindilaridan ajratib olingan xitin/xitozan asosida kompozit biosorbent sintez qilindi. Kaolin 0,1N HCl eritmasi bilan kislotali faollashtirildi va 450°C haroratda 2 soat termik ishlav berildi (AK-450 namunasi). Faollashtirilgan kaolin 1% xitozan-sirka kislota eritmasi bilan 5:1 (kaolin:xitozan) massa nisbatida aralashtirilib, ionli gelatsiya usulida (0.5 N NaOH/30% etanol vannasi) granularlar hosil qilindi (AK-X namunasi). Sintez qilingan namunalalar skanerlovchi elektron mikroskopiya-energiodispersion rentgen spektroskopiyasi (SEM-EDX) va Fyur-e-transformatsiyali infraqizil spektroskopiya (FTIR) usullari bilan tavsiflandi. FTIR spektrida AK-X namunasida 1646 va 1557 sm^{-1} da kuzatilgan Amid I va Amid II piklari, shuningdek 2919 sm^{-1} dagi alifatik C–H cho'zilish piki xitozan komponentining kompozit tarkibida mavjudligini tasdiqladi, bu piklar AK-450 namunasida kuzatilmadi. SEM tahlili AK-Xz namunasida yirikoq, g'ovaksimon teksturaga ega agregatlar hosil bo'lganini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: kaolin, xitozan, biosorbent, kompozit, FTIR, SEM-ADX, ionli gelatsiya, AK-450, AK-Xz

Kirish. Sanoat va qishloq xo'jaligi faoliyati natijasida suv havzalariga tushayotgan ifloslantiruvchilar nafaqat ekotizimga, balki inson salomatligiga ham jiddiy xavf tug'diradi. Shu sababli samarali, arzon va ekologik jihatdan xavfsiz suv tozalash texnologiyalarini ishlab chiqish zamonaviy amaliy kimyo va ekologiya fanlarining dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi

Ushbu ishning maqsadi - mahalliy xom ashyolardan kaolin-xitozan kompozit biosorbentini sintez qilish va uning tarkibi hamda morfologiyasini SEM-EDX va FTIR usullari yordamida dastlabki tavsiflashdan iborat. Tadqiqotning vazifalari quyidagilarni o'z ichiga oladi: (i) kaolinni kislotali va termik faollashtirish; (ii) kaolin-xitozan kompozit granularlarini ionli gelatsiya usulida sintez qilish; (iii) sintez qilingan namunalarning morfologik va elementar tarkibini SEM-EDX orqali o'rganish; (iv) funktsional guruhlarni FTIR spektroskopiyasi yordamida aniqlash va tahlil qilish. Ish keyingi bosqichda amalga oshiriladigan adsorbsion sinovlar uchun zaruriy ilmiy asos yaratishga qaratilgan.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili: Suvni og'ir metallar, bo'yoqlar va boshqa ifloslantiruvchilardan tozalashning an'anaviy usullari — kimyoviy cho'ktirish, ion almashinuv, membran filtratsiyasi va elektrokimyoviy usullar — yuqori samaradorlikka ega bo'lsa-da, ular yuqori energiya va reagent sarfi, ikkilamchi chiqindilar hosil qilish hamda past konsentratsiyali ifloslantiruvchilar uchun iqtisodiy nosamaradorlik kabi jiddiy kamchiliklarga ega ekanligi ko'rsatilgan [1]. Shu sababli adsorbsiya, xususan tabiiy va arzon adsorbentlar asosidagi biosorbsiya, muqobil va istiqbolli yo'nalish sifatida faol o'rganilmoqda.

Kaolin — $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ tarkibli, tabiatda keng tarqalgan aluminosilikat minerali bo'lib, past tannarxi, kimyoviy barqarorligi va tabiiy ion

almashinuv sig'imi tufayli sorbsion materiallar tayyorlashda istiqbolli hom ashyo hisoblanadi. Chai va boshqalar tomonidan o'tkazilgan tadqiqotda, sof kaolinning sorbsion sig'imi funktsionallashtirilgan yoki kompozit materiallarga nisbatan cheklangan ekanligi qayd etilgan [3].

Wang va Chen tomonidan o'tkazilgan tahliliy sharhda xitozan asosidagi biosorbentlarning og'ir metallar va radionuklidlarni yutishdagi yuqori samaradorligi umumlashtirilgan, shu bilan birga sof xitozan gellarining kislotali muhitda yuqori eruvchanligi va past mexanik mustahkamligi ularning sanoatda qo'llanilishini cheklovchi asosiy omillar sifatida ko'rsatilgan [4]. Bu muammoni bartaraf etish maqsadida turli fizik va kimyoviy bog'lash (crosslinking) strategiyalari taklif etilgan; jumladan, Liu va boshqalar faqat fizik bog'lash (zanjirlarning qayta tartiblanishi mexanizmi asosida) orqali mustahkamlangan sferik xitozan adsorbentini ishlab chiqqan, bu esa toksik kimyoviy bog'lovchilardan foydalanmasdan mexanik barqarorlikni oshirish mumkinligini ko'rsatgan [5].

Biswas va boshqalar xitozan-gil biokompozit granularlarini ishlab chiqib, ularning sanoat oqava suvlaridan og'ir metallar va bo'yoqlarni bir vaqtning o'zida yutish qobiliyatini namoyish etgan, bunda kompozitdagi xitozan ulushi sorbsiya selektivligiga bevosita ta'sir qilishi aniqlangan [6]. Banu va boshqalar lantan bilan kapsullangan xitozan-kaolin gil gibrid kompozitini sintez qilib, uni suvdan nitrat va fosfat ionlarini qaytarib olish uchun qo'llagan, natijalar gibrid kompozitning individual komponentlarga nisbatan yuqori sorbsion samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatgan [7]. Zhang va boshqalar esa qo'rg'oshin ionlarini yutishda turli modifikatsiya usullari bilan tayyorlangan kaolin-yuklangan xitozan namunalarni qiyosiy o'rgangan va modifikatsiya usulining sorbsion sig'imga sezilarli ta'sir ko'rsatishini isbotlagan [8].

Ushbu yo'nalishda mualliflarning oldingi tadqiqotlarida *Apis mellifera* (asalari) chiqindilaridan ultratovush va kriogen usullar yordamida xitozan ajratib olish jarayonlari optimallashtirilgan va olingan mahsulotning fizik-kimyoviy xossalari an'anaviy usulda olingan xitozan bilan qiyosiy tahlil qilingan, natijalar mahalliy asalarichilik chiqindilarining sifatli xitozan manbai bo'la olishini tasdiqlagan [9, 10].

Yuqorida keltirilgan adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, kaolin-xitozan kompozitlarining sorbsion xususiyatlari xorijiy tadqiqotlarda faol o'rganilmoqda, biroq mahalliy Angren kaolini va *Apis mellifera* manbaidan olingan xitozanning birgalikda qo'llanilishi, shuningdek ularning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lgan kompozitning tarkibi va morfologiyasi hozirgacha alohida tadqiqot ob'yekti bo'lmagan. Ushbu bo'shliq ushbu tadqiqotning dolzarbligini va amaliy ahamiyatini belgilaydi.

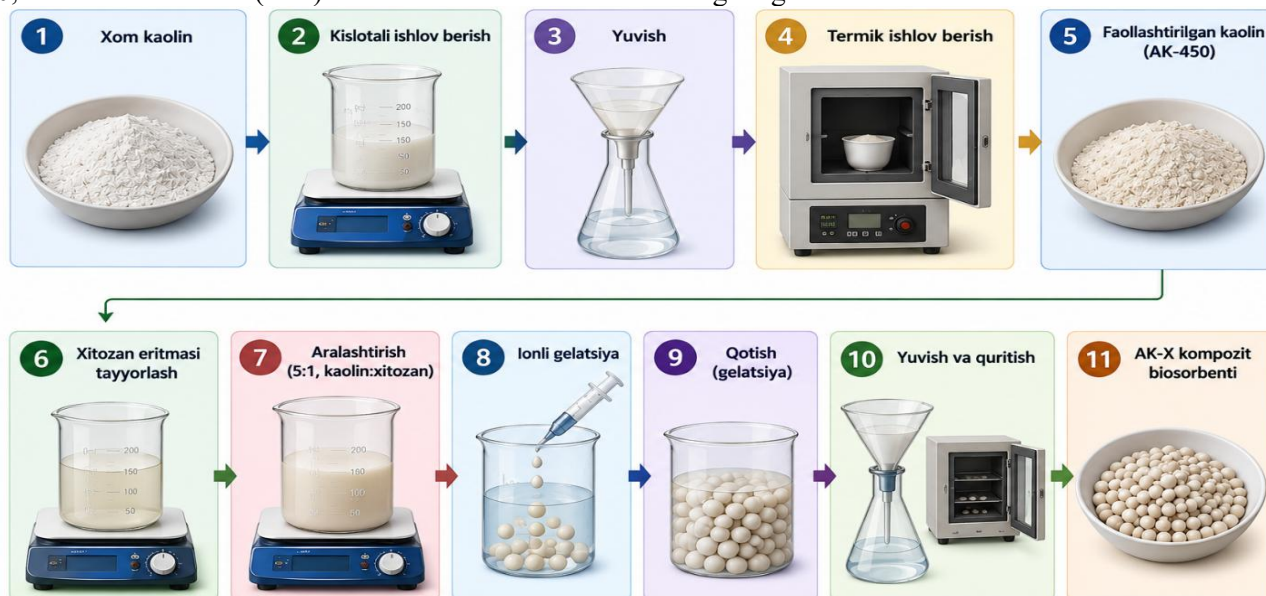
Tadqiqot metodologiyasi. Xom ashyo: Tadqiqotda O'zbekiston Respublikasi Angren konidan olingan tabiiy kaolin va mahalliy asalarichilik xo'jaliklari chiqindilaridan (asalari nobud bo'lgan tanasi) ultrazvuk usulda ajratib olingan xitin/xitozan [9, 10] ishlatildi.

Kaolinni kislotali faollashtirish va termik ishlov berish (AK-450 namunasi): Xom kaolin 0,1N xlorid kislotasi (HCl) eritmasi bilan ishlov

berilib, tarkibidagi ortiqcha eruvchan tuzlar va aralashmalar tozalandi. Kislotasi bilan ishlov berilgan kaolin distillangan suv bilan neytral pH ga qadar yuvildi va so'ngra 450°C haroratda 2 soat davomida termik faollashtirildi. Termik ishlov berish rejimi (450°C) atayin metakaolin fazasiga to'liq o'tishni emas, balki kaolin g'ovak strukturasi ochishni maqsad qilib tanlangan.

Xitozan eritmasini tayyorlash: 1% (m/h) xitozan eritmasi 1% sirkas kislotasi eritmasida tayyorlandi, to'liq erishi uchun xona haroratida aralashtirildi.

Kompozit granularni sintez qilish (AK-X namunasi): Faollashtirilgan kaolin (AK-450) distillangan suvda dispergirlandi va xitozan eritmasi bilan 5:1 (kaolin:xitozan, massa bo'yicha) nisbatda birlashtirilib, 40°C haroratda 2 soat davomida magnitli aralashtirgichda gomogenlashtirildi. Granula hosil qilish uchun 1N natriy gidroksid (NaOH) va 30% etil spirtidan iborat maxsus eritma tayyorlandi. Kaolin-xitozan suspenziyasi shpris yordamida ushbu eritmaga tomchilatib qo'shildi, natijada ionli gelatsiya mexanizmi orqali sferik granularlar hosil bo'ldi. Granularlar eritmada 1 soat ushlab turildi, so'ngra distillangan suv bilan neytral muhitgacha yuvildi va quritish shkafida 60°C haroratda 12 soat davomida quritildi. Olingan kompozit namuna keyingi matnda AK-Xz deb belgilangan.



1-rasm. kaolin- xitozan kompozit biosorbentini tayyorlash bosqichlari

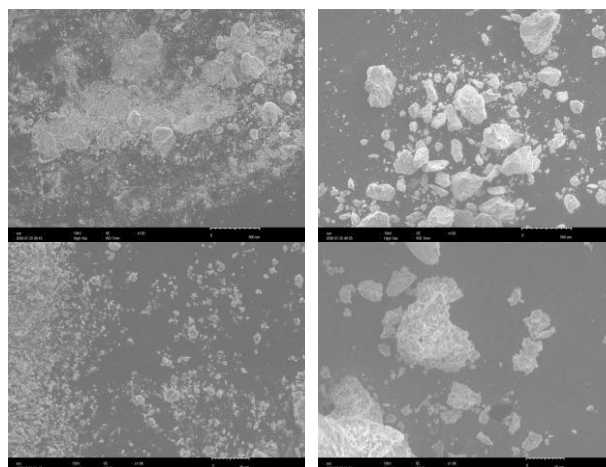
Tavsiflash usullari: Namunalarning yuza morfologiyasi va elementar tarkibi skanerlovchi elektron mikroskop (SEM, Alfa modeli, tezlatuvchi kuchlanish 15 kV, ikkilamchi elektron (SE) rejimi, yuqori vakuum) va unga integratsiyalashgan energodispersion rentgen spektrometri (EDX, Bruker) yordamida 130x dan 2000x gacha kattalashtirishlarda o'rganildi. Namunalar tahlildan oldin uglerod bilan sputter-qoplandi. Funktsional

guruhlarini aniqlash uchun Fyur'e-transformatsiyali infraqizil spektroskopiya (FTIR, Shimadzu spektrometri) 4000–400 cm^{-1} diapazonida qo'llanildi.

Tahlil va natijalar. SEM morfologik tahlili: 130x va 1000x kattalashtirishdagi mikrofotografiyalar 1-rasmda keltirilgan. AK-450 namunasida material asosan mayda, floklangan zarralar to'plamidan iborat bo'lib, ular fon bo'ylab

zich va nisbatan bir tekis taqsimlangan — bu kaolinit plastinka (booklet) strukturasining kislotali/termik ishlov natijasida qisman parchalanganini aks ettiradi. AK-Xz namunasida esa yiriroq, ixcham, bloksimon agregatlar kuzatildi, ular orasida ancha kattaroq bo'sh maydonlar mavjud edi. Yuqori kattalashtirishda (1000–2000x AK-Xz agregatlarining sirti notekis, g'ovaksimon tekstura namoyon etdi, bu AK-450 namunasidagi nisbatan tekisroq, mayda-donador tekstura bilan farq qildi.

EDX elementar tahlili: tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan AK-X namunasida uglerod miqdori AK-450 ga nisbatan yuqoriroq (normallashtirilgan massa% bo'yicha 42,78% dan 52% gacha) kuzatildi, Si va Al ulushlari esa pasaydi. Azot (N) AK-X namunasida 2.09% sifatida qayd etildi.



2-rasm. SEM mikrofotografiyalari: chapda AK-450 (130x, 1000x), o'ngda AK-Xz (130x, 1000x)

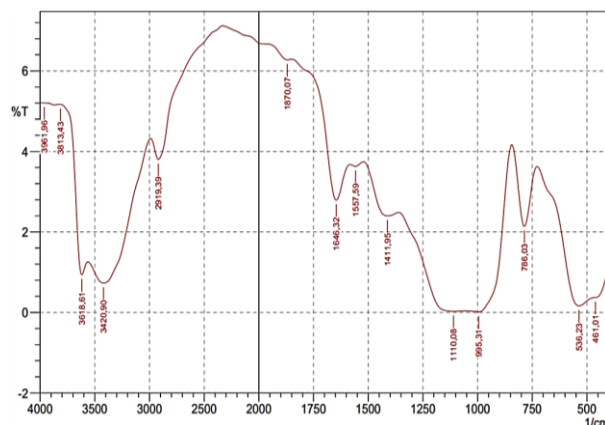
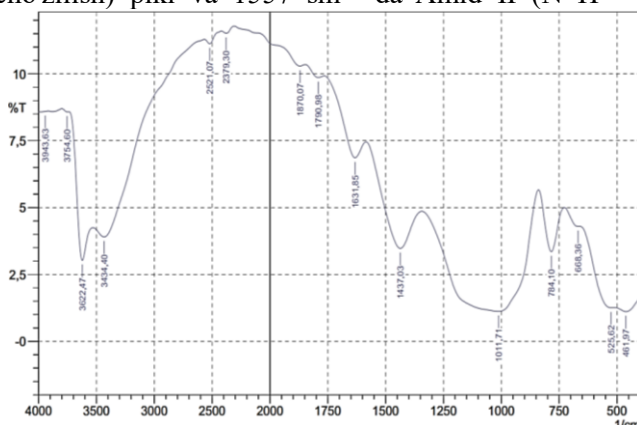
1-jadval.

AK-450 va AK-Xz namunalarining nuqtaviy EDX elementar tahlili natijalari

Element	AK-450, mass. norm. [%]	AK-Xz, mass. norm. [%]	AK-450, atom [%]	AK-X, atom [%]
C	42,78	52,00	55,90	65,60
N	—	2,09	—	0,84
O	30,42	26,37	29,84	24,32
Na	0,67	0,21	0,46	0,13
Mg	1,15	1,00	0,74	0,61
Al	6,61	4,14	3,85	2,26
Si	13,78	8,88	7,70	4,66
K	1,87	1,53	0,75	0,58
Fe	2,71	3,77	0,76	1,00

FTIR spektral tahlili: AK-450 va AK-X namunalarining FTIR spektrlari 2-rasmda, asosiy piklarning tayinlanishi esa 2-jadvalda keltirilgan. AK-X spektrida 2919 sm^{-1} da alifatik C–H cho'zilish piki, 1646 sm^{-1} da Amid I (C=O cho'zilish) piki va 1557 sm^{-1} da Amid II (N–H

egilish/C–N cho'zilish) piki kuzatildi. Bu piklarning barchasi AK-450 spektrida kuzatilmadi. Ikkala namunada ham kaolinit strukturasiga xos Si–O va Si–O–Al piklari (AK-450: 1110, 995, 536, 461 sm^{-1} ; S-450 uchun mos piklar) saqlanib qoldi.



2-rasm. FTIR spektrlari: yuqorida AK-450, pastda AK-Xz

2-jadval.

FTIR piklarining taqqoslash jadvali

Pik (sm^{-1}), AK-450	Pik (sm^{-1}), AK-X	Xulosalash
—	2919.39	Alifatik C–H cho'zilish (xitozan piranoza halqasi)
1646.32*	1646.32	Amid I (C=O cho'zilish) / adsorbirlangan suv egilishi
—	1557.59	Amid II (N–H egilish + C–N cho'zilish) — xitozanga xos
3420.90	3434.40	O–H / N–H cho'zilish (keng band)
1110.08 / 995.31	1011.71	Si–O cho'zilish (kaolinit)
536.23 / 461.01	525.62 / 461.97	Si–O–Al egilish (kaolinit)

Natijalarning umumlashtirilgan tahlili.

Uchta mustaqil kuzatuv — SEM morfologiyasidagi agregat kattaligi va tekstura farqi, EDX orqali aniqlangan azot signali va FTIR spektridagi Amid I/II piklari — birgalikda kaolin-xitozan kompozitining muvaffaqiyatli sintez qilinganini yuqori ishonchlilik bilan tasdiqlaydi. Bu natijalar, xususan FTIR va EDX ma'lumotlarining bir-birini mustaqil ravishda tasdiqlashi, avvalgi (dastlabki) sintez bosqichlarida kuzatilgan noaniqliklarni (masalan, uglerod qoplamasi bilan bog'liq artefaktlar va past azot sezgirligi) bartaraf etish maqsadida qoplama turi va analiz sharoitlarini optimallashtirish natijasida erishilgan muhim metodologik yutuq hisoblanadi.

Xulosa va takliflar. Ushbu tadqiqotda mahalliy Angren kaolini va asalarichilik chiqindilaridan (Apis mellifera) olingan xitozan asosida kompozit biosorbent (AK-X) muvaffaqiyatli sintez qilindi. FTIR tahlili AK-Xz namunasida xitozanga xos Amid I (1646 cm^{-1}), Amid II (1557 cm^{-1}) va C–H (2919 cm^{-1}) piklarining mavjudligini, AK-450 namunasida esa ularning yo'qligini ko'rsatdi. Bu natija EDX tahlilida aniqlangan azot miqdori (2,09% mass. norm.) bilan mustaqil ravishda tasdiqlandi. SEM morfologik kuzatuvlari (yiriroq, g'ovaksimon agregatlar) yuqoridagi xulosalarni bilvosita qo'llab-quvvatladi. Shunday qilib, uchta mustaqil tavsiflash usuli (SEM, EDX, FTIR) bir-biriga mos natijalar berdi,

bu esa sintez qilingan materialning haqiqatan ham kaolin-xitozan kompoziti ekanligini yetarli ishonchlilik bilan tasdiqlaydi.

Olingan natijalar quyidagi amaliy va ilmiy xulosalarni chiqarish imkonini beradi: (1) mahalliy Angren kaolini va Apis mellifera chiqindilaridan olingan xitozan kompozit biosorbent sintez qilish uchun yaroqli xom ashyo hisoblanadi; (2) tanlangan sintez sharoitlari (0,1N HCl faollashtirish, 450°C termik ishlov, 5:1 kaolin:xitozan nisbati, 0,5N NaOH/etanol vannasida ionli gelatsiya) kaolin kristall strukturasi saqlab qolgan holda xitozanning kompozit tarkibiga kimyoviy jihatdan integratsiyalashishini ta'minlaydi. Turli pH muhitlarida (2, 4, 6, 7) granulalarning suvda barqarorligini va mexanik mustahkamligini (ezilish kuchini) baholash, chunki bu ko'rsatkichlar amaliy sorbsion qo'llanilish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Sintez qilingan AK-Xz biosorbentining tanlangan ifloslantiruvchilar (og'ir metall ionlari va/yoki organik bo'yoqlar) uchun adsorbsion kinetikasi va izotermalarni (Langmuir, Freundlich modellari asosida) o'rganish mumkin. Xulosa qilib aytganda, ushbu tadqiqot mahalliy xom ashyo bazasida ekologik jihatdan xavfsiz va iqtisodiy jihatdan maqbul biosorbent yaratish yo'nalishida ilmiy asoslangan dastlabki natijalarni taqdim etadi hamda keyingi bosqichda amalga oshiriladigan adsorbsion sinovlar uchun ishonchli metodologik asos yaratadi.

ADABIYOTLAR

1. Crini G., Lichtfouse E. Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*. 2019;17:145–155. <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0785-9>
2. Omer A.M., Dey R., Eltaweil A.S., Abd El-Monaem E.M., Ziora Z.M. Insights into recent advances of chitosan-based adsorbents for sustainable removal of heavy metals and anions. *Arabian Journal of Chemistry*. 2022;15:103543. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103543>
3. Chai J.-B., Au P.-I., Mubarak N.M., et al. Adsorption of heavy metal from industrial wastewater onto low-cost Malaysian kaolin clay-based adsorbent. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020;27:13949–13962. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07755-y>
4. Wang J., Chen C. Chitosan-based biosorbents: Modification and application for biosorption of heavy metals and radionuclides. *Bioresource Technology*. 2014;160:129–141. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.12.110>
5. Liu C.-H., Jiang H.-T., Wang C.-H. Fabrication and characterization of a toughened spherical chitosan adsorbent only through physical crosslinking based on mechanism of chain rearrangement. *RSC Advances*. 2022;12:9179–9185. <https://doi.org/10.1039/D1RA09438F>
6. Biswas S., Rashid T.U., Debnath T., Haque P., Rahman M.M. Application of Chitosan-Clay Biocomposite Beads for Removal of Heavy Metal and Dye from Industrial Effluent. *Journal of Composites Science*. 2020;4(1):16. <https://doi.org/10.3390/jcs4010016>
7. Banu H.A.T., Karthikeyan P., Vigneshwaran S., Meenakshi S. Adsorptive performance of lanthanum encapsulated biopolymer chitosan-kaolin clay hybrid composite for the recovery of nitrate and phosphate from water. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020;154:188–197. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.074>
8. Zhang S., Yuan B., Liu Y., et al. Comparative study on the adsorption of lead ions by kaolin loaded chitosan by different modification methods. *Environment Protection Engineering*. 2024;50(1). <https://doi.org/10.37190/epe240102>
9. Berdiqulov B.Sh., Ixtiyarova G.A. Apis mellifera asalarisidan ultratovush usulida xitozan olish va uning fizik-kimyoviy xossalarini kimyoviy usul bilan qiyosiy tahlili. *Композиционные материалы*. 2026;№1.
10. Kuchkorova D.U., Ikhtiyarova G.A., Berdikulov B.Sh. Comparative Study on Cryogenic and Conventional Chitosan Production from Apis Mellifera Dead Honey Bees: Process Optimization, Characterization and Environmental Impacts. *American Journal of Polymer Science*. 2025;14(3):39–45. DOI: 10.5923/j.ajps.20251403.01.

ОКТАБРЬ

№ 3(108)

2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокмпозитов

Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Исмаилов Р.И., Мусабеков Д.Х., Рахимов Х.Ю. Экспериментальное исследование процесса обезвреживания отработанного масла с применением деэмульгатора «КХД-М-1».....	3
Абед Н.С., Негматов С.С., Бухаров С.Н., Сергиенко В.П., Туляганова В.С., Сохобиддинова Ф.Ж., Эшкobilов О.Х., Джабаров Б.Т., Шамсиева С.С. Научно-технологические принципы создания и применения антиэлектростатических полимерных композитов и покрытий	6
Kucharov A.A., Yusupov F.M., Qurbonov A.R., Xalilov S.U., Toshboboyeva R.A. Sirt faol moddalarning ko'mirni boyitishdagi kolloid-kimyoviy mexanizmlari	11
Sayimova D.Q., Amonov M.R., Ramazonova Z.Y. Sorbentning sorbsion xossasiga kislotalik muhiti va sirt g'ovaklik o'lchamlarini ta'siri	16
Азизова Х.М., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Равновесные и кинетические характеристики сорбции меди(II) гранулированным амидоксимным ионитом	19
Umarova S.R., Ibragimova K.S., Xusenov A.Sh., Kiyamova M.I., Raxmanberdiev G. Monokarboksilinulinning sintezi va fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish	22
Berdiqulov B.Sh., Ixtiyarova G.A., Safarov A.R. Kaolin va Apis mellifera xitozan asosidagi kompozit biosorbentni sintez qilish va dastlabki tavsiflash	26
Abdurazakov S.E., Maksumova O.S., Fozilova U.J. Metakril kislotasi asosida antipiren sintezi	30
Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Мусабеков Д.Х., Рахимов Х.Ю., Исмаилов Р.И. Методики определения физико-химических свойств отработанного масла после обработки композиционным деэмульгатором.....	33

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Негматов С.С. Теоретические основы контактного взаимодействия антифрикционных композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения с хлопком-сырцом	36
Тухтаев Ф.С., Мусоева Д.Н., Мардонова М.З., Махмудова М.М., Негматов С.С. Исследование физико-механических свойств полимер-полимерных композиционных материалов, наполненных минеральными ингредиентами	41
Каримов Ш.А., Алимбабаева З.Л. Темир кукуни асосли юкори ғовакли материал олиш ва унинг хоссалари	44
Yusupova S.Yu., Kamalova D.I. Polipropilen grafit kompozitlarining tuzilishi va mexanik xossalariga grafit miqdorining ta'siri	46
Djabarov B.T. Elektrotexnika sanoati uchun polimer kompozit materiallarning elektrofizik xususiyatlari va ularni boshqarish usullari tadqiqoti	49
Кабулова Л.Б., Оразимбетова Г.Ж. Влияние глинистого сланца на физико-механические свойства и пуццолановую активность композиционного портландцемента	51
Тилабов Б.К. Анализ состава, свойств и структуры сталей, чугунов и сплавов и их термическая обработка	53
Axmedova M.F., Ubaydullayeva D.H. Ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasini baholash metodikasini takomillashtirish	57
Arabov J.S., Matismailov S.L., Urmanov N.T., Islomova M.S., Ergashova J.J. Qutblangan elektr maydonida sintetik tolalarni emulsiyalashning fizik asoslarini tadqiq etish	59
Karimov K.A., Shaxobutdinov R.E., Karimova A.R., Xo'jamov A. Zoldir prokatlash valogi rebordalariga 35V9X3CF markali kukunli sim qoplama qoplash orqali ish unumdorligini oshirish istiqbollari	63
Абдурахимова М.И., Тухташева М.Н., Сапаров Б.Ж., Рахимов М.Ю. Оптимизация технологических параметров и исследование механических свойств композиционного покрытия ADC12/SiC для поверхностей корпуса редуктора	66