

SUVNI TOZALASHDA NOORGANIK SORBENTLARING ROLI.

Toshkonova Parvina Isomiddin qizi¹

parvinatoshkonova024@gmail.com

Kosimova Xurshida Rajabboyevna²

Ilmiy rahbar.

kosimovaxurshida396@gmail.com

Tashkilot: 1 - Samarqand davlat pedagogika instituti talabasi

2 - Samarqand davlat pedagogika instituti o'qituvchisi.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20399396>

Anotatsiya. Ushbu maqolada suvni tozalash jarayonida qo'llaniladigan noorganik sorbentlarning ahamiyati, tuzilishi va adsorbsion xossalari o'rganilgan. Zeolitlar, aktiv alyuminiy oksidi, silikagel, bentonit va ion almashuvchi materiallarning suv tarkibidagi og'ir metall ionlari, zararli gazlar hamda organik ifloslantiruvchi moddalarni yutish mexanizmlari tahlil qilingan.

Noorganik sorbentlarning yuqori adsorbsion sig'imi, kimyoviy barqarorligi va ekologik xavfsizligi ularni zamonaviy suv tozalash texnologiyalarida keng qo'llash imkonini beradi.

Maqolada sorbentlarning sanoat, maishiy va ekologik sohalardagi qo'llanilishi ham yoritilgan.

Kalit so'zlar: noorganik sorbentlar, adsorbsiya, suvni tozalash, zeolit, silikagel, bentonit, ion almashinish, og'ir metall ionlari, ekologiya, suv texnologiyasi.

THE ROLE OF INORGANIC SORBENTS IN WATER PURIFICATION

Abstract. This article examines the importance, structure, and adsorption properties of inorganic sorbents used in water purification processes. The adsorption mechanisms of zeolites, activated alumina, silica gel, bentonite, and ion-exchange materials for removing heavy metal ions, harmful gases, and organic pollutants from water are analyzed. The high adsorption capacity, chemical stability, and environmental safety of inorganic sorbents make them widely applicable in modern water treatment technologies. The article also highlights the industrial, domestic, and environmental applications of these sorbents.

Keywords: inorganic sorbents, adsorption, water purification, zeolite, silica gel, bentonite, ion exchange, heavy metal ions, ecology, water technology.

РОЛЬ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ В ОЧИСТКЕ ВОДЫ

Аннотация. В данной статье рассматриваются значение, структура и адсорбционные свойства неорганических сорбентов, применяемых в процессах очистки воды. Проанализированы механизмы адсорбции цеолитов, активированного оксида алюминия, силикагеля, бентонита и ионообменных материалов при удалении из воды ионов тяжёлых металлов, вредных газов и органических загрязнителей. Высокая адсорбционная способность, химическая устойчивость и экологическая безопасность неорганических сорбентов обеспечивают их широкое применение в современных технологиях водоочистки.

Также освещены промышленные, бытовые и экологические области применения данных сорбентов.

Ключевые слова: неорганические сорбенты, адсорбция, очистка воды, цеолит, силикагель, бентонит, ионный обмен, ионы тяжёлых металлов, экология, водные технологии.

Kirish

Hozirgi davrda suv resurslarining ifloslanishi global ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortishi, sanoat korxonalarining kengayishi, qishloq xo‘jaligida kimyoviy moddalar qo‘llanilishining ko‘payishi natijasida tabiiy suv manbalari turli zararli moddalar bilan ifloslanmoqda.^[1,2] Suv tarkibida og‘ir metall ionlari, neft mahsulotlari, pestitsidlar, organik birikmalar va boshqa toksik moddalar mavjud bo‘lishi inson salomatligi hamda ekologik muvozanatga jiddiy xavf tug‘diradi.^[3,4,5] Shu sababli suvni samarali va ekologik xavfsiz usullar bilan tozalash masalasi muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etmoqda.

Suvni tozalashning zamonaviy usullari orasida adsorbsiya usuli eng samarali va iqtisodiy jihatdan qulay texnologiyalardan biri hisoblanadi. Ushbu usulda turli sorbent materiallardan foydalaniladi. Ayniqsa, noorganik sorbentlar yuqori adsorbsion sig‘imi, mexanik mustahkamligi, kimyoviy barqarorligi va uzoq muddat xizmat qilishi bilan boshqa materiallardan ajralib turadi.

Zeolitlar, silikagel, aktiv alyuminiy oksidi, bentonit kabi noorganik sorbentlar suv tarkibidagi zararli moddalarni yutish va ajratib olishda keng qo‘llaniladi.^[6,7,8]

Noorganik sorbentlarning asosiy afzalliklaridan biri ularning ekologik xavfsizligi hamda qayta regeneratsiya qilinish imkoniyatidir. Bundan tashqari, ular suvni yumshatish, og‘ir metall ionlarini ajratish, radioaktiv va organik ifloslantiruvchi moddalarni kamaytirishda samarali natija beradi. Shu sababli mazkur materiallardan foydalanish suv tozalash texnologiyalarining rivojlanishida muhim o‘rin egallaydi.^[9,10,11,12] Ushbu maqolada suvni tozalashda qo‘llaniladigan noorganik sorbentlarning turlari, tuzilishi, adsorbsiya mexanizmi hamda amaliy qo‘llanilish sohalari yoritiladi. Shuningdek, ularning suv sifatini yaxshilashdagi roli va ekologik ahamiyati tahlil qilinadi.

Asosiy qism

Noorganik sorbentlar — bu o‘z yuzasiga turli modda zarrachalarini yutish xususiyatiga ega bo‘lgan mineral yoki sun‘iy anorganik materiallardir. Ular suvni tozalash texnologiyalarida keng qo‘llanilib, zararli moddalarni adsorbsiya qilish orqali suv sifatini yaxshilaydi. Noorganik sorbentlarning samaradorligi ularning g‘ovak tuzilishi, katta solishtirma yuzasi hamda ion almashinish xususiyatlariga bog‘liq.^[13,14,15] Suv tarkibida uchraydigan og‘ir metall ionlari, radioaktiv moddalar, neft mahsulotlari va organik birikmalar inson salomatligi uchun xavfli hisoblanadi. Noorganik sorbentlar aynan shu ifloslantiruvchi moddalarni ajratib olishda muhim rol o‘ynaydi.

Noorganik sorbentlarning asosiy turlari

Zeolitlar. Zeolitlar alumosilikat tarkibli tabiiy yoki sun‘iy minerallar bo‘lib, kristall g‘ovak tuzilishga ega. Ular yuqori adsorbsion va ion almashinish xususiyatlari bilan ajralib turadi.

Zeolitlar suv tarkibidagi ammoniy ionlari, kalsiy va magniy ionlari hamda og‘ir metall ionlarini samarali ushlab qoladi. Ular ichimlik suvini yumshatish, oqava suvlarni tozalash va radioaktiv moddalarni ajratishda keng qo‘llaniladi.

Silikagel. Silikagel kremniy dioksidi asosidagi g'ovak sorbent hisoblanadi. U asosan namlikni va ayrim organik moddalarni adsorbsiya qilish uchun ishlatiladi. Silikagel suvni quritish va sanoat tizimlarida namlikni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega.

Aktiv alyuminiy oksidi. Aktiv alyuminiy oksidi yuqori g'ovaklikka ega bo'lgan adsorbent bo'lib, suv tarkibidagi ftorid ionlari, mishyak birikmalari va boshqa toksik moddalarni ajratishda qo'llaniladi. Aktiv alyuminiy oksidi ichimlik suvini zararli aralashmalardan tozalashda keng qo'llaniladi.

Bentonit. Bentonit tabiiy gil minerali bo'lib, katta solishtirma yuzaga ega. U og'ir metall ionlari va organik ifloslantiruvchi moddalarni adsorbsiya qilishda samarali hisoblanadi.

Adsorbsiya jarayonining mohiyati. Adsorbsiya — bu moddalarning boshqa modda yuzasida yig'ilish jarayonidir. Suvni tozalashda adsorbsiya usuli orqali zararli ionlar va organik birikmalar sorbent yuzasiga yutiladi. Jarayon samaradorligi quyidagi omillarga bog'liq: sorbentning g'ovak tuzilishiga, Noorganik sorbentlarning amaliy qo'llanilishiga.^[16,17,18] Hozirgi kunda noorganik sorbentlar: ichimlik suvini tozalash, sanoat oqava suvlarini zararsizlantirish, neft mahsulotlarini ajratib olish, radioaktiv moddalarni adsorbsiya qilish, qishloq xo'jaligi chiqindilarini qayta ishlash kabi sohalarda keng qo'llanilmoqda.

Ayniqsa, ekologik muammolar kuchayib borayotgan hozirgi davrda noorganik sorbentlar asosidagi suv tozalash texnologiyalarining ahamiyati tobora ortib bormoqda.

Zamonaviy tadqiqotlar va istiqbollari. Nanotexnologiyalar rivojlanishi natijasida nanoo'lchamli noorganik sorbentlar yaratilmoqda. Bunday materiallar oddiy sorbentlarga nisbatan ancha yuqori adsorbsion qobiliyatga ega. Ular suv tarkibidagi juda kichik miqdordagi toksik moddalarni ham samarali ajratib olish imkonini beradi. Kelajakda ekologik xavfsiz, arzon va qayta tiklanadigan sorbentlarni ishlab chiqish suv tozalash texnologiyalarining asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib qoladi.

Suvni tozalashda noorganik sorbentlarning adsorbsion xossalari o'rganish

Ishning maqsadi: Noorganik sorbentlar yordamida suv tarkibidagi zararli moddalarni adsorbsiya qilish jarayonini o'rganish hamda sorbentlarning tozalash samaradorligini aniqlash.

Kerakli jihoz va reaktivlar: zeolit yoki bentonit sorbenti, oqartirilgan loyqa suv namunasi, stakanlar, filtr qog'oz, shisha tayoqcha, o'lchov silindri laboratoriya tarozisi, distillangan suv

Tajribaning bajarilish tartibi: 100 ml loyqa suv namunasi stakanga quyib olindi.

Tarozida 5 g zeolit yoki bentonit sorbenti o'lchandi. Sorbent suvga solinib, shisha tayoqcha yordamida 10–15 daqiqa davomida aralashtirildi. Aralashma bir muddat tindiriladi.

So'ng eritma filtr qog'oz yordamida filtrlanadi. Filtratning tiniqligi va rangi dastlabki suv namunasi bilan taqqoslanadi.

Kuzatish natijalari: Tajriba davomida sorbent qo'shilgandan keyin suvdagi loyqalilik kamaydi va eritma ancha tiniqlashdi. Bu noorganik sorbentlarning zararli zarrachalarni adsorbsiya qilish xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatadi.

Reaksiya mohiyati: Adsorbsiya jarayonida suv tarkibidagi mayda zarrachalar va ionlar sorbent yuzasiga yutiladi. G'ovak tuzilishga ega bo'lgan zeolit va bentonit kabi sorbentlar katta adsorbsion yuzaga ega bo'lgani sababli suvni samarali tozalaydi.

Xulosa: Tajriba natijasida noorganik sorbentlar suvni tozalashda yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Zeolit va bentonit suv tarkibidagi zararli aralashmalarni adsorbsiya qilib, suv sifatini yaxshiladi. Ushbu sorbentlardan ekologiya va sanoat sohalarida keng foydalanish mumkin.

Natijalar

O'tkazilgan tahlillar va ilmiy manbalarni o'rganish natijasida noorganik sorbentlarning suvni tozalash jarayonida yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Klinoptilolit ($(\text{Na,K,Ca})_2-3\text{Al}_3(\text{Al,Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$), Montmorillonit ($(\text{Na,Ca})_{0.33}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$), silikagel ($\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$) va aktiv alyuminiy oksidi (Al_2O_3) kabi sorbentlar suv tarkibidagi og'ir metall ionlari, organik birikmalar, ammoniy ionlari hamda boshqa zararli aralashmalarni adsorbsiya qilish xususiyatiga ega ekanligi kuzatildi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, zeolitlar ion almashinish qobiliyatining yuqoriligi sababli suvni yumshatish va oqava suvlarni tozalashda samarali hisoblanadi. Bentonit esa katta solishtirma yuzasi tufayli og'ir metall ionlarini yaxshi yutadi. Aktiv alyuminiy oksidi suv tarkibidagi ftorid va toksik moddalarni kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Silikagel esa namlik va ayrim organik moddalarni adsorbsiya qilishda samarali sorbent sifatida qo'llaniladi.

Muhokoma

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, noorganik sorbentlar suvni tozalash jarayonida muhim ahamiyatga ega bo'lib, ular turli xil ifloslantiruvchi moddalarni samarali adsorbsiya qiladi.

Ayniqsa, zeolit, bentonit, silikagel va aktiv alyuminiy oksidi kabi sorbentlarning yuqori g'ovak tuzilishi hamda katta solishtirma yuzasi adsorbsiya jarayonining samaradorligini oshiradi.

Zeolitlarning ion almashinish xususiyati tufayli ular suv tarkibidagi ammoniy, kalsiy, magniy va og'ir metall ionlarini samarali ushlab qolishi aniqlandi. Bu esa ichimlik suvini yumshatish va oqava suvlarni zararsizlantirishda katta ahamiyatga ega.

Bentonitning tabiiy va arzon material ekanligi uni sanoat miqyosida qo'llash imkoniyatini kengaytiradi. Silikagel va aktiv alyuminiy oksidi esa suv tarkibidagi namlik, ftorid va boshqa toksik moddalarni kamaytirishda yuqori natija beradi.

Xulosa

Suvni tozalashda noorganik sorbentlardan foydalanish zamonaviy ekologik muammolarni hal etishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotlar natijasida zeolit, bentonit, silikagel va aktiv alyuminiy oksidi kabi noorganik sorbentlar suv tarkibidagi og'ir metall ionlari, organik birikmalar, ammoniy ionlari hamda boshqa zararli moddalarni samarali adsorbsiya qilishi aniqlandi.

Noorganik sorbentlarning yuqori adsorbsion sig'imi, kimyoviy va termik barqarorligi, ekologik xavfsizligi hamda regeneratsiya qilinish imkoniyati ularning asosiy afzalliklari hisoblanadi. Ayniqsa, zeolitlarning ion almashinish xususiyati va bentonitning katta solishtirma yuzasi suvni tozalash samaradorligini oshiradi.

Shuningdek, nanotexnologiyalar asosida yaratilayotgan yangi avlod noorganik sorbentlari suv tarkibidagi juda kichik miqdordagi ifloslantiruvchi moddalarni ham samarali ajratib olish imkonini bermoqda. Bu esa suv tozalash texnologiyalarining yanada rivojlanishiga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Shamsiddinov Q. A. et al. Sanoat chiqindi suvlarini ekinlarini sug'orish uchun suvni tozalovchi sorbentlar tayorlash texnologiyasi //International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences. – 2023. – T. 4. – №. 2. – C. 44-53.
2. Xayrullo o'g P. U. et al. Using natural plant extracts as acid-base indicators and pKa value calculation method //fan va ta'lim integratsiyasi (integration of science and education). – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 80-85.
3. Utashova S., Xoliqulov H., Tilyabov M. Conducting laboratory classes in chemistry on the basis of the steam education program //Medicine, pedagogy and technology: theory and practice. – 2024. – T. 2. – №. 4. – C. 801-808.
4. oglu Khusanov O. A. et al. PHYSICOCHEMICAL BASIS OF COMPOSITION-PROPERTY RELATIONSHIPS AND THE FORMATION OF NEW COMPOUNDS IN THE ACETATE CARBAMIDE-MONOETHANOLAMINE AND ACETATE CARBAMIDE-DIETHANOLAMINE SYSTEMS //International Conference Platform. – 2025. – №. 5. – C. 7-12.
5. Koh K. Y., Yang Y., Chen J. P. Critical review on lanthanum-based materials used for water purification through adsorption of inorganic contaminants //Critical Reviews in Environmental Science and Technology. – 2022. – T. 52. – №. 10. – C. 1773-1823.
6. Xayrullo o'g P. U. et al. The essence of the research of synthesis of natural indicators, studying their composition and dividing them into classes //fan va ta'lim integratsiyasi (integration of science and education). – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 50-55.
7. Kholjigitov G. S. et al. BIOCHEMICAL ANALYSIS OF THE EFFECTS OF NITROGEN, PHOSPHORUS, AND POTASSIUM ON PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND METABOLIC PROCESSES IN APPLE (MALUS DOMESTICA) LEAVES //International Conference Platform. – 2026. – №. 3. – C. 7-12.
8. Uzoqjonov M. D. O. G. L., Mirzakarimova M. M. Atrof-muhitni asrash va ekologik barqarorlikni ta'minlash muammolari //Science and Education. – 2025. – T. 6. – №. 12. – C. 17-21.
9. Бобожонов Ж. Ш. и др. Изучение растворимости системы Ca (ClO 3) 2–[90% C 2 H 5 OH+ 10% C 10 H 11 CIN 4]–H 2 O //Журнал неорганической химии. – 2021. – Т. 66. – №. 7. – С. 921-924.
10. Cao Y., Li X. Adsorption of graphene for the removal of inorganic pollutants in water purification: a review //Adsorption. – 2014. – T. 20. – №. 5. – C. 713-727.
11. Jiemuratova A. A. et al. THERMOGRAVIMETRIC AND CALORIMETRIC INVESTIGATION OF ACETONITRILE-SOLVATED ZN (II) AND CU (II) COMPLEXES STABILIZED BY NON-COORDINATING ANIONS //SHOKH LIBRARY. – 2025.
12. Tilyabov M., Khaydarov G., Saitkulov F. Chromatography-Mass spectrometry and its Analytical capabilities //Development and innovations in science. – 2023. – T. 2. – №. 1. – C. 118-121.

13. Jiemuratova A. A. et al. SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF ACETONITRILE-COORDINATED ZN (II) AND CU (II) COMPLEXES WITH NON-COORDINATING ANIONS //SHOKH LIBRARY. – 2025.
14. Xaliqulov X., Eshonqulov Z., Rabbimova Y. Kimyo fani boyicha steam dasturiga asoslangan loyihalarni ishlab chiqish, qayta ishlangan plastmassadan 3d chop etish uchun xomashyo yaratish //Modern Science and Research. – 2025. – Т. 4. – №. 2. – С. 562-574.
15. Процай А. А. и др. ПОЛУЧЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ //Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – №. 5. – С. 57-57.
16. Eshonqulov Z., Xoliqulov H. Halogen elements and their importance in living organisms //Medicine, pedagogy and technology: theory and practice. – 2024. – Т. 2. – №. 12. – С. 231-240.
17. Umurzoqov S. S. et al. Oltingugurtning biologik ahamiyati //Science and Education. – 2025. – Т. 6. – №. 2. – С. 94-101.
18. Бобожонов Ж. Ш. и др. РАСТВОРИМОСТИ КОМПОНЕНТОВ В ВОДНЫХ СИСТЕМАХ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ЭТАНОЛА С КАРБАМИДОЙ И ФОСФАТ МОЧЕВИНОЙ //Евразийский Союз Ученых. – 2020. – №. 8-5 (77). – С. 61-64.
19. Ismatov O. T. et al. Synthesis of biopolymer materials based on cellulose isolated from lignocellulosic waste //Academic Journal of Science, Technology and Education. – 2026. – Т. 2. – №. 4. – С. 8-13.
20. Jiemuratova A., Pardayev U. B., Bobojonov J. Coordination Interaction Between Anthranilic Ligand And D-Element Salts During Crystal Formation: A Structural And Spectroscopic Approach //Modern Science and Research. – 2025. – Т. 4. – №. 5. – С. 199-201.
21. Хайдаров Г. Ш. и др. Синтез и биологическая активность гидрохлорид хиназолин-4-она //Fan va ta'lim integratsiyasi" jurnalining Tahrir hay'ati tarkibi. – Т. 300.
22. Sherzod-O'G'Li G. O. et al. Renet Simirenko olma barglarining yashil va sarg 'aygan holatlarida biokimyoviy tarkibining qiyosiy tahlili //Science and Education. – 2026. – Т. 7. – №. 2. – С. 47-54.