

UO‘K: 631.842.4

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.4.2025.5

ISHQORIY MUHITDA FAOLLASHTIRILGAN DEFEKAT CHIQINDISINING IQ-SPEKTROSKOPIK TAHLILI



Azimova Durdona Abdulloyevna

*Texnika fanlar falsafa doktori, Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston
E-mail: durdonaazimova7@gmail.com
ORCID ID: 0009-0004-2526-2864*



Norqulov Mehridin Isoqul o'g'li

*Tayanch doktorant, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar
universiteti, Navoiy, O'zbekiston
E-mail: norkulovmehridin@gmail.com
ORCID ID: 0009-0007-4962-928X*

Annotatsiya. Ushbu ishda shakar sanoati chiqindisi ya'ni defekatni ishqoriy muhitda (NaOH eritmasi) faollashtirish natijasida hosil bo'lgan namunaning tarkibiy va funksional tahlili IQ-spektroskopiya usulida o'rganildi. Spektr tahlillari kalsiy karbonatning qisman kalsiy gidroksidi va natriy karbonatiga aylanganini, yuzada faol gidroksil guruhlari hosil bo'lganini ko'rsatdi. Shu bilan birga organik moddalar (pektin, shakar qoldiqlari, azotli va azotsiz organik birikmalar) ning karbonil, karboksil va C–H tebranishlari qayd etildi. Defekat tarkibidagi mineral qo'shimchalar magniy, kaliy, fosfor birikmalari va silikatlar ham spektrda aks etdi. Olingan natijalar ko'rsatdiki shakar ishlab chiqarish chiqindi mahsuloti defekatni ishqoriy muhitda faollashtirish jarayonida olingan namunalar ya'ni, sorbentlarning yuza maydoni va faol markazlarini ko'paytirishi mumkinligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: defekat, NaOH, kalsiy karbonat, gidroksil guruhlari, sorbent, adsorbsiya.

ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕФЕКТА, АКТИВИРОВАННОГО В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Азимова Дурдона Абдуллоевна

*Навоийский государственный горный и технологический
университет, Навои, Узбекистан*

Норкулов Мехриддин Исокул угли

*Базовый докторант, Навоийский государственный горный и
технологический университет, Навои, Узбекистан*

Аннотация. В данной работе методом ИК-спектроскопии исследованы структурные и функциональные изменения образца, полученного при активации дефеката — отхода сахарной промышленности — в щелочной среде (раствор NaOH). Анализ спектров показал, что карбонат кальция частично превращается в гидроксид кальция и карбонат натрия, при этом на поверхности образуются активные гидроксильные группы. Одновременно были зафиксированы колебания карбонильных, карбоксильных и C–H групп, относящихся к органическим веществам (пектин, остатки сахара, азотсодержащие и безазотистые органические соединения). Минеральные примеси дефеката — соединения магния, калия, фосфора и силикаты — также проявились в спектре. Полученные результаты показали, что процесс активации дефеката в щелочной среде способствует увеличению удельной поверхности и числа активных центров сорбентов, повышая их эффективность при адсорбции тяжелых металлов.

Ключевые слова: дефекат, NaOH, карбонат кальция, гидроксильные группы, сорбент, адсорбция.

IR SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF DEFECATE WASTE ACTIVATED IN ALKALINE MEDIUM

Azimova Durdona

*Navoi State University of Mining and Technology,
Navoi, Uzbekistan*

Norkulov Mexridin

*Basic doctoral student, Navoi State Mining and Technology
University, Navoi, Uzbekistan*

Abstract. This study investigates the structural and functional properties of a sample obtained by activating defecate — a sugar industry by-product — in an alkaline medium (NaOH solution) using IR spectroscopy. Spectral analysis revealed that calcium carbonate was partially transformed into calcium hydroxide and sodium carbonate, accompanied by the formation of active hydroxyl groups on the surface. Vibrations corresponding to carbonyl, carboxyl, and C–H groups of organic substances (pectin, sugar residues, nitrogenous and non-nitrogenous organic compounds) were also identified. Mineral components of the defecate, such as magnesium, potassium, phosphorus compounds, and silicates, appeared in the spectrum as well. The obtained results demonstrated that the activation of defecate in an alkaline medium leads to an increase in the specific surface area and the number of active sites of the resulting sorbents, thereby improving their adsorption efficiency toward heavy metal ions.

Keywords: defecate, NaOH, calcium carbonate, hydroxyl groups, sorbent, adsorption.

Kirish. Hozirgi vaqtda sanoat va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish tarmoqlari tez sur'atlarda rivojlanar ekan, ulardan chiqadigan og'ir metallar bilan ifloslangan oqova suvlar global ekologik muammolardan biriga aylanmoqda. Shuningdek, ularning tuproq va suv tizimlarida uzoq muddat saqlanib qolishi qishloq xo'jaligi mahsulotlari sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Mazkur holatda chiqindilarni qayta ishlab, arzon va samarali adsorbentlar tayyorlash suv resurslarini muhofaza qilish va barqaror ekologiyani ta'minlashda dolzarb ahamiyatga ega. Qand sanoatida shakar ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan defekat chiqindisi bu yo'nalishda istiqbolli xom ashyo hisoblanadi, chunki uning tarkibi kalsiy karbonati va organik moddalarga boy. Biroq tabiiy holdagi defekatning adsorbsiya qobiliyati cheklangan bo'lgani uchun uni modifikatsiya qilish zarur. Ishqoriy muhitda modifikatsiya qilish orqali defekatning tarkibiy va funksional xususiyatlari yaxshilanadi, yuzada faol gidroksil markazlari hosil bo'lib, adsorbsiya maydoni kengayadi va og'ir metallar bilan ion almashinish jarayonlari samarali kechadi. Bu esa suvni tozalashda arzon, samarali va ekologik xavfsiz texnologiyani ishlab chiqish imkonini yaratadi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Oqova suvlarni og'ir metallardan tozalashning turli usullari mavjud bo'lib, ular qatorida kimyoviy neytrallashtirish, tuz chiqarish, flotatsiya, membranali texnologiyalar

va biosorbsiya kabilar alohida o'rin tutadi. Biroq amalda ko'p hollarda arzon va samarali sorbentlardan foydalanishga ehtiyoj yuqori. Sorbentlar asosidagi texnologiyalar, ayniqsa, qishloq xo'jaligi va sanoat chiqindilarini qayta ishlash orqali olingan moddalarni ishlatish imkoniyati bilan ahamiyatlidir. Chunki bunday chiqindilar arzon va mahalliy xomashyo manbai hisoblanadi [1-2].

Defekat — qand sanoatida shakar ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan asosiy chiqindilardan biri. Uning tarkibi, asosan, kalsiy karbonati (CaCO_3), magniy tuzlari, fosfatlar va organik moddalardan iborat. Defekatning katta hajmlarda chiqishi va ko'p hollarda poligonlarga tashlab yuborilishi atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli uni qayta ishlab, qo'shimcha qiymatga ega mahsulot olish dolzarb vazifa hisoblanadi. Oxirgi yillarda defekat chiqindisidan turli xil qo'shimchalar, o'g'itlar va adsorbentlar tayyorlash bo'yicha izlanishlar olib borilmoqda. Mexanik faollashtirish jarayoni xom ashyo zarrachalarining o'lchamini kichraytirib, ularning yuza maydonini oshiradi va faol markazlarni ko'paytirib beradi. Bu jarayon adsorbsiya qobiliyatini kuchaytiradi. Ayniqsa, ishqoriy muhitda ishlov berish kalsiy va magniy karbonatlarining qisman gidroksidlarga aylanishiga olib keladi, bu esa sorbentning reaksiya qobiliyatini yanada oshiradi. Ilmiy tadqiqotlarda ishqoriy muhitda modifikatsiyalangan tabiiy minerallar va orga-

nomineral chiqindilar og'ir metallar uchun yuqori sorbsiya samaradorligi ko'rsatgan [3-4].

Shuningdek, defekatning tabiiy tarkibidagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari og'ir metallar bilan ion almashinish reaksiyalariga kirishishi mumkin. Masalan, $\text{Ca}^{2+} \leftrightarrow \text{Pb}^{2+}$ yoki $\text{Mg}^{2+} \leftrightarrow \text{Cd}^{2+}$ almashinuv reaksiyalari orqali suv tarkibidagi og'ir metallar konsentratsiyasini kamaytirish mumkin. Bunday jarayonlarda adsorbsiyaning mexanizmi bir vaqtning o'zida ham fizik, ham kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lishi bilan farqlanadi [6].

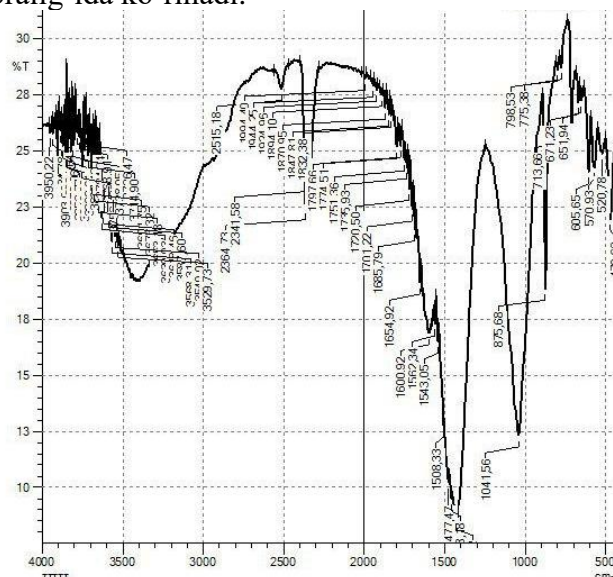
Defekat chiqindisini sorbent sifatida qo'llashning yana bir ustun jihati — uning iqtisodiy arzonligi va mahalliy manbalardan oson topilishi. O'zbekistonda shakar ishlab chiqarish korxonalari yillik minglab tonna defekat chiqindisini hosil qiladi. Agar ushbu chiqindidan foydalanish texnologiyasi yo'lga qo'yilsa, bir tomondan chiqindilardan tozalash muammosi hal qilinadi, ikkinchi tomondan arzon va samarali sorbent olish imkoni yaratiladi. Bu esa suv resurslaridan samarali foydalanish va atrof-muhit muhofazasi yo'nalishida muhim qadam hisoblanadi. Adabiyotlarda keltirilib, turli biomassa, mineral va sanoat chiqindilari asosida tayyorlangan adsorbentlar og'ir metallarni 70–95 % darajada sorbsiya qila olishi mumkin [7]. Shu bilan birga defekatning asosiy ustunligi uning tabiiy ishqoriy xususiyatga ega bo'lishi va $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ ionlari ishtirokida faol ion almashinish jarayonlarini ta'minlashidir.

Shuning uchun ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi defekat chiqindisini ishqoriy muhitda mexanik faollashtirish orqali og'ir metallar ionlarini samarali zararsizlantiradigan sorbentlar tayyorlashdan iborat.

Ushbu tadqiqotda namunalar ishqoriy muhit sifatida faqat 1,0 M natriy ishqori bilan defekat chiqindisini 90 minut davomida mexanik faollantirildi so'ng, defekat namunasi eritmada 24 soat davomida saqlandi. Reaksiya tugagach 105 °C haroratda to'liq quritish amalga oshirildi. Namunalarning strukturasi va organik guruhlar haqida ma'lumot olish uchun infraqizil spektroskopiya (FTIR) usulidan foydalanildi.

Natijalar. Defekat namunasining IQ-spektroskopik tahlil natijalari olingan spektrdagi asosiy polosalar va ularning manbalari aniqlanadi: tarkibning asosiy qismini tashkil etuvchi kalsiy karbonat 1450–1420 cm^{-1} va 875 cm^{-1} dagi kuchli

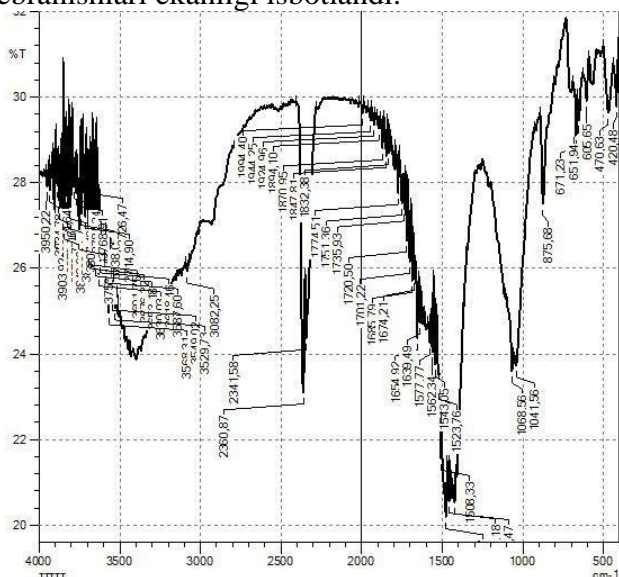
piklar orqali namoyon bo'ladi, bu yerda CO_3^{2-} ionlarining valent va deformatsion tebranishlari qayd etilgan. Bu esa CaCO_3 ning yuqori ulushi sababli spektrda kalsit kristallik fazasiga xos chiziqlar ekani yaqqol ko'rinadi. Defekatdagi azotsiz organik moddalar va shakar 2920–2850 cm^{-1} diapazonidagi C–H bog'larining valent tebranishlari va 1750–1650 cm^{-1} oralig'idagi C=O tebranishlari orqali namoyon bo'lib, organik moddalarning karbonil va efir guruhlari mavjudligini ko'rsatadi. Azotli organik moddalar esa spektrning 1640–1560 cm^{-1} oralig'idagi N–H deformatsion tebranishlari va C–N bog'lari bilan bog'liq signallar orqali qayd etiladi, bu esa defekatning biogen tabiatini va aminokislota hamda oqsil qoldiqlarini tasdiqlaydi. Pektin moddalari va organik kislotalarning kalsiyl tuzlari infraqizil spektrdagi 1080–1040 cm^{-1} oralig'idagi piklarda aks etgan bo'lib, bu yerda C–O–C va C–O–H tebranishlari kuzatiladi, shuningdek, kalsiy bilan bog'langan organik qo'shimchalarning mavjudligi namoyon bo'ladi. Fosfor birikmalari 1100–1000 cm^{-1} dagi P–O tebranishlari orqali qayd etilgan bo'lib, bu spektrda kuchsiz signallar sifatida ko'rinadi. Magniy va kaliy tuzlari tarkibi asosan Ca^{2+} va Mg^{2+} bilan bog'liq metall–kislorod tebranishlari orqali 600–500 cm^{-1} oralig'ida ko'rinadi.



1-rasm. Defekatning IQ-spektroskopiyasi.

Ishqoriy muhitda faollashtirilgan defekat namunasining IK-spektroskopik tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki spektrning 3600–3200 cm^{-1} oralig'idagi keng va intensiv piklar (ayniqsa 3590–

3520 cm^{-1} atrofida) gidroksil guruhlariga tegishli bo'lib, ishqoriy muhitda kalsiy karbonatining kalsiy gidroksidi ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)ga aylanishi va yuzada qo'shimcha faol $-\text{OH}$ markazlarining paydo bo'lishini tasdiqlaydi. 2920–2850 cm^{-1} atrofida kichik piklar organik moddalarning qoldiqlari bilan bog'liq $\text{C}-\text{H}$ valent tebranishlarini ko'rsatib, shakar sanoati chiqindisidagi uglevodlar, pektin va shakar qoldiqlarining mavjudligini isbotlaydi. 1750–1650 cm^{-1} diapazonidagi piklar karboksil guruhlarining $\text{C}=\text{O}$ tebranishlari bilan bog'liq bo'lib, defekat tarkibidagi organik moddalarning ishqoriy muhit ta'sirida qisman modifikatsiyalanganini ko'rsatadi. 1080–1040 cm^{-1} atrofida signallar $\text{C}-\text{O}$ va $\text{Si}-\text{O}$ tebranishlari bilan bog'liq bo'lib, organik qo'shimchalar hamda defekat tarkibidagi silikat minerallarining mavjudligini ko'rsatadi. 790–710 cm^{-1} oralig'idagi piklar kalsit fazasiga xos karbonat tebranishlari ekanligi isbotlandi.



2-rasm. Ishqoriy muhitda faollashtirilgan defekat namunasining IQ-spektroskopiyasi.

Muhokama. Spektrda ishqoriy ishlovdan keyingi asosiy o'zgarishlar – gidroksil piklarining kuchayishi, karbonat piklarining nisbatan pasayishi va organik moddalar bilan bog'liq signallarning zaiflashishi sifatida namoyon bo'ldi. Bu holat NaOH ta'sirida CaCO_3 ning bir qismi Na_2CO_3 va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ga aylanganini, shu bilan birga organik moddalarning ayrimlari gidrolizga uchraganini ko'rsatadi. Natijada defekatning yuza maydoni va funksional guruhlar soni ko'paygan, bu esa uning adsorbsiya qobiliyatini oshiradi. Ishqoriy muhitda faollashtirilgan namunaning spektri unda CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, organik moddalar qoldiqlari va silikat qo'shimchalarining uyg'un tarzda mavjudligini ko'rsatadi. Bu o'zgarishlar sorbentning faolligi va og'ir metallar bilan ion almashinish hamda cho'ktirish reaksiyalaridagi samaradorligini ilmiy jihatdan asoslab berib, ishqoriy modifikatsiya jarayoni defekatning sorbent sifatidagi qiymatini oshirishi aniqlandi.

Xulosa. IK-spektroskopik tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, defekat chiqindisini ishqoriy muhitda faollashtirish jarayoni uning mineral-organik tarkibida sezilarli o'zgarishlar yuz berishiga olib keladi. Asosiy komponent bo'lgan kalsiy karbonati qisman kalsiy gidroksidi va natriy karbonatiga aylanib, namunaning adsorbsiya yuzasida faol gidroksil guruhlarini paydo bo'ladi. Bu o'zgarishlar sorbentning reaksiya qobiliyatini oshirib, og'ir metallar ionlari bilan ion almashinish va cho'ktirish jarayonlarini faollashtiradi. Spektrda qayd etilgan $\text{C}-\text{H}$ va $\text{C}=\text{O}$ tebranishlari defekatning biogen tabiatini va unda organik moddalar qoldiqlarining saqlanib qolganini isbotladi, bu esa sorbentning kompleks xosil qilish qobiliyatini yanada kuchaytiradi. Silikat va boshqa mineral qo'shimchalarning mavjudligi ham sorbsiya jarayonida yordamchi rol o'ynashi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Vesentsev, V. S., Vlasov, V. A., & Malyshenko, N. V. (2018). A composite sorbent based on bentonite-like clay and hydroxyapatite. *Journal of Water Chemistry and Technology*, 40, 45–53.
- [2] Вишнякова, А. А. (2021). Фосфорные удобрения из каратауских, гулиобских и других фосфоритов. Москва: Наука.
- [3] Phaenark, C., Lin, F., Wei, X., Pang, J., & Liang, B. (2024). Moss biomass as effective biosorbents for heavy metals in contaminated water. *Heliyon*, 10(2), e27232.
- [4] Younis, A. M., Alkahtani, F., El-Naggar, A. H., El-Sayed, M., Alotaibi, B. S., & Alhussaini, M. S. (2024). Enteromorpha compressa macroalgal biomass nanoparticles as eco-friendly biosorbents for the efficient removal of harmful metals from aqueous solutions. *Environments*, 5(3), 21.

- [5] Abiodun, O.-A. O., Oyebamiji, A. S., Oladipo, A. Y., Alade, O. S., & Babatunde, E. O. (2023). Remediation of heavy metals using biomass-based adsorbents: Adsorption kinetics and isotherm models. *Surfaces*, 5(3).
- [6] Азимова, Д. А., & Салиханова, Д. С. (2021, 24 март). Шакар ишлаб чиқариш чиқиндисидефекат асосида юқори самарали сорбентлар олиш. В Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳаларининг долзарб муаммолари (сс. 418–419). Нукус.
- [7] Azimova, D. A., Salikhanova, D. S., Bakhranova, N. S., Eshmetov, I. D., & Temirov, U. Sh. (2023, September). Treatment of industrial wastewater with activated samples based on defekate and bentonite. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 10(9).