

УО'К: 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](mailto:durdonaazimova7@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0004-2526-2864



Norqulov Mehriddin Isoqul o'g'li

Tayanch doktorant, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston  
E-mail: [norkulovmehriddin@gmail.com](mailto:norkulovmehriddin@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 birikmalarini 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 ДЕФЕКАТА, АКТИВИРОВАННОГО В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Азимова Дурдона Абдуллоевна

Навоийский государственный горный и технологический  
университет, Навои, Узбекистан

Норкулов Мехридин 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 Mexriddin

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 ( $\text{NaOH}$  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,  $\text{NaOH}$ , calcium carbonate, hydroxyl groups, sorbent, adsorption.

**Kirish.** Hozirgi vaqtida 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’minalashda 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 qobiliyatni 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 neytrallash, tuz chiqarish, flotatsiya, membranalı 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 ( $\text{CaCO}_3$ ), 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‘srimcha qiyomatga ega mahsulot olish dolzarb vazifa hisoblanadi. Oxirgi yillarda defekat chiqindisidan turli xil qo‘srimchalar, 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 reaksiyon 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  $\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$  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 reaksiyalarini orqali suv tarkibidagi og‘ir metallar konsentratsiyasini kamaytirish mumkin. Bunday jarayonlarda adsorbsiyaning mexanizmi bir vaqtning o‘zida ham fizik, ham kimyoiy xususiyatlarga ega bo‘lishi bilan farqlanadi [6].

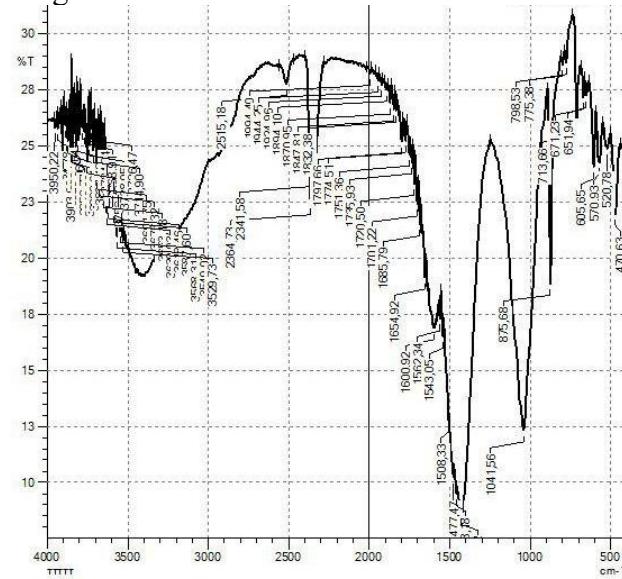
Defekat chiqindisini sorbent sifatida qo‘llashning yana bir ustun jihatni — uning iqtisodiy arzonligi va mahalliy manbalardan oson topilishi. O‘zbekistonda shakar ishlab chiqarish korxonalari yillik minglab tonna defekat chiqindisini hosil qiladi. Agar ushbu chiqindidan foydalanish texnologiyasi yo‘lga qo‘yilsa, bir tomonidan chiqindilardan tozalash muammosi hal qilinadi, ikkinchi tomonidan arzon va samarali sorbent olish imkoniy yaratiladi. Bu esa suv resurslaridan samarali foydalanish va atrof-muhit muhofazasi yo‘nalishida muhim qadam hisoblanadi. Adabiyotlarda keltirilishicha, 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‘minlashidadir.

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 guruhlari haqida ma‘lumot olish uchun infraqizil spektroskopiya (FTIR) usulidan foydalanildi.

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

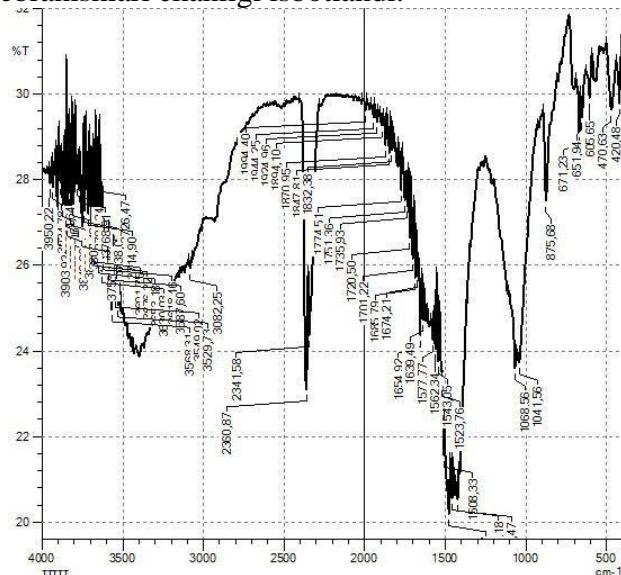
piklar orqali namoyon bo‘ladi, bu yerda  $\text{CO}_3^{2-}$ -ionlarining valent va deformatsion tebranishlari qayd etilgan. Bu esa  $\text{CaCO}_3$ ning yuqori ulushi sababli spektrda kalsit kristallik fazasiga xos chiziqlar ekani yaqqol ko‘rinadi. Defekatdagи azotsiz organik moddalar va shakar  $2920\text{--}2850\text{ cm}^{-1}$  diapazonidagi C–H bog‘larining valent tebranishlari va  $1750\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$  oralig‘idagi  $\text{C}=\text{O}$  tebranishlari orqali namoyon bo‘lib, organik moddalarning karbonil va efir guruhlari mavjudligini ko‘rsatadi. Azotli organik moddalar esa spektrning  $1640\text{--}1560\text{ cm}^{-1}$  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 kalsiyli tuzlari infraqizil spektrdagи  $1080\text{--}1040\text{ cm}^{-1}$  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‘sishchalarining mavjudligi namoyon bo‘ladi. Fosfor birikmalari  $1100\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$  dagi P–O tebranishlari orqali qayd etilgan bo‘lib, bu spektrda kuchsiz signallar sifatida ko‘rinadi. Magniy va kалиy tuzlari tarkibi asosan  $\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$  bilan bog‘liq metall-kislrorod tebranishlari orqali  $600\text{--}500\text{ cm}^{-1}$  oralig‘ida ko‘rinadi.



**1-rasm. Defekatning IQ-spektroskopiyasi.**

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

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



*2-rasm. Ishqoriy muhitda faollashtirilgan defekat namunasining IO-spektroskopiyasi.*

**Muhokama.** Spektrda ishqoriy ishlovdan keyingi asosiy o‘zgarishlar – gidrosil piklarining kuchayishi, karbonat piklarining nisbatan pasayishi va organik moddalar bilan bog‘liq signallarning zaiflashishi sifatida namoyon bo‘ldi. Bu holat NaOH ta’sirida  $\text{CaCO}_3$  ning bir qismi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  va  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ga aylanganini, shu bilan birga organik moddalarning ayrimlari gidrolizga uchraganini ko‘rsatadi. Natijada defekatning yuza maydoni va funksional guruqlar soni ko‘paygan, bu esa uning adsorbsiya qobiliyatini oshiradi. Ishqoriy muhitda faollashtirilgan namunaning spektri unda  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , organik moddalar qoldiqlari va silikat qo‘sheimchalarining 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 guruhlari paydo bo'ladi. Bu o'zgarishlar sorbentning reaksiyon qobiliyatini oshirib, og'ir metallar ionlari bilan ion almashinish va cho'ktirish jarayonlarini faollashtiradi. Spektrda qayd etilgan C—H va C=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'shimchalarining 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 чиқиндиси дефекат асосида юқори самарали сорбентлар олиш. В Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳаларининг долзарб муаммолари (с. 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).