Mahalliy xomashyolar asosida gibrid sorbentlar olish va ularni metilen ko‘ki bo‘yicha sorbsion xossasini tadqiq etish

Farida Mustafayeva[1], Madina Mamatova[2], Feruz To‘xtayev[3]

[1,3]Navoiy davlat universiteti, [2]Fanlar akademiyasi Navoiy bo‘limi
feruz.tukhtaev87@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda faollashtirilgan yog‘och ko‘mir va bentonit asosidagi gibrid sorbentlarning metilen ko‘k sorbsiyasiga ta’siri o‘rganildi. Sorbentlar turli massa nisbatlarida tayyorlanib, ularning adsorbsion xossalari statik adsorbsiya usulida baholandi. Natijalar sorbsiya sig‘imi bentonit ulushi ortishi bilan oshib, 70:30 nisbatda maksimal qiymatga ya’ni 98,0 mg/g erishganligini ko‘rsatdi. Bentonit miqdorining keyingi ortishi sorbsiya samaradorligining pasayishiga olib keldi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, gibrid sorbentning optimal tarkibi 70:30–65:35 nisbat oralig‘i ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar oqava suvlarni organik bo‘yoqlardan tozalash uchun samarali sorbentlar yaratishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: metilen ko‘k, gibrid, sorbent, bentonit, adsorbsiya, kompozitsiya.

Kirish. Sanoat korxonalari, to‘qimachilik, qog‘oz, farmatsevtika va kimyo sanoatlaridan hosil bo‘ladigan oqava suvlar tarkibida turli sintetik bo‘yoqlar mavjud bo‘lib, ular suv ekotizimlari uchun jiddiy ekologik xavf tug‘diradi. Ayniqsa, kationli bo‘yoqlar guruhiga mansub metilen ko‘k suv havzalariga tushganda yorug‘lik o‘tkazuvchanligini kamaytiradi, suv organizmlarining hayot faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi hamda inson salomatligi uchun xavfli hisoblanadi. Shu sababli metilen ko‘kni suv muhitidan samarali ajratib olishning arzon, ekologik xavfsiz va yuqori samaradorlikka ega texnologiyalarini ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Hozirgi kunda adsorbsiya usuli bo‘yoqlarni oqava suvlardan tozalashning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Biroq yuqori samarali adsorbentlarning ko‘pchiligi qimmatligi yoki regeneratsiya qilishning murakkabligi bilan tavsiflanadi. Shu nuqtai nazardan, faollashtirilgan yog‘och ko‘mirning rivojlangan g‘ovak tuzilmasi va bentonitning yuqori ion almashinish qobiliyatini birlashtirgan gibrid sorbentlarni yaratish katta qiziqish uyg‘otmoqda. Mazkur tadqiqotning maqsadi faollashtirilgan yog‘och ko‘mir va bentonit asosidagi gibrid sorbentlarning metilen ko‘k sorbsiyasi bo‘yicha optimal tarkibini aniqlash hamda komponentlar o‘rtasidagi sinergik ta’sirni ilmiy jihatdan asoslashdan iborat.

Metilen ko‘ki bo‘yicha gibrid sorbentlarning optimal tarkibini aniqlash. Suv muhitlarida keng tarqalgan kationli bo‘yoqlardan biri — Metilen ko‘k — ekologik xavfli moddalardan hisoblanadi. Uni samarali ajratib olish uchun yuqori sorbsion xossalarga ega bo‘lgan arzon va samarali materiallarni yaratish dolzarb masalalardan biridir.

Mazkur tadqiqot faollashtirilgan yog‘och ko‘mir va bentonit asosidagi gibrid sorbentlarning sorbsion xossalarini aniqlash maqsadida statik adsorbsiya usulida olib borildi. Tadqiqot jarayonida sorbentlarning tarkibiy nisbatlari keng diapazonda tanlanib, ularning sorbsion faollikka ta’siri kompleks ravishda o‘rganildi.

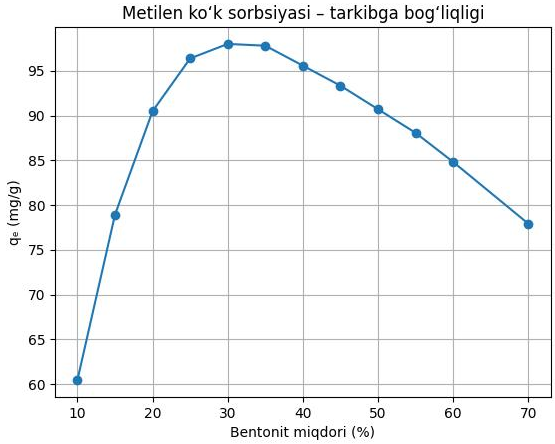
Gibrid sorbentlar faollashtirilgan yog‘och ko‘mir va bentonitning turli massa nisbatlarida tayyorlandi. Xususan, tajribalarda 90:10 dan 30:70 gacha bo‘lgan 12 xil kompozitsiya ya’ni YB-1 dan YB-12 gacha sinovdan o‘tkazildi. Har bir namunada komponentlar bir xil sharoitda aralashtirilib, bir xil granulometrik tarkibga keltirildi.

Tajriba jarayoni vaqt va harorat omillarining ta’sirini aniqlash maqsadida turli rejimlarda olib borildi. Xususan, sorbsiya jarayoni 1, 3 va 5 soat davomida, hamda 15, 20, 30, 40, 50, 60 va 70°C harorat oralig‘ida o‘rganildi. Bu orqali kinetik va termik omillarning sorbsiya jarayoniga ta’siri

aniqlashtirildi.

Sorbentlarning sorbsion xossalari statik adsorbsiya sig‘imi SAS, mg-ekv/g orqali baholandi. Har bir tajriba nuqtasida olingan natijalar asosida sorbent tarkibi, vaqt va haroratning sorbsion samaradorlikka ta’siri tizimli ravishda tahlil qilindi. Maksimal qiymatlar sifatida, muvozanat holatiga yaqin sharoitni ifodalovchi 5 soat va 50°C dagi natijalar asosiy mezon sifatida qabul qilindi.

Gibrid sorbentlarning amaliy samaradorligini baholash maqsadida model modda sifatida Metilen ko‘k tanlab olindi. Uning sorbsiyasi uchun standart sharoitlar belgilandi: boshlang‘ich konsentratsiya C_0 = 100 mg/L, muhit pH = 7, sorbent dozasi 1 g/L, hamda kontakt vaqti 120 minut. Ushbu parametrlar barcha namunalar uchun bir xil saqlanib, natijalarni taqqoslash imkonini berdi. Olingan natijalar 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Metilen ko‘kning sorbsiya sig‘imining bentonit miqdoriga bog‘liqligi

Gibrid sorbent tarkibida bentonit miqdorining o‘zgarishi metilen ko‘k sorbsiyasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Bentonit ulushi 10% dan 30% gacha ortib borganda sorbsiya sig‘imi keskin oshib, q_e qiymati 60,46 mg/g dan 98,0 mg/g gacha yetadi. Bu holat bentonit tarkibidagi manfiy zaryadlangan qatlamlar hisobiga kation almashinuvi markazlarining ko‘payishi bilan izohlanadi. Bentonit miqdori 30–35% oralig‘ida bo‘lganda sorbsiya maksimal darajaga erishadi. Ushbu diapazonda faollashtirilgan yog‘och ko‘mirning rivojlangan g‘ovak tuzilmasi va bentonitning ion almashinuvi xossalari o‘zaro uyg‘unlashib, metilen ko‘k molekulalarining samarali yutilishini ta’minlaydi. Natijada adsorbent tarkibida komponentlar o‘rtasida sinergik ta’sir yuzaga keladi. Bentonit miqdorining bundan keyingi ortishi 40–70% sorbsiya sig‘imining bosqichma-bosqich kamayishiga olib keladi. Bu esa faollashtirilgan ko‘mir ulushining kamayishi natijasida sorbentning sirt maydoni va g‘ovak tuzilmasining yomonlashuvi, shuningdek, metilen ko‘k molekulalarining diffuziyasi qiyinlashuvi bilan bog‘liq.

Xulosa. Tadqiqot natijalari faollashtirilgan yog‘och ko‘mir va bentonit asosida tayyorlangan gibrid sorbentlarning metilen ko‘kni adsorbsiyalashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Sorbent tarkibidagi bentonit ulushi ortishi bilan sorbsiya sig‘imi dastlab sezilarli ravishda oshib, 70:30 nisbatda maksimal qiymat – 98,0 mg/g ga erishdi. Bu holat bentonitning ion almashinish markazlari va faollashtirilgan ko‘mirning rivojlangan g‘ovak tuzilmasi o‘rtasidagi sinergik ta’sir natijasida yuzaga kelishi bilan izohlanadi. Aniqlanishicha, bentonit miqdorining
30–35% oralig‘ida bo‘lishi adsorbentning eng yuqori sorbsion faolligini ta’minlaydi. Bentonit ulushining bundan ortishi esa faollashtirilgan ko‘mir miqdorining kamayishi natijasida sirt maydoni va g‘ovak tuzilmaning yomonlashishiga olib kelib, sorbsiya samaradorligini pasaytiradi. Shu asosda metilen ko‘kni suv eritmalaridan samarali ajratib olish uchun gibrid sorbentning optimal tarkibi 70:30–65:35 nisbat deb belgilandi.

Olingan natijalar faollashtirilgan yog‘och ko‘mir va bentonit asosidagi gibrid sorbentlarning oqava suvlarni organik bo‘yoqlardan tozalashda istiqbolli material ekanligini ko‘rsatadi hamda ularni

amaliy suv tozalash texnologiyalarida qo‘llash uchun ilmiy asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. El Jery A., El Alouani M., Taoufik N. et al. Isotherms, kinetics and thermodynamic mechanism of methylene blue adsorption onto bio-based adsorbent from aqueous solutions // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – Article 1828.

2. Alprol A.E., Manaa A., Basaham A.S. et al. Optimized removal of methylene blue from wastewater using an activated carbon–zinc oxide–ammonia composite // Scientific Reports. – 2025. – Vol. 15. – Article 38834.

3. Ozcelik T.O., Koyuncu I., Arslan M. Methylene Blue Removal Using Activated Carbon from Olive Pits: Adsorption Performance and Process Optimization // Processes. – 2025. – Vol. 13. – No. 2. – Article 347.

4. Adeoye J.B., Adebisi A.A., Oladipo A.A. A comprehensive review on adsorption technologies for methylene blue elimination: efficiency, mechanisms, and future perspectives // Discover Applied Sciences. – 2025. – Vol. 7. – Article 1285.

5. Hussein E.B., Al-Hilfi J.A., Abbas M.A. Sustainable removal of methylene blue from wastewater using aluminum oxide nanoparticle-coated silica sand adsorbent // RSC Advances. – 2025. – Vol. 15. – P. 1–15.