

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

САПРОПЕЛНИ МЕХАНИК ФАОЛЛАШТИРИШНИНГ СОРБЦИОН ХУСУСИЯТЛАРИГА ТАЪСИРИ ВА УНИ ОҚОВА СУВЛАРНИ ТОЗАЛАШДАГИ ЎРНИ

Хомитова Гулноза Зайнидин қизи¹, Амонова Матлуба Мухтаровна²

¹Бухоро давлат техника университети докторанти

²DSc, доцент, Бухоро инновацион таълим ва тиббиёт университети

Аннотация. Ушбу мақолада сапропель асосидаги композит сорбентларнинг таркибий ва функционал хусусиятларига механик фаоллаштириш жараёнининг таъсири тадқиқ этилган. Тадқиқот давомида майдаланиш даражасининг сорбентнинг солиштирма юза майдони (БЕТ усули) ва ғоваклик даражасининг умумий ҳажми ўзгаришига боғлиқлиги текширилди. Натижалар шуни кўрсатдики, 100 мкм ўлчамдаги фракция оптимал ҳисобланиб, унда юза майдони 59 м²/г гача, ғоваклар ҳажми эса 0,23 см³/г гача кенгайиши кузатилади. Мақолада ушбу оптимал фракциянинг Гидрометаллургия заводи (3-ГМЗ) оқова сувлари таркибидаги оғир металл ионларини (Al, Ni, Cu, Co, Zn ва бошқалар) адсорбция қилиш самарадорлиги таҳлил қилинган. Тадқиқот хулосалари саноат оқова сувларини тозалашда маҳаллий хом ашёлардан фойдаланишнинг экологик ва иқтисодий истиқболларини асослаб беради.

Калит сўзлар: сапропель, механик фаоллаштириш, БЕТ юза майдони, ғоваклар ҳажми, сорбция, оқова сувлар, гидрометаллургия, оптимал фракция, мезопоралар, адсорбция.

Кириш. Замонавий гидрометаллургия саноатининг ривожланиши катта миқдордаги оқова сувларнинг ҳосил бўлиши ва улар таркибидаги токсик компонентларнинг атроф-муҳитга салбий таъсири билан характерланади. Айниқса, Гидрометаллургия заводлари (жумладан, ГМЗ-3) оқова сувлари ўзининг мураккаб кимёвий таркиби, юқори минераллашиш даражаси ҳамда оғир металлларнинг турли ионлари билан ифлосланганлиги жиддий экологик муаммоларга сабаб бўлади.

Ҳозирги вақтда оқова сувларни тозалашда қўлланиладиган анъанавий механик ва биологик усуллар юқори концентрацияли минерал ифлосланишлар ва оғир металлларни керакли санитар нормаларгача камайтиришда етарли

самара бермайди. Шу боис, самарадорлиги юқори, иқтисодий жиҳатдан арзон ва экологик зарарсиз бўлган табиий сорбентлар асосида янги комплекс тозалаш технологияларини ишлаб чиқиш долзарб масала ҳисобланади [1-3]. Бу борада маҳаллий хом ашё базасига асосланган сапропель минераллари ўзининг ғовак тузилиши ва кимёвий фаоллиги билан юқори натижани намоён қилади.

Бирок, табиий ҳолдаги сапропельнинг сорбция сиғими чекланган бўлиб, унинг юза майдони ва ғоваклар тизими фаоллаштиришни талаб этади. Шу боисдан тадқиқотда сапропельнинг солиштирма юза майдони (БЕТ усули) ва ғоваклар ҳажмига майдаланиш даражасининг таъсири босқичма-босқич ўрганилди.

1-жадвал

Сапропельни механик майдаланиш даражасининг БЕТ юза майдони ўзгаришига таъсири

№	Майдаланиш даражаси	БЕТ юза майдони (м ² /г)	Поралар ўлчами	Изохлар
1	600 мкм	9	< 5 нм	Юза очилиши кам, фаоллик паст
2	400 мкм	12	9,5 нм	Мезопоралар қисман очилади, БЕТ бироз ортади
3	200 мкм	21	17,8 нм	Фаол марказлар шакллана бошлайди, сорбция қобиляти яхшиланади
4	100 мкм	59	34,5 нм	Оптимал БЕТ диапазони, тозалаш ва сорбция жараёнлари учун мақбул
5	50 мкм	64	38,7 нм	Юза майдони жуда юқори, аммо қайта ювилиш ва филтёрда ювилиш хавфи бор

Тадқиқот натижаларига кўра (1-жадвалга қаранг), 600 мкм гача майдаланган сапропельнинг БЕТ юза майдони 9 м²/г ни, поралари <5 нм бўлиб, асосан микропорали тузилмани ташкил этиб, бу ҳолатда фаоллик паст ва юза очилиши кам бўлади, 600 мкм фракцияда ғовак тузилмалар очилмаган, сорбция марказлари ҳосил бўлмаган бўлади. Шунинг учун бундай ўлчамдаги сапропель тузилмавий тўлдирувчи ёки мелиорант сифатида кўпроқ ишлатилади. 400 мкм

даражада поралар ўлчами 9,5 нм атрофида бўлиб, (БЕТ = 12 м²/г) мезопоралар қисман очила бошлайди, аммо ҳали ҳам сорбция фаоллиги паст бўлиб, кўпроқ бу фракцияни филтёрлаш ёки тўлдирувчи сифатида қўллаш тавсия этилади.

200 мкм фракцияда поралар ўлчами 17,8 нм, (БЕТ = 21 м²/г) сапропельнинг фаол марказлари шакллана бошлайди, ва бу ўлчамда сорбция қобиляти анча яхшиланганини кўриш мумкин. Бу диапазондаги мезопоралар фаол ва очиқ

бўлиб, сорбция маркалари шакллана бошлайди. Ушбу ўлчам сапропелни органик-минерал ўғитлар, биокомпост, ҳамда фильтрация жараёнларида гомоген сорбент сифатида ишлатиш учун қулай ҳисобланади [4-5]. Унинг БЕТ юза майдони ҳам 20 м²/г атрофида шаклланади, бу юқори фаолликка яқинлашишда муҳим босқичдир.

Энг юқори самара 100 мкм, поралар ўлчами 34,5 нм, (БЕТ = 59 м²/г) тузилмада фаол мезопоралар ривожланади, юза майдони сезиларли ортиб, сорбция маркалари юқори даражада фаоллашади. Бу диапазондаги материал адсорбция жараёнларида, айниқса оғир металлларни, фосфатлар ва нитратларни оқова сувдан тозалашда юқори самара беради. 100 мкм — механик жиҳатдан барқарор, қайта ювилиш эҳтимоли паст, филтрлаш тизимлари учун жуда мос. 50 мкмда поралар янада очилади (38,7 нм), (БЕТ = 64 м²/г), бунда юза майдони юқорироқ бўлса-да, қайта ювилиш ва филтрдан ўтиб кетиш хавфи туфайли ундан тўлиқ сорбент сифатида фойдаланиш чекланган. Шу сабабли, 100 мкм — юза майдони, ғоваклик, гомогенлик ва амалиётдаги мослик нуқтаи назаридан энг мақбул фракция ҳисобланади. Бу ўлчамдаги сапропель сорбент сифатида тежамкор, самарали ва универсал ҳисобланади. У оқова сувлардан Pb²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, NO₃⁻ ва PO₄³⁻ ионларини самарали сорбция қилиб олиш имконини беради. Хусусан, бу фракция БЕТ таҳлили орқали тасдиқланган оптимал юза майдонига (59 м²/г) эга бўлиб, амалиёт ва илмий тадқиқотларда асосий ишлов берилган фракция сифатида тавсия этилади.

Сапропелнинг умумий поралар ҳажмини аниқлашда лабораторияда мавжуд тарози, пипетка, колба ва қуритиш жиҳозларидан фойдаланиб суғориш (имбибиция) усулидан фойдаланилди. Бу усул оддий ва арзон бўлиб, асосан намуна суюқлик (бензол, дистилланган сув ёки этанол) билан тўйинтирилганидан кейинги оғирлик ортиши орқали поралар ҳажмини аниқлашга асосланади. Аввало, сапропель намунаси 105 °С ҳароратда 3–4 соат давомида тўлиқ қуритилади ва аналитик тарозида аниқ оғирлик (m₁) ўлчанади. Сўнгра, намуна 24 соат давомида бензолда тўйинтирилади, ортикча суюқлик қуруқ мато билан сиқиб олинади ва сўнги оғирлик (m₂) қайд этилади. Ушбу икки оғирлик орасидаги фарқ (m₂–m₁) – поралар томонидан сингдирилган суюқлик ҳажмини ифодалайди. Агар ишлатилган суюқликнинг зичлиги (ρ) маълум бўлса, 1-формулага асосан қуйидагича бўлади:

$$V = (m_2 - m_1) / \rho,$$

бу ерда

V – умумий поралар ҳажми (см³/г);

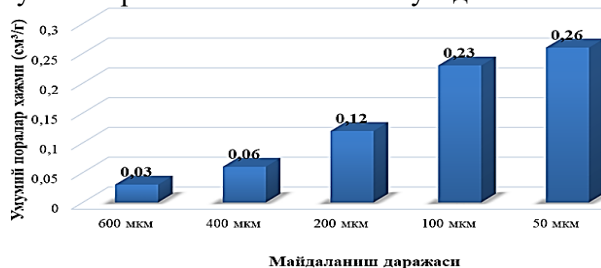
m₁- дастлабки оғирлик;

m₂-сўнги оғирлик;

ρ-суюқликнинг зичлиги.

Бу усул турли майдалаш даражасидаги сапропель фракциялари учун солиштирма таҳлил қилиш имконини беради. Масалан, 600 мкм фракцияда суюқлик сингиши паст бўлиб, V ≈ 0,03 см³/г, 100 мкм да эса V ≈ 0,23 см³/г гача етди.

600 мкм фракцияда ғовак тузилма жуда зич, поралар ҳажми 0,03 см³/г атрофида бўлиб, микропоралар устунлик қилади (1-расмга қаранг). Бу фракцияда сорбция маркалари етарлича очилмагани учун модда тозалаш жараёнларида фойдаланиш самарасиз ҳисобланади. 400 мкм фракцияда мезопоралар шакллана бошлайди, поралар ҳажми 0,06 см³/г гача ошиб, ғовак тузилмада маълум даражада фаоллик кўзатилади. 200 мкм майдалаш даражасида фаол поралар шаклланиб, 18 нм атрофидаги ўлчамли ғовак структура 0,12 см³/г умумий пора ҳажми билан юқори адсорбцион қобилиятга эга бўлади. Бу фракцияда сорбент модда асосий органик ифлослантувчиларни ўзлаштириш имкониятига эга бўлади.



Майдаланиш даражаси

1-расм. Сапропелни механик майдаланиш даражасининг поралар умумий ҳажми ўзгаришига таъсири

100 мкм фракцияда эса мезопоралар ривожланиши максимал даражага етиб, поралар ҳажми 0,23 см³/г ни ташкил этади. Бу ҳолатда фаол маркалар, микрокапиллярлар ва адсорбция зоналари кенг очилади, бу эса моддаларни тозалашда юқори самара беради. 50 мкм гача майдаланганда эса пора ҳажми 0,26 см³/г га етсада, бундай ўта юзаки структура суюқ муҳитда қайта ювилиш, суспензияга айланиш ва филтрлардан ўтиб кетиш эҳтимолини оширади.

Шу сабабли, амалиёт ва илмий тадқиқотларда энг мақбул фракция 100 мкм деб баҳоланди. Бу ўлчам поралар ҳажми, фаол маркалар ва физик барқарорлик ўртасида мувозанат яратади, шу билан бирга сорбентнинг самарадорлигини оширади. 100 мкм фракция сапропелни сорбент ёки органик-минерал ўғит сифатида қўллашда максимал фойдали ҳисобланади.

Касимова М.Н., Негматова К.С. Опыт-производственные испытания созданных композиционных материалов при крашении текстильных хлопчатобумажных материалов в производственных условиях ...	107
Жуманов Ю.К., Эминов А.М., Кадирова З.Р., Эминов А.А. Перспективы применения отработанного катализатора НИАП-1205 в составе керамического пигмента	110
Азимова М.Х., Асамадинова У.Б., Элмурадов Аббосжон Х., Юлдашов Д.Я. Роль и значение алюмосиликатных и органо-минеральных наполнителей в составе эластомерных композиций	115
Кодиров О.Ш., Каттаев Н.Т., Нурманов С.Э., Бахридинова Л.А. Синтез, структурные и физико-химические свойства цеолитов CaA5 и NaX на основе местного сырья для очистки природного газа	117
Джумакулов Т., Жумаев М.Н., Максудходжаева М.С. Переработка отработанных техногенных моторных масел	121
Тошпулатова Г.Р., Сайдуллаева К.А., Негматова М.И. Окисление молибденита (MoS ₂) азотной кислотой в присутствии серной кислоты	123
Ramazanov S.O., Arifova M.X. Yangi xomashyolar asosida klinker va portlandsement tarkiblarini tanlash	126
Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Негматов С.С., Абед Н.С. Исследование и определение огнестойких свойств композиционных древесно-пластиковых и древесноволокнистых плитных материалов с использованием минеральных антипиренов	130
Ortiqov Sh.Sh., Sharipov M.S., Radjabov O.I. Tabiiy tarkibli kompozitsion yog'och yelimlarning fizik-kimyoviy va texnologik xossalari	133
Хомитова Г.З., Амонова М.М. Сапропелни механик фаоллаштиришнинг сорбцион хусусиятларига таъсири ва уни оқова сувларни тозалашдаги ўрни	136
Buryanov A., Lukyanova N., Talipov N. Effective filling mixtures based on synthetic anhydrite	138
Раззоков Х.Қ., Амонов М.Р., Тўхтаев С.А. Сапропель асосидаги сорбентлар билан металлургия саноат оқова сувларини тозалаш	141

5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

Исмаилова Н.А., Сидиков А.С. Использование органических соединений в качестве добавок к эмали ЭП-750 для защиты металлических конструкций, сооружений и оборудования бурильных установок	145
Sadullayeva G.B., Ibragimova M.R., Xudoyberdiyeva D.A., Pirimova M.A., Jo'rayev A.Sh. Mis atsetating izonikotinamid bilan yangi koordinatsion birikmasining sintezi va fizik-kimyoviy tahlili	147
Norqobilov A.E., Adilov R.I., Ayxodjayev B.B., Yo'ldoshev S.B. Kulrang past molekulari polietilen ranglanishining infraqizil spektroskopiya asosida tahlili va bentonit adsorbsiyasining roli	150
Ochilov Sh.E., Yusufov M.S., Bobonazarova S.H., Bo'riyeva D.M., Abdushukurov A.K., Matchanov A.D. 2-xlor-N-(3-xlor fenil)atsetamidning 5-ftoruratsil bilan reaksiyasini olib borish va olingan mahsulotning biologikfaolligini saraton hujayralarida o'rganish	153
Норхуджаев Ф.Р., Мухамедов А.А., Маматкулов Р.Ш. Использование ковочного тепла для термической обработки доэвтектонидных сталей	157
Ахмадалиев Ш.Ш. Толали композитлардан ташкил топган элементларни пресслаш	160
Очилов Э.А., Хамдамова Ч.Х., Сайфиева П.О., Бекпулатов Х.О., Камолов Т.О. Комплексный анализ элементного и фазового состава неорганических компонентов энергетических углей и золошлаковых отходов теплоэнергетики	161
Po'latova M.N., Xushvaqto'v S.Y., Bekchanov D.J., Muxamediev M.G. Amino va karboksil guruh tutgan ion almashinuvchi material sintezi	164
Касимова М.Н., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Бабаджанова М.А., Лапасова Ф.А. Исследование свойств красящих композиций на основе солей поливалентных металлов, применяемых в процессе крашения шерстяных волокон	168
Нурназарова Г.У., Тухтаев Ф.С., Негматова К.С., Эшпулатова Н.Ш., Рахматуллаева С.О. Исследование молекулярных и структурных характеристик композиционных сорбентов методом ИК-спектроскопии	169