

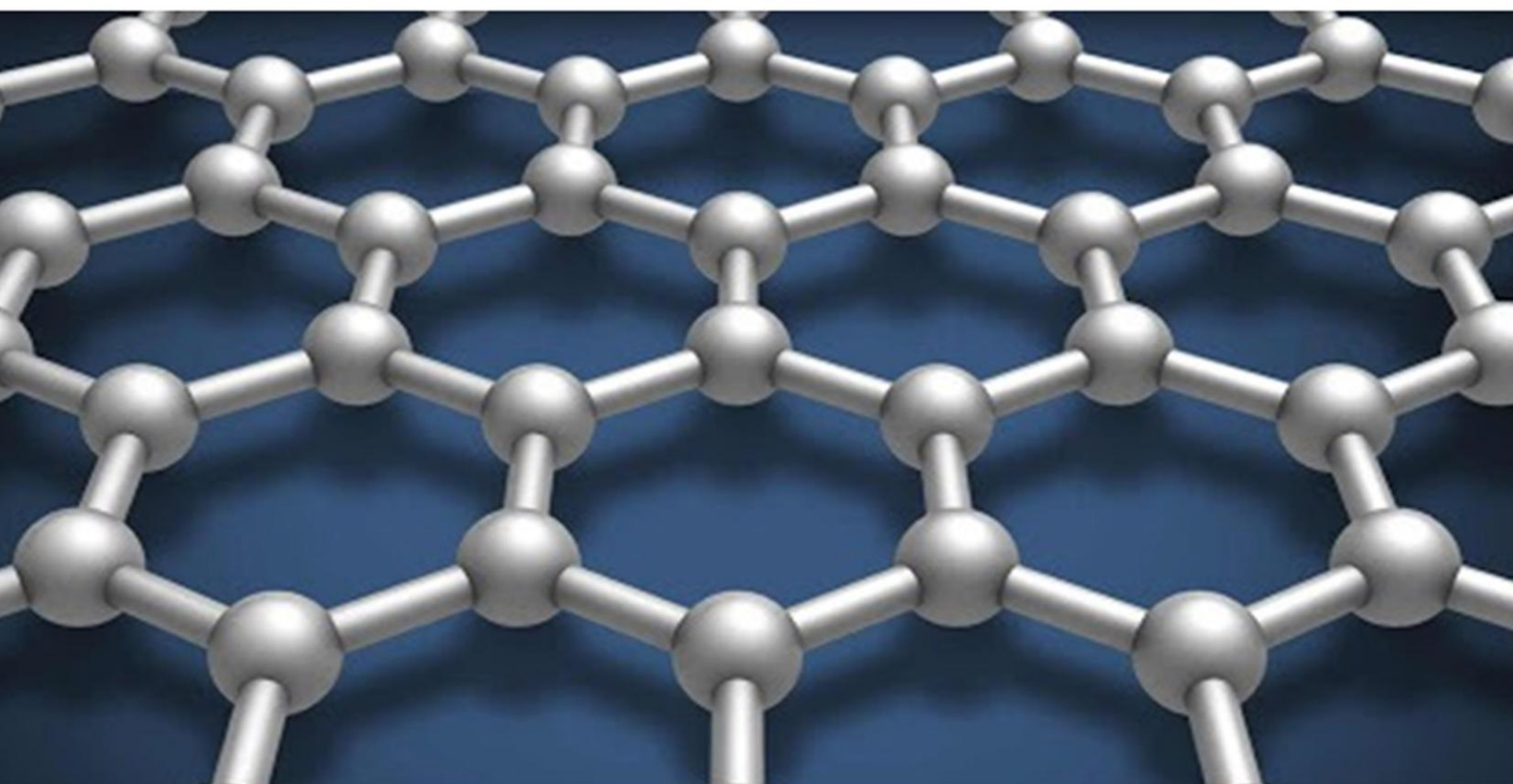
ISSN 2091-5527

№ 3/2026

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

SHOFIRKON BENTONITI VA SAPROPEL ASOSIDAGI KOMPOZITSION SORBENTLARNI SHAKLLANTIRISH HAMDA ULARNING KOAGULYANT VA POLIMER FLOKULYANTLAR ISHTIROKIDA SANOAT OQOVA SUVLARINI TOZALASH SAMARADORLIGINI TADQIQ ETISH

Razzoqov Hasan Qalandarovich, Amonov Muxtor Rahmatovich, Askarova Gulchiroy Ahror qizi

Buxoro davlat universiteti «Kimyo va neft-gaz texnologiyasi» kafedrası

Annotatsiya. Mazkur maqolada Shofirkon bentoniti va sapropel asosida yaratilgan kompozitsion sorbentlarning sanoat oqova suvlarini tozalashdagi samaradorligi tadqiq etildi. Tabiiy mineral va organik sorbentlar FeCl_3 hamda $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ koagulyantlari, shuningdek polimer flokulyantlar bilan modifikatsiyalanib, ularning suv tarkibidagi qattqlikni hosil qiluvchi kationlar va asosiy anionlarni ajratib olish samaradorligi baholandi.

Kalit soʻzlar: Shofirkon bentoniti, sapropel, kompozitsion sorbent, koagulyatsiya, flokulyatsiya, FeCl_3 , $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, polimer flokulyantlar, adsorbsiya, sanoat oqova suvlari.

Kirish. Sapropel - koʻl tublarida yillar davomida toʻplangan organik-mineral choʻkindi boʻlib, yuqori sorbsion sigʻimi tufayli ekologik xavfsiz biosorbent sifatida suvdan kationlar va ogʻir metallarni ajratib olishda qoʻllaniladi [1, 2]. Mineral (bentonit, kaolin) va organik (sapropel) komponentlarni koagulyant va polielektrolitlar bilan birgalikda ishlatish alohida komponentlarga nisbatan sinergik taʼsir beradi: koagulyatsiya, floklatsiya, adsorbsiya va ion almashinuv

jarayonlari birlashib, kolloid zarrachalar va erigan tuzlarni birga ajratib olish samaradorligini oshiradi. Tabiiy komponentlar asosidagi kompozitsion sorbent tizimlarini yaratish - ushbu ishning asosiy maqsadi hisoblanadi.

Sapropel asosidagi kompozitsion suspenziyalar hamda koagulyantlar ishtirokida oqova suv tarkibidagi asosiy ionlarning oʻzgarishi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Sapropel asosidagi kompozitsion suspenziyalar va koagulyantlar ishtirokida oqova suvni tozalash natijalari

Kompozitsiya	Komponent nisbati	pH	Quruq qoldiq, mg/dm ³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Umumiy qattqlik
Sapropel	2 : 0	7.03	2916	512.6	216.4	586.8	612.4	448.3	43.58
Sapropel+ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	2 : 0.15	6.84	2768	448.9	205.3	538.2	635.6	432.7	39.86
Sapropel+ FeCl_3	2 : 0.10	6.72	2634	431.5	196.8	497.5	566.4	409.8	37.21
Sapropel+ FeCl_3 + $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	2 : 0.10 : 0.	6,51	2398	378,4	176,5	468.9	549.7	392.5	33,44

Natijalarga koʻra, sapropel mustaqil adsorbent sifatida qattqlik hosil qiluvchi ionlarni maʼlum darajada ushlab qoladi, biroq koagulyantlar qoʻshilganda tozalash samaradorligi sezilarli ortadi. Bunda FeCl_3 gidrolizi natijasida hosil boʻlgan temir gidroksid flokulalari va $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ gidroliz mahsulotlari kolloid zarrachalarni beqarorlashtirib, ularning yirik agregatlarga birikishini taʼminlaydi.

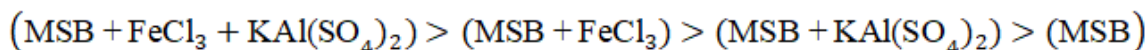
Koagulyatsiya jarayonida eritmaning pH qiymati 7,03 dan 6,51 gacha pasaygan. Quruq qoldiq miqdori 2916 mg/dm³ dan 2398 mg/dm³ gacha kamayishi suv tarkibidagi erigan va dispers zarrachalarning choʻkma tarkibiga oʻtganligini koʻrsatadi. Kalsiy va magniy ionlari konsentratsiyasi mos ravishda 512,6 dan 378,4 mg/dm³ hamda 216,4 dan 176,5 mg/dm³ gacha kamaygan. Shu bilan birga gidrokarbonat ionlari miqdori ham izchil pasaygan boʻlib, karbonat

muvozanatining oʻzgarishi va qisman karbonat choʻkmalari hosil boʻlishi bilan izohlanadi.

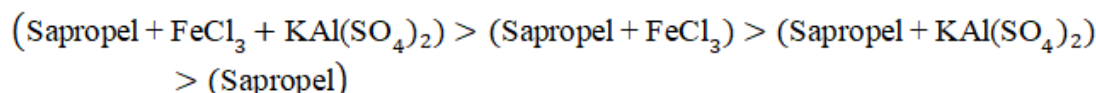
Sulfat ionlari alyuminiy-kaliy sulfat qoʻllanilganda biroz ortgan boʻlsa-da, FeCl_3 bilan birgalikda qoʻllanilganda flokulyatsiya jarayoni kuchayishi hisobiga ularning konsentratsiyasi kamaygan. Xlorid ionlari ham dastlabki qiymatlarga nisbatan pasaygan. Umumiy qattqlik 43,58 mg-ekv/dm³ dan 33,44 mg-ekv/dm³ gacha kamaygan boʻlib, bu sapropel va mineral koagulyantlarning birgalikdagi qoʻllanilishi suvni yumshatishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini tasdiqlaydi.

Olingan eksperimental natijalarga asoslanib, kompozitsion tizimlarning sanoat oqova suvlarini tozalashdagi samaradorligi quyidagi ketma-ketlikda kamayishi aniqlandi:

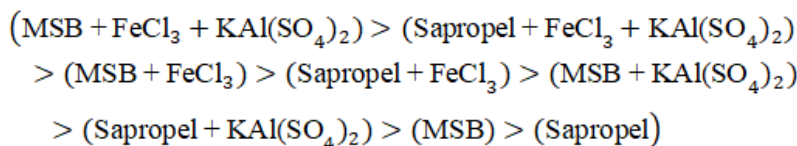
Koagulyantlar boʻyicha samaradorlik:



Sapropel tizimi uchun:



Ikkala sorbentni umumiy taqqoslash:



Olingan eksperimental natijalar modifikatsiyalangan Shofirkon bentoniti (MSB) asosidagi kompozitsion tizimlar sapropel asosidagi analog kompozitsiyalarga nisbatan sanoat oqova suvlarini tozalashda yuqoriroq samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Shu sababli tadqiqotning keyingi bosqichida MSB va sapropel asosida

polielektrolitlar (PAA, Na-KMS, NaPA va PACel) bilan turli nisbatlarda tayyorlangan ko'p komponentli kompozitsion suspenziyalar quruq qoldiq miqdori yuqori bo'lgan sanoat oqova suvi namunasini tozalash jarayonida sinovdan o'tkazildi va natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

MSB va sapropel asosidagi kompozitsion suspenziyalar bilan tozalash natijalari

Kompozitsiya	Komponent nisbati	pH	Quruq qoldiq, mg/dm ³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Umumiy qattqlik
MSB + PAA	2 g : 50 mg	7,08	2528	182,6	74,3	152,5	482,6	401,8	12,74
Sapropel + PAA	2 g : 50 mg	7,12	2596	198,4	82,5	164,7	521,8	418,6	13,96
MSB + Sapropel + PAA	1 : 1 : 50 mg	7,18	2412	118,7	56,4	118,5	396,2	368,5	9,42
MSB + Sapropel + Na-KMS	1 : 1 : 50 mg	7,20	2440	125,5	59,3	126,4	411,5	374,8	9,87
MSB + Sapropel + NaPA	1 : 1 : 50 mg	7,23	2368	109,6	48,5	110,8	382,4	360,7	8,64
MSB + Sapropel + PACel	1 : 1 : 50 mg	7,17	2475	132,8	63,1	128,9	428,7	382,5	10,21
MSB + PAA	5 g : 100 mg	7,26	2332	104,8	45,2	102,6	365,5	351,6	8,18
Sapropel + PAA	5 g : 100 mg	7,22	2424	121,6	58,4	116,3	401,7	369,8	9,66
MSB + Sapropel + PAA	1 : 1 : 100 mg	7,32	2198	82,5	31,8	82,4	298,6	315,4	5,82
MSB + Sapropel + Na-KMS	1 : 1 : 100 mg	7,30	2236	88,4	36,5	88,6	312,4	322,7	6,34
MSB + Sapropel + NaPA	1 : 1 : 100 mg	7,35	2146	75,8	28,2	76,9	281,3	304,8	5,21
MSB + Sapropel + PACel	1 : 1 : 100 mg	7,28	2258	91,7	38,1	92,3	325,6	329,5	6,58
MSB + Sapropel + PAA + Na-KMS	1 : 1 : 1 : 1	7,38	2098	69,4	24,6	71,8	258,5	292,6	4,74
MSB + Sapropel + PAA + NaPA	1 : 1 : 1 : 1	7,40	2052	63,8	22,1	66,3	241,8	281,3	4,26
MSB + Sapropel + PAA + PACel	1 : 1 : 1 : 1	7,36	2126	72,6	25,4	74,9	267,4	296,8	4,95
MSB + Sapropel + PAA + Na-KMS + NaPA + PACel	1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1	7,43	1984	54,2	18,6	58,7	218,5	264,1	3,58

2-jadval ma'lumotlari ko'p komponentli kompozitsion tizimlarning yaqqol sinergik ta'sirini ko'rsatadi. Komponentlar soni va dozasi ortishi bilan tozalash chuqurlashadi. Eng yaxshi natija barcha komponentlarni (MSB, sapropel, PAA, Na-KMS, NaPA, PACel) 1:1:1:1:1 nisbatda birlashtirgan kompozitsiyada olindi: boshlang'ich namunaga nisbatan kalsiy 581,1 dan 54,2 mg/dm³ gacha (90,7 %), magniy 206,7 dan 18,6 mg/dm³ gacha (91,0 %), gidrokarbonat 90,9 %, sulfat 85,0 %, xlorid 66,9 % kamaydi. Suvning umumiy qattiqligi 46,0 dan 3,58 mg-ekv/dm³ gacha (92,2 %), quruq qoldiq esa 7198 dan 1984 mg/dm³ gacha (72,4 %) pasaydi.

1 va 2-jadvallarni o'zaro taqqoslash shuni ko'rsatadiki, modifikatsiyalangan Shofirkon bentoniti asosidagi kompozitsiyalar barcha ko'rsatkichlar bo'yicha sapropel asosidagi tizimlarga nisbatan yuqoriroq tozalash samaradorligini namoyon etdi. Ayniqsa, FeCl₃ va KAl(SO₄)₂ bilan modifikatsiyalangan MSB tizimida umumiy qattiqlik 31,24 mg-ekv/dm³ gacha kamaygan bo'lsa, sapropel asosidagi analog

tizimda ushbu qiymat 33,44 mg-ekv/dm³ ni tashkil etdi.

Xulosa. O'tkazilgan tadqiqotlar Shofirkon bentoniti va sapropel asosida tayyorlangan kompozitsion sorbentlarning sanoat oqova suvlarini tozalashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi. FeCl₃ va KAl(SO₄)₂ koagulyantlari hamda polimer flokulyantlar bilan modifikatsiyalash natijasida adsorbsiya, koagulyatsiya va flokulyatsiya jarayonlarining sinergik ta'siri kuchayib, suv tarkibidagi qattiqlik hosil qiluvchi ionlar, asosiy anionlar va quruq qoldiq miqdori sezilarli darajada kamaydi. Modifikatsiyalangan Shofirkon bentoniti asosidagi kompozitsiyalar sapropel asosidagi tizimlarga nisbatan yuqoriroq tozalash samaradorligini namoyon etdi, eng yaxshi natijalar esa FeCl₃ va KAl(SO₄)₂ birgalikda hamda MSB + sapropel + PAA + Na-KMS + NaPA + PACel (1:1:1:1:1) kompozitsiyasi qo'llanilganda kuzatildi. Olingan natijalar ishlab chiqilgan kompozitsion sorbentlarning sanoat oqova suvlarini chuqur tozalash va suvni yumshatish texnologiyalarida qo'llash uchun istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Qasem N.A.A., Mohammed R.H., Lawal D.U. Removal of heavy metal ions from wastewater: A comprehensive and critical review // npj Clean Water. – 2021. – Vol. 4. – Art. 36.
2. Özcan A.S., Özcan A. et al. Adsorption of lead(II) ions onto 8-hydroxyquinoline-immobilized bentonite // Journal of Hazardous Materials. – 2009. – Vol. 161, No. 1. – P. 499–509.
3. Investigation on applying biodegradable material (sapropel) for removal of various substances (fluorides, nitrates and lead) from water // Materials. – 2023. – Vol. 16, No. 19. – Art. 6519.
4. Klavina A., Auce A., Pavlovskaya I., Vanadzins I. Freshwater sapropel: Biologically active components and methods of extraction // Proceedings of CBU in Natural Sciences and ICT. – 2020. – Vol. 1. – P. 37–46.
5. Le Van Mao R., Vu N.T., Xiao S., Ramsaran A. Modified zeolites for the removal of calcium and magnesium from hard water // Journal of Materials Chemistry. – 1994. – Vol. 4, No. 7. – P. 1143–1147.
6. Раззаков Х.К., Амонов М.Р., Назаров С.И. Получение сорбентов на основе механической активации сапропелевого сырья // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 6(147). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/22965>
7. Razaqov H.Q., Amonov M R, Nazarov S I, Sharipov M S. A Density Functional Theory Study of Na-PAC/PATS-Modified Shofirkon Bentonite as a Composite Sorbent for Heavy-metal Cations and Organic Pollutants *Chemical Science International Journal* Volume 35, Issue 4, Page 196-211, 2026; Article no.CSIJ.162554

Джандуллаева М.С., Бекчанов Б.Б., Эркаев А.У., Кучаров Б.Х. Влияние режима термической обработки на физико-химические свойства серпентинита Султануиздагского месторождения	137
Бобокулова О.С., Зулярова Н.Ш., Самадий М.А., Тожиев Р.Р., Усманов И.И., Кенжаев М.Э. Кинетические характеристики процесса разложения доломита азотной кислотой	140
5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов	
Утемуратов Б.М., Тўраев Т.Б., Алламбергенов А.Дж. Табиий газни қувур орқали ташишда иссиқлик алмашинув жараёنларини интенсивлаштириш ва қурилмани танлаш	144
Radjabov O.I., Muinova N.B., Azimova L.B., Filatova A.V., Turaev A.S. Kollagen va inulin kompozitsiyasini molekulyar modellashirilishda strukturaviy xususiyatlar	147
Alimov A.F., Qurbanova L.M., Eshmamatova N.B., Akbarov X.I., Kuronboyev D.P., Norqobilova Sh.D., Ismoilova D.F. Po'lat korroziyasida mahalliy xom ashyolar asosida olingan yashil ingibitorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari	150
Orzikulov B.T., Xaydarova S.R. Poliakrilonitril asosida tarkibida sulfo guruh tutgan ion almashinuvchi materiallar sintezi	154
Алимджанова Дж.И., Бабаханова З.А. Оптимизация процесса измельчения керамической массы в шаровых мельницах	157
Axmedova M.F., Ubaydullayeva D.H. Trikotaj matolarining ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasini aniqlashda sinov ko'rsatkichlarini optimallashtirish	160
Ergashev M.A., Qulmatov R.B. Markazdan qochma konsentratorda oltin va kumushni ajratib olishda yuvuvchi suv bosimi, pulpa qattiqligi va oziq sarfining ta'siri	162
Тажиева Г.Р., Сафаров А.Р. Спектроскопическое исследование комплексов Co(II) и Cu(II) с семикарбазидом	165
Djumayeva M.S., Amonov M.R. Modifikatsiyalangan va bo'yalgan matolarning mikroskopik tahlili	169
Abdullayeva G.A. Kobalt(II) ning 2-merkaptobenzotiazol bilan kompleks birikmasining sintezi va tadqiqoti	171
6. Проблемные обзоры	
Холмуродова Д.К., Негматова К.С., Иброхимова Д.М. Анализ состояние технологии и применения хлопкового линта и основание требование к хлопковой целлюлозы на их основе для ацетилования (Краткий обзор)	175
Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Мирзарахимова З.Б. Отходы резиновых производств – перспективный материал для создания новых изделий	179
Кабулова Л.Б., Оразимбетова Г.Ж. Фазовые превращения в портландцементе при введении механоактивированного глинистого сланца	182
Razzoqov H.Q., Amonov M.R., Askarova G.A. Shofirkon bentoniti va sapropel asosidagi kompozitsion sorbentlarni shakllantirish hamda ularning koagulyant va polimer flokulyantlar ishtirokida sanoat oqova suvlarini tozalash samaradorligini tadqiq etish	185
Suyarova D.A., Erbo'tayev D.Sh., Djurayev T.A., Usmonov F.D. Indol-3-sirka kislotasi va aminokislotalar asosida sintez qilingan yangi amid hosilalarining arpa (Hordeum Vulgare L.) o'sishi va rivojlanishiga biologik ta'siri	188
Холмуродова Д.К., Негматова К.С. Изучение и анализ влияния органоминеральных ингредиентов и технологических фаторов на процесс ацетилования. <i>Краткий обзор</i>	192
Файзиев М.М., Каршиев М. Газ ва суюқликларни чуқур тозалашга мўлжалланган анизотроп структурали филтрлар олишнинг илғор технологиялари тахлили	195
Panjiyev A.X. Kalsiy siyanamidini olish jarayonining kinetik tahlili	199
Gulova M., Bo'rixonov B., Sapayev F. Monoxlorsirka kislotasining butil efirining uchlamchi aminlar bilan kvaternizatsiya reaksiyalarini o'rganish	201
Kasimova A.B., Yoqubjonova O'F. Antibakterial materiallar asosida erkaklar uchun zamonaviy sport kostyumini ishlab chiqish (tennis sporti misolida)	205