

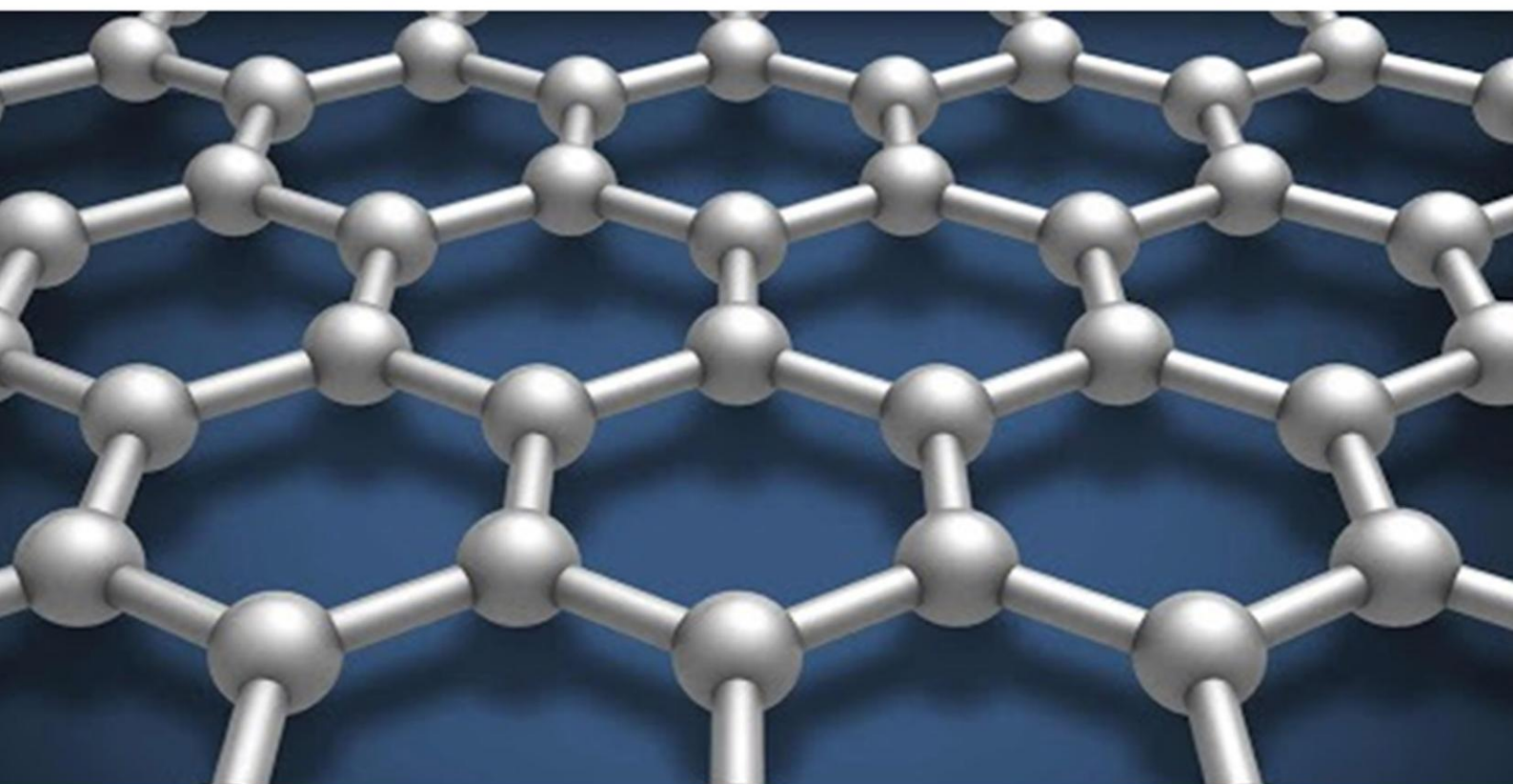
ISSN 2091-5527

№ 3/2026

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

UDK 628.34:541.18

SANOAT OQOVA SUVLARINI TOZALASHDA SORBENT, KOAGULYANT VA FLOKULYANTLARNI BOSQICHMA-BOSQICH QO‘LLASHNING FIZIK-KIMYOVIY VA TEXNOLOGIK ASOSLARI

Muhiddinov Baxodir Faxriddinovich¹, Razzaqov Hasan Qalandarovich²,
Amonov Muxtar Raxmatovich², Nazarov Sayfulla Ibodulloyevich²

¹Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, ²Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya. Maqolada bo‘yovchilar va og‘ir metall ionlari saqlagan aralash sanoat oqova suvini Shofirkon bentoniti va sapropel asosidagi kompozit sorbent (ShB-SP), alyuminiy va temir(III) tuzlari (koagulyantlar) hamda poliakrilamid (flokulyant) yordamida tozalashda reagentlarni qo‘shish ketma-ketligi va dozalarining ta‘siri o‘rganilgan. $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ va $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ koagulyantlari qiyoslangan va sorbentning oldindan kiritilishi barcha koagulyantlar dozasi 26–29 % ga kamaytirishi aniqlangan. Beshta texnologik sxemadan «sorbent → koagulyant → flokulyant» ketma-ketligi eng samarali bo‘lib, loyqalikni 98,5 %, ranglilikni 94,1 %, kimyoviy kislorod sarfini 72,8 % ga kamaytirgan va Cu, Zn, Ni ionlarini 90,4–97,8 % ga ajratgan. Natijalar elektrokinetik potensial, flokulalar o‘lchami va cho‘kish tezligi ma‘lumotlari asosida izohlangan hamda bosqichma-bosqich tozalashning texnologik rejimi taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: oqova suv, bentonit, sapropel, kompozit sorbent, koagulyatsiya, flokulyatsiya, poliakrilamid, ζ -potensial, og‘ir metallar.

Kirish. To‘qimachilik-bo‘yash va metallga ishlov berish korxonalarining oqova suvlari tarkibining ko‘p komponentlilik bilan ajralib turadi: ularda dag‘al dispers muallaq zarrachalar, kolloid iflosliklar, erigan organik moddalar, bo‘yovchilar va og‘ir metall ionlari bir vaqtda mavjud bo‘ladi [1, 2]. Bunday suvlarni bitta usul bilan talab etilgan darajada tozalash, odatda, iqtisodiy va texnologik jihatdan samarasiz.

Koagulyatsiya-flokulyatsiya usuli muallaq va kolloid zarrachalarni ajratishda keng qo‘llaniladi. Gidrolizlanuvchi alyuminiy va temir tuzlari kolloid zarrachalar zaryadini neytrallash hamda metall gidroksidining amorf cho‘kmasi bilan «o‘rab olish» mexanizmlari orqali ta‘sir ko‘rsatadi, yuqori molekulyar flokulyantlar esa zarrachalar orasida polimer «ko‘priklar» hosil qilib, flokulalar o‘lchami va cho‘kish tezligini oshiradi. Biroq erigan bo‘yovchilar va og‘ir metall ionlari koagulyatsiya jarayonida faqat qisman ajraladi, bu esa reagent dozalarining ortishiga va katta hajmdagi cho‘kma hosil bo‘lishiga olib keladi [3, 4].

Tadqiqotning maqsadi – aralash sanoat oqova suvini tozalashda bentonit-sapropel kompozit sorbenti, alyuminiy va temir(III) tuzlari hamda poliakrilamid flokulyantlarini qo‘shish ketma-ketligi va dozalarining tozalash samaradorligiga ta‘sirini o‘rganish hamda bosqichma-bosqich tozalashning fizik-kimyoviy va texnologik asoslarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot ob‘ekti sifatida sanoat korxonasining bo‘yash sexi va metallga galvanik ishlov berish uchastkasidan chiqadigan aralash oqova suv olindi. Namunalar uch oy davomida olti marta olindi va 4 °C da 24 soatdan ortiq bo‘lmagan muddatda saqlandi. Oqova suvning o‘rtacha tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Aralash sanoat oqova suvining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari (n = 6)

Ko‘rsatkich	O‘lchov birligi	Qiymati
pH	–	$8,4 \pm 0,3$
Loyqalik	NTU	186 ± 21
Muallaq moddalar	mg/l	312 ± 34
Kimyoviy kislorod sarfi (KKS)	mg O ₂ /l	1240 ± 115
Biologik kislorod sarfi (BKS ₅)	mg O ₂ /l	410 ± 46
Ranglilik	grad. (Pt-Co)	1650 ± 180
Mis (Cu)	mg/l	$6,8 \pm 0,9$
Rux (Zn)	mg/l	$9,4 \pm 1,2$
Nikel (Ni)	mg/l	$3,1 \pm 0,5$
ζ -potensial	mV	$-28,4 \pm 1,6$

Sorbent sifatida Shofirkon bentoniti va sapropeldan 3:1 massaviy nisbatda olingan hamda 250 °C da termik ishlov berilgan kompozit (ShB-SP; $S_{BET} = 64 \text{ m}^2/\text{g}$, KAS = 91 mg-ekv/100 g, zarrachalar o‘lchami < 0,071 mm) ishlatildi. Koagulyantlar sifatida alyuminiy sulfat $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, alyumokaliyli achchiqtosh $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ va temir(III) xlorid $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ qo‘llanildi; dozalar metall (Al yoki Fe) bo‘yicha ifodalandi. Flokulyant sifatida yuqori molekulyar anion va kation poliakrilamidlar (PAA) 0,1 % li ishchi eritma holida qo‘llanildi. Sorbentsiz sharoitda uchala koagulyant loyqalikni 91,8–93,5 % ga kamaytirdi (2-jadval). $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ranglilik va KKS bo‘yicha yuqoriroq samara ko‘rsatdi, bu temir(III) gidroksidining anion bo‘yovchilar va organik moddalarni kuchliroq adsorbsiyalashi bilan bog‘liq [2].

Biroq u eng yuqori dozani (50 mg Fe/l) talab etdi, oqova suvni pH 5,5–7,0 gacha nordonlashtirishni taqozo etadi va tozalangan suvda qoldiq temir hamda rangning ortish xavfini tug‘diradi.

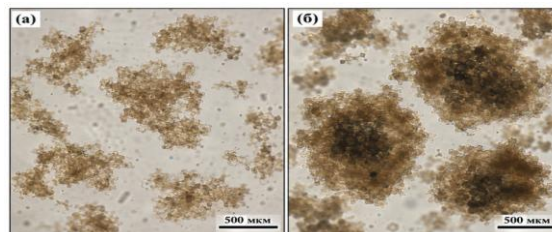
2-jadval

Koagulyantlarning optimal dozalaridagi samaradorligi: sorbentsiz va ShB-SP (1,0 g/l) oldindan kiritilganda (flokulyantsiz)

Koagulyant	Optimal pH	Doza, mg Me/l	Loyqalik, E %	Ranglilik, E %	KKS, E %	ζ, mV	Cho'kma, ml/l
Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O	6,5–7,2	38 / 27	91,8 / 96,9	61,2 / 88,6	44,6 / 66,3	–3,9 / –8,8	165 / 118
KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	6,5–7,5	36 / 26	92,7 / 97,2	63,0 / 89,3	45,9 / 67,1	–3,4 / –8,2	150 / 110
FeCl ₃ ·6H ₂ O	5,5–7,0	50 / 37	93,5 / 97,6	70,2 / 91,0	51,3 / 69,8	–2,4 / –7,6	170 / 126

Ikkala alyuminiy koagulyantining natijalari tajriba xatoligi doirasida yaqin bo'ldi; KAl(SO₄)₂·12H₂O ishtirokida cho'kma hajmining biroz kichikligi kuzatildi. Keng tarqalganligi va narxini hisobga olib, keyingi tajribalarda Al₂(SO₄)₃·18H₂O asosiy koagulyant sifatida tanlandi.

Bosqichma-bosqich tozalashning texnologik rejimi va aniklangan kursatkichlar 5-jadvalda keltirilgan.



2-rasm. I (a) va II (b) sxemalar bo'yicha hosil bo'lgan flokulalarning optik mikroskopdagi tasviri

5-jadval

Oqova suvni bosqichma-bosqich tozalashning texnologik parametrlari

Bosqich	Reagent	Doza	pH	G, s ⁻¹	t, min	Asosiy vazifasi
Sorbsiya	ShB-SP	1,0 g/l	7,0–7,5	200–250	20	metall ionlari va bo'yovchilarni bog'lash
Koagulyatsiya	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O (muqobil: KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O)	27 mg Al/l (26 mg Al/l)	6,5–7,2	300–400	1–2	zaryad neytrallashtirish, geterokoagulyatsiya
Flokulyatsiya	anion PAA	1,5 mg/l	6,5–7,2	30–50	15	polimer ko'priklar hosil qilish
Tindirish	–	–	–	–	30–40	flokulalarni ajratish

Olingan natijalar bosqichma-bosqich tozalashning samaradorligi har bir bosqichda ustunlik qiladigan fizik-kimyoviy mexanizmlar ketma-ketligi bilan belgilanishini ko'rsatadi. Birinchi – sorbsiya bosqichida metall ionlari alyumosilikat matritsada ion almashinish, sapropel gumin moddalarining karboksil guruhlarida esa kompleks hosil qilish orqali bog'lanadi; kation bo'yovchilar asosan mineral fazada yutiladi. Bu vaqtda sorbent sirti koagulyant gidroliz mahsulotlari bilan qoplanmagan, shuning uchun uning faol markazlari to'liq foydalaniladi.

Ikkinchi – koagulyatsiya bosqichida sorbent zarrachalari bir nechta vazifani bajaradi. Birinchidan, ular Al(OH)₃ va Fe(OH)₃ uchun geterogen kristallanish markazlari bo'lib xizmat qiladi va «cho'kma bilan o'rab olish» mexanizmini past dozada ham faollashtiradi; sorbent ishtirokida to'liq zaryad neytrallashtirish optimal natijaga erishilishi shuni tasdiqlaydi. Ikkinchidan, sorbent erigan bo'yovchilar va metall ionlarining bir qismini oldindan bog'lab, koagulyantning ularga sarflanadigan ulushini kamaytiradi

Uchinchi – flokulyatsiya bosqichida anion PAA makromolekulalari mikroflokulalarni «ko'priklar» mexanizmi bo'yicha bog'laydi. Zichligi suvnikidan ancha yuqori bo'lgan bentonit zarrachalari flokulalar ichida «yuklama» vazifasini o'tab, ularning samarali zichligini oshiradi. Natijada II sxemada flokulalar o'lchami 690 mkm gacha ortdi, tindirish vaqti 20 dan 9 min gacha qisqardi, cho'kma hajmi esa 150 dan 112 ml/l gacha (25 % ga) kamaydi.

Xulosa. Sorbentsiz sharoitda FeCl₃·6H₂O ranglilik va KKS bo'yicha yuqoriroq samara bersada, eng katta dozani va pH ni tuzatishni talab etadi; Al₂(SO₄)₃·18H₂O va KAl(SO₄)₂·12H₂O ning samaradorligi o'zaro yaqin. Shofirkon bentoniti va sapropel asosidagi kompozit sorbentning oldindan kiritilishi uchala koagulyant dozasi 26–29 % ga kamaytiradi va ranglilikni ajratish darajasini 20,8–27,4 foiz punktiga oshiradi. Sorbentning geterogen kristallanish markazi va flokulalar «yuklamasi» sifatidagi roli cho'kma hajmini 25 % ga kamaytirish va tindirish vaqtini 2,2 marta qisqartirish imkonini beradi. Optimal anion PAA dozasi 1,5 mg/l ni tashkil etadi.

ADABIYOTLAR

1. Fu F., Wang Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review // Journal of Environmental Management. – 2011. – Vol. 92, № 3. – P. 407–418.
2. Verma A.K., Dash R.R., Bhunia P. A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters // Journal of Environmental Management. – 2012. – Vol. 93, № 1. – P. 154–168.
3. Bratby J. Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment. 3rd ed. London: IWA Publishing, 2016.
4. Teh C.Y., Budiman P.M., Shak K.P.Y., Wu T.Y. Recent advancement of coagulation–flocculation and its application in wastewater treatment // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2016. – Vol. 55, № 16. – P. 4363–4389.

Muhiddinov B.F., Razzaqov H.Q., Amonov M.R., Nazarov S.I. Sanoat oqova suvlarini tozalashda sorbent, koagulyant va flokulyantlarni bosqichma-bosqich qo'llashning fizik-kimyoviy va texnologik asoslari	207
Хамдамова Ч.Х., Бекпулатов Х.О., Абед. Н.С., Камолов Т.О. Закономерности взаимодействия компонентов золы с растворами фтористоводородной кислоты	209

7. Вести из лаборатории

Yuldasheva N.S., Yusupova L.A. Investigation of the physicochemical properties of road bitumen obtained from local bituminous rocks	212
Хайдаров И.Ю., Негматов С.С., Юлдашев Д.Я. Роль и свойства компонентов в составе фрикционной композиции	216
Гулямов С.М., Уринбоев У.Б., Тураходжаев Н.Дж., Турахужаева А.Н., Носирхужаев И.А. Влияние количества газовых горелок на теплообменный процесс при плавке алюминия	217
Юлдашев Н.Б., Негматов С.С., Раупова Д.Н., Негматова К.С., Мусабеков Д.Х. Исследование жидкой пробы масляных эмульсий методом спектрометрии	218
Салимова С.А., Негматов С.С., Толипов Н.Х., Панжиев О.Х., Солиев Р.Х., Муллажанов Т.Т., Аликабулов Ш. Разработка составов композиционных облегченных тампонажных смесей на основе местного сырья и микрокремнезема и исследование их реологических свойств	219
Негматова К.С., Раупова Д.Н., Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Мусабеков Д.Х. Микроскопическое исследование действия композиционного деэмульгатора при разрушении масляных эмульсий	220
Файзиев М.М., Каршиев М. Марказдан кочма куч ёрдамида цилиндр шаклдаги филтрларни олишда контейнер тезлигини аниқлаш	222
Jo'rayev M.M., Bekchanov D.J., Muxamediyev Muxtarjan G. Mahalliy xomashyo - polivinilxlorid asosida yangi sulfokationitning ayrim fizik-kimyoviy xossalari	224
Юлдашев Н.Б., Негматов С.С., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Мусабеков Д.Х. Исследование влияния композиционного деэмульгатора на поверхностное натяжение на границе масло–вода	226
Халимжанов Т.С. Исследование влияния модификации органоминеральными наполнителями и ультразвуковой обработкой на антифрикционно-износостойкие свойства КППМ	227
Пирвалиев Д.А., Тураходжаев Н.Дж., Уринбоев У.Б., Гулямов С.М., Носирхужаев И.А. Влияние процесса плавки на качество получаемых отливок	228
Салимова С.А., Негматов С.С., Толипов Н.Х., Панжиев О.Х., Солиев Р.Х., Муллажанов Т.Т., Аликабулов Ш. Исследование возможности модификации тонкодисперсных исходных органоминеральных добавок содержащих цемент, микрокремнезем, водорастворимый полимерный порошок и водорастворимые полимеры	229
Халимжанов Т.С., Турсунбаев И.К. Исследования влияния технологических факторов на триботехнические свойства композиционных полимерных материалов	230
Негматов С.С., Юлдашев Н.Б., Мусабеков Д.Х., Негматова К.С., Раупова Д.Н. Исследование взаимодействия коллоидных систем с электролитами	231
Кучкарова М.Х. Коррозионной способности разработанных композиционных СОЖ на металлических пластинках	233
Хайдаров И.Ю., Негматов С.С., Юлдашев Д.Я. Перспективы создания композиционных материалов фрикционного назначения с использованием минеральных наполнителей с специфическими свойствами	234