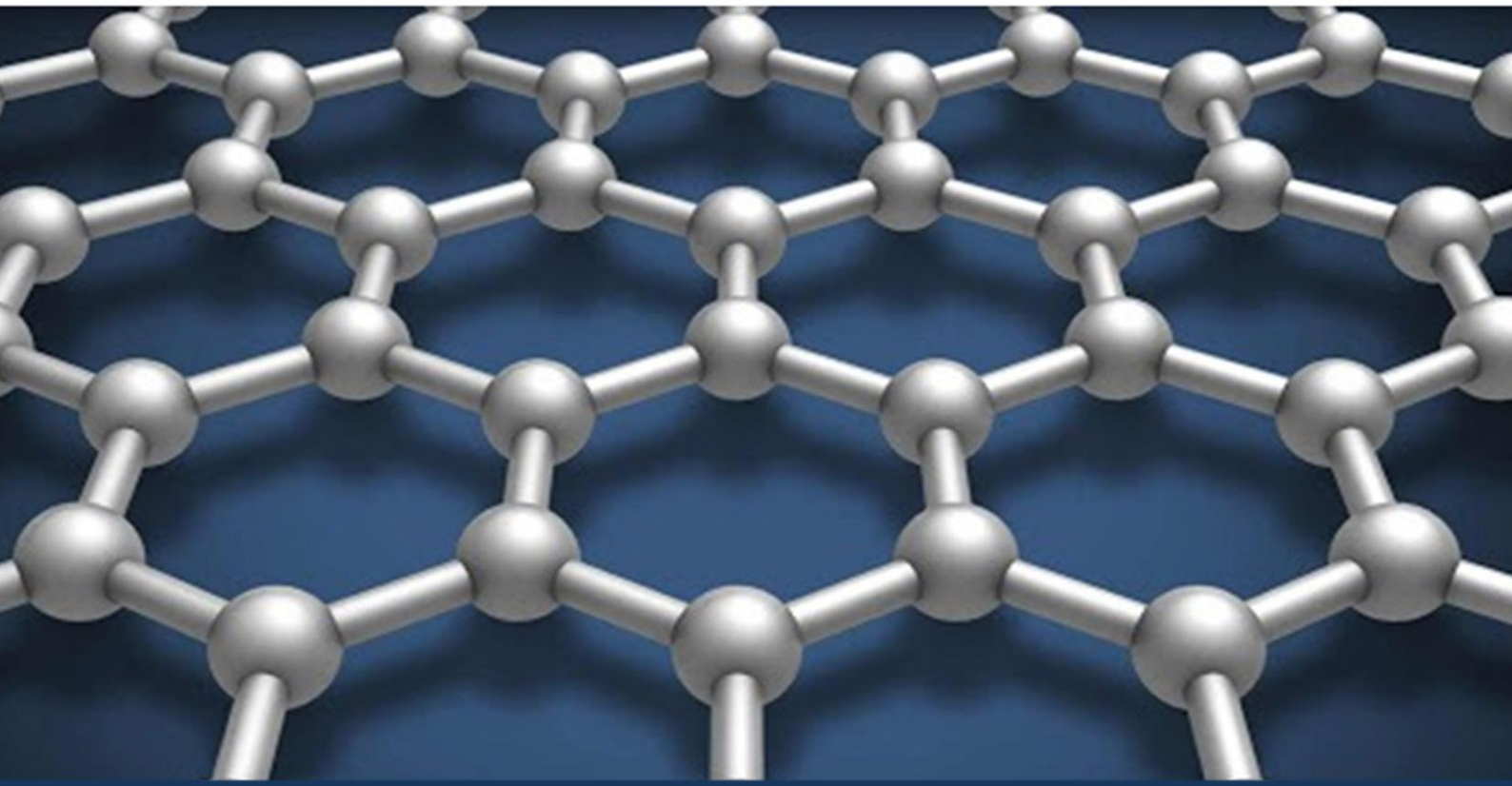
ISSN 2091-5527
№ 3/2026

O‘zbekiston

Kompozitsion Materiallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

Государственное учреждение «Фан ва тараккиёт»
при Ташкентском государственном техническом университете
имени Ислама Каримова

O‘zbekiston

KOMPOZITSION MATERIALLAR

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali

№3/2026

Узбекский Научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

Ташкент - 2026

АДАБИЁТЛАР

1. Кубанова А.Н., Гвоздев А.Е. История развития порошковой металлургии и ее применение в современных условиях // Чебышевский сборник, 2021. Т. 22. Вып. 2. С. 437-448.
2. Пористые порошковые материалы с анизотропной структурой для фильтрации жидкостей и газов / Л. П. Пилиневич [и др.]; под ред. П. А. Витязя. – Минск: Топик, 2005. – С. 215-224.
3. Пелевин Ф.В. Технология изготовления пористых материалов // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса, 2007. № 3. С. 46-51.
4. Юнусалиева К.И. Разработка технологии получения многослойных пористых проницаемых материалов под воздействием вибрации для очистки газа и жидкости: Дисс. ... PhD. – Ташкент, 2026. – С. 135.

UO'K: 541.64.678.745.547.235

MAHALLIY XOMASHYO - POLIVINILXLORID ASOSIDA YANGI SULFOKATIONITNING AYRIM FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI

Jo'rayev Murod Maxmarajab o'g'li[1], **Bekchanov Davron Jumazarovich**[2], **Muxamediyev Muxtarjan Ganiyevich**[2]

[1]*Chirchiq davlat pedagogika universiteti*
[2]*Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti*

Annotatsiya. Polivinilxlorid (PVX) matritsasini nukleofil o'rin olish va oksidlash orqali tarkibida $-SO_3H$ guruhlari saqlagan yangi sulfokationit sintez qilindi. Namunalarning element tarkibi ED-XRF spektometriyasi yordamida tekshirilganda, xlor miqdori 99.8% dan 2.19% gacha kamayib, oltingugurt ulushi 97.2% gacha ortganligi (yuqori konversiya) aniqlandi. Sorbentning statik almashinuv sig'imi (SAS) 3.2 mg-ekv/g ni tashkil etdi, kalsiy ionlari bilan muvozanatdan so'ng Ca ulushi 25.85% gacha ortib, yuqori ion almashinuvchanlikni ko'rsatdi. Material suvni yumshatish va oqova suvlarni og'ir metallardan tozalash uchun tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: PVX, sulfokationit, modifikatsiyalash, XRF analizi, ion almashinuvi.

Kirish. Sanoat oqova suvlarining og'ir va zaharli metall ionlari bilan ifloslanishi hamda texnik suvlar qattiqligini oshiruvchi Ca^{2+}, Mg^{2+} ionlarining mavjudligi dolzarb ekologik muammolardan biridir. Bunday ionlardan tozalashda ion almashinuvchi polimer materiallar - kationitlar keng qo'llaniladi [1]. Import o'rnini bosuvchi, mahalliy va arzon xomashyo negizida yangi kationitlar yaratish iqtisodiy va ekologik jihatdan katta ahamiyatga ega. Shu nuqtai nazardan, sanoatda keng tarqalgan va nisbatan arzon polimer bo'lgan polivinilxlorid (PVX) mahalliy xomashyo sifatida ko'rib chiqilib, uning asosida yangi kationit olish va uning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish ushbu tadqiqotning markazida turadi [2].

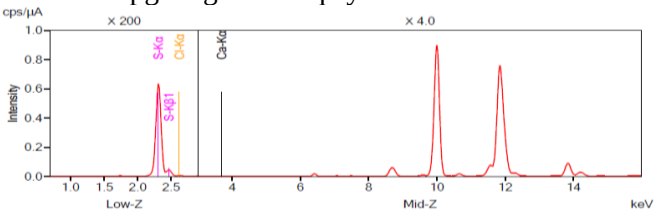
PVX tarkibidagi xlor atomlarini oltingugurt saqlovchi guruhlarga almashtirish [3] va keyinchalik ularni sulfoguruhlargacha ($-SO_3H$) oksidlash orqali yuqori almashinuv sig'imiga ega yangi kationit olish mumkin. Bunday modifikatsiyalash jarayonining har bir bosqichini miqdoriy nazorat qilishda rentgenoflyuoressent spektroskopiya (XRF) muhim instrumental usul hisoblanadi [4]. Ushbu ishning yangiligi - mahalliy xomashyo (PVX) asosida olingan yangi kationitning sintez bosqichlari elementar tarkib evolyutsiyasi orqali izchil kuzatilib, natijalar uning fizik-kimyoviy va sorbsion xossalari bilan bevosita bog'langanidadir.

Materiallar va usullar. Mahalliy xomashyo - PVX polimeri oltingugurt saqlovchi birikmalar bilan modifikatsiyalandi va yakuniy bosqichda hosil bo'lgan mahsulot oksidlanib, tarkibida sulfo ($-SO_3H$) guruhlari tutgan yangi kationit olindi. Jarayonning borishi va namunalarning tabiati rentgenoflyuoressent analizatorida (Rigaku NEX DE, Yaponiya) tahlil qilindi. Sintezning bosqichlariga mos namunalar: PVX (boshlang'ich polimer), PVX–S (sulfidlangan oraliq mahsulot), PVX–SO_3 (oksidlangan sulfoguruhli mahsulot) va PVX–SO_3Ca (kalsiy bilan sorbsiyalangan yakuniy mahsulot) alohida tahlil qilindi. Namunalarning element tarkibi Rigaku NEX DE ED-XRF spektrometrida (60 kV/12 Vt rentgen trubkasi va yarimo'tkazgichli SDD detektori bilan jihozlangan) geliy atmosferasida, standartlashtirilmagan asosiy parametrlar usuli (FP method) yordamida miqdoriy jihatdan aniqlandi. Qurilma QuantEZ dasturiy ta'minoti orqali boshqarildi. Tahlil davomida dastlab aniqlanishi mumkin bo'lgan barcha elementlar skanerlandi, so'ngra yuqori atom massasiga ega elementlarning miqdori chuqurlashtirilgan tartibda qayta o'rganildi. Olingan kationitning vodorod shaklidagi (H^+) funksional guruhlari faolligini baholash uchun statik almashinuv sig'imi (SAS) titrimetrik usulda aniqlandi: ~0.1 g namuna 100 ml 0.1 M NaOH eritmasi bilan 24 soat davomida xona haroratida kontaktga keltirildi, so'ng filtratdan olingan 25 ml alikvota 0.1 M HCl bilan (fenolftalein indikatori ostida) titrlandi (3 marta parallel). SAS quyidagi formula bilan hisoblandi:

$$SAS = \frac{(C_0 - C_M)V}{m(100 - W)} \quad mg - \frac{ekv}{g}$$

bu yerda: V – ishchi eritma hajmi (ml), C_0, C_M – dastlabki va sorbsiyadan keyingi eritma konsentratsiyasi, mg-ekv/L, V- eritma hajmi, L, m – ionit massasi (g), W – namlikning massa ulushi (%)

Natijalar va muhokama. Sintez va modifikatsiyalash bosqichlarida namunalarning element tarkibi o‘zgarishi (S, Cl va Ca miqdorlari, massaviy ulushda, %) tizimli ravishda nazorat qilindi hamda rentgenoflyuorestsentsiya (ED-XRF) tahlili orqali baholandi. Spektrning Low-Z (past energiyali) sohasida oltingugurt (S-Kα) va xlor (Cl-Kα) piklarining yuqori intensivligi polimer matritsasida funksional guruhlarning shakllanganligini ko‘rsatadi. Mid-Z sohasidagi Ca-Kα piki esa Ca^{2+} ionlarining sorbsiyalanganligini tasdiqlaydi. Tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan. Boshlang‘ich bosqichda (PVX namunasi) polimer tarkibida xlor (Cl) miqdori maksimal (99.8 %) bo‘lib, oltingugurt deyarli aniqlanmadi (0.171 %). Cl-Kα piki juda yuqori intensivlikka (2048.91 cps/μA) ega bo‘lib, PVX matritsasining yuqori darajada tozaligini va uning –CH_2–CHCl– takrorlanuvchi bo‘g‘inlardan tashkil topganligini tasdiqlaydi.



1-rasm. Sulfolangan polivinilxlorid (PVX–SO_3Ca) ED-XRF spektri

Oraliq mahsulot oksidlovchi muhitda qayta ishlangach, oltingugurt ulushi 81.3 % gacha ortib, xlor miqdori 18.7 % ga kamaydi. S-Kα intensivligining yuqori qiymati (1439.89 cps/μA) sulfo (–SO_3H) funksional guruhlarining samarali shakllanganligini ko‘rsatadi. Xlor miqdoridagi o‘zgarishlar polimer zanjirlarining qisman qayta guruhlanishi va substitutsiya jarayonlari bilan izohlanadi**.**

1-jadval.

PVX matritsasining elementar profili va XRF pik intensivligi

Namuna nomi	S (mass. %)	Cl (mass. %)	Ca (mass. %)	Intensivlik, cps/μA (S-Kα,Cl-Kα,)
PVX	0.171	99.8	ND*	4.18 / 2048.91
PVX–S	97.2	2.19	0.598	795.66 / 11.71
PVX–SO_3	81.3	18.7	0.0799	1439.89 / 219.19
PVX–SO_3Ca	72.9	1.22	25.85	836.22 / 7.07

**ND: Aniqlanmagan (Not Detected)*

Sulfokationit kalsiyli eritma bilan ishlov berilgach, Ca miqdori 25.85 % gacha ortib, Cl 1.22 % gacha kamaydi, S esa 72.9 % ni tashkil etdi. Ushbu natijalar materialning yuqori ion almashinuvchanlik xossasiga ega ekanligini yaqqol ko‘rsatadi. Materialning funksional faolligi statik almashinuv sig‘imi (SAS = 3.2 mg-ekv/g) orqali tasdiqlandi. XRF tahlillari PVX–SO_3Ca namunada Ca miqdorining sezilarli ortishi va Cl intensivligining keskin kamayishi orqali ion almashinish mexanizmining samaradorligini bevosita isbotlaydi.

Ion almashinish jarayoni quyidagi sxema bo‘yicha kechadi: PVX-SO_3H+Ca^{2+}⇌PVX-SO_3Ca+H^+.Yuqori SAS qiymati ushbu materialning mavjud polimer sorbentlar bilan raqobatbardosh ekanligini ko‘rsatadi. Sulfoguruhlar Pb^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}, Zn^{2+}, Ni^{2+} kabi og‘ir metall kationlariga nisbatan yuqori kimyoviy moyillik namoyon etadi va ularni barqaror komplekslar shaklida bog‘laydi. Shu bois, olingan sulfokationit sanoat oqova suvlarini polimetall ifloslantiruvchilardan chuqur tozalash jarayonlarida qo‘llash uchun istiqbolli, yuqori selektivlikka ega funksional material sifatida tavsiya etiladi.

Xulosa. Polivinilxlorid (PVX) polimeri oltingugurt saqlovchi agentlar bilan nukleofil almashinish reaksiyasi orqali modifikatsiyalanib, keyingi oksidlash bosqichida tarkibida faol −SO_3H guruhlari tutgan yuqori sig‘imli organo-noorganik sulfokationit muvaffaqiyatli sintez qilindi. Rentgenoflyuorestsentsiya (XRF) spektroskopiyasi yordamida element tarkibining bosqichma-bosqich o‘zgarishi tasdiqlandi: boshlang‘ich polimerdagi xlor miqdori (99.8%) keskin kamayib, oltingugurt ulushi 97.2% gacha ortdi, bu esa maqsadli modifikatsiyani ko‘rsatadi.Titrimetrik tahlil natijasida sulfokationitning statik almashinuv sig‘imi 3.2 mg-ekv/g ga teng bo‘lib, yuqori funksional faollikni namoyon etdi. XRF tahliliga ko‘ra, Ca^{2+} ionlari bilan muvozanatdan so‘ng polimer tarkibida kalsiy ulushi 25.85% gacha ortdi, bu uning yuqori ion almashinish xossasini tasdiqlaydi. Olingan kationit suv qattiqligini hosil qiluvchi ionlar bilan birga Pb^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+} kabi og‘ir metall kationlarini ham samarali sorbsiyalash qobiliyatiga ega.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Kundu, S., & Gupta, A. K. (2020). Arsenic and heavy metal removal from water using functionalized synthetic polymers: A review. Journal of Hazardous Materials, 394, 122530.

2. Bekchanov, D. J., Mukhamediev, M. G., & Ergozhin, E. E. (2021). Synthesis and characterization of ion-exchange materials based on polyvinyl chloride and its derivatives. Polymer Science, Series B, 63(4), 415–425.

3. Shakirtov A.M., Chesnokova A.N., Shaglaeva N.S. Chemical modification of polyvinyl chloride // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Khimiya i Khimicheskaya Tekhnologiya. -2026. -T.69.-№1.S 6-13.

4. Rousseau, R., & Biver, T. (2022). Application of X-ray fluorescence (XRF) spectroscopy in the elemental analysis of modified polymeric matrices using Fundamental Parameters. Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 189, 106362.

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., Юлдашов 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 фильтрларни 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 КПМ ……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., Юлдашов Д.Я. Перспективы создания композиционных материалов фрикционного назначения с использованием минеральных наполнителей с специфическими свойствами…….. 234