

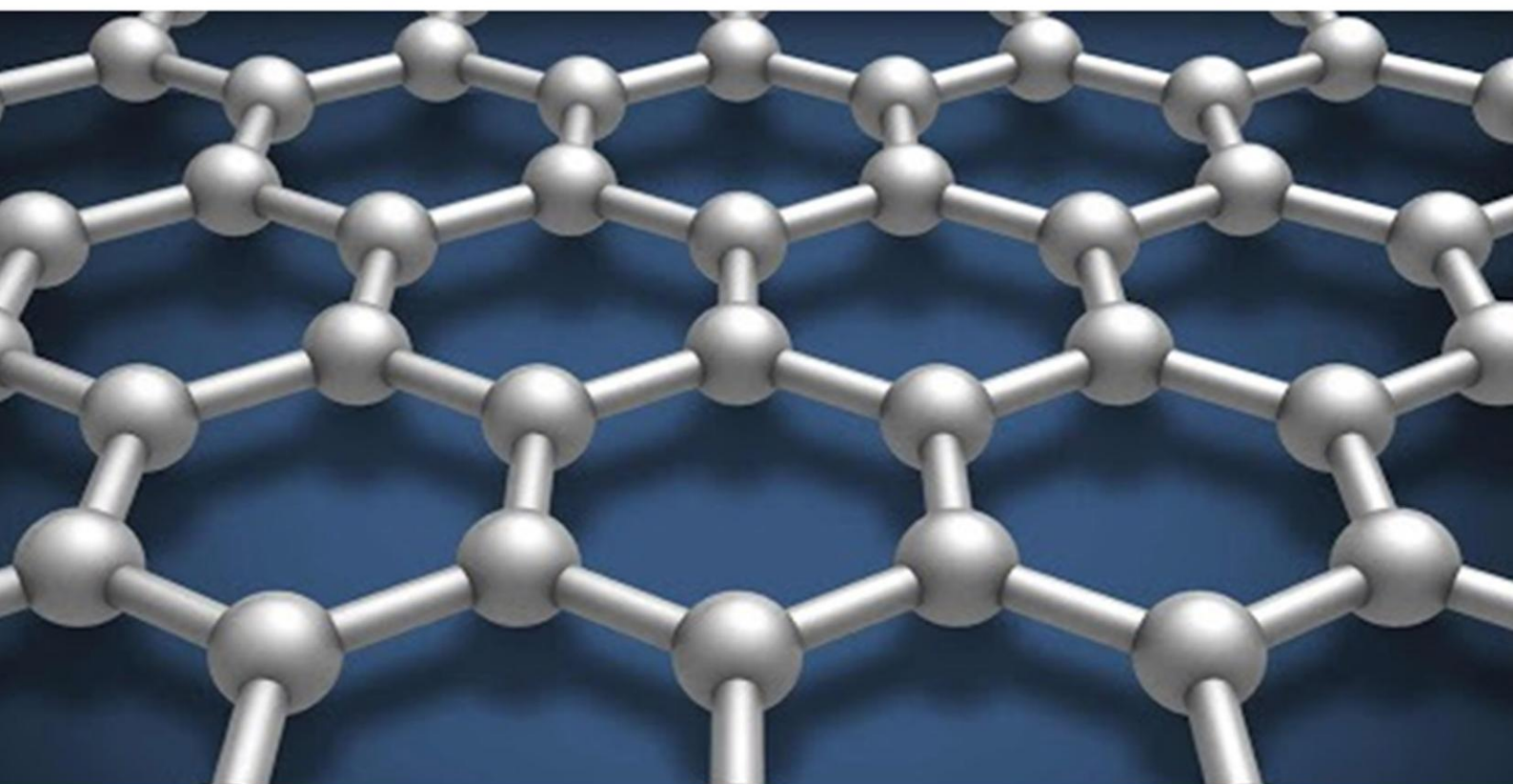
ISSN 2091-5527

№ 3/2026

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

UDK 541.64:678.745.547.235

**POLIAKRILONITRIL ASOSIDA TARKIBIDA SULFO GURUH
TUTGAN ION ALMASHINUVCHI MATERIALLAR SINTEZI****Orzikulov Bunyod Toshmirzayevich, Xaydarova Saodat Rajabboy qizi***Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada poliakrilonitril asosida samarali tarkibida sulfo guruh tutgan ion almashinuvchi materiallar sintezi, shuningdek, tsellyuloza va kraxmal asosidagi gidrogel yashil adsorbentlaridan foydalanib, farmatsevtika, neft-gaz, to'qimachilik, kimyo va qishloq xo'jaligi sanoatining oqava suvlarini zaharli organik birikmalardan yuqori samarali tozalash imkoniyati isbotlab berilgan.

Kalit so'zlar. Poliakrilonitril, sulfo guruh, ion almashinuvchi materiallar, sintez, fizik-kimyoviy xususiyatlar.

Kirish. Sanoat rivojlanayotgan davlatlarda katta sanoat hududlari xrom, qo'rg'oshin, kadmiy, simob, ruh, nikel, kobalt kabi yer usti va yer osti suvlarida saqlanuvchi og'ir metal ionlarining yuqori darajadagi zararlanishiga olib kelmoqda. Vaholanki, ushbu metal ionlarining ayrimlari oz miqdorda bo'lsa ham inson organizmi uchun zararli hisoblanadi. Atrof muhitda ularning katta miqdorda to'planishi esa inson salomatligi uchun havfli bo'lgan muammolarni keltirib chiqaradi. Ushbu muammolarni hal etish maqsadida sanoatida yangi samarali natija beruvchi ion almashinadigan materiallarni olish va ularni turli xil metal ionlari sorbsiyasi uchun sorbentlar sifatida foydalanishni muvaffaqiyatli hal etish katta ahamiyatga ega bo'lgan masallardan biri bo'lib hisoblanadi [1, 2]. Ion almashinuvchi materiallarni bir qancha sohalarida shuningdek, sanoat chiqindi suvlarini tozalash uchun ham keng ko'lamda ishlatiladi. Ushbu va shunga o'xshash muammolarni xal qilishda tolasimon ionitlardan foydalanishni donador ionitlarga nisbatan bir qator texnik va iqtisodiy afzalliklari bilan tushuntirish mumkin [3, 4].

Bugungi kunda rivojlanib kelayotgan davlatlarda sanoatning jadal rivojlanishi korxona joylashgan xududlarning yon atrofida, suvlarda, shuningdek tuprog'ida juda ko'plab og'ir metallar va ularning birikmalari tarqalayotgani ekologiya uchun jiddiy xavf keltirmoqda. Masalan kadmiy, qo'rg'oshin, rux, nikel, mis, simob va xrom kabi metall ionlari yoki birikmalari shular jumlasidan bo'lib, xavfli ifloslantiruvchi moddalar sifatida tan olingan. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, Mn (II), Ni (II) va Cu (II) kabi og'ir metallarni ajratib olish uchun o'zgartirilgan aluminining potentsiali statsionar ustunlida tajribalar olib borilgan. Nazariy va eksperimental tajribalar barcha og'ir metallar uchun taqqoslangan. [5]

Olimlar tomonidan ushbu tadqiqot ishida Cr(VI) ning suvli eritmasidan ion almashinuvchi smolalar (Amberlite IRA96 va Dowex 1×8) yordamida tozalash bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan. Smolalarning samaradorligini baholash uchun vaqt, adsorbent dozasi, pH va haroratga

bog'liqligi tajribalar yordamida tekshirilgan. Cr(VI) ning adsorbtsiyasi uchun ushbu smolalarda optimal sharoit pH 3 ekanligi isbotlangan. Ushbu sharoitda Cr(VI) ni suvli eritmalardan tozalash ko'rsatkichi 93% dan yuqori ekanligi isbotlangan.[6]

Olimlar tomonida tadqiqotga maqsad etib glisidil metakrilat va metil metakrilatning kompleks hosil qiluvchi agent oksietilidendifosfon kislotasi bilan kopolimerlariga asoslangan yangi ion almashinuvchi qatronlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini sintez qilish va tavsiflash belgilab olingan. Glisidil metakrilat va metil metakrilatning oksietilen difosfon kislotasi bilan qo'shaloq kopolimeriga asoslangan ion almashinuvchilarni olishning optimal sharoitlari (harorat, vaqt va moddalar konsentratsiyasi) aniqlangan. Ion almashinuvchilarning unumdorligi 78–80% ni tashkil qilgan. Olingan ion almashinuvchilarning tarkibi elementar tahlil o'tqazilgan va tuzilishi infraqizil spektroskopiya yordamida aniqlangan. 0,1 M NaOH eritmasi uchun statik almashinuv sig'imi 5,92 mg-ekv/g ni tashkil qilagan. Olingan ion almashinuvchi kislotalar, ishqorlar va oksidlovchi moddalarga barqarorligi o'rganilgan. Olingan ion almashinuvchi sanoat chiqindi suvlarini turli metall ionlaridan tozalash uchun sorbsion material sifatida ishlatilish tavsiya etilgan. [7]

Polivinilxloridni azot tutgan asoslar bilan modifikatsiyalash va natijada hosil bo'lgan anion almashinuvchilarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan, ushbu tadqiqotlar ion almashinuvchi materiallarni ishlab chiqarishning yangi, qulay, bir bosqichli usulini ishlab chiqish imkonini berishi, sanoatda ishlab chiqarilgan, yuqori tonnajli polimerdan foydalanish mumkinligini isbot qilingan.

Granulalangan polivinilxloridni ammiak bilan modifikatsiyalash uchun optimal reaksiya sharoitlarini aniqlash, yangi anion almashinuvchilarni ishlab chiqarish va olingan anion almashinuv materiallarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish ushbu ishning asosiy vazifasi xisoblangan.

Polivinilxlorid birinchi marta turli sharoitlarda suvli ammiak eritmasi bilan modifikatsiya qilindi va HCl uchun yuqori statik almashinuv qobiliyatiga ega donador anion almashinuv materialini olingan. Sorbentning kuchli oksidlovchi moddalarga chidamliligi uning xrom (VI) ionlari uchun sorbsiya qobiliyatida aks ettirilgan.

Polivinilxloridni ammiak bilan modifikatsiyalash orqali anion almashinuv granulari sorbentlarini olish uchun optimal sharoitlar aniqlangan. Polivinilxloridni ammiak bilan modifikatsiyalash reaksiyasining kinetikasi geterofaza jarayonlari uchun kuzatilgan qonuniyatlar bilan tavsiflanganligi va ammiak konsentratsiyasida kasr tartibiga ega ekanligi isbotlangan. [8]

Tadqiqot ishida nitronning gidroksilamin, gidrazin, geksametilendiamin va etilendiamin bilan o'zaro ta'sirlashish xususiyatlari o'rganilgan. Olingan anion almashtiruvchi materiallar va polikompleksonlar oqava suvlardan xrom (VI) va mis (II) ionlarini olish uchun tavsiya etilgan. ArsenazoIII tutgan polimer reagent og'ir metal ionlarini tahlil qilish uchun, tarkibida yod bo'lgan anion almashtiruvchi materiallar esa, qandli diabet bilan murakkablashgan yumshoq to'qimalarning yiringlinekrotik kasalliklarini davolash uchun tavsiya etilgan. [9-10]

Metodologiya. "Nitron" tolasi mahalliy mahsulot bo'lib uning tarkibi, akrilonitril (92,5%), metilakrilat (6,0%) va itakon kislota (1,3%)si sopolimeri hisoblanadi. Modifikatsiya jarayonlarini amalga oshirishdan avval tola turli sanoat aralashmalaridan tozalandi, suv va inert erituvchilar bilan yuvildi. Tolaning solishtirma pishiqligi 375-400MPa, MM-56000.

Gidroksilaminning sulfatli tuzi – $(\text{NH}_2\text{OH})_2\text{H}_2\text{SO}_4$; $M=164,14$; $\rho=1,216 \text{ g/sm}^3$; $T_{\text{suyuql.}}=443 \text{ K}$.

Natriy gidroksid – NaOH; $M= 39, 997 \text{ g/mol}$; $T_{\text{suyuql.}}=596 \text{ K}$; $T_{\text{qay.}}=1676 \text{ K}$.

Sulfoanilin – Molekulyar formulalar: $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$; $M= 173.19000$; $\rho = 1.485$; $T_{\text{qay.}} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{\text{suyuql.}} = 288 \text{ }^\circ\text{C}$; Suvda eruvchanligi: 0,1 g/100 ml (20 $^\circ\text{C}$))

Modifikatsiyalash reaksiyasini amalga oshirishdan oldin poliakrilonitril tolasining sian guruhlarini gidroksilamin bilan faollashtirib olindi. Buning uchun sig'imi 250 ml li tubi tubi dumaloq kolbaga 6 g gidroksilaminning sulfatli tuzi, 5 g NaOH, 5 g PAN-tolasi joylashtirildi, kolbani termostatga joylashlab 373K haroratda, 10-15 daqiqa qizdirildi. Keyin tolani distillangan suvda neytral muhitgacha yuvib, havoda doimiy massagacha quritildi. So'ngra 200 ml hajmli tubi dumaloq kolbaga 50 ml 30, 40, 50% li SA va 2 g dan gidroksilamin bilan faollashtirilgan PAN tolasi solindi. Kolba termostatga o'rnatildi va reaksiya

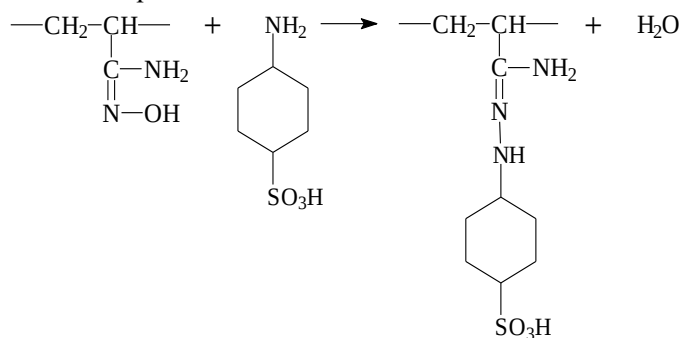
davomiyligi 1, 3, 4, 5, 7, 9 soat, harorat 353, 363, 373K larda modifikatsiya reaksiyasi olib borildi.

Modifikatsiyalangan tola (PSA-1) distillangan suv bilan neytral muhitgacha yuvildi, xavoda doimiy vaznga kelguncha quritildi va 0,1 N NaOH yordamida SAS aniqlandi.

Olingan natijalar va ularning tahlili. Sulfoguruh tutgan polimer materiallar boshqa kation almashinuvchi materiallarga nisbatan yuqori sorbsion xossaga ega bo'lib, ular yuqori sorbsiya qobiliyati va bir qator og'ir va rangli metallarga nisbatan selektivligi bilan ajralib turadi. Odatda, bunday ionitlar har xil oltingugurtli moddalar bilan azotli anion almashinuvchilarni modifikatsiya qilish yo'li bilan olinadi. Ushbu tadqiqot ishida birlamchi aminoguruhlar mavjud bo'lgan va keyinchalik modifikatsiya qilish uchun ishlatiladigan polimer sifatida anion almashinuvchi sorbent SMA-2 (poliakrilonitrilni gidroksilamin bilan modifikatsiya qilish natijasida olingan polimer) materialidan foydalanildi.

Avvaldan ma'lum bo'lgan metodikadan foydalangan xolda poliakrilonitril tolasi (PAN)ni gidroksilamin bilan modifikatsiyalash jarayoni quyida ko'rsatilgan sxema bo'yicha amalga oshirildi, bundan maqsad nitril guruxlarini amidoksim ($\text{C}(=\text{NOH})\text{NH}_2$) va amin guruhlariga aylantirishdan iborat hisoblanadi. Amidoksim guruhlarining hosil bo'lishi klassik usul bo'lib: $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N} + \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow \text{R}-\text{C}(=\text{NOH})-\text{NH}_2$) modifikatsiya jarayonini amalga oshirishning daslabki bosqichi xisoblanadi. Shuningdek, qisman gidroliz yoki boshqa jarayonlar natijasida amin guruhlar ham paydo bo'lishi mumkin.

Keyingi bosqichda PAN va GAning reaksiyasidan hosil bo'lgan mahsulotga sulfoanilin bilan ishlov berildi va tarkibida sulfo guruh tutgan (PSA-1) kationit tabiatli sorbent sintez qilindi. Adabiyotlardan ma'lumki, birinchi bosqichda hosil bo'lgan polimer o'zida gidroksil guruh saqlagan bo'lib modifikatsiya jarayonida sulfoanilinda mavjud bolgan aminoguruxdagi vodorod ioni bilan almashinishi xisobiga aynan shunday modifikatsiyalash jarayoni ketishi mumkin deb hulosa qilindi:



Hosil bo'lgan polimer tarkibidagi yangi funksional guruhlarni aniqlash alohida sharoitlarni talab etadi va u bir qator qiyinchiliklar tug'diradi,

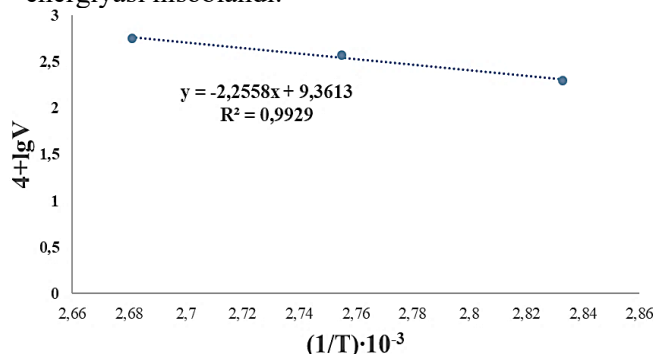
shuning uchun yangi xosil bo'lgan sulfo guruhni tutgan ionalmashinuvchi materiallarning almashinish darajasini tavsiflash uchun statik almashuv sig'imini (SAS) aniqlash usulidan foydalanildi. Polimerlarni kimyoviy o'zgartirish jarayonida aylanish darajasi sifatida sintez qilingan sorbentlarning statik almashuv sig'imi (SAS) qiymati HCl va NaOH ning 0,1N eritmalari yordamida aniqlangan.

Modifikatsiyalangan tolani SASga reaksiya borish vaqtining davomiyligi, harorat va sulfoanilin eritmasi konsentratsiyasi ta'sirini o'rganildi.

Sulfoanilin eritmasi konsentratsiyasi 50% gacha ortganda sorbentning SASi ham ortib bordi, keyinchalik esa o'zgarmay qoldi.

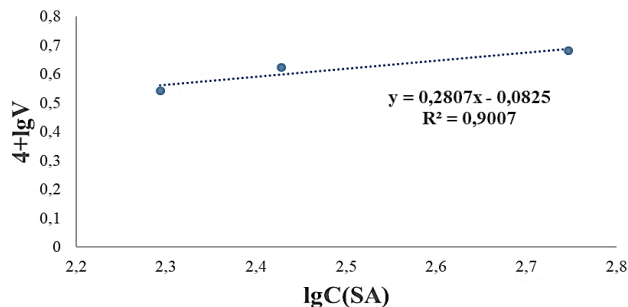
Xulosa shuki, reaksiya davomiyligi va reagentlarning konsentratsiyasi ortishi bilan SAS ortadi. Ushbu bosqich uchun kinetik parametrlar xam aniqlandi.

PANni sulfoanilin bilan modifikatsiyalash jarayonida olingan kinetik ma'lumotlardan foydalanib ushbu reaksiya uchun faollanish energiyasi hisoblandi.



1- rasm. lgV ni 1/T ga bog'liqligi. [SA]=50%, $\tau=7$ soat.

Poliakrilonitril tolasini sulfoanilin bilan modifikatsiyalanish reaksiyasi geterogen jarayon bo'lib, bunday jarayonlarda reaksiya tezligi faqat suyuq yoki gazsimon fazadagi modda konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun PANni sulfoanilin bilan kimyoviy modifikatsiyalash kinetikasidan olingan natijalar asosida sulfoanilin konsentratsiyasi bo'yicha reaksiya tartibi hisoblandi.



2-rasm. lgV ni lgC ga bog'liqligi. [SA]=50%, $\tau=7$ soat.

Sulfoanilin bo'yicha reaksiya tartibini yuqorida keltirilgan chizmadan to'g'ri chiziqning qiyalik burchak tangensidan topiladi va uning qiymati 0,9 tashkil qildi. Shunday qilib, PANni sulfoanilin bilan modifikatsiyalash kinetikasini tadqiq etish natijasida qulay reaksiya sharoit aniqlandi va NaOH bo'yicha 4,8 mg-ekv/g SASga teng bo'lgan kation almashtiruvchi guruhlar tutgan ionit sintez qilindi. Bu natijaga sulfoanilin konsentratsiyasi 50%, harorat 373K, reaksiya davomiylik vaqti 7 soat bo'lgan sharoitlarda erishildi. Sintez qilingan ionitni erituvchilarida, xususan organik erituvchilarida, kuchli kislotaga asoslarda erimasligi kuzatildi, bu esa polimer modifikatsiyalanish natijasida tikilgan xolatga o'tganligidan dalolat beradi.

Tahlil natijalaridan aytish mumkinki, PSA-1 ning spektrida yangi 932, va 1643 cm^{-1} da intensiv yutilish chiziqlar mavjud bo'lib, bu bo'lsa $\text{S(O)}^2(\text{OH})$ guruhlari borligiga yorqin dalildir. 1447 cm^{-1} dagi yutilish chizig'ini =N-N bog'larning deformatsion tebranishlariga tegishli, 2800-2850 cm^{-1} lardagi yutilishlarni bo'lsa aminometilenfosfonat-guruhlari borligiga va svitter-ion ko'rinishida ekanligining isbotidir.

Xulosa qilib aytganda, sintez qilingan kationit tabiiy resurslarni muhofaza qilish, suv sifatini oshirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Ayniqsa, suvni yumshatish, og'ir metall ionlarini adsorbsiyalash jarayonlarida yuqori samaradorlikka ega bo'lib, energetika, oziq-ovqat, farmatsevtika va kimyo sanoatlarida texnologik jarayonlarni barqarorlashtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Y.A.Kokotov. «Ioniti i ionniy obmen». XimiY.1980.
2. Radionov B.K., Rubinshteyn A.P. «Vliyaniye strukturi matritsi polistirolofonovix kationitov na sorbsionniye svoystva po otnosheniyu k raznoyadnim kationam metallov». J. prikl.ximiya ., 1989.,62 №7.,s 1546-1551.
3. MatsudaMasaaki, KamodaMasaru. «Polucheniye i kompleksobrazuyushiy svoystva poliaminirovannogo polivinilxlorida». J. Chem. Soc. Fap. Chemandnd Chem.,1990., №12., s. 1387-1394.
4. Cortina G.D, Miralles N., Sastre A.«Impregniruvaniye polimeri soderjashiye sianeke-272» React.Polym, 1991.,18 №1, s. 67-75.
5. M.U. Khobragade and A. Pal, "Fixed-bed column study on removal of Mn(II), Ni(II) and Cu(II) from aqueous solution by surfactant bilayer supported alumina." *Separation Science and Technology (Philadelphia)*, 2016.vol. 51, no. 8, pp. 1287–1298.
6. Serpil Edebali, Erol Pehlivan. "Evaluation of Amberlite IRA96 and Dowex 1×8 ion-exchange resins for the removal of Cr(VI) from aqueous solution"., Chemical Engineering Journal. //Volume 161, Issues 1–2, 1 July 2010, Pages 161-166.
7. Sadikov K.A., Bektenov N.A., Ibraymjanova L.K. "Polucheniye novix polifunksionalnix ionnobmennix sorbentov". // Chemical Journal of Kazakhstan., Volume 2, Number 78(2022), 70-79, <https://doi.org/10.51580/2022-2/2710-1185.66>.
8. N. M. Rustamova, D.A. Gafurova, M. G. Muxamediyev. "Sintez i svoystva novix anionitov na osnove polivinilxlorida" // Uzbekskiy ximicheskij jurnal. -2019. -№1. -S.10-18.
9. Shaxidova D.N., Orzikulov B.T., Maxkamov B.G., Gafurova D.A., Muxamediyev M.G Ion-exchange materials based on polyacrylonitrile // SamDU Ilmiy axborotnoma. 2020. №3. (121). 67-70 b.

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., Eshmatova 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