ISNN 3030-3907

2026/2
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/2 VOLUME 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

NAFTALIN QATOR UGLEVODORODLARDAN SULFOKATIONIT AJRATIB OLISH VA OQOVA SUVLARNI TOZALASH

Ergasheva Yulduzoy Olimovna
Angren Universiteti "Davolash"fakulteti "Umumdavolash ishi" kafedrasi katta o'qituvchisi
E-mail: yulduzoy100@gmail.com
Tel: +998991310572
Beknazarov Hasan Soyibnazarovich
Termez Davlat Universiteti Magistratura bo'limi boshlig'I t.f.d., Proffessor:
orcid.org/0000-0002-5070-4773
E-mail: hasanbeknazarov130@gmail.com
Tel: +998946173762

Annotatsiya. Mazkur maqolada naftalin qator uglevodorodlar asosida sulfokationit olish texnologiyasi va uning oqova suvlarni tozalashdagi ahamiyati bayon etilgan. Sulfokationitlar ion almashinish xususiyatiga ega bo'lgan yuqori molekulyar birikmalar bo'lib, ular suv tarkibidagi og'ir metall ionlari, tuzlar va boshqa zararli aralashmalarni samarali ravishda ajratib olish imkonini beradi. Ishda sulfolanish jarayonining mexanizmi, sintez bosqichlari hamda hosil bo'lgan mahsulotning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari sulfokationitlarning sanoat oqova suvlarini tozalashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Naftalin qatori, sulfokationit, sulfolanish reaksiyasi, ion almashinish, oqova suvlarni tozalash, og'ir metall ionlari, adsorbsiya, ekologik xavfsizlik.

Аннотация. В статье рассмотрена технология получения сульфокатионита на основе углеводородов нафталинового ряда и его значение в очистке сточных вод. Сульфокатиониты являются высокомолекулярными соединениями с ионообменными свойствами, способными эффективно удалять ионы тяжелых металлов, соли и другие вредные примеси из воды. Проанализированы механизм реакции сульфирования, стадии синтеза и физико-химические характеристики полученного продукта. Результаты исследования подтверждают высокую эффективность применения сульфокатионитов при очистке промышленных сточных вод.

Ключевые слова: Нафталиновый ряд, сульфокатионит, реакция сульфирования, ионный обмен, очистка сточных вод, ионы тяжелых металлов, адсорбция, экологическая безопасность.

Abstract. The article describes the technology for obtaining sulfocationite based on hydrocarbons of the naphthalene series and its importance in wastewater

ISSN 3030-3907

treatment. Sulfocationites are high-molecular-weight compounds with ion-exchange properties capable of effectively removing heavy metal ions, salts, and other harmful impurities from water. The mechanism of the sulfonation reaction, synthesis stages, and physicochemical characteristics of the obtained product are analyzed. The research results confirm the high efficiency of sulfocationites in industrial wastewater treatment.

Keywords: Naphthalene series, sulfocationite, sulfonation reaction, ion exchange, wastewater treatment, heavy metal ions, adsorption, environmental safety.

KIRISH.

Hozirgi davrda sanoatning jadal rivojlanishi, kimyo va neft-kimyo tarmoqlarining kengayishi hamda urbanizatsiya jarayonlarining kuchayishi natijasida atrof-muhitga, ayniqsa suv resurslariga tushayotgan antropogen yuklama sezilarli darajada ortib bormoqda. Sanoat korxonalari, metallurgiya, energetika, farmatsevtika va neftni qayta ishlash majmualaridan ajralib chiqayotgan oqova suvlar tarkibida og‘ir metall ionlari, fenollar, aromatik uglevodorodlar, tuzlar va boshqa zaharli moddalarning mavjudligi ekologik muammolarni keskinlashtirmoqda. Suv resurslarining ifloslanishi nafaqat tabiiy ekotizimlarga, balki inson salomatligiga ham jiddiy xavf tug‘diradi. Shu sababli samarali, iqtisodiy jihatdan maqbul va ekologik xavfsiz tozalash texnologiyalarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.Oqova suvlarni tozalashning mavjud usullari mexanik, kimyoviy, fizik-kimyoviy va biologik metodlarga bo‘linadi. Biroq og‘ir metall ionlari va ayrim barqaror organik birikmalarni chuqur darajada ajratib olishda an’anaviy usullar yetarli samaradorlikni ta’minlay olmaydi. So‘nggi yillarda ion almashinish texnologiyalari suvni tozalashning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida keng qo‘llanilmoqda. Ion almashinish jarayoni maxsus polimer asosli materiallar — ionitlar yordamida amalga oshiriladi. Ular tarkibidagi faol funksional guruhlar hisobiga eritmadagi ionlarni selektiv ravishda ushlab qolish xususiyatiga ega.Kationitlar, xususan sulfokationitlar, ion almashinish qatronlarining muhim turini tashkil etadi. Ularning tarkibida $–SO_3H$ (sulfo) funksional guruhlari mavjud bo‘lib, ular vodorod ionlarini metall kationlariga almashinish xususiyatiga ega. Bunday xossalar og‘ir metall ionlarini, jumladan mis, qo‘rg‘oshin, kadmiy, rux va boshqa ionlarni suv muhitidan samarali ajratib olish imkonini beradi. Sulfokationitlarning yuqori kimyoviy barqarorligi, mexanik mustahkamligi va qayta regeneratsiya qilinishi ularni sanoat miqyosida qo‘llash uchun qulay qiladi.Sulfokationitlar ishlab chiqarishda turli aromatik uglevodorodlar xomashyo sifatida qo‘llaniladi. Shular qatorida naftalin qator uglevodorodlari alohida ahamiyat kasb etadi. Naftalin va uning hosilalari ikki halqali aromatik tizimga ega bo‘lib, yuqori reaktivlik va sulfolanish reaksiyalariga

ISSN 3030-3907

moyilligi bilan ajralib turadi. Naftalin molekulasining aromatik tabiati elektrofil almashinish reaksiyalarini osonlashtiradi, bu esa sulfo guruhlarini kiritish jarayonini samarali amalga oshirish imkonini beradi. Natijada polimer asosli yoki kondensatsion strukturalar hosil bo‘lib, ular ion almashinish materiallari sifatida qo‘llanilishi mumkin.Sulfolanish reaksiyasi aromatik tizimga sulfo guruhining kiritilishi bilan tavsiflanadi. Mazkur jarayon odatda konsentrlangan sulfat kislota yoki oleum ishtirokida amalga oshiriladi. Reaksiya sharoitlari — harorat, reagentlar konsentratsiyasi va vaqt — hosil bo‘ladigan mahsulotning tuzilishi va funksional xossalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun sulfokationit sintezida optimal texnologik parametrlarni tanlash muhim ilmiy masala hisoblanadi. To‘g‘ri tanlangan sharoitlarda yuqori ion almashinish sig‘imiga ega, mexanik jihatdan mustahkam va kimyoviy barqaror material olish mumkin.Naftalin qator birikmalar asosida olingan sulfokationitlarning yana bir muhim jihati ularning selektivlik darajasidir. Ion almashinish jarayonida materialning tuzilishi, g‘ovakligi va funksional guruhlar zichligi muhim rol o‘ynaydi. Bu ko‘rsatkichlar suv tarkibidagi turli ionlarga nisbatan tanlab ta’sir ko‘rsatish imkonini beradi. Ayniqsa sanoat oqova suvlarida uchraydigan og‘ir metall ionlarini ajratishda yuqori selektivlik ekologik samaradorlikni oshiradi.Bugungi kunda ekologik barqarorlik tamoyillari asosida ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish, chiqindisiz yoki kam chiqindili texnologiyalarni joriy etish muhim yo‘nalishlardan biridir. Ion almashinish materiallari yordamida suvni qayta ishlash va qayta foydalanish imkoniyati suv resurslaridan oqilona foydalanishga xizmat qiladi. Shu nuqtai nazardan, mahalliy xomashyo asosida sulfokationitlar sintez qilish va ularning tozalash samaradorligini o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega.Mazkur tadqiqotning maqsadi — naftalin qator uglevodorodlar asosida sulfokationit sintez qilish jarayonini o‘rganish, uning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash hamda oqova suvlarni tozalashdagi samaradorligini baholashdan iborat. Tadqiqot davomida sulfolanish reaksiyasining mexanizmi tahlil qilinadi, optimal sharoitlar aniqlanadi va olingan mahsulotning ion almashinish sig‘imi hamda selektivligi o‘rganiladi.Shunday qilib, naftalin qator uglevodorodlar asosida sulfokationitlar olish va ularni oqova suvlarni tozalash jarayonida qo‘llash zamonaviy ekologik muammolarni hal etishda muhim ilmiy yo‘nalish hisoblanadi. Ushbu tadqiqot natijalari suvni tozalash texnologiyalarini takomillashtirish, atrof-muhitni muhofaza qilish va barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishda muhim nazariy hamda amaliy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Ion almashinish jarayonlari va ionit materiallari kimyo fanining muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib,

ISSN 3030-3907

ular XX asr o‘rtalaridan boshlab keng o‘rganila boshlagan. Dastlab tabiiy alumosilikatlar va zeolitlar asosida olib borilgan tadqiqotlar keyinchalik sintetik polimer ionitlar yaratish yo‘nalishiga o‘tgan. Sintetik ionitlar yuqori mexanik mustahkamlik, kimyoviy barqarorlik va yuqori ion almashinish sig‘imi bilan ajralib turadi. Zamonaviy ilmiy manbalarda aromatik polimerlar asosida olingan kationitlar sanoat oqova suvlarini tozalashda samarali vosita sifatida e’tirof etilgan.Sulfokationitlar aromatik halqali birikmalarni sulfolash orqali olinadi. Ilmiy adabiyotlarda benzol, toluol, stirol va naftalin qator birikmalar asosida sintez qilingan ion almashinish qatronlari keng yoritilgan. Aromatik tizimga ega bo‘lgan uglevodorodlarning elektrofil almashinish reaksiyalariga kirishish qobiliyati ularni sulfo guruhlarini kiritish uchun qulay substratga aylantiradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ikki halqali aromatik tizimga ega bo‘lgan naftalin birikmalari bir halqali analoglariga nisbatan yuqori reaktivlik va funksional guruhlar bilan boyitish imkoniyatiga ega.Ilmiy manbalarda sulfolanish reaksiyasi mexanizmi elektrofil aromatik almashinish mexanizmi orqali amalga oshishi ta’kidlanadi. Konsentrlangan sulfat kislota yoki oleum ta’sirida aromatik halqaga $–SO_3H$ guruhi kiritiladi. Reaksiya harorati va reagentlar nisbati sulfo guruhlarning joylashuvi (α- yoki β-holat) va miqdoriga ta’sir ko‘rsatadi. Ayrim tadqiqotlarda yuqori harorat sharoitida ko‘p sulfolangan mahsulotlar hosil bo‘lishi, bu esa ion almashinish sig‘imining oshishiga olib kelishi qayd etilgan.Suvni tozalash sohasidagi ilmiy ishlarda sulfokationitlarning og‘ir metall ionlariga nisbatan yuqori selektivligi ko‘rsatib o‘tilgan. Ayniqsa, mis (Cu^{2+}), qo‘rg‘oshin (Pb^{2+}), kadmiy (Cd^{2+}), nikel (Ni^{2+}) va rux (Zn^{2+}) ionlarini ajratishda ion almashinish jarayoni samarali natija beradi. Adabiyotlarda kationitlarning ion almashinish sig‘imi, kinetik ko‘rsatkichlari va regeneratsiya xususiyatlari keng tahlil qilingan. Shuningdek, polimer matritsaning g‘ovakligi va funksional guruhlar zichligi ion almashinish tezligi va selektivlik darajasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan.So‘nggi yillarda ekologik toza va iqtisodiy jihatdan maqbul ionit materiallarini yaratish muhim ilmiy yo‘nalishga aylangan. Mahalliy xomashyo asosida sulfokationit sintez qilish, ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish va import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar yaratish dolzarb masala sifatida qaralmoqda. Shu nuqtai nazardan, naftalin qator uglevodorodlar asosida ion almashinish materiallari olish bo‘yicha tadqiqotlar ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mavjud ishlarning aksariyati sulfolanish jarayonining umumiy mexanizmini va tayyor mahsulotning ion almashinish xususiyatlarini o‘rganishga qaratilgan. Biroq texnologik parametrlarni optimallashtirish, mahsulotning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarini chuqur tahlil qilish hamda real sanoat oqova suvlarida sinovdan

ISSN 3030-3907

o‘tkazish masalalari qo‘shimcha tadqiqotlarni talab etadi. Mazkur ish aynan shu yo‘nalishlarni qamrab olishi bilan ahamiyatlidir.

TADQIQOT METODLARI. Mazkur tadqiqotda naftalin qator uglevodorodlar asosida sulfokationit sintez qilish va uning oqova suvlarni tozalashdagi samaradorligini aniqlash maqsadida laboratoriya sharoitida tajribalar o‘tkazildi.

1. Sulfokationit sintezi

Sintez jarayoni aromatik birikmani sulfolash bosqichiga asoslandi. Dastlab xomashyo sifatida olingan naftalin ma’lum haroratda konsentrlangan sulfat kislota bilan aralashtirildi. Reaksiya aralashmasi mexanik aralashtirgich yordamida bir xil holatga keltirildi va belgilangan vaqt davomida ma’lum harorat oralig‘ida saqlandi. Reaksiya yakunlangach, hosil bo‘lgan massa sovitildi va neytrallash bosqichiga o‘tkazildi.

Keyingi bosqichda mahsulot suv bilan yuvildi hamda ortiqcha kislota qoldiqlaridan tozalandi. Olingan material quritilib, donador shaklga keltirildi. Shu tariqa $–SO_3H$ funksional guruhlariga ega bo‘lgan sulfokationit namunasi olindi.

2. Fizik-kimyoviy tahlil usullari

Sintez qilingan sulfokationitning asosiy xususiyatlari quyidagi ko‘rsatkichlar asosida baholandi:

- Ion almashinish sig‘imi (mgekv/g) titrimetrik usulda aniqlandi;
- Namlik darajasi gravimetrik usul yordamida o‘lchandi;
- Mexanik mustahkamlik laboratoriya elaklaridan o‘tkazish orqali baholandi;
- Muhitning pH ko‘rsatkichi va barqarorligi aniqlashtirildi.

Ion almashinish sig‘imini aniqlashda standart kislota va ishqor eritmalari qo‘llanildi. Olingan natijalar asosida materialning faol markazlar soni va almashinish qobiliyati hisoblab chiqildi.

3. Oqova suvlarni tozalash tajribasi

Sulfokationitning amaliy samaradorligini baholash maqsadida sun’iy tayyorlangan og‘ir metall ionlari mavjud eritmalar hamda sanoat oqova suv namunalari bilan tajribalar o‘tkazildi. Eritmalar ma’lum konsentratsiyada tayyorlandi va ionit qatlamidan filtratsiya qilindi. Jarayon davomida kiruvchi va chiquvchi eritmalardagi metall ionlari miqdori atom-absorbsion yoki titrimetrik usullar orqali aniqlanib, tozalash samaradorligi foiz hisobida baholandi.

Tozalash darajasi quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$\eta = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100\%$$

Bu yerda:

C_0—boshlang‘ich konsentratsiya,

ISSN 3030-3907

C — tozalashdan keyingi konsentratsiya.

4. Ma’lumotlarni qayta ishlash

Olingan tajriba natijalari statistik usulda qayta ishlandi. O‘rtacha qiymatlar va og‘ish ko‘rsatkichlari hisoblab chiqildi. Tajribalar kamida uch marotaba takrorlandi va natijalarning ishonchliligi ta’minlandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Tadqiqot davomida naftalin qator uglevodorodlar asosida sulfokationit sintez qilinib, uning fizik-kimyoviy xossalari hamda oqova suvlarni tozalashdagi samaradorligi baholandi. Olingan natijalar sintez sharoitlari va mahsulotning funksional xususiyatlari o‘rtasida bevosita bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi.

Sintez jarayonining natijalari.Sulfolanish reaksiyasi konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida turli harorat va vaqt oralig‘ida olib borildi. Kuzatishlar shuni ko‘rsatdiki, harorat oshishi bilan sulfo guruhlarining aromatik halqaga birikish darajasi ortadi. Biroq juda yuqori harorat sharoitida yon reaksiyalar ehtimoli kuchayib, mahsulotning mexanik mustahkamligi pasayishi mumkin. Optimal sharoitda olingan mahsulot bir xil tuzilishga ega, mexanik jihatdan barqaror va yaxshi donador strukturani namoyon etdi.

Sintez qilingan sulfokationitning ion almashinish sig‘imi titrimetrik usul bilan aniqlanganda, uning yuqori ko‘rsatkichlarga ega ekanligi ma’lum bo‘ldi. Bu natija material tarkibida faol $–SO_3H$ guruhlarining yetarli miqdorda mavjudligi bilan izohlanadi. Funksional guruhlar zichligi ion almashinish samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, optimal sulfolanish sharoitida olingan namunalar maksimal ion almashinish sig‘imiga ega bo‘ladi.

Fizik-kimyoviy xususiyatlarning tahlili.Olingan sulfokationit namunalari namlik darajasi, g‘ovaklik va mexanik mustahkamlik bo‘yicha tahlil qilindi. Namlik ko‘rsatkichi materialning gidrofil xususiyatini tasdiqladi, bu esa ion almashinish jarayonida suvli muhit bilan samarali o‘zaro ta’sirni ta’minlaydi. G‘ovak struktura eritmadagi ionlarning faol markazlarga tez yetib borishini osonlashtiradi.

Mexanik mustahkamlik ko‘rsatkichi sanoat sharoitida qo‘llash uchun muhim omil hisoblanadi. Tajribalar natijasida olingan mahsulotlar mexanik yuklamalarga nisbatan yetarlicha barqaror ekanligi aniqlandi. Bu esa ularni filtratsion kolonkalarda uzoq muddat qo‘llash imkonini beradi.pH muhitining ta’siri ham o‘rganildi. Kislotali muhitda ion almashinish jarayoni faolroq kechishi, neytral muhitda esa jarayon barqaror davom etishi kuzatildi. Juda ishqoriy muhitda esa funksional guruhlarning faolligi nisbatan pasayishi mumkinligi aniqlandi. Bu holat sulfo guruhlarning protonlangan shakliga bog‘liq.

ISSN 3030-3907

Oqova suvlarni tozalash samaradorligi.Sulfokationitning amaliy samaradorligini baholash maqsadida og‘ir metall ionlari saqlovchi model eritmalar hamda real oqova suv namunalari bilan tajribalar o‘tkazildi. Natijalar materialning og‘ir metall ionlarini yuqori darajada ushlab qolish qobiliyatiga ega ekanligini ko‘rsatdi.Mis va qo‘rg‘oshin ionlarini ajratishda tozalash samaradorligi yuqori ko‘rsatkichlarni namoyon etdi. Kadmiy va rux ionlariga nisbatan ham samarali almashinish kuzatildi. Bu selektivlik ionlarning zaryadi va gidratlangan radiusi bilan bog‘liq bo‘lib, ikki valentli metall kationlari sulfo guruhlar bilan mustahkam kompleks hosil qiladi.Filtratsiya tezligi oshirilganda tozalash darajasi biroz kamayishi kuzatildi. Bu ionlarning faol markazlarga yetib borish va almashinish uchun yetarli vaqtga ega emasligi bilan izohlanadi. Shuning uchun optimal filtratsiya tezligini tanlash muhim ahamiyatga ega.Regeneratsiya tajribalari ham o‘tkazildi. Ishlatilgan sulfokationit kislotali eritma bilan qayta ishlanganda uning ion almashinish xossalari deyarli to‘liq tiklandi. Bir necha sikl davomida sezilarli pasayish kuzatilmadi. Bu esa materialning iqtisodiy samaradorligini oshiradi va ko‘p marotaba foydalanish imkonini beradi.

Natijalarni muhokama qilish.Olingan natijalar naftalin qator uglevodorodlar asosida sintez qilingan sulfokationitlarning yuqori ion almashinish sig‘imiga ega ekanligini tasdiqlaydi. Aromatik tuzilmaning barqarorligi va sulfo guruhlarning yuqori zichligi materialning samaradorligini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi.Adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar bilan solishtirilganda, tadqiqot natijalari mos kelishi va ayrim ko‘rsatkichlar bo‘yicha yuqoriroq qiymatlar kuzatilishi mumkinligi aniqlandi. Bu esa sintez jarayonining optimallashtirilgan sharoitlari bilan bog‘liq bo‘lishi ehtimoldan xoli emas.Suvni tozalash jarayonida ion almashinish mexanizmi asosiy rol o‘ynaydi. Metall ionlari eritmadan kationitning vodorod ionlari bilan almashadi, natijada suv tarkibidagi zararli komponentlar kamayadi. Ushbu jarayonning selektivligi va tezligi materialning strukturaviy xususiyatlariga bog‘liq.Umuman olganda, tadqiqot natijalari naftalin asosida olingan sulfokationitlar oqova suvlarni tozalashda samarali vosita bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatdi. Ularning yuqori samaradorligi, regeneratsiya qilinishi va kimyoviy barqarorligi sanoat miqyosida qo‘llash istiqbollarini ochib beradi. Mazkur natijalar kelgusida texnologik jarayonlarni takomillashtirish va yangi avlod ion almashinish materiallarini yaratish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda naftalin qator uglevodorodlar asosida sulfokationit sintez qilish jarayoni o‘rganildi hamda olingan materialning oqova suvlarni tozalashdagi samaradorligi baholandi. Olib borilgan ilmiy izlanishlar natijasida sulfolanish reaksiyasi aromatik tizimda samarali kechishi va natijada faol $–SO_3H$ funksional guruhlariga ega ion almashinish materiali hosil bo‘lishi

ISSN 3030-3907

aniqlandi. Sintez jarayonining harorat, vaqt va reagentlar konsentratsiyasi kabi asosiy parametrlarini optimallashtirish yuqori ion almashinish sig‘imiga ega mahsulot olish imkonini berdi.Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, naftalin asosidagi sulfokationitlar yuqori fizik-kimyoviy barqarorlikka ega bo‘lib, mexanik mustahkamligi va g‘ovak tuzilishi bilan ajralib turadi. Materialning gidrofil xususiyati suvli muhitda ion almashinish jarayonining samarali kechishini ta’minlaydi. Ion almashinish sig‘imining yuqori ko‘rsatkichlari sulfo guruhlarning yetarli miqdorda va bir tekis taqsimlanganligi bilan izohlanadi.Oqova suvlarni tozalash bo‘yicha o‘tkazilgan tajribalar sulfokationitning og‘ir metall ionlariga nisbatan yuqori selektivlikka ega ekanligini tasdiqladi. Ayniqsa ikki valentli metall kationlarini ajratishda yuqori samaradorlik kuzatildi. Tozalash jarayonida ion almashinish mexanizmi asosiy rol o‘ynab, eritmadagi metall ionlari kationit tarkibidagi vodorod ionlari bilan almashadi. Natijada suv tarkibidagi zararli komponentlar miqdori sezilarli darajada kamayadi.

Regeneratsiya jarayonlari natijalari sulfokationitning ko‘p marotaba foydalanish imkoniyatiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Bu esa materialning iqtisodiy jihatdan samaradorligini oshiradi va uni sanoat miqyosida qo‘llash istiqbolini kuchaytiradi. Regeneratsiyadan so‘ng ion almashinish sig‘imining saqlanib qolishi materialning kimyoviy barqarorligini tasdiqlaydi.Olingan natijalar adabiyot ma’lumotlari bilan uyg‘unlikda bo‘lib, ayrim ko‘rsatkichlar bo‘yicha yuqori samaradorlikni namoyon etdi. Bu esa tanlangan sintez sharoitlarining maqbulligini ko‘rsatadi. Naftalin qator uglevodorodlar asosida sulfokationit olish texnologiyasi mahalliy xomashyo resurslaridan foydalanish imkonini berib, import o‘rnini bosuvchi materiallar yaratishga xizmat qilishi mumkin.Umuman olganda, tadqiqot natijalari naftalin asosidagi sulfokationitlar oqova suvlarni tozalash jarayonida samarali, barqaror va qayta tiklanuvchi ion almashinish materiali sifatida qo‘llanilishi mumkinligini asoslab berdi. Mazkur ish suv resurslarini muhofaza qilish, ekologik xavfsizlikni ta’minlash va barqaror rivojlanish tamoyillarini amalga oshirish yo‘lida muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.Kelgusida olib boriladigan tadqiqotlar sulfokationitning strukturaviy modifikatsiyasi, selektivlikni yanada oshirish, sanoat sharoitida sinovdan o‘tkazish hamda boshqa turdagi ifloslantiruvchi moddalarga nisbatan samaradorligini o‘rganishga qaratilishi maqsadga muvofiqdir.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Кузнецов А.В., Суворов А.Н. Ионообменные смолы и их применение в водоочистке. – М.: Химия, 2015. – 256 с.
2. Helfferich F. Ion Exchange. – New York: McGraw-Hill, 1962. – 624 p.

ISSN 3030-3907

3. Harland C.E. Ion Exchange: Theory and Practice. – Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1994. – 345 p.
4. Самсонов Г.В. Ионообменные процессы и их промышленное применение. – М.: Наука, 2012. – 318 с.
5. Dorfner K. Ion Exchangers: Properties and Applications. – Berlin: Walter de Gruyter, 1991. – 487 p.
6. Shreve R.N., Brink J.A. Chemical Process Industries. – New York: McGraw-Hill, 2005. – 816 p.
7. Ахмедов К.С. Органик кимё. – Тошкент: Ўқитувчи, 2018. – 412 б.
8. McMurry J. Organic Chemistry. – 9th ed. – Boston: Cengage Learning, 2016. – 1312 p.
9. Atkins P., Jones L. Chemical Principles: The Quest for Insight. – New York: W.H. Freeman, 2014. – 1050 p.
10. Кадыров Т.К., Рахимов Р.Р. Сульфирование ароматических соединений. – Ташкент: Фан, 2010. – 198 с.
11. Bailey S.E. et al. A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals removal from wastewater // Water Research. – 1999. – Vol. 33. – P. 2469–2479.
12. Fu F., Wang Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review // Journal of Environmental Management. – 2011. – Vol. 92. – P. 407–418.
13. Crini G., Lichtfouse E. Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment // Environmental Chemistry Letters. – 2019. – Vol. 17. – P. 145–155.
14. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1976. – 512 с.
15. Boyd G.E., Adamson A.W. The Exchange Adsorption of Ions from Aqueous Solutions by Organic Zeolites // Journal of the American Chemical Society. – 1947. – Vol. 69. – P. 2836–2848.
16. Treybal R.E. Mass-Transfer Operations. – 3rd ed. – New York: McGraw-Hill, 1980. – 784 p.
17. Кобилов Ғ.У., Абдуҳамидов Қ. Ион алмашиниш технологиялари. – Тошкент: Университет, 2020. – 276 б.
18. Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. – 5th ed. – New York: McGraw-Hill, 2014. – 1819 p.
19. Ahmad A.L., Sumathi S., Hameed B.H. Adsorption of heavy metals: A review // Journal of Hazardous Materials. – 2005. – Vol. 123. – P. 123–134.
20. Рахимов Х.Р. Экологик кимё асослари. – Тошкент: Фан ва технология, 2019. – 354 б.

ISSN 3030-3907