ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 7

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

СУВЛИ ЭРИТМАЛАРДАН ОҒИР МЕТАЛЛ ИОНЛАРИНИ АЖРАТИШДА ИОН АЛМАШИНУВЧИ СОРБЕНТЛАРНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

Н. Кучкарова
Олмалиқ давлат техника институти, доцент
Н. Раҳматуллаева
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети, доцент
И. Абдуламитова
Олмалиқ давлат техника институти, магистрант
Л. Шамсуддинов
Олмалиқ давлат техника институти, магистрант
Д. Жўраева
Олмалиқ давлат техника институти, талаба
А. Давлатбекова
Олмалиқ давлат техника институти, талаба

Аннотация. Ҳозирги кунда сув тайёрлаш тизимларида қўлланилаётган катион алмашинувчи полимерларнинг сорбцион самарадорлигини ошириш мақсадида турли модификацияланган сорбентлар яратиш бўйича илмий тадқиқот ишлари кенг олиб борилмоқда. Бироқ ион алмашинувчи материаллардан сувни юмшатиш ва металл ионларини ажратиш жараёнларида фойдаланиш давомида айрим муаммолар кузатилади. Хусусан, полимер матрицасининг металл ионлари билан тўйиниши, шунингдек оғир металл ионларига нисбатан танловчанликнинг пасайиши натижасида сорбцион фаоллик камайиши мумкин. Шу сабабли синтетик ион алмашинувчи полимерлар асосида юқори селективликка ва яхшиланган ион алмашиниш хусусиятларига эга янги модификацияланган ионитлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш муҳим илмий вазифалардан бири ҳисобланади.

Калит сўзлар: Ион алмашинувчи сорбентлар, модификацияланган ионитлар, селективлик, Na-монтмориллонит, полимер матрица, сорбцион фаоллик, Co^{2+} ионлари, IRN77, SKN1.

Аннотация. В настоящее время проводятся широкие научные исследования по созданию различных модифицированных сорбентов с целью повышения сорбционной эффективности катионообменных полимеров, применяемых в системах водоподготовки. Однако при использовании ионообменных материалов в процессах умягчения воды и извлечения ионов металлов наблюдаются определённые проблемы. В частности, насыщение полимерной матрицы ионами металлов, а также снижение селективности по

ISSN 3030-3907

отношению к ионам тяжёлых металлов могут приводить к уменьшению сорбционной активности. В связи с этим разработка технологий получения новых модифицированных ионитов на основе синтетических ионообменных полимеров, обладающих высокой селективностью и улучшенными ионообменными свойствами, является одной из важных научных задач.

Ключевые слова: ионообменные сорбенты, модифицированные иониты, селективность, Na-монтмориллонит, полимерная матрица, сорбционная активность, ионы Co^{2+}, IRN77, SKN1.

Abstract. Currently, extensive scientific research is being conducted on the development of various modified sorbents aimed at improving the sorption efficiency of cation-exchange polymers used in water treatment systems. However, certain problems arise during the use of ion-exchange materials in water softening and metal ion removal processes. In particular, saturation of the polymer matrix with metal ions, as well as a decrease in selectivity toward heavy metal ions, may lead to reduced sorption activity. Therefore, the development of technologies for producing new modified ionites based on synthetic ion-exchange polymers with high selectivity and improved ion-exchange properties is considered one of the important scientific tasks.

Keywords: ion-exchange sorbents, modified ionites, selectivity, Na-montmorillonite, polymer matrix, sorption activity, Co^{2+} ions, IRN77, SKN1.

КИРИШ.

Сорбцион технологиялар сув тайёрлаш жараёнларида узлуксиз ишлаш имкониятига эга бўлган ва автоматлаштиришга қулай ион алмашинувчи колонналар асосида кенг қўлланилмоқда. Юқори сорбцион сиғим, селективлик, кимёвий барқарорлик ҳамда механик мустаҳкамликка эга ионитлардан фойдаланиш сув тайёрлаш ва гидрометаллургия жараёнлари самарадорлигини ошириш, энергия сарфи ҳамда эксплуатацион харажатларни камайтириш имконини беради. Ҳозирги кунда катион алмашинувчи полимерларнинг сорбцион хусусиятларини яхшилаш мақсадида турли модификацияланган сорбентлар яратиш бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. [1; 51-58 б].

Оқова сувлар таркибидаги оғир рангли металл ионларини турли сорбентлар ёрдамида ажратиб олиш муҳим экологик ва технологик аҳамиятга эга. Na-монтмориллонит иштирокида Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ва Zn ионларининг сувли эритмалардан сорбцияланиш жараёнлари турли лигандлар, жумладан нитрилотриуксус кислота, ЭДТА, шавел кислота, малон кислота ва мезовин кислотаси иштирокида тадқиқ қилинган. Сорбция жараёнлари турли pH муҳитларда олиб борилиб, муҳит кислоталигининг

ISSN 3030-3907

металл ионларини ажратиш самарадорлигига таъсири ўрганилган.[2; 81-92 б].

Na-монтмориллонитнинг Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ва Zn ионларига нисбатан сорбцион сиғими мос равишда 5,20; 5,13; 3,04; 3,22; 3,63; 9,58 ва 3,61 мг/г қийматларни ташкил этган. Муҳит pH қиймати 5,5 дан паст бўлганда Pb2+, Cd2+ ва Cu2+ ионларининг сорбция самарадорлиги сезиларли даражада камайган. Шунингдек, ЭДТА ва НТА каби комплекс ҳосил қилувчи лигандлар иштирокида Mn, Cr, Zn, Cu, Pb ва Cd ионларининг сорбцияланиши 62–95% гача пасайиши кузатилган. Никель ионлари учун эса сорбция деярли кузатилмаган

Бошқа тадқиқотларда IRN77 ва SKN1 маркали катионитларнинг кобальт ионларига нисбатан сорбцион хусусиятлари ўрганилган. Тажрибалар турли pH, концентрация ва контакт вақти шароитларида амалга оширилган. IRN77 катионити стирол-дивинилбензол асосида синтез қилинган водород формасидаги гелсимон ионит бўлиб, таркибида $–SO_3^-$ функционал гуруҳлари мавжуд. Унинг заррача ўлчами 0,3–1,18 мм ни ташкил этади. Тадқиқот натижаларига кўра, IRN77 катионитининг кобальт ионларига нисбатан сорбцион сиғими 86,17 мг/г, SKN1 сорбентиники эса 69,44 мг/г ни ташкил этган [3; 9–17 б.].

Таркибида Pb(II), Hg(II), Cd(II), Ni(II), V(V), Cr(III, VI), Cu(II) ва Zn(II) ионлари бўлган сувли эритмалардан хар хил сорбентлар билан танловчан ажратиб олиш бўйича систематик равишда чоп этилганлиги хақида маълумот берилган.

Таркибида тиокарбамид функционал гурухлари бўлган ион алмашинувчи смолалар оғир рангли метал ионларига нисбатан юқори мойиллиги билан фарқ қилади. Кенг тарқалган иминодиацетатли ион алмашинувчи сорбент “Chelaz-100” билан Ni(II) ионларини pH-8 гача ва Ni(I) ионларининг концентрациялари 6 метргача бўлган шароитларда сорбциялаш учун фойдаланиш мумкин. Ушбу сорбентнинг ион алмашиниш сиғими 2,15 ммоль/граммга тенг. Металлургия жараёнларида оқова сувлардан Ni(II) ионларини самарали ажратиб олиш учун ноорганик ион алмашинувчи сорбент натрий титанат ($Na_2Ti_9O_{20}$) дан фойдаланиш мумкин. Натрий-титанати – титан оксиди устига ион аламшинувчи пленка сепилган бўлиб, у Ni(II) ионларини pH-5 бўлган муҳитда 2,65-2,7 мг-экв/грамм самарали ажратиб олиш қобилиятига эга.

Кучсиз карбо кислотали катионитларга Zn(II) ионларининг селектив сорбцияланиши бўйича изланишлар олиб борилган. Duolite C-467 маркали сорбентдан фойдаланилган. Сорбция жараёни таркибида цианидли комплекслар бўлган сувлардан pH>4 бўлган муҳитда олиб борилган.

ISSN 3030-3907

Гальваник ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган эритмалардан Zn(II) ионларини сорбциялаб, ажратиб олинганда сорбентнинг сиғими Zn(II) иони бўйича 1,78 мг-экв/граммни ташкил этган. Полистирол матрицали ва сульфокислотали функционал гурухларга эга бўлган макроғовакли катион алмашинувчи полимернинг кенг тарқалган тури D-001 маркали сорбентдан ишларда фойдаланилган. Бу сорбентнинг тўлиқ ион алмашиниш сиғими 4,3 ммоль/граммни ташкил этган. Таркибида кальций ионлари бўлган сувдан Sd^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+} ионлари сорбция қилинганда, сорбентнинг ион алмашиниш сиғими кескин камайган. Mg^{2+} ва Na^{+}ионлари қўшилганда, сорбциянинг самарасига анча кам таъсир этиши аниқланган [4].

Магнитли материаллар асосидаги модификацион сорбентлар- Магнит хусусиятга эга бўлган адсорбентларнинг афзалликлари шундаки, ишлатилган магнитли сорбентларни магнит майдони ёрдамида дисперс муҳитдан осонгина ажратиб олиш мумкин. Магнит хусусиятга эга бўлган адсорбентлар оқова сувларни сув хавзаларидаги нефть махсулаотларини тозалашда ҳамда тиббиётда ишлатиш мумкин. Унинг афзаллиги яна шундаки, нисбатан нархлари арзон ва механик мустахкамлиги юқорилигидир. Маълумки магнитли сорбентларда ферритли фазаси (яъни магнетит) магнит хусусиятини ташувчи сифатида ишлатилади, адсорбцияси учун бошқа моддалардан фойдаланилади. Масалан, органик қопламамлар магнит матрицаларига суртилади, гарчи синтез вақтида олинган магнит кукунларининг дисперс даражаларининг юқори бўлишидан қатъий назар, ўзини мустақил сорбент сиатида ишлатилмаган бўлса ҳам. Адсорбентнинг адсорбция хусусиятини оширишнинг йўлларидан бири бу адсорбентнинг сиртини модификациялашдан иборат. Адсорбентнинг сиртини қайта ишлаб, сорбцион сиғим ва танловчанлигини оширувчи бир қанча усуллар мавжуд. Марганец-рух-шпинелнинг сиртини модификациялаб магнитли адсорбентлар синтез қилинган [5].

Шпинель намунанинг бир қисми $FeCl_3$ ёки $Zn(NO_3)_2$ тузлар билан модификацияланган, бошқа қисми $Mn_{0,3}Zn_{0,7}Fe_2O_4$ бирикмаси билан чўктириш жараёни охирида $Zn(NO_3)_2$ тузини қўшиб, модификация қилинган. Яратилган янги адсорбентларнинг адсорбция қобилиятларини оғир металлар (мис ва қўрғошин) бўйича ўрганилган. Марганец-рух билан модификация қилинаётган шпинел синтез жараёнида $Zn(NO_3)_2$ қўшилганда шпинелнинг оғирлигига нисбатан 15% ZnO ҳосил бўлганда адсорбентнинг адсорбция хусусияти нисбатан ошган. Бошланғич намуна учун адсорбция чегаравий сиғими мис иони бўйича 25 мкгмоль/грам га, $FeCl_3$ учун 28 мкгммоль/г, ZnO билан қопланган шпинелнинг адсорбция сиғими Cu^{2+} иони бўйича 200 мкмоль/грамга тенг. ZnO билан модификация қилинган

ISSN 3030-3907

шпинелнинг Cu^{2+} ва Pb^{2+} ионлари бўйича адсорбция сиғими деярли бир хил бўлган.

Толали модификацияланган ион алмашиниш полимерлар-Толали сорбентларда фазовий чегараланмаган каналлар бўлиб, вақт бирлигида катта сирти билан ифлосликлар контакда бўладилар. Сорбентнинг юқори алмашиниш сиғимини сақлаб қолиш билан боғлиқ бўлган фильтрли материал “Бентосорб” яратилган. Матрицаси базальтли тола, активланган монтморилонит билан модификация қилинган бўлиб, базальт толасининг ички сирти кенглиги ва механик мустахкамликка эга бўлгани учун матрица сифатида танланган. Шунингдек, базальт толанинг таркибидаги ноорганик компонентлар унинг кимёвий активлигини оширади, матрицаси органик ва ноорганик активаторлар билан енгил модификация қилиниб, керакли хусусиятни беради. Монтоморилонитли заррачалар толанинг сиртида бир текисда тарқалиб, кимёвий активлигини ошириб, ион-алмашиниш хусусиятини намойиш этган. Изланишлар натижаси шуни кўрсатдики, кулранг бентонитни статик алмашиниш сиғими қўрғошин иони бўйича 52 мг/грамни, пушти ранглиси 12 мг/грамни, аралаш ранглиси 61 мг/грамни ташкил этган. Кейинги иўланишда олимлар томонидан динамик алмашиниш сиғими ўрганилган бўлиб, активатор сифатида юқори сорбцион сиғимга эга бўлган аралаш рангли бентонит танланган [7].

ХУЛОСА. Олиб борилган адабиётлар таҳлили оғир металл ионларини сувли эритмалардан ажратишда ион алмашинувчи ва модификацияланган сорбентлар муҳим аҳамиятга эга эканини кўрсатди. Турли табиатга эга сорбентлар, жумладан катион алмашинувчи полимерлар, монтмориллонит асосидаги материаллар, магнитли ва толали сорбентлар оғир металл ионларини сорбциялашда юқори самарадорлик намоён қилиши таҳлил қилинди.

Тадқиқотлар натижаларига кўра, сорбция жараёни самарадорлиги муҳит pH қиймати, металл ионлари концентрацияси, функционал гуруҳлар табиати ҳамда сорбент тузилишига боғлиқ экани кўрсатилди. Айрим модификацияланган сорбентларда оғир металл ионларига нисбатан юқори селективлик ва сорбцион сиғим кузатилган.

Шу билан бирга, сорбентларни модификациялаш уларнинг физик-кимёвий ва сорбцион хусусиятларини яхшилашга хизмат қилиши мумкинлиги қайд этилди. Модификацияланган сорбентлардан сув тайёрлаш, оқова сувларни тозалаш ва гидрометаллургия жараёнларида фойдаланиш истиқболли йўналишлардан бири ҳисобланади.

Келгусида янги функционал гуруҳларга эга бўлган селектив сорбентларни яратиш ва уларнинг оғир металл ионларига нисбатан

ISSN 3030-3907

сорбцион хусусиятларини чуқур ўрганиш долзарб илмий йўналишлардан бири ҳисобланади.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Liu, Mingyan & Zhang, Yang. (2014). Ion-Yexchange Adsorption of Calcium Ions from Water and Geothermal Water with Modified Zeolite A. AIChE Journal. 61. https://doi.org/10.1002/aic.14671
2. Касимов Ш.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Исследование процесса комплексообразования ионов некоторых двухвалентных 3д-металлов синтезированном хелатообразующим сорбентом // Универсум: химия и биология : электрон. научн. журн. 2018. № 3 (45). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/5583 (data obrashcheniya: 18.12.2022).
3. Gelis, V. & Kharitonov, O. & Firsova, Lubov & Milyutin, V. & Logunov, Michail & Kozlitin, Yevgeny & Nekrasova, N. & Pavlov, Yuri & Kononenko, O. & S'hadrin, A. & Vitaliy, Vidanov & S'hatalov, V. Sorbent Selection for the Chromatographic Separation of TPE and REE. 2021. T.1. №.76 81-92.
4. Kuchkarova, N., Turabjanov, S., Yakovenko, A., & Rakhimova, L. Модификация катионита КУ-2-8 растворами Титана (IV). Журнал Химия и химическая технология. Ташкент., 2022. №3., С.32-37. DOI: 10.34920/cce202235
5. Сергиенко В. И., Перфильев А. В., Ксеник Т. В., Юдаков А. А. Получение и применение гидрофобных сорбентов из алюмосиликатов // Труды Кольского научного центра РАН. 2015. №5 (31). С.202-209.
6. Иканина Е.В. Физико-химические закономерности синтеза, микроструктура и функциональные свойства композиционного сорбента катионит КУ-2×8 – гидроксид железа (ИИИ): дис. … канд. хим. наук: 02.00.04 / УрФУ. Екатеринбург. 2013. 176 с.
7. Turabdzhanov S., Nazirov Z., Turaeva D., Rakhimova L. Perspektive Wastewater Treatment from Cu2+ Ions in the Mining Industry // IVth International Innovative Mining Symposium.E3S Web of Conferences 105,02025 (2019).https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502025.-P.2-6.
8. Кучкарова Н.Х. Модификацияланган ион алмашиниш полимерларини олиш технологияси ва уларнинг қўлланилиши // мавзусидаги диссертация иши. Тошкент 2023 й. *УДК 661.182.547.721*