

ВЕРМИКУЛИТ АСОСИДА ОЛИНГАН ИОНИТГА НИКЕЛ (II) ИОНЛАРИ СОРБЦИЯСИНИНГ ПСЕВДО-БИРИНЧИ ВА ПСЕВДО-ИККИНЧИ ТАРТИБЛИ КИНЕТИК МОДЕЛЛАРИ

Обид Хамзаевич Турсунмуратов

Чирчиқ давлат педагогика университети, таянч докторант

Фаёза Турғун кизи Хуррамова

Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети

АННОТАЦИЯ

Вермикулит асосида олинган ионитга сунъий эритмалардан Ni^{2+} ионларининг ютулиш қонуниятлари тадқиқ қилинди. Тадқиқот натижалари асосида металл ионларининг ионитга сорбциясини псевдо-биринчи ва псевдо-иккинчи тартибли кинетик моделлар ўрганилди. Олинган кинетик параметрлар жараённинг псевдо-биринчи тартибли моделга бўйсунгани ҳамда, вермикулит асосида олинган ионитга Ni^{2+} ионлари сорбцияланиши аниқланди.

Калит сўзлар: Вермикулит, сорбция, ионит, никел иони, кинетика, псевдо биринчи ва иккинчи кинетик модел.

КИРИШ

Бугунги кунда энг катта экологик муаммолардан бири бу саноат чиқинди сувлари таркибидаги зарарли ва хавfli моддаларнинг ортиб бораётганлигидир. Экотизимдаги ифлосланиш сув ва шу билан ўсимликлар ва ҳайвонларнинг ҳаёти сезиларли таъсир қилади. Энг ёмон ифлослантнувчи моддалардан баъзилари табиий жараёнлар ва антропоген фаолият натижасида атроф-муҳитга чиқариладиган оғир металл ионлари ҳисобланади. Бу металл ионлари тўпланиши туфайли, ҳатто кичик концентрациялар ҳам тирик организмлар ҳолатини сезиларли даражада ёмонлаштириши мумкин муҳитни ҳосил қилади. Кўпгина саноат тармоқларидан чиқадиган оқова сувлар таркибида турли хил оғир металлларнинг деярли барчасини учратиш мумкин. Айниқса Co^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} каби ионларнинг бундай сувлардаги концентрацияларининг ошиши атроф муҳитга зарарли таъсир кўрсатмоқда. Ушбу ифлослантнувчи моддаларнинг ортиб бораётганлиги уларни чиқинди сувлар таркибида олиб ташлашни талаб қилади [1].

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Сувли эритмалардан оғир металлларни олиб ташлашнинг бир қанча усуллари мавжуд. Уларга анъанавий

усуллар: филтрлаш, коагулятсия ва ион алмашинуви. Бу усуллардан ион алмашинув усули муқобил усуллардан биридир. Металл ионларини олиб ташлашнинг ион алмашинув усули технологиялари, бу ҳатто паст концентрацияли металл ионлари учун ҳам самарали усул ҳисобланади. Сўнгги пайтларда тадқиқотлар "табиий ион алмашинувчи материаллар" га яъни табиий сорбентларга қаратилмоқда [2].

Сорбентларнинг табиий келиб чиқишига алоҳида эътибор берилишига асосий сабаб сотиб олиш харажатларининг камлиги ва фойдаланиш имкониятининг кенглиги қулай ҳисобланади. Табиий адсорбентлардан биосорбентлар, алуминосиликатлар ва сеолитлар кўп тарқалган. Алюмосиликат ҳисобланган гил минераллари табиий адсорбентларнинг энг муҳим гуруҳидир. Гил минералларидан фойдаланишнинг асосий афзаллиги уларнинг нисбатан осон топилиши ва табиий келиб чиқиши, ишлаб чиқариш нархининг пастлиги ва термик ва механик қаршилигининг юқорилиги ҳисобланади. Гил минералларига мисол қилиб гидратланган вермикулитларни келтириш мумкин. Бу минерал таркибида асосан магний ва темир силикатлар учрайди.. Вермикулит металл ионларни олиб ташлаш учун яхши адсорбентлардан бири ҳисобланади [3].

Лой ва гил минераллар бир қанча табиий кўринишлари учрайди, масалан, монтмориллонит, вермикулит, иллит, каолинит ва бентонит муқобил сифатида танилган бир неча сабабларга кўра оғир металлларни адсорбциялаш учун ишлатиладиган материаллар иқтисодий афзалликлар ва уларнинг ўзига хос хусусиятлари, масалан катта ўзига хос сирт юзаси, мукамал физик ва кимёвий барқарорлик хусусиятларига эга.

Бошқа арзон нархлардаги адсорбентлар ҳам ўрганилган, буларга биоадсорбентлар гуруҳига мансуб сув ўтлари ва хитозан мисол бўла олади. Лекин уларнинг самарадорлиги гил минералларидек эмас. Гил минералларидан вермикулит юқори самарадор сорбент ҳисобланади [4].

Вермикулитнинг келиб чиқиши ва тарқалиш таснифи мавжуд бўлиб, улар слюда минераларини учта асосий гуруҳга ажратади: каолинит гуруҳи, иллит гуруҳи ва смектит-вермикулит гуруҳи. Смектит-вермикулит гуруҳларига мансуб вермикулит асосан калийли биотит, флогопитдан тозалаш натижасида ҳосил бўлади.

Вермикулитлар одатда жигарранг рангда ва бронза кўринишида бўлади. Аслида ранг, таркибий қисмларнинг миқдорига боғлиқ бўлади. Компонентларнинг турига ва нисбатларига қараб, қора рангдан тўқ жигар ранггача ва ҳаттоки яшил, сариқ ва

сарғиш-жигар ранггача ўзгаради. Минераларнинг таркибидаги фарқлар нафақат рангга, балки баъзи бошқа хусусиятларга ҳам таъсир қилади [5].

Вермикулит гидратланган алюминий ва магний силикатига эга бўлиб, ҳарорат $650-1000^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилганда, вермикулитнинг зарралари қатламлар ва структуравий сувларнинг буғга айланиши туфайли асл ҳажмига нисбатан 8-30 барабар кенгайди. Совутгандан сўнг кенгайтирилган вермикулит янги ҳажмини сақлайди. Кенгайтирилган вермикулит зарралари ҳаво бўшлиқлари билан ажратилган ингичка плиталар сифатида қаралади. Вермикулит ёрдамида ишлаб чиқарилган материаллар ва маҳсулотлар кислота таъсирида ёнмайдиган, биологик ва нейтрал бўлиб, деформацияга чидамлилиги билан барқарор кучга эга ҳисобланади. Кенгайтирилган вермикулитнинг ўзига хос тортишиш кучи жуда паст. Ундан полимер асосидаги композициялар ишлаб чиқаришда фойдаланиш мумкин бўлади [6].

Хозирги кунгача вермикулитни сорбциялаш хоссалари, чиқинди сувларни тозалашда қўллаш кенг ўрганилиб келинмоқда ва тажриба натижалари уни Pb(II), Cd(II), Cu(II) ва бошқалар каби оғир металлларни чиқинди сувлардан тозалаш учун мос адсорбент эканлигини ўрганилган. Вермикулитга оғир металлларнинг адсорбцияси эндотермик жараён дир. Табиий “слюда” металл катионларининг адсорбцион механизмларига асосланиб, турли хил ишларда кўриб чиқилган ва энг муҳим адсорбцион жойлар базал жойлар ва кристалларининг чеккаларида жойлашган гидроксил жойлар эканлиги ўрганилган [7].

Вермикулитлардаги катион алмашилиш қобилияти, бу сирт ва қатламлараро ион алмашинуви жараёнлари ҳамда изоморфик алмашилиш натижасидир. Юқори сирт майдонлари билан боғлиқ бўлган бундай хусусиятлар ушбу материалларни саноат ва маиший чиқиндилардан оғир металл ионларини олиб ташлаш учун адсорбент материаллар сифатида ўрганилган. Вермикулитнинг катион алмашилиш сиғим даражаси қатлам ва ташқи юзада мавжуд бўлган алмашинадиган катионлар миқдорига боғлиқ бўлади. У доимий манфий заряд, катта сирт майдонларининг хусусиятларига ва катионларнинг сорбцияланиш қобилиятига эга, масалан, юқори катион алмашилиш қобилияти (120-140 ммол/мг) га тенг дир [8].

Оддий вермикулитнинг катион алмашилиш сиғим қиймати 89 смол (+)/кг эканлиги ҳам ўрганилган бўлиб, бу вермикулитлар учун характерли бўлганидан пастроқ қиймат (аслида 100-200 смоль (+)/кг га етади). Аммо маълумки, Палабора вермикулити таркибида ҳам, марказий жойларида ҳам ўзгарувчанликни намоён қилади. Палабора

вермикулит соф вермикулит эмас, аксинча, флогопит / биотитнинг сувли гидратациясини перколяция қилиш натижасида ҳосил бўлган аралаш қатламли вермикулит-биотитдир. Биотитнинг қатламлараро фазасида мустақамланган K^+ катионларидан фарқли ўлароқ, вермикулитлардаги гидратланган қатламлараро ионлар нисбатан осон алмашинади[9].

Турли хил ишларда вермикулитнинг адсорбцион қобилияти оғир металлларга нисбатан эритманинг рН га боғлиқлиги ва адсорбцион сифим эритманинг рН даражаси ошиш сабаби кўрсатилган. Вермикулитнинг адсорбцион кучига ҳароратнинг оғир металлларга (Mn(II), Cd(II), Cu(II), Pb(II), Ni(II), Zn(II), Co(II), Cr(III), Fe(II), Al(III), Ca(II) ва Mg(II)) нисбатан таъсири ўрганилган. Ўзгартирилган вермикулитда Cd(II), Cu(II), Cr(III), Pb(II) ва Zn(II) ни адсорбциялаш қобилияти ҳарорат ошиши билан ортиб бориши аниқланган [10].

Ушбу илмий ишда никел ионларининг адсорбенти сифатида вермикулитдан фойдаланиш имкониятини ўрганиб чиқилди. Бунинг учун сунъий эритмалардан рангли металл ионларини ажратиб олишда Вермикулит асосида олинган ионитдан фойдаланилди. Бунда ионитга Ni^{2+} ионларини сорбция жараёнларининг механизмларига турли омилларнинг таъсири ўрганилди.

НАТИЖА ВА МУҲОКАМА

Вермикулит асосида олинган ионитга сунъий эритмалардан Ni^{2+} ионларининг сорбцияси ўрганилди. Бунинг учун $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ кристаллигидратларидан фойдаланиб Ni^{2+} ионларининг 0,1; 0,05; 0,025; 0,0125 моль·л⁻¹ концентрацияли эритмалар тайёрланди ва тайёрланган сунъий эритмалардан металл ионларининг сорбция давомийлиги 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 мин ва 12, 24 соатларда ўрганилди. Бунинг учун HCl бўйича статик алмашилиш сифими 2,5 мг-экв г⁻¹ бўлган қуруқ сорбент 0,3 г дан аналитик тарозида ўлчаб олиниб, ҳажми 250 мл бўлган конуссимон қолбаларга солинди ва 100 мл дан туз эритмалари қуйилди. Сорбциядан олдинги ва кейинги эритмалардаги металл ионларининг концентрация ўзгариши *Спектрофотометр (Mikroplanshet rider Perkin Elmer)* (АҚШ) ёрдамида аниқланди (Ni^{2+} учун 720 нм тўлқин узунлиқда).

Сорбентга ютилган металл иони миқдори қуйидаги тенглама орқали ҳисоблаб чиқилган.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_p)}{m} \times V$$

Бунда: q_e –ионитга ютилган металл иони миқдори моль/г, C_0 – металл ионларининг дастлабки концентрация моль/л, C_p – металл ионларининг мувозанат концентрацияси моль/л; V – эритма ҳажми л; m – куруқ сорбент массаси(г) [11].

Маълумки сорбция жараёнининг механизмини (кимёвий реакция тезлиги, диффузияни бошқариш ва масса узатилишини) аниқлашда кинетик моделлардан фойдаланилади. Сўнгги йилларда турли хил кинетик моделлар псевдо биринчи тартибли, псевдо иккинчи тартибли ва бошқа бир қанча усуллардан фойдаланилмоқда. Бунинг учун хлорид кислота бўйича САС қиймати 2,5 мг-экв/г бўлган вермикулит асосида олинган ионит ишлатилди.

Ушбу ишда қуйидаги кинетик моделлардан фойдаланилди

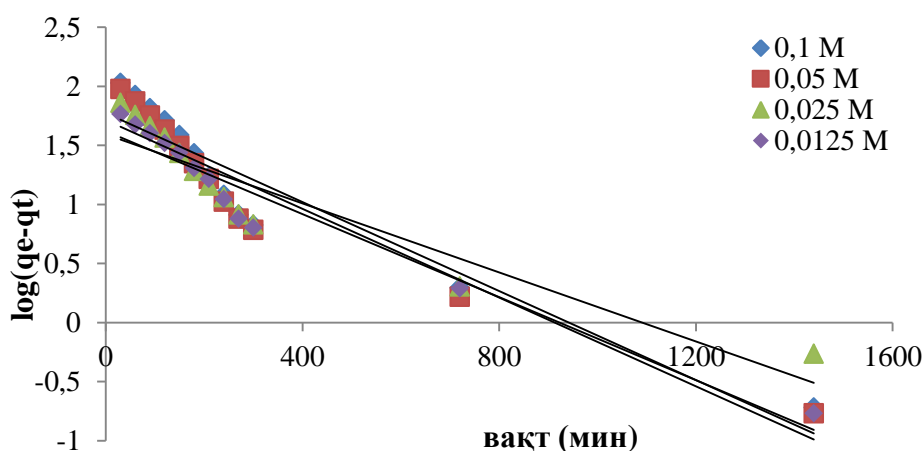
Псевдо-биринчи тартибли кинетик модель

Псевдо-биринчи тартибли кинетик модел қуйидаги Лагергрэн тенгламаси билан ифодаланади:

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1}{2,303} t$$

Бу тенгламада: q_t ва q_e маълум вақтдаги ва мувозанатдаги сорбентнинг металлари сорбциялаган миқдори (мг/г). k_1 -биринчи тартибли сорбция жараёни тезлик константаси (мин^{-1}) бўлиб, $\log(q_e - q_t)$ ва t вақтга нисбатан тузилган чизикли графигида кесишиш қиялигининг бурчак қиймати - $k_1/2,303$ га тенг.

Тажрибада ҳисобланган Ni^{2+} ионларининг ПВХ асосидаги полиамфолитга сорбцияланиш жараёни кинетикаси 1 - расмда, $\log(q_e - q_t)$ ва t вақтга нисбатан тузилган графикдан псевдо биринчи тартибли кинетик параметрларини топиш орқали баҳоланди.



1 - расм. Вермикулит асосида олинган ионитга Ni^{2+} ионлари сорбциясининг псевдо-биринчи тартибли кинетик модели.

Шунингдек Ni^{2+} ионларининг вермикулит асосидаги ионитга сорбцияланиш жараёни кинетикаси псевдо-иккинчи тартибли кинетик параметрларини топиш орқали баҳоланди.

Псевдо-иккинчи тартибли кинетик модель

Псевдо-иккинчи тартибли кинетик моделл қуйидаги тенглама билан ифодаланади [12].

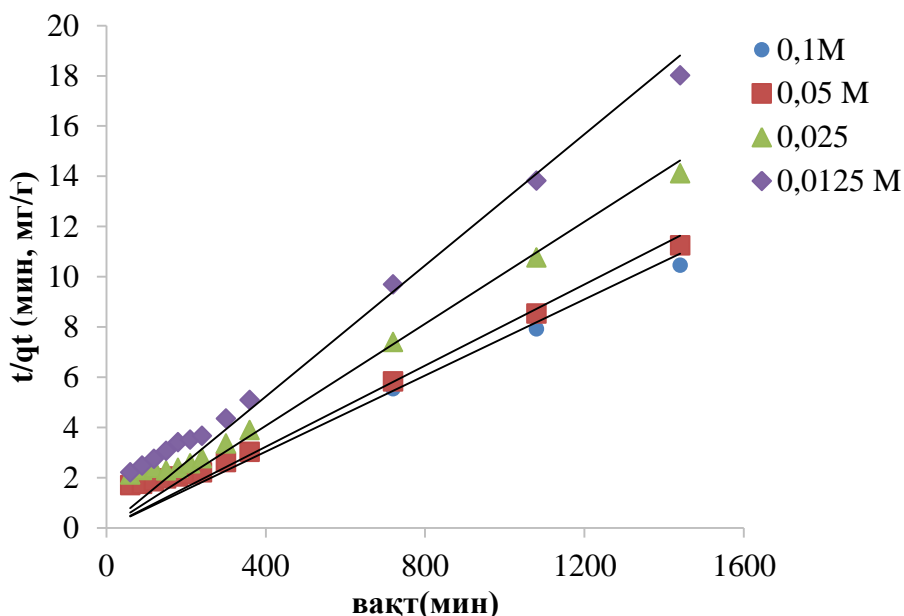
$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \left(\frac{1}{q_e}\right)t$$

Дастлабки сорбция даражаси ($t=0$) қуйидагича топилади:

$$h = k_2 q_e^2$$

Келтирилган тенгламаларда k_2 тезлик константаси, q_e – маълум массали сорбентга ютилган металл ионларининг миқдори (мг/г), t -вақт (минут).

Ni^{2+} ионларининг вермикулит асосидаги ионитга сорбцияланиш жараёни кинетикаси 2 - расмда t/q_e ва t вақтга нисбатан тузилган графикдан псевдо-иккинчи тартибли кинетик параметрларини топиш орқали баҳоланди.



2 - Расм. Вермикулит асосидаги ионитга Ni^{2+} ионлари сорбциясининг псевдо-иккинчи тартибли кинетик модели.

Вермикулит асосидаги ионитга Ni^{2+} ионларининг сорбцияланиш жараёни кинетикаси юқорида келтирилган 1 ва 2 - расмлардан фойдаланиб топилган тезлик константалари (k_1 ва k_2) ва корреляция коэффициентлари (R^2) 1 - жадвалда келтирилган.

1 - жадвал.

Вермикулит асосидаги ионитга Ni^{2+} ионлари сорбциясининг кинетик кўрсаткичлари ва фаолланиш энергияси.

Сорбент	Металлар	Дастлабки конс. (моль/л)	Псевдо-биринчи тартибли			Псевдо-иккинчи тартибли			E_a кЖ/моль
			Мувозана т адсорбция миқдори q_e (мг г ⁻¹)	k_1 (мин ⁻¹)	R^2	Мувозана т адсорбция миқдори q_e (мг г ⁻¹)	k_2 (г мг ⁻¹ мин ⁻¹)	R^2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вермикулит асосида ионит	Ni^{2+}	0,0125	92,8	0,006828	0,787 1	80	0,00578	0,6775	
		0,025	121,2	0,006898	0,893 1	102,5	0,00645	0,6799	19,8
		0,05	145,9	0,007784	0,849 9	128,5	0,007514	0,6957	
		0,1	164,8	0,007304	0,927 1	138,1	0,007578	0,6975	
		Ўртача k_1 ва k_2				0,007203		0,00688	

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР

Мазкур олиб борилган кинетик тадқиқотларда Вермикулит асосида олинган ионитга сунъий эритмалардан Ni^{2+} ионларини сорбцияси псевдо-биринчи псевдо-иккинчи тартибли кинетик моделларнинг тезлик константалари ҳисоблаб топилди. Тадқиқотларда кўринадики ионларнинг ионитга ютилиши псевдо-биринчи тартибли кинетик моделга бўйсунганлигидан далолат беради, ҳамда псевдо- биринчи тартибли кинетик моделнинг корреляцион коэффисенти тегишли равишда Ni^{2+} ($R^2=0,7871-0,9271$), псевдо- иккинчи тартибли кинетик моделнинг корреляцион коэффисенти Ni^{2+} ($R^2=0,6775-0,6975$) қийматлар тенлиги аниқланди. Бу эса Ni^{2+} ионларинг Вермикулит асосида олинган ионитга сорбцияланишида металл ионлари билан бир қаторда сорбент таркибидаги амина гуруҳ ҳам таъсир кўрсатганлигидан далолат беради. Шунингдек эритмалардаги адсорбция константаси қийматининг ҳарорат таъсирида ўзгаришини Аррениус қўйидаги тенглама орқали ифодалади [13,14].

$$\ln k_2 = \ln A_0 - E_a / RT$$



Бу ерда: A_0 экспонентал фактор, E_a - фаолланиш энергияси ва k_2 (г/мг мин) турли ҳароратлардаги псевдо-иккинчи тартибли кинетик константа.

Сорбция жараёнида металл ионларининг фаолланиш энергияси никель иони учун 19,8 кж/моль қийматлар асосида жараён сорбцияси Ni^{2+} учун фаолланиш энергияси аниқланди. Металл ионларининг сорбцияси металл катионлари ва ионит таркибидаги $>NH$ гуруҳлари орасидаги координацион боғланиш асосида боради. Бундан ташқари оралиқ металл ионлари ионит билан координацион боғ ҳосил қилиш кучи ҳам муҳим аҳамиятга эга. Шундай қилиб Ni^{2+} ионлари ионитга ютилиши аниқланди. Бу эса олинган ионитни саноат миқёсида оқова сувлар таркибидан металл ионларини ажратиб олиш имконини беради.

REFERENCES

1. Модификация гиалуроновой кислоты ХГ Курбанов, НН Ахмедова, НЖ Сагдиев, ОХ Турсунмуратов, *Universum: химия и биология*, 32-36
2. Tursunmuratov, O. X. (2022). Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi. *Science and Education*, 3(12), 182-188.
3. Tursunmuratov O. Jurayev M. Bekchanov D. Mukhamediev M. Kinetics and isotherm of Cu^{2+} ion sorption on a new sorbent obtained on the basis of vermiculite *Universum технические науки*, Москва, 2022, Issue: 12(105), 44-48 pages.
4. Турсунмуратов О.Х., Қутлимуратов Н., Хушвақтов С., Бекчанов Д.Ж. Вермикулит асосида олинган янги ионитга Cu^{2+} ионларининг сорбция кинетикаси *Proceedings of the International Conference «Innovative approaches to the development of educationproduction Cluster in the oil and gas field» Tashkent 2022*. pp-153
5. Tursunmuratov Obid Xamzayevich, Bekchanov Davronbek Jumazarovich Vermikulit asosid a olingan ionitga Ni^{2+} ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi *Koordinatsion birikmalar kimyosining hozirgi zamon muammolari” mavzusidagi Xalqaro ilmiy–amaliy konferensiya materiallar to’plami*, Buxoro 2022 22-23-dekabr, 511-515 bet
6. Tursunmuratov Obid Xamzayevich, Bekchanov Davronbek Jumazarovich Kinetics and isotherm of Cu^{2+} ion sorption on a new sorbent obtained on the basis of vermiculite *Koordinatsion birikmalar kimyosining hozirgi zamon muammolari” mavzusidagi Xalqaro ilmiy–amaliy konferensiya materiallar to’plami*, Buxoro 2022 22-23-dekabr, 511-515 bet
7. О.Х.Турсунмуратов, Ф.Т.Хуррамова, Д.Ж.Бекчанов. Вермикулит асосида олинган ионитга Cu^{2+} ионларининг



сорбция изотермасы II International scientific and scientific-technical conference. Problems and prospects of Innovative technique and technology in agri-food chain. Tashkent 2022. pp-163

8. Мухамедиев М. Г., Хушвактов С.Ю., Жураев М. М. и, Ботиров С. Х., Бекчанов Д. Ж. Кинетика сорбции ионов меди (II) и никеля (II) полиамфолитом на основе поливинилхлорида UNIVERSUM 2021/12/25

9. Хушвактов, С. Ю. У., Жураев, М. М. У., Сагдиев, Н. Ж., Бекчанов, Д. Ж., & Мухамедиев, М. Г. (2019). Сорбция ионов меди (II) и никеля (II) на азот-и серосодержащем полиамфолите. Universum: химия и биология, (11-1 (65)), 66-70.

10. Бекчанов Д. Ж., Мухамедиев М. Г. СОРБЦИЯ ИОНОВ СВИНЦА (II) НОВОГО ПОЛИКОМПЛЕКСОНА СОДЕРЖАЩИЙ АМИНО-И СУЛЬФОГРУППЫ //Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии. – 2022. – С. 48.

11. Juraev, M. M., Botirov S. Kh, and S. Y. Khushvaqto. "SEPARATION OF Cu (II) AND Ni (II) IONS FROM TECHNOLOGICAL SOLUTIONS USING POLYVINYL CHLORIDE BASED ION EXCHANGER." (2022).

12. Суюн, Ю. У. Х., Жураев, М. М. У., & Эштурсунов, Д. А. (2022). ПОЛИВИНИЛХЛОРИД АСОСИДАГИ ПОЛИАМФОЛИТГА МИС (II) ВА НИКЕЛ (II) ИОНЛАРИНИНГ СОРБЦИЯСИНИНГ ПСЕВДО-БИРИНЧИ ВА ПСЕВДО-ИККИНЧИ ТАРТИБЛИ КИНЕТИК МОДЕЛЛАРИ. Academic research in educational sciences, 3(10), 5-13. Qutlimuratov N. M. MAHALLIY XOMASHYO VA CHIQUINDILAR ASOSIDA OLINGAN IONITLARNING KIMYOVIY BARQARORLIGI //Academic research in educational sciences. – 2022. – Т. 3. – №. 3. – С. 639-647.

14. Кутлимуратов Н. М., Матчанова Г. О. ПОЛИВИНИЛХЛОРИД ПЛАСТИКАТИ ҲАМДА ЧИҚИНДИЛАР АСОСИДА ОЛИНГАН АНИОНИТГА Mn (VII) ИОНИНИНГ СОРБЦИЯ ИЗОТЕРМАСИ //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 12. – С. 1063-1071.

15. Qutlimuratov N. M., Tursunmuratov O. X., Bekchanov D. J. Polivinilxlorid plastikati asosidagi anionitning fizik-kimyoviy xossalari //SamDU ilmiy axborotnoma Samarqand. – 2020. – Т. 5. – С. 22-26.