

**ТОШКЕНТ ВИЛОЯТИ ЧИРЧИҚ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА  
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc03/30.09.2020.К.82.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ХУШВАҚТОВ СУЮН ЮСУП ЎҒЛИ**

**ПЛАСТИКАТ ПОЛИВИНИЛХЛОРИД АСОСИДАГИ АМИНО- ВА  
СУЛЬФОГУРУҲ ТУТГАН ЯНГИ ПОЛИКОМПЛЕКСОНЛАРНИНГ  
ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ**

**02.00.06 - Юқори молекуляр бирикмалар**

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

УЎТ: 544.3: 544.4: 544.723: 541.64:547.478:542.952:620.192.5

**Кимё фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по химическим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on Chemical sciences**

**Хушвақтов Суюн Юсуп ўғли**

Пластикат поливинилхлорид асосидаги амина- ва сульфогруҳ тутган  
янги поликомплексонларнинг физик-кимёвий хоссалари..... 3

**Хушвақтов Суюн Юсуп угли**

Физико-химические свойства новых поликомплексоннов, содержащих  
амино- и сульфогруппы, на основе пластиката поливинилхлорида..... 21

**Khushvaktov Suyun**

Physico-chemical properties of new polycomplexes containing amino- and  
sulfo groups on the based plasticied polyvinyl chloride..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 42

**ТОШКЕНТ ВИЛОЯТИ ЧИРЧИҚ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА  
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc03/30.09.2020.К.82.02 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ**

---

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ХУШВАҚТОВ СУЮН ЮСУП ЎҒЛИ**

**ПЛАСТИКАТ ПОЛИВИНИЛХЛОРИД АСОСИДАГИ АМИНО- ВА  
СУЛЬФОГУРУҲ ТУТГАН ЯНГИ ПОЛИКОМПЛЕКСОНЛАРНИНГ  
ФИЗИК-КИМЎВИЙ ХОССАЛАРИ**

**02.00.06 - Юқори молекуляр бирикмалар**

**КИМЎ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Чирчиқ – 2021**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.3.PhD/К235 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Ўзбекистон Миллий университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.cspi.uz.ilmiy-kengash](http://www.cspi.uz.ilmiy-kengash)) ва «Ziyonet» Ахборот-таълим порталида ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Бекчанов Давронбек Жумазарович**  
кимё фанлари доктори, доцент

**Расмий оппонентлар:**

**Каримов Махмуд Муратович**  
кимё фанлари доктори, доцент

**Тробов Хамза Турсунович**  
кимё фанлари доктори, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Тошкент кимё-технология институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент вилояти Чирчиқ давлат педагогика институти ҳузуридаги DSc.03/30.09.2020.К.82.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 111720, Тошкент вилояти Чирчиқ шаҳри, Амир Темур кўчаси, 104-уй. Тел.: (0370) 716-68-05, факс (0370) 716-68-11; e-mail: [tvchdri\\_k.kengash@umail.uz](mailto:tvchdri_k.kengash@umail.uz)).

Диссертация билан Тошкент вилояти Чирчиқ давлат педагогика институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин ( \_\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 111720, Тошкент вилояти Чирчиқ шаҳри, Амир Темур кўчаси, 104-уй. Тел.: (0370) 716-68-05, факс (0370) 716-68-11; e-mail: [tvchdri\\_k.kengash@umail.uz](mailto:tvchdri_k.kengash@umail.uz)).

Диссертация автореферати 2021 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилди.

(2021 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

**О.Э.Зиядуллаев**

Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш раиси  
к.ф.д., доцент

**Г.Қ.Отамухамедова**

Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш илмий  
котиби к.ф.ф.д. (PhD)

**А.С.Рафиков**

Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси,  
к.ф.д., профессор.

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD)диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳон миқёсида синтетик ионалмашинувчи материалларни маҳаллий хомашёлар асосида ишлаб чиқариш, ҳамда иқтисодий самарадорликни ошириш учун олиб борилаётган ҳаракатлар ўтган ўн йилга нисбатан бир неча баробар ортган. Ишлаб чиқариладиган ионитлар ҳажми бўйича МДХ давлатлари жаҳонда иккинчи ўринда туради ва бу ион алмашинувчи материаллар ёрдамида ифлосланган оқова сувлар тозаланади, сувнинг қаттиқлиги юмшатилади, у токсик металллардан тозаланади, саноат корхоналари учун ишлатиладиган табиий оқова сувлар ҳамда ушбу корхоналардан чиқаётган чиқинди оқова сувлар тузсизлантирилади. Ионитлар иштирокида қўлланиладиган технологиялар фақат оқова ва чиқинди сувни тозалашдагина эмас балки гидрометаллургияда қимматбаҳо ва бошқа рангли металлларни ажратишда муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда синтетик полимерлар асосида ионитлар синтез қилиш усуллари аниқлаш, ишлаб чиқариш технологияларини жорий этиш, уларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш, хусусий тавсифлари, техник шартлари ва талабларини ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, нефт-газ, табиий углеводородлар ва иккиламчи саноат маҳсулотларидан фойдаланиб ионалмашинувчи материаллар олиш, уларнинг физик-кимёвий параметрлари, тозалиги, таркиби ва тузилишини замонавий усулларда аниқлаш, физик, механик, энергетик ва квант-кимёвий хоссаларини таҳлил қилиш ва саноатда кенг масштабда ишлаб чиқариш усуллари такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Мамлакатимизда тармоқларини ривожлантириш учун замон талабларига мос, экологик тоза, иқтисодий самарали, рақобатбардош, импорт ўрнини босадиган маҳсулотлар чиқарадиган корхоналар яратилмоқда. Бундай корхоналардан «Шўртан-Газ-Кимё», «Устюрт-Газ-Кимё» мажмуаларидан бир неча турдаги полимерлар катта миқдорда ишлаб чиқарилмоқда. Республикаимизда маҳаллий хомашёлар асосида ишлаб чиқариладиган полимер материалларининг ишлатилиш соҳаларини кенгайтириш, ион алмашинувчи материаллар олинишининг мақбул шароитларини аниқлаш ва уларнинг жорий этиш бўйича бир қатор илмий тадқиқот ишлари олиб борилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси<sup>1</sup>да «маҳаллий хомашёларни чуқур қайта ишлашни ва улар асосида янги импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кўзда тутувчи саноатни янги сифат жиҳатдан юқорига кўтариш» га йўналтирилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада маҳаллий хом ашёлар асосида истиқболли сорбентларни яратишнинг инновацион ва иқтисодий жиҳатидан самарадор йўллари

---

<sup>1</sup>2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси/Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли Фармони.

бири бу саноатда ишлаб чиқариладиган кўп тоннажли полимерларни кимёвий ўзгартириш жараёнини аниқлаш, ионитлар олишнинг мақбул шароитларини топиш, олинган ионитларнинг айрим металл ионларига нисбатан селективлигини аниқлаш ва физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш муҳим ахамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 2 мартдаги ПФ-5953-сон «Илм, маърифат ва рақамли иқтисодиётни ривожлантириш йили»да амалга оширишга оид Давлат дастури тўғрисида»ги ҳамда 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантиришни Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармонлари ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибadorлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ҳозирги вақтда турли реагентлар билан поливинилхлоридни модификациялаш орқали ион алмашинувчи ва комплекс ҳосил қилувчи материаллар яратилмоқда. Хусусан бир қатор хориж олимлари V.V. Bayandin, R.G. Sultangare, N.S. Shaglaeva, K. Toxomito, B. Vandbarum, R. Tataru-Farmus, R.P. Kusy, G. Martines, I.S. Ahmed, A.K. Ghoniam, A.A. Abdel., M. Аббас, S. Suga, Y. Wakayama, A. R. Roudman, R. P. Kusy, G. Martines, A.K. Ghoniam, A.A. Abdel Hakim поливинилхлоридни модификациялаш орқали олинган материалларнинг сорбцион хоссалари ва қўлланиш соҳаларини кенг қамровда ўрганишган. Мамлакатимизнинг бир қатор таниқли олимлари М. А. Аскарлов, У. Н. Мусаев, А. Т. Джалилов, Т. М. Бабаев, М. Г. Мухамедиев, С. М. Туробжонов, Д. А. Гафурова, М. М. Каримов ва бошқалар турли хил полимер материаллардан фойдаланиб, ионитлар олиниши ва хоссаларининг физик-кимёвий жиҳатларини тадқиқ қилиш орқали ионалмашув материалларни синтез қилиш ва қўллаш бўйича илмий изланишларга салмоқли улуш қўшганлар.

Поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитни полиэтиленполиамин билан модификациялаш жараёнларини тадқиқ қилиш, олинган полиамфолитни кимёвий, термик барқарорликлари ва сорбцион хоссаларини текшириш кучли кислотали ҳамда асосли янги турдаги импорт ўрнини босувчи поликомплексон материални яратишга олиб келади.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим ёки илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Миллий университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №ПЗ-20170925290+ПЗ-2017092965+ПЗ-20170927395 «Маҳаллий хомашё

асосида ионитлар олиш ва уларни рангли ҳамда камёб металлларни ишлаб чиқариш чиқиндиларидан ажратиб олиш учун қўллаш» (2018–2020 йй.) амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** поливинилхлорид асосида янги поликомплексон олиниш жараёнини ва физик-кимёвий хоссаларининг жиҳатларини аниқлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

поливинилхлорид асосидаги сульфокатионитни полиэтиленполиамин иштирокида модификациялаш орқали таркибида амино- ва сульфогуруҳлари тутган полимер материал олишнинг физик-кимёвий жиҳатларини ўрганиш ва мақбул шароитларини аниқлаш;

поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитни ПЭПА билан модификациялаш кинетикасини аниқлаш;

полиамфолитнинг ғоваклик даражаси, солиштира ҳажми ва намлигини аниқлаш;

олинган полиамфолитнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш;

полиамфолитни металл ионларига нисбатан сорбцион хоссаларини тадқиқ қилиш;

маҳаллий хомашё асосидаги янги полиамфолитни қўлланиш соҳаларини аниқлаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида поливинилхлорид, сульфокатионит, полиэтиленполиамин, полиамфолит, турли хилдаги металл тузлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** кимёвий ўзгаришлар, модификациялаш, оксидлаш, сорбция, десорбция, регенерация, жараёнлар кинетикаси, изотермаси ва термодинамикаси ташкил этган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотлар жараёнида ИҚ - спектроскопия, термогравиметрик таҳлил, дифференциал термик таҳлил, элемент таҳлил, сканерловчи электрон микроскопия, оптик эмиссион спектроскопия, спектрофотометрия, комплексометрия, ютилиш жараёнларини ўрганишда Ленгмюр ва Фрейндлих назариялари, ҳамда псевдо-биринчи ва псевдо-иккинчи тартибли кинетик моделлари каби замонавий назарий ва экспериментал тадқиқот усуллари қўлланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** куйидагилардан иборат:

илк бор гранулаланган пластикат поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитни ПЭПА билан модификациялаб поликомплексон олиш жараёнинининг кинетик параметрлари аниқланган ва мақбул шароитлари топилган;

олинган полиамфолитнинг физик кимёвий хоссаларини текшириш орқали юқори сорбцион хоссага, юқори термик ва механик барқарорликга эга эканлиги аниқланган;

олинган полиамфолитнинг сорбцион ва физик-кимёвий хоссаларини текшириш орқали унинг хоссалари саноат миқёсида қўлланиладиган APFC-45(4-VP+CF-5) полиамфолитига деярли тенг эканлиги исботланган;

полиамфолитга Cu (II), Ni (II), Co (II) ва Cr (III) ионлари ютилишининг кинетик ва изотерма константалари ҳамда термодинамик параметрлари аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

гранулаланган поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитни аминлаш орқали янги полиамфолит олинган;

гранулаланган пластикат поливинилхлорид асосида олинган полиамфолитни саноат корхоналари учун оқова сувларидан оралиқ металл ионларини тозалашда қўллаш мумкинлиги аниқланган;

олинган полиамфолит «Муборак газни қайта ишлаш заводи»да оқова сувларини мис (II), темир (III), никель (II) ва хром (III) ионларидан юқори самара билан тозалаш аниқланган;

олинган полиамфолит ёрдамида гидрометаллургия саноатида технологик эритмаларни концентрлаш ва улардан рангли металлларни ажратиб олиш имкониятлари аниқланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** ИҚ - спектроскопия, термогравиметрик таҳлил, дифференциал термик таҳлил, элемент таҳлил, сканерловчи электрон микроскопия, оптик эмиссион спектроскопия, спектрофотометрия, комплексонометрия каби замонавий усуллар ёрдамида экспериментал натижалар шунингдек ион мувозанат, адсорбция жараёнлари кинетикаси псевдо биринчи ва псевдо иккинчи тартибли кинетик моделлар ҳамда Ленгмюр ва Фрейндлих изотерма моделлари ва ҳамда металл ионлари сорбция термодинамикаси ҳақидаги замонавий назарияларда ишлатиладиган тенгламаларни қўллаш орқали олинган натижаларни таҳлил қилиш билан хулосалар чиқарилган ва математик статистика усуллари билан қайта ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти гетероген шароитда поливинилхлорид асосидаги олинган сульфокатионитдан таркибида олтингугурт ва азот тутрган поламфолит олиш жараёни кинетикасини ва олинган полиамфолитнинг физик кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш орқали жараён боришини бошқариш шунингдек селектив хоссага эга бўлган ионит олиш мумкинлигини кўрсатиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти сульфокатионит асосида олинган полиамфолит ёрдамида саноатда корхоналари учун сувларни тузсизлантириш, чиқинди сувларини экологияга салбий таъсир кўрсатувчи турли хил заҳарли ва оғир металл ионларидан тозалаш, гидрометаллургия саноатида технологик эритмаларни концентрлаш ва улардан рангли металлларни ажратиб олишдан иборатдир.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Поливинилхлорид пластикати асосидаги янги полиамфолит физик-кимёвий хоссалари бўйича олинган илмий натижалар асосида:

поливинилхлорид асосида олинган олтингугурт ва азот тутган полиамфолит синтези учун ташкилот стандарти «Ўзстандарт» агентлиги томонидан тасдиқланган (Ts 02072392-002:2020). Натижада, полиамфолит

ёрдамида гидрометаллургия саноатида технологик эритмаларни концентрлаш ва улардан рангли металлларни ажратиб олиш имконини берган;

синтез қилинган полиамфолит «Муборак газни қайта ишлаш заводи» АЖДа амалиётга жорий қилинган («Муборак газни қайта ишлаш заводи» АЖнинг 2020 йил 23 ноябрдаги 1682/ГК-11-сон маълумотномаси). Натижада, оқова сувлар таркибидаги оралиқ металллар мис (II), темир (III), никель (II) ва хром (III) ионларининг миқдорини 10% дан 17% гача камайтириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари асосида 14 та, жумладан 3 та халқаро ва 11 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ҳамда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 2 та мақола республика журналларида, 3 та мақола хорижий журналларида нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертацияси таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 саҳифани ташкил этади<sup>2</sup>.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ишнинг долзарблиги, мавзунинг янгилиги ҳамда зарурлиги асослаб берилган, тадқиқот мақсади ва вазифалари таърифланган, тадқиқотнинг объект ва предметлари аниқланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мос келиши кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари ёритилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, эришилган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини жорий қилинганлиги, нашр этилган ишлар, диссертация тузилиши ва ҳажми ҳақида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ионитларнинг олиниши ва уларнинг физик-кимёвий хоссалари (адабиётлар шарҳи)**» деб номланган биринчи бобида, таркибида амина ва сульфогуруҳ тутган полимерларнинг физик-кимёвий хоссалари, уларни олинишининг ҳозирги ҳолати, сорбцион хоссали полимерлар олинишига олиб келувчи модификациялаш жараёнларнинг шароитлари кўриб чиқилди. Хусусан, поливинилхлоридни олтингугуртлаш, олтингугуртлаш натижасида олинган сульфокатионитни полиэтиленполиамин ёрдамида аминлаш реакцияларининг турли ташқи омилларга боғлиқликлари шарҳланди. Илмий-техника ва патент ахбороти ўрганилиб, турли сорбцион технологиялар учун мўжалланган ионалмашинувчи материалларни мақсадли қўллаш тенденциялари таҳлил

---

<sup>2</sup> Муаллиф диссертация ишини бажаришда берган илмий маслаҳатлари учун кимё фанлари доктори, проф. М.Г.Мухамедиевга ўзининг самимий миннатдорчилигини билдиради.

қилинган. Мавжуд назарий ва амалий натижалар таҳлили асосида вазифанинг қўйилиши тавсифлаган. Мавзунинг долзарблиги ва аҳамияти асосланган, берилган хоссалар мажмуига эга донатор ионитларнинг зарурияти тўғрисида хулосалар келтирилган. Айти шу таҳлил натижасида поливинилхлорид асосида олинган турли хил хоссали сорбентлар ёрдамида экологик муаммоларни бартараф қилишда олиб борилаётган хориж ва республикамиз олимларининг изланишлари ҳам шу бобда ўрин эгаллаган.

Диссертациянинг «**Поливинилхлорид пластикати асосидаги янги полиамфолит олинишининг қонуниятлари**» деб номланган **иккинчи бобида**, донатор ПВХ асосида олинган сульфокатионитни полиэтиленполиамин (ПЭПА) иштирокида кимёвий модификациялаб таркибида амина ва сульфогуруҳ тутган полиамфолит олиш жараёнининг физик-кимёвий хусусиятлари ёритиб берилган.

Шу кунгача юртимиз олимлари хусусан Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университети Полимерлар кимёси кафедрасининг олимлари томонидан маҳаллий хом ашёлардан бир қатор янги ПАН асосидаги толасимон, ПАА асосидаги гелсимон ва ПВХ асосидаги донатор ионалмашинувчи сорбентлар синтез қилинган.

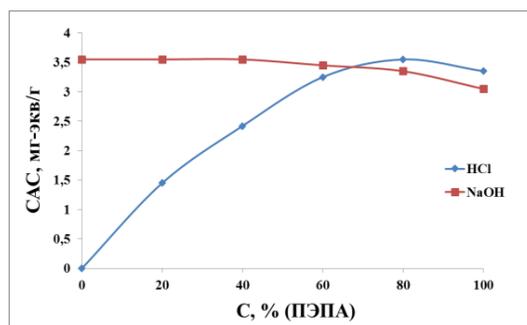
Кафедра олимларининг илмий тажрибаларига суянган ҳолда, маҳаллий хомашёлар асосида донатор пластикат поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитни полиэтиленполиамин иштирокида модификациялаш орқали янги поламфолит олинди. Модификациялаш учун олинган пластикат поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитни турли ҳил концентрацияли ПЭПА эритмаларидан фойдаланилди. Олиб борилган реакцияларнинг боришига турли хил омилларнинг таъсирини ўрганиш натижалари характерининг ўхшаш бўлиши аниқланган.

Модификациялаш реакциялари печда, ёпиқ идишда ҳарорат 383, 393, 403, 413, 423, 433, 443К ларда ва 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 соат вақт давомида ўтказилган. Сульфокатионитга ПЭПА модификациялаш орқали полиамфолит олинишига таъсир этувчи омиллар олинган полиамфолитнинг статик алмашиниш сифими (САС) қийматига асосланиб ўрганилди. Ионалмашинувчи материалларнинг уч ўлчамли макромолекуляр тузилишини ҳосил қилиш учун молекулада камида учта фунгионал гуруҳ ёки атомни ўз ичига олган органик моддалар ишлатилади. Кўпгина синтезларда қуйидаги кимёвий тузилишдаги полиэтиленполиамин (ПЭПА) ишлатилади:



Ионалмашинувчи материаллар ҳосил бўлишининг биринчи белгиси бу полимерларда ионалмашиниш хусусиятларининг пайдо бўлиши. Ионоген гуруҳларнинг мавжудлигини текшириш учун модификациялаш натижасида олинган полиамфолитнинг HCl ва NaOH бўйича САС қийматлари аниқланди. ПВХ асосида олинган сульфокатионитга ПЭПА модификациялаш учун дастлаб турли концентрацияли ПЭПА эритмасида ўрганилди. Олинган натижалар асосида келтирилган 1-расмда кўринадики аминлаш реакциясида

ПЭПА эритмасининг концентрацияси ошиши полиамфолитнинг САС қийматини ошишига олиб келади.



**1 – расм. Полиамфолитнинг САС қийматининг ПЭПА концентрациясига боғлиқлиги (Т=423 К).**

Келтирилган 1-расмдан кўринадикки реакция 80% дан юқори концентрацияда амалга оширилса, аминлаш реакцияси натижасида олинган полиамфолитнинг САС қиймати пасайганлиги кузатилди. Бунга сабаб юқори концентратциядаги ПЭПА молекулалари ионит юзаси билан реакцияга кўпроқ киришиб макромолекулалар тўрсимон тузилиш ҳосил қилиши оқибатида ПЭПА молекулалари гранула ички юзасигача тарқалишини қийинлашишидир. Маълум даражада суьлтирилган эритмаларда эса ПЭПА молекулаларининг ҳаракати осонлашганлиги туфайли полимернинг ички юзасигача кириб борган бўлиши мумкин. Шунинг учун, сульфокатионит аминланиш реакциясини амалга ошириш учун ПЭПAnинг концентрацияси 80% ли эритмасида полиамфолитнинг HCl бўйича САС қиймати юқори кўрсаткич намоён қилди. Шунингдек полиамфолитнинг NaOH (0,1 н ли эритмасида) бўйича САС қиймати ПЭПAnинг концентрацияси 80% ли эритмасигача деярли бир ҳил сақланиб қолганлигини кўришимиз мумкин. Сульфокатионитнинг полиэтиленполиамин билан реакцияси гетероген жараёнлир. Маълумки, бундай жараёнларда реакция тезлиги фақат суьк фазадаги моддаларнинг концентрациясига боғлиқ бўлади.

Берилган графикдан фойдаланиб реакция тартиби ушбу эгри чизикнинг қиялиги асосида топилган, унинг қиймати 1,1 га тенг. Шундай қилиб, реакциянинг конверсия даражасининг концентрацияга боғлиқлиги қуйидаги кўринишга эга:

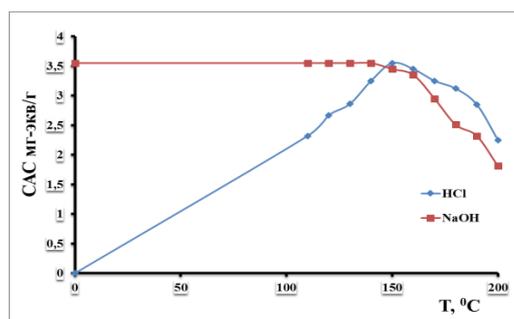
$$V=K \cdot [ПЭПА]^{1,1}$$

Олинган қиймат ( $n>1$ ) гетероген шароитда реакциянинг классик ўтказилиши ҳақидаги адабиёт маълумотларига мос келади.

K – бу тенглама бўйича ҳисобланган реакция тезлиги константаси  $3,15 \cdot 10^{-3}$  сек·л/моль қийматга тенг эканлиги аниқланди.

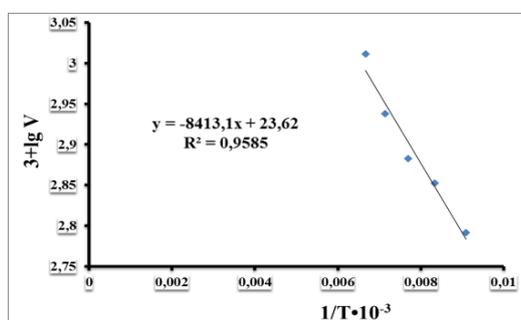
ПВХ асосидаги сульфокатионитни аминлаш реакциясига ҳарорат таъсирини ўрганишда 140°C дан 150°C гача бўлган ҳароратда олинган намунанинг САСга ва масса ўзгаришига асосланиб модификациялаш жараёнининг муқобил ҳарорати топилди. Бунда поливинилхлорид асосидаги сульфокатионит таркибидан ҳарорат ортиши билан HCl ажралиб чиқиши, -SO<sub>3</sub>H гуруҳлари алмашинмаган хлор атомлари ўрнини амин гуруҳлари

боғланиши ҳисобга олинди. Олинган натижалар қуйидаги 2-расмда келтирилган.



**2 – расм. Сульфокатионитни ПЭПА билан модификациялаб олинган полиамфолитнинг САС қийматини реакцион муҳит ҳароратига боғлиқлиги**

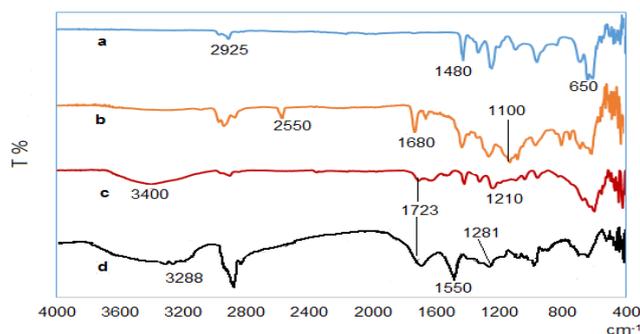
Ушбу 3-расмда модификацияланиш реакция тезлигининг тескари ҳароратга боғлиқлик логорифмик қийматлари келтирилган. Айти боғлиқликнинг бурчак тангенси  $\text{tg}\alpha=8413$  асосида модификацияланиш реакциясининг фаолланиш энергияси ушбу формула асосида  $E = -R \cdot \text{tg}\alpha$  (бу ерда  $R$  – универсал газ доимийси) ҳисоблаб чиқилди,  $E$  нинг қиймати 69,94 кЖ/моль эканлиги аниқланди.



**3 – расм. Сульфокатионит ва ПЭПА модификация реакцияси тезлигининг тескари ҳароратга логарифмик боғлиқлиги ( $10^{-3}$ )**

Таҷрибада ҳисоблаб чиқилган реакциянинг фаолланиш энергияси қиймати айти гетероген жараёнларга хосдир.

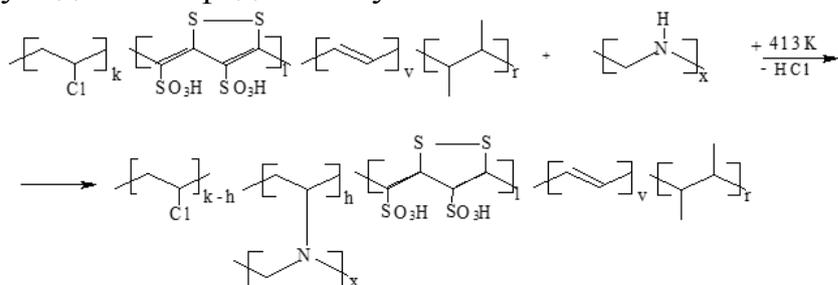
Сульфокатионит ва ПЭПА реакцияси маҳсулотини идентификациялаш учун ИҚ спектр таҳлили ўтказилди. Қуйидаги 4-расмда намуналарнинг ИҚ спектрлари таҳлили келтирилган.



**4 - расм. Олинган намуналарнинг ИҚ спектри  
a - ПВХ, b - ПВХ-S, c - ПВХ-SO<sub>3</sub>H, d - ПВХ-(SO<sub>3</sub>H)NH**

Келтирилган 4-расм (b) нинг маълумотлардан кўринадики ҳосил бўлган полимерларнинг ИК-спектрларида  $1680\text{ см}^{-1}$  соҳада ютилиш чизиқлари кузатилди, ушбу ютилишлар  $>C=C<$  боғларнинг валент тебранишларига ҳосдир. Ушбу чизиқларнинг пайдо бўлиши винил гуруҳларининг дегидрохлорланиши билан боғлиқдир. 4 - расм (b) нинг  $1100\text{ см}^{-1}$  соҳадаги чизиқ тион гуруҳининг ( $C=S$ ) валент тебранишига ҳос. Барча ўрганилган намуналар учун 4 - расм (a)  $1480\text{ см}^{-1}$  соҳада ютилиш чизиқлари кузатилиб, улар скелетли C-C, деформацион C-H ва деформацион  $CH_2$  тебранишларига ҳосдир. Намуналарнинг ИК-спектрларида 4-расм (a)  $650\text{ см}^{-1}$  тўлқин узунликларида жадал ютилиш чизиқлари аниқланиб, улар ўз навбатида C-Cl валент тебранишлари учун ҳосдир. Инфрақизил-спектроскопик қиёсий анализ тадқиқот маълумотлари 4 - расм (c), (d)  $1723\text{ см}^{-1}$  соҳаларда катионит таркибида бир валентли  $-SO_3H$  сульфогуруҳ борлигини кўрсатади. Шунингдек 4 - расм (d) да  $3288\text{ см}^{-1}$  соҳадаги ютилиш  $>N-H$  боғланишнинг деформацион тебранишларини характерлайди.  $1281\text{ см}^{-1}$  соҳада иккиламчи ва бирламчи амин тузларини характерлайдиган кенг ютилиш соҳаларининг борлиги поликомплексонларда ички туз формасида амина- ҳамда сульфогуруҳларининг мавжудлигини кўрсатади.

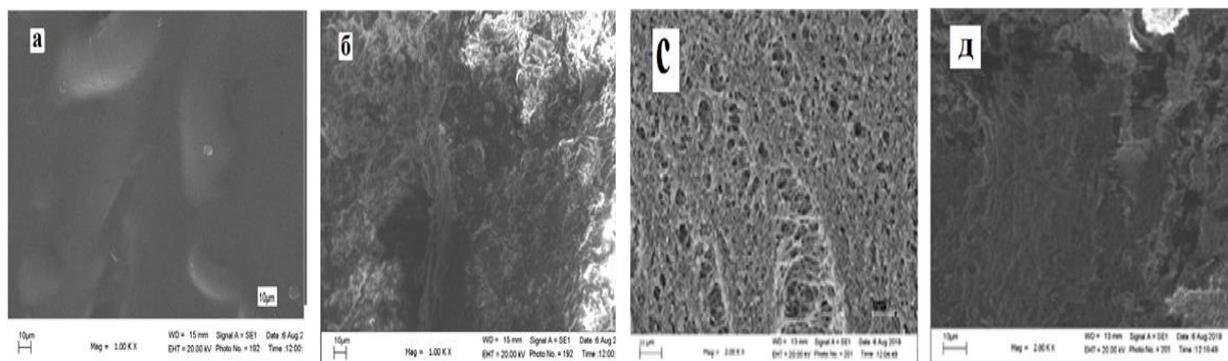
Олинган ИК спектр таҳлиллари асосида ПВХ асосидаги  $-SO_3H$  гуруҳ тутган сульфокатионитни полиэтиленполиамин билан кимёвий реакция тенгламасини қуйидагича ифодалаш мумкин:



Юқоридаги реакциядан кўриниб турибдики полимер занжиридаги сульфогуруҳлари ( $-SO_3H$ ) га алмашинмаган хлор атомларини ўрнига асос хоссали аминогуруҳлари ( $>NH$ ) алмашинганлигини кўриш мумкин. Бу функционал гуруҳлар олинган ионитни ҳам кислоталик ҳам асослик хоссасини номоён қилишини кўрсатади.

Тадқиқотларда кўринадики кўплаб адсорбент материалларнинг морфологик ва сирт тузилишини аниқлашда SEM усулидан кенг фойдаланилади. Чунки сорбентларнинг морфологик тузилиши уларнинг физик-кимёвий хоссаларига кенг таъсир кўрсатади. ПВХ ва унинг модификацияланган шаклларини морфологик ва сирт тузилиши ўрганилди.

Бунда дастлабки пластикат ПВХ, экстракцияланган ПВХ, сульфокатионит ва полиамфолитларнинг микрофотографиялари қуйидаги 5 - расмда келтирилган.



### 5- расм. SEM микрофотографиялари.

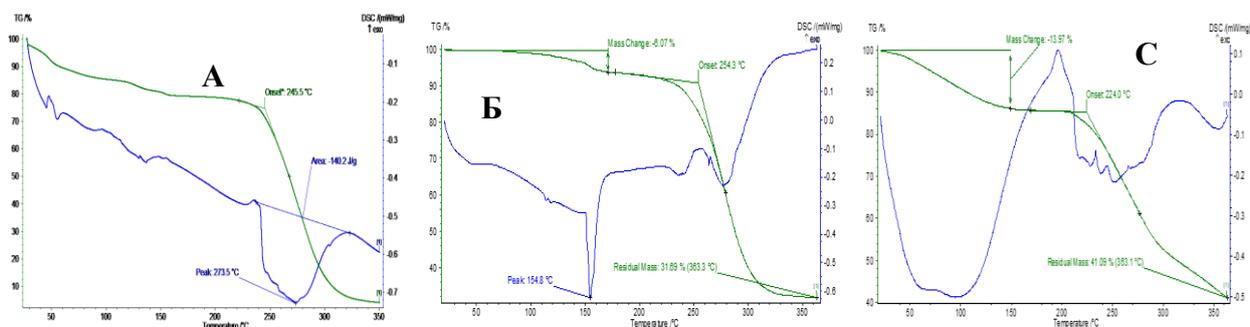
**а) пластикат ПВХ, б) экстракцияланган пластикат ПВХ, с) сульфокатионит ПВХ-SO<sub>3</sub>H, д) поликомплекс ПВХ-(SO<sub>3</sub>H)NH**

Юқорида келтирилган SEM микрофотографияларида 5-расм (а)да пластикат поливинилхлорид юзаси текис тузилишли бўлиб, экстракцияланган 5 – расм (б) поливинилхлорид орқали пластификатор чиқариб, сульфогрухлари киритилгандан сўнг 5 – расм (с) ғовак тузилишли полимер ҳосил бўлган. Кейинги босқичда аминланган полимер юзаси 5-расм (д) дан кўринадики бир хил тузилишли бурмалар ҳосил қилган. Бу эса ПВХ асосида ҳосил бўлган сорбент катта сирт юзага эга бўлганлиги ва бундай морфологик тузилишга эгаллиги турли металл ионлари билан юқори сорбцион хосса намоён қилиши мумкин.

Диссертациянинг «Поливинилхлорид асосида олинган полиамфолитнинг физик-кимёвий хоссалари» деб номланган учинчи бобда, поливинилхлорид асосида олинган полиамфолитнинг термик таҳлили, кимёвий барқарорлиги ва полиамфолитга турли хил металл ионларининг сорбциясининг физик-кимёвий қонуниятлари тадқиқ қилинган.

Бизга маълумки саноатнинг турли соҳаларида қўлланувчи сорбентлар қатор талабларга жавоб бериши керак, хусусан турли металлларга нисбатан юқори сорбцион сиғимига эга бўлиши, сувда эримаслиги, кимёвий барқарор бўлиши, ҳароратнинг ўзгаришига барқарор бўлиши ва арзон бўлиши билан биргаликда кўп марта қайта ишлатиш хусусиятига, сувни тозалаш жараёнида технологик, экологик ва иқтисодий талабларга мос келиши керак. Шунинг учун агрессив физик-кимёвий таъсирларга барқарор бўлган, янги ион алмашувчи ионитлар синтез қилиш долзарб масалаларидан биридир. Полимерларнинг ҳароратбардошлилигини ўрганишда ҳарорат таъсирида масса йўқотишига асосланган термогравиметрик (ТГ) таҳлилидан кенг фойдаланилади.

Бошланғич маҳсулот ПВХ, ПВХ асосида олинган сульфокатионит ҳамда олинган полиамфолитнинг ТГ ва дифференциал термогравиметрик анализ (ДТГ) эгрлари б - расмда келтирилган.

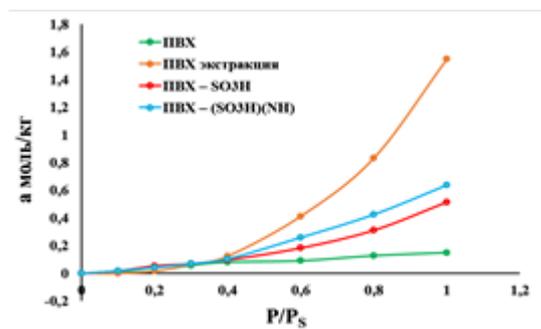


**б - расм. А) пластикат ПВХ, (Б) SO<sub>3</sub>H гуруҳ тутган ПВХ, (С) ПВХ-(SO<sub>3</sub>H)(NH) ларни термик таҳлили.**

TG- термогравиметрик эгри; DTG - дифференциал термогравиметрик анализ эгриси.

б-расм (Б) да сульфокатионитни дерватограммаси келтирилган. Маълумотлар намунанинг таркибида кристалл структураси борлигини тасвирлайди, 23-370°C ҳарорат интервалида массанинг йўқотилиши иккита босқичда содир бўлади, биринчиси 130-160°C интервалда бўлиб, ушбу интервалда -6,07% массанинг йўқотилиши билан намунанинг таркибидаги кристалл тизимларнинг суюқланиши содир бўлади. ДСК нинг эгри чизиқларида -28,13 Дж/г энергиянинг ютилиши билан эндотермик пик кузатилади  $-T_{\max}=154,8^{\circ}\text{C}$ . Олинган термогравиметрик (ТГ) таҳлили натижаларидан кўришиб турибдики дастлабки модда ПВХ 245,5°C ҳароратда қиздирилганда термик деструкция ҳодисаси кузатилади. ПВХ асосида олинган сульфокатионитда эса 254°C дан юқори ҳароратда қиздирилганда термик деструкция ҳодисаси кузатилади, у дастлабки массадан намуна массасининг 32% гача йўқотилишига ва -130 Дж/г миқдордаги энергиянинг (эндотермик пик) ютилишига олиб келади. Ушбу б – расм (С) да келтирилган полиамфолитнинг термогравиметрик анализ маълумотларидан куринадики 224°C ҳароратда қиздирилганда деструкция ҳодисаси кузатилади. Бу эса сульфокатионитга нисбатан термик деструкцияга чидамлилигини бироз пстлигини кўрсатади.

Бизга маълумки саноат миқёсида ишлатиладиган ионалмашинувчи материалларнинг ғоваклиги миқдорий жиҳатдан қатор параметрлар: моноқават сиғими ( $X_m, \text{г/г}$ ), солиштирма юзаси ( $S_{\text{sol}}, \text{м}^2/\text{г}$ ), микроғовак қиймати ( $W_0, \text{см}^3/\text{г}$ ), тўйиниш ғажми ( $V_s$ ), мезоғовак қиймати ( $W_{\text{me}}$ ) ҳамда полимерларнинг ғовак радиуси қийматлари ( $r_k, A_0$ ) ёрдамида тавсифланади. Айти ишда полимерларга бензол буғларини ҳар хил босимда сорбция қийматларини ҳисоблаш усулидан фойдаланилди. Сорбцияланган буғ миқдорини спиралли жуда сезгир тарозлар (Мак Беннинг тортиш усули) ёрдамида ҳамда аввалги маълум даражаланган ҳажмда (ҳажмий усул) буғнинг камайиши ўлчанди. Олинган натижалар куйида берилган график усулларда аниқланди.



**7 – расм. Бензол буғининг ПВХ, ПВХ – SO<sub>3</sub>H, ПВХ – (SO<sub>3</sub>H)(NH)ларга сорбцияси**

Ушбу 7-расмда ПВХ ҳамда ПВХ асосидаги ионитлар учун бензол буғининг сорбция изотермасига асосланиб Брунауэр, Эммет, Теллер томонидан таклиф қилган тенлама ёрдамида полимер материаллар ғовақлар параметрлари ҳисоблаб топилган (БЭТ усули).

**1-жадвал**

**ПВХ асосидаги полиамфолитга Cu<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> ва Cr<sup>3+</sup> ионлари сорбциясининг кинетик кўрсаткичлари ва фаолланиш энергияси**

Сорбент	Металлар	Дастлабки конс. (моль/л)	Псевдо-биринчи тартибли			Псевдо-иккинчи тартибли			E <sub>a</sub> кж/ моль
			Мувозанат адсорбция миқдори q <sub>e</sub> (мг г <sup>-1</sup> )	k <sub>1</sub> (мин <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	Мувозанат адсорбция миқдори q <sub>e</sub> (мг г <sup>-1</sup> )	k <sub>2</sub> (г мг <sup>-1</sup> мин <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полиамфолит	Ni <sup>2+</sup>	0,010	32,45	0,00253	0,705	33,33	0,0007866	0,986	49,52
		0,0125	41,31	0,00241	0,777	41,67	0,0005378	0,987	
		0,025	47,21	0,00233	0,868	76,92	0,0003939	0,996	
		0,050	73,75	0,00233	0,791	100,0	0,0003571	0,994	
		0,075	88,51	0,00233	0,811	125,0	0,0003678	0,996	
		0,100	97,35	0,00233	0,981	142,9	0,0003858	0,999	
		0,125	144,5	0,00193	0,932	178,6	0,0028409	0,999	
		0,250	159,3	0,00163	0,929	200,0	0,0002212	0,999	
	Ўртача k <sub>1</sub> ва k <sub>2</sub>		0,002222			0,0000736			
	Co <sup>2+</sup>	0,010	35,60	0,00461	0,844	37,04	0,000497	0,989	51,96
		0,0125	44,30	0,00461	0,737	50,00	0,000163	0,937	
		0,025	50,20	0,00691	0,714	58,82	0,000092	0,848	
		0,050	77,90	0,00691	0,656	90,91	0,000076	0,871	
		0,075	97,40	0,00691	0,731	111,1	0,000055	0,852	
		0,100	112,1	0,00921	0,958	172,4	0,000002	0,826	
		0,125	150,5	0,00691	0,775	208,3	0,000008	0,796	
		0,250	177,1	0,00691	0,741	222,2	0,000002	0,731	
	Ўртача k <sub>1</sub> ва k <sub>2</sub>		0,006622			0,0001974			
	Cu <sup>2+</sup>	0,010	38,59	0,00461	0,843	41,67	0,000377	0,985	54,15
		0,0125	48,00	0,00461	0,838	55,56	0,000158	0,96	
		0,025	54,41	0,0023	0,744	58,82	0,000115	0,884	
		0,050	84,48	0,0023	0,745	90,91	0,000093	0,903	
		0,075	105,6	0,00461	0,822	117,7	0,000029	0,946	
		0,100	121,6	0,00231	0,957	175,4	0,000022	0,888	
0,125		163,2	0,00231	0,843	212,7	0,000011	0,849		
0,250		192,0	0,00231	0,749	263,2	0,000007	0,934		
Ўртача k <sub>1</sub> ва k <sub>2</sub>		0,01354			0,000010				

## 1-жадвал давоми

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полиамфолит	Cr <sup>3+</sup>	0,010	42,90	0,00461	0,802	45,45	0,000374	0,987	67,86
		0,0125	68,80	0,00461	0,837	76,92	0,000219	0,993	
		0,025	88,40	0,00461	0,831	100,0	0,000145	0,990	
		0,050	101,4	0,00461	0,849	125,0	0,000066	0,967	
		0,075	137,8	0,00461	0,843	166,7	0,000051	0,979	
		0,100	156,1	0,00461	0,816	200,0	0,000025	0,929	
		0,125	195,1	0,00461	0,795	250,0	0,000019	0,937	
		0,250	223,6	0,00691	0,757	285,7	0,000003	0,815	
Ўртача k <sub>1</sub> ва k <sub>2</sub>		0,01267			0,000113				

ПВХ асосидаги полиамфолитнинг қўллаш соҳаларини аниқлаш учун сорбцион хусусиятлари ўрганилди. Олинган полиамфолитнинг Ni(II), Cu(II), Co(II) ва Cr(III) ионлари сақлаган эритмалар таркибидан металл ионларини сорбциялаш жараёнининг физик-кимёвий қонуниятлари ўрганилган.

Мазкур олиб борилган кинетик тадқиқотларда пластикат ПВХ асосида таркибида амина- ва сульфогурохлар сақловчи янги полиамфолитга никель (II), ми (II), кобальт (II) ва хром (III) ионлари сақлаган сунъий эритмаларда сорбцияси турли бошланғич концентрация ва ҳароратларда ўрганиш ушбу жараён кинетик параметрлар қийматлари Ni<sup>2+</sup> (R<sup>2</sup>=0,705-0,986), Co<sup>2+</sup> (R<sup>2</sup>=0,844-0,989), Cu<sup>2+</sup> (R<sup>2</sup>=0,843-0,985) ва Cr<sup>3+</sup> (R<sup>2</sup>=0,802-0,987) ионларинг полиамфолитга ютилиши иккинчи тартибли адсорбция кинетикасига қонуниятлари асосида боришини кўрсатади. Бу эса Cu<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> ва Cr<sup>3+</sup> ионларинг ПВХ асосида олинган полиамфолитга сорбцияланишида металл ионлари билан бир қаторда сорбент таркибидаги амина ва сульфогурохлар ҳам таъсир кўрсатганлигидан далолат беради. Сорбция жараёнида металл ионларининг фаолланиш энергияси никель иони учун 49,52 кЖ/моль, кобальт иони учун 51,96 кЖ/моль, мисиони учун 54,15 кЖ/моль ва хром иони учун 67,86 кЖ/моль, бу қийматлар асосида жараён сорбциясиқуйидаги кетма - кетлик Ni<sup>2+</sup><Co<sup>2+</sup><Cu<sup>2+</sup><Cr<sup>3+</sup> асосида фаолланиш энергияси ўзгаришлари аниқланди.

## 2 – жадвал

### ПВХ асосидаги полиамфолитга Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> ва Cr<sup>3+</sup> ионлари сорбциясида Ленгмюр ва Фрейдлих константа қийматлари

Ионлар	Ленгмюр константалари				Фрейдлих константалари		
	q <sub>max</sub> (ммоль/г)	K <sub>L</sub>	R <sub>L</sub>	R <sup>2</sup>	n	K <sub>F</sub>	R <sup>2</sup>
Ni(II)	3,2	0,00044	0,931	0,994	2,26	57,94	0,984
Co(II)	3,3	0,00041	0,931	0,996	2,29	64,65,	0,982
Cu(II)	3,4	0,00047	0,926	0,997	2,33	67,76	0,977
Cr(III)	3,9	0,00099	0,841	0,996	2,81	89,16	0,974

Ушбу келтирилган 2 - жадвалда сорбция изотермасининг Ленгмюр ва Фрейдлих тенгламалари бўйича барча ҳисобланган натижалари келтирилган. Фрейдлих параметрлари қийматларига кўра мос равишда Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> ва Cr<sup>3+</sup> ионлари n=2,26; 2,29; 2,33 ва 2,81 га тенг бу эса таркибида амина ва сульфогурохлари тутган полиамфолитга метал ионларининг сорбцияси юқори даражада борганлигидан далолат беради. Коррелацион коэффициентлари R<sup>2</sup> қийматлари Ni<sup>2+</sup> учун 0,994; Cu<sup>2+</sup> учун 0,997; Co<sup>2+</sup> учун 0,994 ва Cr<sup>3+</sup> учун 0,996 га тенг ва концентрация ўзгариши адсорбция

жараёни Ленгмюр мономолекуляр адсорбция назариясига бўйсунганини ( $R_L$ -кулай бўлиши) кўрсатади.

ПВХ асосида олинган полиамфолитга 303К дан 323К ҳароратлар оралиқларида эритмалардан  $Ni^{2+}$  (а),  $Cu^{2+}$  (б),  $Co^{2+}$  (с) ва  $Cr^{3+}$  (д) ионларининг сорбция жараёнларида термодинамик параметрларнинг ўзгариши 3-жадвалда келтирилган.

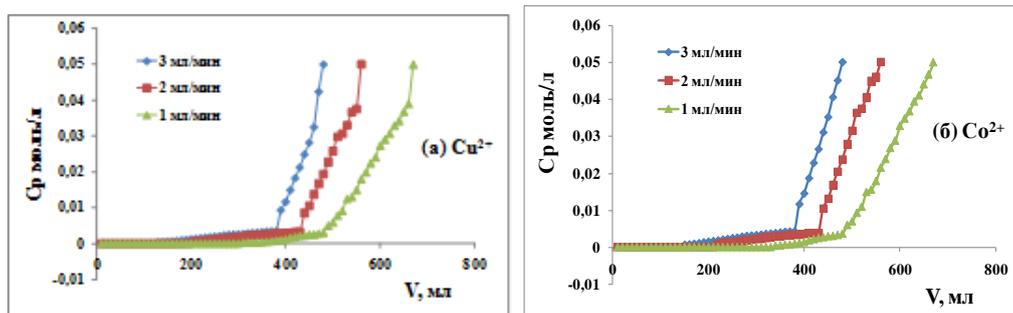
### 3-жадвал

#### Полиамфолитга $Ni(II)$ , $Cu(II)$ , $Co(II)$ ва $Cr(III)$ ионларининг сорбция мувозанат константаси ва термодинамик функцияларнинг ўзгариши

Металл ионлари	T, К	$q_e$ , мг/г	K, л/моль	$-\Delta G$ , ж/моль	$\Delta H$ , ж/моль	$\Delta S$ , ж/моль·К
$Ni(II)$	303	142,3	14,4	6482,4	23495,4	98,94
	313	156,1	14,6	7471,8		
	323	166,6	25,8	8461,2		
$Co(II)$	303	156,3	14,6	6914,8	28101,3	115,6
	313	166,4	25,8	8070,4		
	323	179,8	29,0	9226,5		
$Cu(II)$	303	167,5	14,8	6946,7	28774,7	117,9
	313	179,4	26,0	8125,6		
	323	188,7	30,0	9304,5		
$Cr(III)$	303	170,4	34,2	8942,7	15588,7	80,96
	313	181,6	43,6	9752,3		
	323	189,1	50,2	10562,0		

Келтирилган 3 - жадвалдан кўринадики, Ленгмюр мувозанат константаси асосида ҳисоблаб топилган  $q_{max}$  қиймати 293, 303 ва 313К ҳароратларда ошиб борган. Аини жадвалда келтирилган  $\Delta H$  мусбат қийматга эга ва адсорбция жараёни эндотермиклиги аниқланди. Шунингдек система энтропиясининг ортиши сорбент юзасидаги  $Na^+$  ионлар билан эритма таркибидаги  $Ni(II)$ ,  $Cu(II)$ ,  $Co(II)$  ва  $Cr(III)$  ионлари ўртасида ионалмашиниш реакцияси борганлигидан далолат беради. Эркин энергиянинг камайиши  $Ni(II)$ ,  $Cu(II)$ ,  $Co(II)$  ва  $Cr(III)$  ионларининг полиамфолитга сорбцияси ўз-ўзича борганлигини кўрсатади.

Динамик алмашинув сифимини ва десорбцияни ўрганиш учун поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитга ПЭПА модификацияси натижасида олинган полиамфолитнинг HCl бўйича статик алмашиниш сифими 4,5 мг-экв  $г^{-1}$ , NaOH бўйича 3,5 мг-экв  $г^{-1}$  бўлган донадор полиамфолит активланган ҳолатда калоннага жойлаштирилди.



8 - расм. ПВХ асосидаги полиамфолитга (а)  $Cu^{2+}$  ва (б)  $Co^{2+}$  ионлари динамик сорбция қийматининг ўтиш тезлигига боғлиқлиги. ( $C_M=0,05$  моль/л)

Юқоридаги 8-расмларда колоннадан чиқаётган эритмадаги металл ионларининг концентрациясининг сорбентдан ўтказилаётган эритма хажмига боғлиқлиги келтирилган.

Ушбу келтирилган 8 - (а, б) расмлардан кўриниб турибдики, колоннадан эритмаларининг ўтиш тезлиги камайиши билан металл ионларининг полиамфолитга сорбцияси ортиб борган. Бунга сабаб ион алмашинувчи сорбент функционал гуруҳлари билан туз эритмасидаги металл ионлари алмашилиш кучаяди.

Таркибида амина ва сульфогуруҳлари тутган полиамфолитни оқова сув таркибидан турли ионларни ажратиб олиш учун «Муборак газни қайта ишлаш заводи» АЖ нинг «Техник назорат бўлими» (ТНБ) қошидаги кимёвий таҳлил бўлимида оқова сувларидан металл ионларини олиши аниқланган. Оқова сув таркибида металл ионлари ионитга сорбцияланганлигини спектрометрик усул ёрдамида *Микропланишетли ридер энспире Перкин эмлер (АҚШ)* спектро фотометрда аниқланди. Оқова сувларни тозаланиши керак бўлган асосий катионлар 4 - жадвалда келтирилган бўлиб, асосан ушбу ионларни оқова сувлар таркибидаги миқдорини камайтириш талаб қилинади.

#### 4 - жадвал

#### ПВХ асосидаги полиамфолитнинг оқова сувлардаги ионларни сорбциялаб камайтириши

Мавжуд ионлар	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Co <sup>2+</sup>
Дастлабки миқдори, мг/дм <sup>3</sup>	1820	10,5	75	295
Сорбциядан кейинги миқдори, мг/дм <sup>3</sup>	314,2	1,33	7,5	10,4

Таркибида амина ва сульфогуруҳлари тутган поливинилхлорид асосида олинган полиамфолитга турли оралиқ металл ионларининг ҳар хил концентрацияли сунъий эритмаларда сорбцияси ўрганилди. Бунинг учун Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> ва Cr<sup>3+</sup> ионларининг ПВХ асосидаги полиамфолитнинг сорбциясига таъсир этувчи турли омиллар: концентрация (0,025; 0,05; 0,075; 0,1 М), ҳарорат (303К; 313К; ва 323К), вақтга (2-24 соат) боғлиқликлари ўрганилди.

Диссертациянинг «**Полиамфолит синтези ва хоссаларини тадқиқ қилиш усуллари**» деб номланган **тўртинчи бобида** қўлланилган реактивларнинг тавсифи, полимерларда кимёвий ўзгаришлар олиб бориш усуллари ва тадқиқотлар услублари келтирилган.

### ХУЛОСАЛАР

1. ПВХ асосида олинган сульфокатионитни ПЭПА иштирокида аминлаш натижасида янги полиамфолит олиш реакциясига турли хил омилларнинг таъсирини ўрганиш натижасида жараённинг мақбул шароитлари топилди. Олинган модданинг идентификациялаб ҳосил бўлган полимер материал таркибида S ва N тутганлиги, ҳамда уларнинг сульфо ва амина гуруҳлари ҳосил қилиб ПВХ занжирига бирикканлиги физик-кимёвий анализ усуллари ёрдамида исботланди.

2. ПВХ асосидаги янги полиамфолит олиш имконияти кўрсатилди, мақбул шароитлари аниқланди, олинган полимерни физик-кимёвий усуллар билан идентификациялаш орқали поливинилхлорид занжирида ион алмашиниш хусусиятига эга сульфогурӯхлари ҳамда аминогурӯхлари ҳосил бўлганлиги исботланди. Ушбу тадқиқотлар полиамфолит учун корхона стандарти техник шароитларини ишлаб чиқиш имконини берди.

3. Олинган полимерни ИҚ-спектроскопик усул билан идентификациялаш орқали таркибида ҳам катионалмашинувчи сульфогурӯхлар ҳам анионалмашинувчи аминогурӯхлари борлиги аниқланди ҳамда олинган полиамфолитни сканерловчи электрон микрофотографиялари таҳлили унинг сорбциялаш жараёнини осонлаштирувчи ғовак тузилишга эгаллиги тасдиқлаш имконини берди. Полиамфолитнинг ўрганилган физик-кимёвий хоссалари саноат миқёсида сувдаги мавжуд ионларни ажратиб олишда ишлатиш талабларига мос келишини кўрсатди.

4. Полиамфолитга кобальт (II), мис (II), никель (II) ва хром (III) ионларининг ютилиш кинетикаси тадқиқ қилингди ҳамда сорбция жараёнининг активланиш энергияси ҳисоблаб топилди. Олинган натижалар ўрганилаётган жараён псевдо-иккинчи тартибли реакциялар қонуниятлари бўйича боришини кўрсатиш имконини берди. Кинетик таҳлиллар асосида  $\text{Cu}^{2+}$  ва  $\text{Cr}^{3+}$  ионларини  $\text{Ni}^{2+}$  ва  $\text{Co}^{2+}$  ионларига нисбатан юқори селективликга эга эканлиги аниқланди.

5. Сорбция жараёнининг термодинамикасини тадқиқ қилиш орқали ўрганилаётган жараён Ленгмюрнинг мономолекуляр адсорбцияси назариясига бўйсунуши ҳамда сорбция жараёнининг термодинамик параметрлари - эркин энергия ( $\Delta G$ ), энтальпия ( $\Delta H$ ) ва энтропия ( $\Delta S$ ) қийматлари ўзгариши  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  ва  $\text{Cr}^{3+}$  ионларининг ионит билан ионалмашиниш реакцияси орқали ютилишини кўрсатди.

6. Таркибида амина ва сульфогурӯхлари тутган полиамфолит иштирокида саноат корхона сувларини тозалаш учун бир неча маротаба динамик шароитда сорбция, десорбция жараёнлари амалга оширилганда, унинг сорбцион хоссалари ўзгармасдан қолгани кузатилди ва натижада полиамфолитни саноат корхоналарида сувларни тозалашда кўп маротаба қўллаш мумкинлигини имконини берди.

7. Полиамфолит ёрдамида «Муборак газни қайта ишлаш заводи» АЖ технологик жараёнларида ҳосил бўладиган сувларини оралиқ металл ионларидан тозалашга имкон берувчи мобил ускуна ишлаб чиқилди ва саноат миқёсида жорий қилиниш учун тавсия этилди ҳамда полиамфолит «O'ZSTANDART AGENTLIGI» Standartlar Instituti томонидан Ts 02072392-002:2020 рўйхатдан ўтказилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.09.2020.K.82.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ЧИРЧИКСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ**  

---

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА**

**ХУШВАКТОВ СУЮН ЮСУП УГЛИ**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ  
ПОЛИКОМПЛЕКСОНОВ С АМИНО И СУЛЬФОГРУППАМИ НА  
ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОГО ПЛАСТИФИКАТА**

**02.00.06 - Высокомолекулярные соединения**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО  
ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Чирчик - 2021**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером **B2019.3. PhD/K235**.

Диссертация выполнена в Национальном университете Узбекистана

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу Научного совета ([www.cspi.uz.ilmiy-kengash](http://www.cspi.uz.ilmiy-kengash)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научные руководители:**

**Бекчанов Давронбек Жумазарович**  
доктор химических наук, доцент

**Официальные оппоненты:**

**Каримов Махмуд Муратович**  
доктор химических наук, доцент

**Троров Хамза Турсунович**  
доктор химических наук, доцент

**Ведущая организация:**

**Ташкентский химико-технологический институт**

Защита диссертации состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.09.2020.K.82.02 по присуждению учёных степеней при Чирчикском государственном педагогическом институте Ташкентской области. (Адрес: 111720, Ташкентская область, г. Чирчик, ул. Амира Темура, дом 104. Тел.: (0370) 716-68-05; факс: (0370) 716-68-11; e-mail: tvchdpi\_k.kengash@umail.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Чирчикского государственного педагогического института Ташкентской области. Адрес: 111720, Ташкентская область, г. Чирчик, ул. Амира Темура, дом 104. Тел.: (0370) 716-68-05; факс: (0370) 716-68-11 (зарегистрирована за № \_\_\_\_\_).

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года.

(реестр протокол рассылки № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2021 года).

**О.Э.Зиядуллаев**

Председатель научного совета по присуждению учёных степеней, д.х.н., доцент

**Г.К.Отамухамедова**

Ученый секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, д.х.н. по химии (PhD)

**А.С.Рафиков**

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению учёных степеней, д.х.н., профессор.

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** За последнее десятилетие в глобальном масштабе в несколько раз возросли усилия по производству синтетических ионообменных материалов на основе местного сырья, а также повышению экономической эффективности. По объему производимых ионитов страны СНГ занимают второе место в мире, и с помощью этих ионообменных материалов очищаются загрязненные сточные воды, смягчается жесткость воды, очищаются от токсичных металлов, обессоливаются природные и сточные воды, используемые для промышленных предприятий. Технологии, основанные на использовании ионитов, используются не только для отбеливания и очистки сточных вод, но также очень важны для разделения драгоценных и других цветных металлов в гидрометаллургии.

В мире проводятся научные исследования по нахождению методов синтеза ионитов на основе синтетических полимеров, внедрению технологий их производства, изучению их физико-химических свойств, разработке технических условий и требований, свойственным им характеристикам. Учитывая это, особое внимание уделяется получению ионообменных материалов с использованием продукции нефтегазовой промышленности, природных углеводородов и вторичных промышленных материалов, определению с применением современных методов их состава и строения, чистоты и физико-химических параметров, анализу кванто-химических и энергетических, физических и механических свойств, улучшению методов их производства используемых в больших масштабах в промышленности.

Для развития отраслей в нашей стране создаются предприятия, выпускающие экологически чистую, экономически эффективную, конкурентоспособную, импортозамещающую продукцию в соответствии с современными требованиями. Из этих предприятий «Шуртанский газохимический комплекс», «Устюртский газохимический комплекс» в больших количествах производят несколько видов полимеров. В нашей Республике проводится ряд исследований и достигнуты определённые результаты по расширению областей применения полимерных материалов, производимых на основе местного сырья, определению оптимальных условий получения ионообменных материалов и их внедрения. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан<sup>1</sup> определены задачи, направленные на «глубокую переработку местного сырья, предусматривающие производство на его основе новых импорт замещающих продуктов и поднятие отрасли на новый качественный уровень».

Одним из инновационных и экономически эффективных способов создания перспективных сорбентов на основе местного сырья в этой связи является проведение химической модификация производственных

---

<sup>1</sup>Указ президента республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года “О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы”.

многоатомных полимеров. При этом является весьма важным нахождение оптимальных условий получения ионитов, выявление селективности полученных ионитов по отношению к ионам некоторых металлов и исследование их физико-химических свойств.

Данная диссертационная работа служит в определенной степени выполнению задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-5953 от 2 марта 2020 года «О Государственной программе по реализации стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 - 2021 годах» в «Год развития науки, просвещения и цифровой экономики», ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности» и других нормативно-правовых актах, связанных с этой деятельностью.

**Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития VII. Химические технологии и нанотехнологии.

**Степень изученности проблемы.** В настоящее время модификацией поливинилхлорида (ПВХ) различными реагентами создаются ионообменные и комплексообразующие материалы. В частности, рядом зарубежных ученых V.V. Bayandin, R.G. Sultangare, N.S. Shaglaeva, K. Toxomito, B. Bandbarum, R. Tataru-Farmus, R.P. Kusy, G. Martines, I.S. Ahmed, A.K. Ghoniam, A.A. Abdel., M. Аббас, S. Suga, Y. Wakayama, A. R. Roudman, R. P. Kusy, G. Martines, A.K. Ghoniam, A.A. Abdel Hakim изучен широкий спектр сорбционных свойств и областей применения материалов, полученных модификацией ПВХ. Ряд известных ученых нашей страны Аскарлов М.А., Мусаев У.Н., Джалилов А.Т., Бабаев Т.М., Мухамедиев М.Г., Туробжонов С.М., Гафурова Д.А., Каримов М.М. и др. внесли значительный вклад в научные исследования по синтезу и применению ионообменных материалов и изучению их физико-химических свойств.

Исследование процессов модификации сульфокатионита на основе ПВХ полиэтиленполиамином, изучение химической, термической стабильности и сорбционных свойств полученного полиамфолита способствовало созданию нового типа импортозамещающего поликомплексного материала с сильно кислотными и основными свойствами.

**Соответствие диссертационного исследования планам научно-исследовательской работы высшего учебного заведения, в котором проводилась диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Национального университета Узбекистана по прикладному проекту ПЗ-20170925290+ПЗ-2017092965+ПЗ-20170927395 «Получение ионитов на основе местного сырья и их применение для разделения цветных и редких металлов из отходов производства» (2018-2020 гг.)

**Целью исследования** является получение нового полиамфолита на основе поливинилхлорида и исследование его физико-химических свойств.

### **Задачами исследования являлись:**

изучение физико-химических аспектов получения полимерных материалов, содержащих amino- и сульфогруппы, модификацией сульфокатионита на основе ПВХ полиэтиленполиамином и определение оптимальных условий;

исследование кинетики модификации сульфокатионита, полученного на основе ПВХ полиэтиленполиамином;

определение пористости, удельного объема и влажности полиамфолита;

исследование физико-химических свойств полученного полиамфолита;

исследование сорбционных свойств полиамфолита по отношению к ионам металлов;

определение областей применения нового полиамфолита на основе местного сырья.

**Объектом исследования** являются производные ПВХ, сульфокатионит, полиэтиленполиамин, полиамфолит, соли металлов.

**Предметом исследования** являются химическая модификация, окисление, сорбция, десорбция, регенерация, кинетика процесса, изотермы и термодинамика.

**Методы исследования.** В процессе исследования использовались современные теоретические и экспериментальные методы исследования такие как ИК-спектроскопия, термогравиметрический анализ, дифференциальный термический анализ, элементный анализ, сканирующая электронная микроскопия, оптическая эмиссионная спектроскопия, спектрофотометрия, комплексометрия, сорбционные процессы, теории Ленгмюра и Фрейндлиха, а также кинетические модели псевдо-первого и псевдо-второго порядка.

### **Научная новизна исследования заключается в следующем:**

впервые определены кинетические параметры процесса и найдены оптимальные условия получения поликомплексона модификацией сульфокатионита на основе гранулированного пластика поливинилхлорида полиэтиленполиамином;

исследованием физико-химических свойств полученного полиамфолита установлена его высокая сорбционная способность, механическая и термическая прочности;

исследованием сорбционных и физико-химических свойств полученного полиамфолита установлено, что его сорбционные свойства практически одинаковы с полиамфолитом APFC-45(4-VP+CF-5) используемым в промышленных масштабах;

определены кинетические константы и константы изотерм, а также термодинамические параметры поглощения ионов Cu(II), Ni(II), Co(II) и Cr(III) полиамфолитом.

### **Практические результаты исследования:**

новый полиамфолит получен аминированием сульфокатионита, полученного на основе гранулированного ПВХ;

установлено, что полиамфолит, полученный на основе гранулированного пластикового ПВХ, может быть использован при очистке сточных вод промышленных предприятий от ионов промежуточных металлов;

было обнаружено, что полученный полиамфолит извлекает с высокой эффективностью ионы меди(II), железа(III), никеля(II) и хрома(III) из сточных вод «Мубарекского газо-перерабатывающего завода»;

с помощью полученного полиамфолита выявлены возможности концентрирования технологических растворов и разделения цветных металлов на предприятиях гидрометаллургической промышленности.

**Достоверность результатов исследования** основана на том, что экспериментальные результаты были получены с использованием современных методов таких как ИК- спектроскопия, термографический и дифференциальный термический анализ, элементный анализ, сканирующая электронная микроскопия, оптическая эмиссионная спектроскопия, спектрофотометрия, комплексонометрия. Были сделаны выводы на основе результатов, полученных обработкой математическо-статистическими методами уравнений современных теорий об ионном равновесии, кинетики процессов адсорбции, модели кинетики псевдо-первого и псевдо-второго порядка, а также моделей изотерм Ленгмюра и Фрейндлиха и термодинамики.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что была показана возможность получения селективного ионита и управления этим процессом путём исследованием физико-химических свойств полученного полиамфолита и изучением кинетики получения полиамфолита содержащего сульфо и аминогруппы, аминированием сульфокатионита на основе пластика ПВХ в гетерогенных условиях.

Практическая значимость результатов исследований заключается в обессоливании сточных вод, используемых в промышленности, полиамфолитом, полученного аминированием сульфокатионита, полученного на основе местного ПВХ и серы, очистки от различных токсичных ионов тяжелых металлов, отрицательно влияющих на экологию сточных вод, концентрирования и разделения технологических растворов в гидрометаллургической промышленности.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов о физико-химических свойствах нового полиамфолита на основе ПВХ пластиков:

для синтеза полиамфолита полученного на основе поливинилхлорида и содержащего серу и азот утверждён стандарт предприятия агентством «Узстандарт» (Ts 02073392-002: 2020). Результаты дали возможность концентрировать технологические растворы гидрометаллургической промышленности и выделять из них цветные металлы;

синтезированный полиамфолит был апробирован в практике АО «Мубарекского газоперерабатывающего завода» (Справка ОАО «Мубарекский газоперерабатывающий завод» №1682/ГК-11 от 23 ноября 2020 года). Результаты дали возможность снижению количества ионов переходных металлов меди(II), железа(III), никеля(II) и хрома(III) до 10%, содержащиеся в сточных водах.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования были обсуждены на 14, в том числе 3 международных и 11 Республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 19 научных работы, из них в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации научных результатов докторских диссертаций 2 местных и 3 в зарубежных изданиях.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, резюме, списка литературы, приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц<sup>2</sup>.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** дается актуальность работы, обоснована новизна и необходимость темы диссертации, описаны цель и задачи исследования, определены его объекты и предметы показано соответствие темы исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическое и практическое значения полученных результатов, приведены данные о внедрении результатов исследования, опубликованности результатов, структуре и объёме диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной «**Синтез и физико-химические свойства ионитов (обзор литературы)**», рассмотрены физико-химические свойства полимеров, содержащих amino- и сульфогруппы, современное состояние их получения, условия процессов модификации, приводящих к получению полимеров с сорбционными свойствами. В частности, было охарактеризовано влияние внешних факторов на реакции аминирования сульфокатионита, полученного модификацией поливинилхлорида серой, полиэтиленполиамином.

Изучены научно-технические и патентные данные, проанализированы тенденции целевого применения ионообменных материалов для различных сорбционных технологий. На основе анализа имеющихся теоретических и практических результатов охарактеризована постановка задачи. Исходя из актуальности и значения темы сделаны выводы о необходимости синтеза гранулированных ионитов с заданным набором свойств. В то же время в данной главе также приведены данные анализа исследований зарубежных и

---

<sup>2</sup>Автор выражает искреннюю благодарность доктору химических наук, проф. М. Г. Мухамедиеву за научные советы, которые он дал при выполнении диссертационной работы.

отечественных ученых по устранению экологических проблем с использованием различных сорбентов, полученных на основе ПВХ.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Закономерности получения нового полиамфолита на основе поливинилхлорида пластика**», освещены физико-химические особенности процесса получения полиамфолита с сульфо- и аминогруппами химической модификацией сульфокатионита на основе гранулированного ПВХ полиэтиленполиамином.

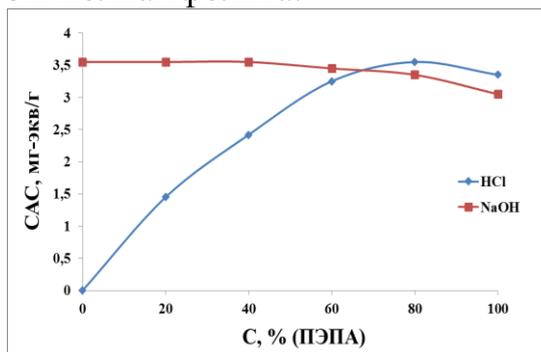
По сей день учеными нашей страны, особенно учеными Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека, синтезирован ряд новых волокон на основе ПАН, гелеобразные на основе ПАА и гранулированные на основе ПВХ ионообменные сорбенты из местного сырья.

Опираясь на научный опыт получен новый полиамфолит модификации сульфокатионита, полученного на основе гранулированного пластикового ПВХ с участием полиэтиленполиамином на основе местного сырья. Для модификации сульфокатионита, использовали растворы ПЭПА различной концентрации. Установлено, влияние различных факторов на течение проведенных реакций.

Модификация проводилась в печах, в закрытом контейнере при 383, 393, 403, 413, 423, 433, 443К и в течение 2-10 часов. Факторы, влияющие на получение полиамфолитов модификацией сульфокатионита ПЭПА, были изучены на основе значения его статической обменной ёмкости (СОЕ). Для формирования трехмерной макромолекулярной структуры ионообменных материалов используются молекулы органических веществ, содержащие не менее трех функциональных групп или атомов. Во многих синтезах используется ПЭПА со следующей химической структурой:



Первым признаком образования ионообменных материалов является появление у полимеров ионообменных свойств. Для проверки наличия ионогенных групп были определены значения СОЕ полиамфолита. Для модификации сульфокатионита, полученного на основе ПВХ, ПЭПА его первоначально исследовали в растворе ПЭПА различных концентраций. Исходя из полученных результатов, (рис. 1) видно что увеличение концентрации раствора ПЭПА в реакции амнирования приводит к увеличению значения СОЕ полиамфолита.



**Рис. 1. Зависимость значения СОЕ полиамфолита от концентрации ПЭПА (Т=423 К).**

Как видно из рис.1, при проведении реакции при концентрации ПЭПА выше 80% наблюдается снижение значения СОЕ полученного полиамфолита. Это связано с тем, что молекулы ПЭПА с высокой концентрацией вступают в реакцию с поверхностью ионита, с образованиям сетчатой структуры, что затрудняет распространение молекул ПЭПА на внутреннюю поверхность гранул. И в растворах, разбавленных до определенной степени, возможно, что молекулы ПЭПА проникают на внутреннюю поверхность полимера из-за их легкости перемещения. Поэтому при проведении реакции аминирования сульфокатионита с коцентрацией ПЭПА 80%, значение СОЕ полиамфолита по НСІ было высоким. Реакция сульфокатионита с ПЭПА представляет собой гетерогенный процесс. Как известно, скорость реакции в таких процессах зависит только от концентрации веществ в жидкой фазе.

Используя данный график, порядок реакции определяется на основе наклона этой кривой, его значение равно 1,1. Таким образом, зависимость степени конверсии реакции от концентрации имеет следующий вид:

$$V=K \cdot [ПЭПА]^{1,1}$$

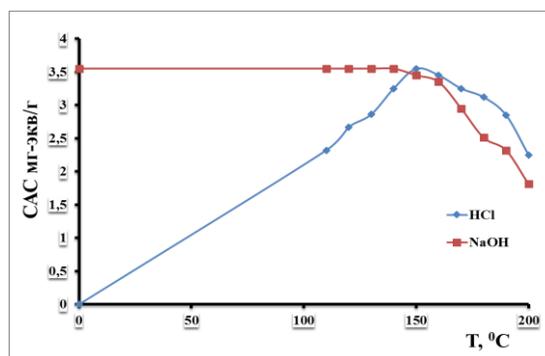
Полученное значение ( $n > 1$ ) соответствует литературным данным о классическом протяжении реакции в гетерогенных условиях.

Определено, что константа скорости реакции- ( $K$ ), рассчитанная по этому уравнению, равна  $3,15 \cdot 10^{-3}$  с·л/моль.

На основе ПВХ, серы и аминов был получен полиамфолит, содержащий в составе серу и азот. Для этого первоначально пластикат ПВХ был модифицирован серой, а на следующем этапе окислением серы в полимерной цепи оксилителями, был получен катионообменный полимер содержащий сульфогруппы.

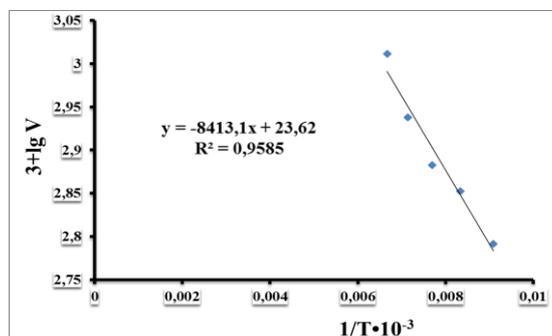
Для введения аминокрупп вместо незамененных атомов хлора были проведены реакции модификации олигомером ПЭПА. В результате исследования воздействия различных факторов на процессы модификации, основываясь на статической обменной емкости (СОЕ) полиамфолита, были найдены оптимальные условия процесса.

При исследовании влияния температуры на реакцию аминирования сульфокатионита на основе ПВХ была найдена оптимальная температура модификации, основанная на изменении СОЕ и массы образца, полученного при температуре от 140 до 150°C. Было учтено выделение НСІ с повышением температуры из состава сульфокатионита соединение аминокрупп в местах, где атомы хлора не замещены сульфогруппами  $-SO_3H$ . Полученные результаты показаны на рис. 2 из которого было, что



**Рис. 2. Зависимость величины СОЕ полиамфолита, полученного модификацией сульфокатионита с ПЭПА, от температуры реакционной среды**

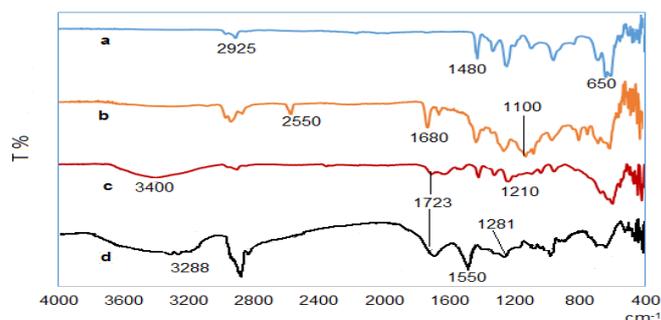
На рис. 3 приведена логарифмическая зависимость скорости реакции от обратной температуры модификации. На основе тангенса угла этой зависимости  $\text{tga}=8413$  была рассчитана энергия активации модификации по формулы  $E=-R \cdot \text{tga}$  (где  $R$ -универсальная газовая постоянная), равное 69,945 кДж/моль.



**Рис. 3. Логарифмическая зависимость скорости реакции модификации сульфокатионита и ПЭПА от обратной температуры ( $10^{-3}$ )**

Рассчитанное в эксперименте значение энергии активации реакции характерно для гетерогенных процессов.

Для идентификации продукта реакции сульфокатионита и ПЭПА был проведен анализ ИК-спектров. На рис. 4 представлены ИК-спектры образцов.



**Рис. 4. ИК-спектры полученных образцов.**

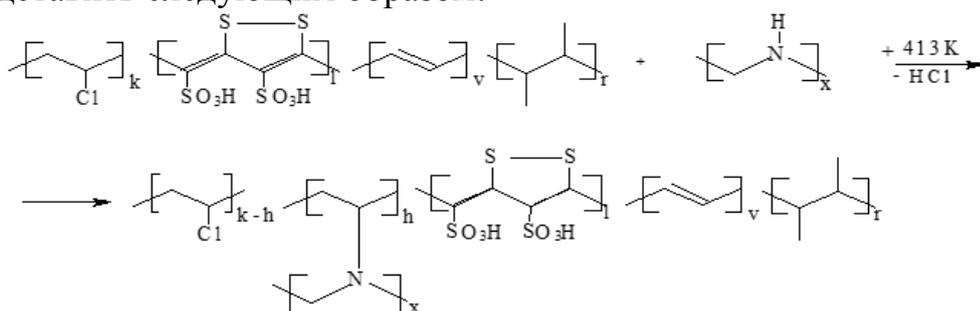
**а - ПВХ, b - ПВХ-S, c - ПВХ-SO<sub>3</sub>H, d - ПВХ-(SO<sub>3</sub>H)NH**

Как видно из рис. 4 (b), в ИК- спектрах образованных полимеров наблюдались полосы поглощения в области  $1680 \text{ см}^{-1}$ , которое относится к валентным колебаниям связей  $>C=C<$ . Появление этих полос связано с

дегидрохлорированием виниловых групп. Полоса в области  $1100\text{ см}^{-1}$  на рисунке 4 (b) относятся к валентным колебаниям тионовой группы ( $\text{C}=\text{S}$ ).

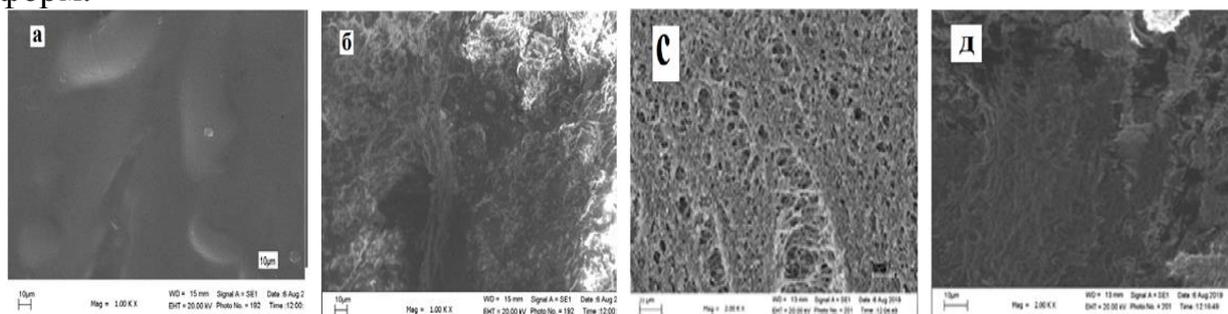
Для всех исследованных образцов наблюдаются полосы поглощения в области  $1480\text{ см}^{-1}$ , которые характерны для скелетных колебаний  $\text{C}-\text{C}$ , деформационных колебаний  $\text{C}-\text{N}$  и деформационных колебаний  $\text{CH}_2$  интенсивные полосы поглощения при  $650\text{ см}^{-1}$  характерны для валентных колебаний  $\text{C}-\text{Cl}$ . Данные ИК-спектроскопического сравнительного анализа показывают что в катионита в областях  $1723\text{ см}^{-1}$  присутствует сульфогруппа  $-\text{SO}_3\text{H}$  поглощение в области  $3288\text{ см}^{-1}$  характеризует деформационные колебания связи  $>\text{N}-\text{H}$ . Наличие широкой поглощающей области, характеризующий вторичные и первичные соли аминов в области  $1281\text{ см}^{-1}$ , указывает на присутствие амино-и сульфогрупп в поликомплексе в виде внутренней соли.

На основе анализа ИК-спектров, химическую модификацию сульфокатионита на основе ПВХ с группами  $-\text{SO}_3\text{H}$  полиэтиленполиамином можно представить следующим образом:



Как видно из приведенной выше реакции, вместо незамещенных на сульфогруппы ( $-\text{SO}_3\text{H}$ ) атомов хлора в полимерной цепи происходит обмен на аминогруппы с основными свойствами ( $>\text{NH}$ ). Это показывает, что полученный ионит с этими функциональными группами обладает как кислотными, так и основными свойствами.

Хорошо известно, что метод SEM широко используется для определения морфологической и поверхностной структур многих адсорбирующих материалов поскольку морфологическая структура сорбентов оказывает большое влияние на их физико-химические свойства. Изучена морфологическая и поверхностная структура ПВХ и его модифицированных форм.



**Рис. 5. Микрофотографии SEM.**

**а) пластикат ПВХ, б) экстрагированный пластикат ПВХ, в) сульфокатионит ПВХ- $\text{SO}_3\text{H}$ , д) поликомплекс ПВХ- $(\text{SO}_3\text{H})\text{NH}$**

Микрофотографии начального пластика ПВХ, экстрагированного ПВХ, сульфокатионита и полиамфолитов показаны на рис. 5.

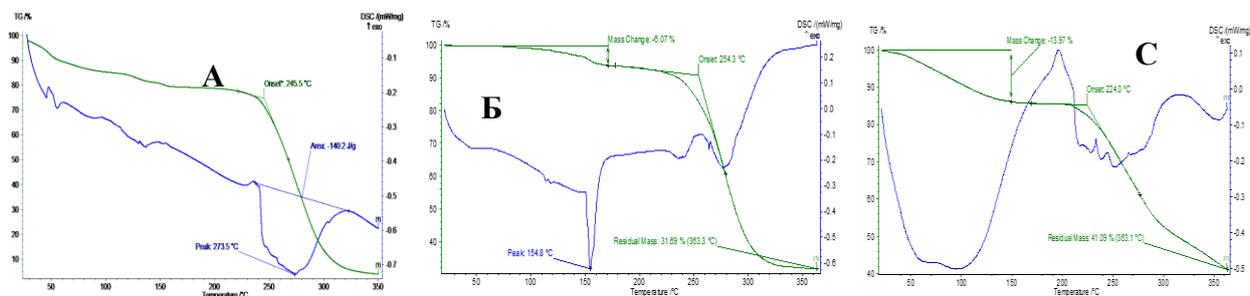
Из вышепредставленных микрофотографиях SEM видно, что поверхность пластифицированного ПВХ (рис. 5 (а)) плоская, и при экстракции гранул ПВХ удаляется пластификатор (рис. 5 (б)), после введения сульфогрупп в ПВХ (рис. 5 (с)) формируются гранулы пористой структуры. На следующей стадии на поверхности аминированного полимера образовались складки той же структуры, что и на рис. 5 (д). Это связано с тем, что сорбент, сформированный на основе ПВХ, имеет большую площадь поверхности, и обладание такой морфологической структурой может проявлять высокие сорбционные свойства с различными ионами металлов.

В третьей главе диссертации под названием **«Физико-химические свойства полиамфолита, полученного на основе поливинилхлорида»** представлены результаты термического анализа полиамфолита, химическая стабильность и физико-химические закономерности сорбции различных ионов металлов.

Известно, что сорбенты, используемые в различных отраслях промышленности, должны отвечать ряду требований, в частности, обладать высокой сорбционной способностью по сравнению с различными металлами, быть нерастворимыми в воде и химически стабильными, устойчивыми к перепадам температур и быть дешевыми, в сочетании с многократным повторным использованием, соответствовать технологическим, экологическим и экономическим требованиям в процессе очистки сточных вод производств. Поэтому одним из актуальных вопросов является синтез новых ионообменных ионитов, устойчивых к агрессивным физико-химическим воздействиям. Поэтому состав и структура полученного ионита были изучены с использованием современных методов. Одним из самых основных требований, предъявляемых к различным ионитам, используемым в промышленности, является их термическая и химическая стабильность. Термостойкость полимеров определяется на границе температур, при которой начинается термическая и термоокислительная деструкция, происходит отделение низкомолекулярных соединений. При изучении термостойкости полимеров широко используется термогравиметрический (ТГ) анализ, основанный на потере массы при воздействии температуры.

Кривые ТГ и дифференциального термогравиметрического анализа (ДТГ) исходного продукта-ПВХ, сульфокатионита на его основе а также полученных полиамфолитов приведены на рис. 6.

На рис. 6(Б) представлена дериватограмма сульфокатионита. Данные свидетельствуют о наличии кристаллической структуры в составе образца, потеря массы в диапазоне температур 230-370°C происходит в два этапа, первый происходит в диапазоне 130-160 °C при потере массы -6,07% и в этом интервале происходит разжижение кристаллических систем в составе образца.

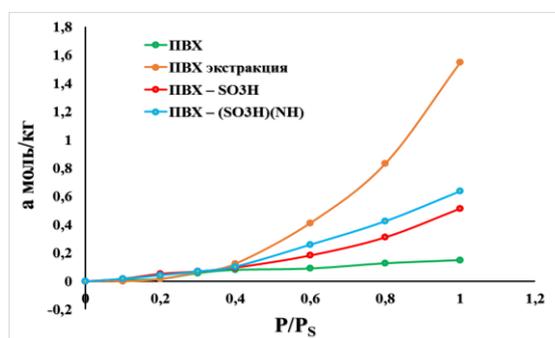


**Рис. 6. Термический анализ А) пластика ПВХ, Б) SO<sub>3</sub>H содержащего ПВХ (С) - ПВХ-(SO<sub>3</sub>H)(NH).**

TG- термогравиметрическая кривая; DTG – кривая дифференциального термогравиметрического анализа.

На кривых ДСК наблюдается эндотермический пик с поглощением энергии -28,13 Дж/г при  $-T_{\max}=154,8^{\circ}\text{C}$ . Как видно из результатов термографического анализа, термическая деструкция наблюдается при нагревании исходного ПВХ до температуры 245,5°C. В сульфокатионите на основе ПВХ при нагревании до температуры выше 254°C наблюдается термическая деструкция, которая приводит к потере до 32% массы образца от исходной и поглощению энергии (эндотермический пик) в количестве -130 Дж/г.

Из данных термографического анализа полиамфолита, представленных на рис. 6(С), видно, что при нагревании до температуры 224°C наблюдается деструкция. Это говорит о том, что устойчивость к термической деструкции несколько выше по сравнению с сульфокатионитом. Причиной этого может быть тот факт, что полученный полиамфолит содержит аминогруппы. Объем сорбированного пара измеряли на спиральных высокочувствительных весах (метод взвешивания Мак Бена), а также определяли уменьшение пара в предыдущей известной степени объема (объемный метод). Полученные результаты были определены графическим методом и приведены ниже.



**Рис. 7. Сорбция паров бензола на ПВХ, ПВХ – SO<sub>3</sub>H, ПВХ – (SO<sub>3</sub>H)(NH).**

На рисунке 7 параметры пористости полимерного материала были рассчитаны с использованием метода, предложенного Брунауэром, Эмметом, Теллером на основе изотерм сорбции паров бензола ПВХ и ионитом на его основе (метод БЭТ).

Для определения областей применения полиамфолита на основе ПВХ были изучены его сорбционные свойства. Изучены физико-химические

закономерности сорбции ионов металлов Ni (II), Cu (II), Co (II) и Cr (III) полученным полиамфолитом.

Результаты кинетических исследований нового полиамфолита показывает, что сорбция ионов никеля (II), меди (II), кобальта (II) и хрома (III) на сорбент на основе ПВХ пластиката, содержащего амино-и сульфогруппы, из искусственных растворов проводят в различных начальных концентрациях и температурах при значениях кинетических параметров сорбции Ni<sup>2+</sup> (R<sup>2</sup>=0,705-0,986), Co<sup>2+</sup> (R<sup>2</sup>=0,844-0,989), Cu<sup>2+</sup> (R<sup>2</sup>=0,843-0,985) и Cr<sup>3+</sup> (R<sup>2</sup>=0,802-0,987) протекает на основе закономерностей кинетики адсорбции второго параметра.

**Таблица 1**

**Кинетика и энергия активации сорбции ионов Cu<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> и Cr<sup>3+</sup> на полиамфолит, полученный на основе ПВХ**

Сорбент	Металлы	Начальная конц. (моль/л)	Псевдо-первого порядка			Псевдо-второго порядка			E <sub>a</sub> кж/ моль
			Кол-во равновесной адсорбции q <sub>e</sub> (мг г <sup>-1</sup> )	k <sub>1</sub> (мин <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	Кол-во равновесной адсорбции q <sub>e</sub> (мг г <sup>-1</sup> )	k <sub>2</sub> (г мг <sup>-1</sup> мин <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	
Полиамфолит	Ni <sup>2+</sup>	0,010	32,45	0,00253	0,705	33,33	0,0007866	0,986	49,52
		0,0125	41,31	0,00241	0,777	41,67	0,0005378	0,987	
		0,025	47,21	0,00233	0,868	76,92	0,0003939	0,996	
		0,050	73,75	0,00233	0,791	100,0	0,0003571	0,994	
		0,075	88,51	0,00233	0,811	125,0	0,0003678	0,996	
		0,100	97,35	0,00233	0,981	142,9	0,0003858	0,999	
		0,125	144,5	0,00193	0,932	178,6	0,0028409	0,999	
		0,250	159,3	0,00163	0,929	200,0	0,0002212	0,999	
	Среднее k <sub>1</sub> и k <sub>2</sub>			0,002222			0,0000736		
	Co <sup>2+</sup>	0,010	35,60	0,00461	0,844	37,04	0,000497	0,989	51,96
		0,0125	44,30	0,00461	0,737	50,00	0,000163	0,937	
		0,025	50,20	0,00691	0,714	58,82	0,000092	0,848	
		0,050	77,90	0,00691	0,656	90,91	0,000076	0,871	
		0,075	97,40	0,00691	0,731	111,1	0,000055	0,852	
		0,100	112,1	0,00921	0,958	172,4	0,000002	0,826	
		0,125	150,5	0,00691	0,775	208,3	0,000008	0,796	
		0,250	177,1	0,00691	0,741	222,2	0,000002	0,731	
	Среднее k <sub>1</sub> и k <sub>2</sub>			0,006622			0,0001974		
	Cu <sup>2+</sup>	0,010	38,59	0,00461	0,843	41,67	0,000377	0,985	54,15
		0,0125	48,00	0,00461	0,838	55,56	0,000158	0,96	
		0,025	54,41	0,0023	0,744	58,82	0,000115	0,884	
		0,050	84,48	0,0023	0,745	90,91	0,000093	0,903	
		0,075	105,6	0,00461	0,822	117,7	0,000029	0,946	
		0,100	121,6	0,00231	0,957	175,4	0,000022	0,888	
		0,125	163,2	0,00231	0,843	212,7	0,000011	0,849	
		0,250	192,0	0,00231	0,749	263,2	0,000007	0,934	
	Среднее k <sub>1</sub> и k <sub>2</sub>			0,01354			0,000010		
	Cr <sup>3+</sup>	0,010	42,90	0,00461	0,802	45,45	0,000374	0,987	67,86
0,0125		68,80	0,00461	0,837	76,92	0,000219	0,993		
0,025		88,40	0,00461	0,831	100,0	0,000145	0,990		
0,050		101,4	0,00461	0,849	125,0	0,000066	0,967		
0,075		137,8	0,00461	0,843	166,7	0,000051	0,979		
0,100		156,1	0,00461	0,816	200,0	0,000025	0,929		
0,125		195,1	0,00461	0,795	250,0	0,000019	0,937		
0,250		223,6	0,00691	0,757	285,7	0,000003	0,815		
Среднее k <sub>1</sub> и k <sub>2</sub>			0,01267			0,000113			

Об этом свидетельствует тот факт, что при сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Cr}^{3+}$  на полиамфолите, полученного на основе ПВХ, наряду с ионами металлов также влияют амино-и сульфогруппы, содержащиеся в сорбенте. В процессе сорбции энергия активации ионов металлов составляла 49,52 кДж/моль для ионов никеля, 51,96 кДж/моль для ионов кобальта, 54,15 кДж/моль для мисиона и 67,86 кДж/моль для ионов хрома, на основе этих значений была определена последовательность сорбции ионов  $\text{Ni}^{2+} < \text{Co}^{2+} < \text{Cu}^{2+} < \text{Cr}^{3+}$ .

**Таблица 2**

**Значения констант Ленгмюра и Фрейндлиха для сорбции ионов  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Cr}^{3+}$  на полиамфолит на основе ПВХ**

Ионы	Константы Ленгмюра				Константы Фрейндлиха		
	$q_{\max}$ (ММОЛЬ/Г)	$K_L$	$R_L$	$R^2$	N	$K_F$	$R^2$
Ni(II)	3,2	0,00044	0,931	0,994	2,26	57,94	0,984
Co(II)	3,3	0,00041	0,931	0,996	2,29	64,65,	0,982
Cu(II)	3,4	0,00047	0,926	0,997	2,33	67,76	0,977
Cr(III)	3,9	0,00099	0,841	0,996	2,81	89,16	0,974

В представленной таблице 2 представлены все результаты расчета изотермы сорбции по уравнениям Ленгмюра и Френдлиха. По значениям параметров Френдлиха соответственно для ионов  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Cr}^{3+}$  равны  $n=2,26$ ;  $2,29$ ;  $2,33$  и  $2,81$ , что свидетельствует о том, что сорбция ионов металлов на полиамфолит, содержащий амино-и сульфогруппы, идет в высокой степени. Значения коэффициента корреляции  $R^2$  для  $\text{Ni}^{2+}$  равен  $0,994$ ; для  $\text{Cu}^{2+}=0,997$ ; для  $\text{Co}^{2+}=0,994$ , для  $\text{Cr}^{3+}=0,996$ , а изменение концентрации указывает на то, что процесс адсорбции подчиняется теории мономолекулярной адсорбции Ленгмюра ( $R_L$ -протекает легко).

Изменения термодинамических параметров в процессах сорбции ионов  $\text{Ni}^{2+}$ (а),  $\text{Cu}^{2+}$  (б),  $\text{Co}^{2+}$ (с) и  $\text{Cr}^{3+}$ (д) в полученный полиамфолит на основе ПВХ в интервале температур 303К до 323К, представлены в таблице 3.

**Таблица 3**

**Константы сорбционного равновесия ионов Ni (II), Cu (II), Co(II) и Cr(III) к полиамфолиту и изменения термодинамических функций**

Ионы металлов	T, К	$q_e$ , мг/г	K, л/моль	$-\Delta G$ , дж/моль	$\Delta H$ , дж/моль	$\Delta S$ , дж/моль*К
Ni(II)	303	142,3	14,4	6482,4	23495,4	98,94
	313	156,1	14,6	7471,8		
	323	166,6	25,8	8461,2		
Co(II)	303	156,3	14,6	6914,8	28101,3	115,6
	313	166,4	25,8	8070,4		
	323	179,8	29,0	9226,5		
Cu(II)	303	167,5	14,8	6946,7	28774,7	117,9
	313	179,4	26,0	8125,6		
	323	188,7	30,0	9304,5		
Cr(III)	303	170,4	34,2	8942,7	15588,7	80,96
	313	181,6	43,6	9752,3		
	323	189,1	50,2	10562,0		

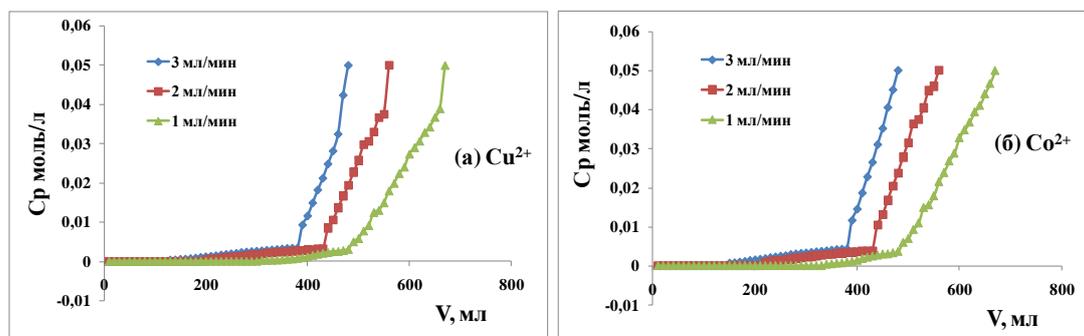
Как видно из представленной табл. 3, значение  $q_{\max}$ , рассчитанное на основе константы равновесия Ленгмюра, увеличилось при температурах 293,

303 и 313К. Величина  $\Delta H$ , имеет положительное значение и процесс адсорбции является эндотермическим. Также увеличение энтропии системы свидетельствует о наличии реакции ионообмена между ионами  $\text{Na}^+$  на поверхности сорбента и ионами  $\text{Ni(II)}$ ,  $\text{Cu(II)}$ ,  $\text{Co(II)}$  и  $\text{Cr(III)}$ . Уменьшение свободной энергии указывает на то, что сорбция указанных ионов в полиамфолите является самопроизвольной.

Для исследования динамической обменной емкости и десорбции полиамфолита, помещали в колонку в активированном состоянии гранулированный полиамфолит со статической обменной емкостью по  $\text{HCl}$  4,5 мг-экв/г, по  $\text{NaOH}$  3,5 мг-экв/г. Растворы содержащие ионы  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$  различных концентраций, пропускали через сорбент до тех пор, пока концентрация раствора, выходящего из колонки не сравнялась с начальной концентрацией. Растворы, содержащие исследуемые ионы металлов, выводили из колонки со скоростью 1,2,3 мл/мин методом обратного потока.

Изменение концентрации раствора, выходящего из колонки после процесса ионообмена, т. е. сорбции было исследовано на спектрофотометре *Microplanshet rider Enspire Perkin emler* (США) (длина волны 760 нм для  $\text{Cu}^{2+}$ , 514 нм для  $\text{Co}^{2+}$ ).

На рис. 8 приведена зависимость концентрации ионов металлов в растворе, выходящего из колонки, от объема раствора, протекающего через сорбент.



**Рис. 8. Зависимость скорости прохождения от значения динамической сорбции ионов (а)  $\text{Cu}^{2+}$  и (б)  $\text{Co}^{2+}$  на полиамфолит на основе ПВХ.**

Как видно из рис. 8 (а,б), с уменьшением скорости прохождения растворов через колонки повышается сорбция ионов металлов полиамфолитом. Это связано с обменом ионов металлов в растворе соли с его функциональными группами. Для анализа сорбционных свойств полиамфолита, содержащего amino- и сульфогруппы, были проведены опыты в «Отделении технического контроля» ОАО «Мубарекского газоперерабатывающего завода» и определены его поглощающие свойства ионов металлов из сточных вод.

Сорбцию ионов металлов на ионите определяли спектрометрическим методом с помощью спектрофотометра *Microplanshet rider Enspire Perkin emler* (США). Основные катионы, от которых проточная вода должна быть очищена, перечислены в табл 4, в основном эти ионы необходимо извлекать и уменьшать их количество в составе сточных вод.

Таблица 4

**Уменьшение количества ионов металлов в сточных водах  
производства после обработки полиамфолитом на основе ПВХ**

Существующие ионы	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Co <sup>2+</sup>
Начальная концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	1820	10,5	75	295
Концентрация после сорбции, мг/дм <sup>3</sup>	314,2	1,33	7,5	10,4

Исследована сорбция ионов переходных металлов в искусственных растворах различных концентраций на полиамфолите, полученного на основе ПВХ и содержащего amino- и сульфогруппы. С этой целью были изучены различные факторы, влияющие на сорбцию ионов Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> и Cr<sup>3+</sup> в полиамфолите концентрация (0,025; 0,05; 0,075; 0,1 М), температура (303 К; 313 К и 323 К), время (2-24 часа). На основе полученного полиамфолита была разработана адсорбционная мини - колонка для очистки сточных вод от содержащихся ионов.

Ионит помещали в колонку и пропускали проточную воду. Контролировали скорость поступающей и выходящей из колонки воды. Процесс адсорбции контролируется сравнением количества ионов в воде и входе и выходе.

В четвертой главе диссертации под названием «**Методы изучения синтеза и свойств полиамфолитов**» приводится описание используемых реагентов, методы проведения химических превращений в полимерах и методы исследований.

### ВЫВОДЫ

1. В результате изучения влияния различных факторов на получение нового полиамфолита, полученного аминированием сульфокатионита на основе ПВХ, с участием ПЭПА были найдены оптимальные условия процесса. Идентификацией полученного вещества было найдено, что в составе полимерного материала имеются атомы S и N, а также их присоединение к цепям ПВХ путем образования сульфо-и аминогрупп были доказаны методами физико-химического анализа.

2. Показана возможность получения нового полиамфолита на основе ПВХ, определены его оптимальные условия, получения идентификацией полученного полимера физико-химическими методами, доказано образование сульфо- и аминогрупп с ионообменными свойствами в цепи ПВХ. Данное исследование позволило разработать типовые технические условия предприятия на получение полиамфолита.

3. В результате идентификации полученного полимера ИК-спектроскопическим методом было установлено, что в его составе также присутствуют катионообменные сульфогруппы и анионообменные аминогуроны, а анализ сканирующих электронных микрофотографий полученного полиамфолита позволил подтвердить его пористую структуру, которая облегчает процесс сорбции. Исследование показало, что физико-

химические свойства полиамфолита соответствуют требованиям, предъявляемым к его использованию при разделении существующих ионов в воде в промышленных масштабах.

4. Исследована кинетика поглощения ионов кобальта(II), меди(II), никеля(II) и хрома(III) полиамфолитом и рассчитана энергия активации процесса сорбции. Полученные результаты позволили показать, что исследуемый процесс протекал по законам реакций псевдо-второго порядка. На основе кинетического анализа было установлено, что ионы  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Cr}^{3+}$  обладают более высокой селективностью по сравнению с ионами  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$ .

5. Изучение термодинамики процесса сорбции показало, что процесс подчиняется теории мономолекулярной адсорбции Ленгмюра, а также рассчитаны изменения термодинамических параметров процесса сорбции – свободной энергии ( $\Delta G$ ), энтальпии ( $\Delta H$ ) и энтропии ( $\Delta S$ ) реакций ионообмена ионов  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Cr}^{3+}$  ионитом.

6. Определено, что при проведении неоднократных в динамических условиях процессов сорбции и десорбции для очистки сточных вод промышленных предприятий их сорбционная способность осталась неизменной и в итоге полиамфолит можно использовать для очистки сточных вод промышленных предприятий несколько раз.

7. На основе полиамфолита разработано мобильное устройство, которое позволяет очищать воды, образующиеся в технологических процессах ОАО «Мубарекского газоперерабатывающего завода», от ионов переходных металлов и оно рекомендовано к промышленному применению, а полиамфолит зарегистрирован Институтом стандартов «O'ZSTANDART AGENTLIGI» Ts 02073392-002:2020.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES  
DSC.03/30.09.2020.K.82.02 AT THE CHIRCHIK STATE PEDAGOGICAL  
INSTITUTE OF TASHKENT REGION**

---

**NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN**

**KHUSHVAKTOV SUYUN**

**PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF NEW POLYCOMPLEXONS  
WITH AMINO AND SULPHOGRAPHS BASED ON POLYVINYL  
CHLORIDE PLASTICATE**

**02.00.06 - High molecular compounds**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON CHEMICAL SCIENCES**

**Chirchik – 2021**

**Doctor of Philosophy in chemistry (PhD) dissertation topic Registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2019.3.PhD/K235.**

The dissertation was completed at the National university of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation is available in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) on the the website of Academic Council ([www.cspi.uz](http://www.cspi.uz), [cspi.uz.ilmiy-kengash](http://cspi.uz.ilmiy-kengash)) and on the Information and educational portal “Ziyonet” ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific supervisor:** **Bekchanov Davron**  
Doctor of Chemical Sciences

**Official opponents:** **Karimov Mahmud**  
Doctor of Chemical Sciences

**Trobov Hamza**  
Doctor of Chemical Sciences

**Leading organization:** **Tashkent Institute of Chemical Technology**

The defense of the dissertation will take place on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 «\_\_\_» at the meeting of Scientific Council DSc.03/30.09.2020.K.82.02 at the Chirchik Pedagogical Institute of Tashkent region (Address: 111720, Tashkent region Chirchik city, Amir Temur street, 104. Phone: (0370) 716-68-05; Fax: (0370) 716-68-11; e-mail: [tvchdpi\\_k.kengash@umail.uz](mailto:tvchdpi_k.kengash@umail.uz)).

The dissertation is available at the Information Resource Center of Chirchik State Pedagogical Institute of Tashkent region (registered under number \_\_\_\_). (Address: 111720, Tashkent region Chirchik city, Amir Temur Street, 104. Phone: (0370) 716-68-05; Fax: (0370) 716-68-11; e-mail: [tvchdpi\\_k.kengash@umail.uz](mailto:tvchdpi_k.kengash@umail.uz)).

The abstract of the dissertation has been distributed on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 year

Protocol at the register № \_\_\_\_\_ dated «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 year

**O.E.Ziyadullaev**

Chairman of the Scientific Council for awarding of the scientific degrees, Doctor of Chemical Sciences, docent

**G.K.Otamukhamedova**

Scientific Secretary of the Scientific Council for awarding the scientific degrees Doctor of Philosophy (PhD) in Chemical sciences

**A.S.Rafikov**

Chairman of the Scientific Seminar under Scientific Council for awarding the scientific degrees, Doctor of Chemical Sciences, Professor.

## INTRODUCTION (abstract of doctor of philosophy (PhD) thesis)

**The aim of investigation:** is the definition of the process of obtaining a new polyampholyte based on polyvinyl chloride and complex aspects of its physical and chemical properties.

**Objects of investigation** as used are derivatives of polyvinyl chloride, sulfonic cation exchanger, polyethylene polyamine, polyampholyte, metal salts.

**The scientific novelty of the research is as follows:** The kinetic parameters of the process of obtaining polycomplexone by modifying sulfocationite on the basis of granulated plasticate polyvinyl chloride with PEPA for the first time were determined and optimal conditions were found;

By examining the physicochemical properties of the obtained polyampholyte, it was found that it has high sorption properties, high thermal and mechanical stability;

By examining the sorption and physicochemical properties of the obtained polyampholyte, it was proved that its properties are almost equal to the APFC-45 (4-VP + CF-5) polyampholyte used on an industrial scale;

Kinetic and isothermal constants and thermodynamic parameters of absorption of Cu (II), Ni (II), Co (II) and Cr (III) ions into polyampholyte were determined.

**Implementation of research results.** Based on scientific results on the physicochemical properties of the new polyampholyte based on polyvinyl chloride plastic:

The organizational standard for the synthesis of polyampholyte containing sulfur and nitrogen obtained on the basis of polyvinyl chloride was approved by the Agency "Uzstandard" (Ts 02072392-002: 2020). As a result, the use of polyampholyte allowed to concentrate technological solutions in the hydrometallurgical industry and to extract non-ferrous metals from them;

The synthesized polyampholyte was introduced into the practice of JSC "Mubarak Gas Processing Plant" (reference of JSC "Mubarek Gas Processing Plant" dated November 23, 2020, No. 1682 / GK-11). As a result, the intermediate metals in the wastewater allowed to reduce the content of copper (II), iron (III), nickel (II) and chromium (III) ions from 10% to 17%.

**The structure and volume of the thesis.** The composition of the thesis consists of an introduction, four chapters, a summary, a list of references, and annexes. The volume of the thesis is 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Bekchanov D., Kawakita H., Mukhamediev M., Khushvaktov S., Jurayev M. Sorption of cobalt (II) and chromium (III) ions to nitrogen- and sulfur-containing polyampholyte on the basis of polyvinylchloride // Journal of Polymers for Advanced Technologies. 2021. 32. P. 2700-2709. (Scopus IF=3.665).

2. Хушвақтов С.Ю., Жўраев М.М., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Поливинилхлорид асосидаги азот ва олтингугурт тутган поликомплексонга кобальт(II) ва хром(III) ионларининг сорбцияси // Фарғона давлат университети илмий хабарлар журнали. 2020. №3(6-13). 6-14 бет. (02.00.00., №17).

3. Bekchanov D., Mukhamediev M., Kutlimuratov N., Xushvaktov S., Jurayev M. Synthesis of a New Granulated Polyampholyte and its Sorption Properties // International Journal of Technology. 2020. 11(4). P. 794-803. (Scopus IF=1,8).

4. Хушвақтов С., Жўраев М.М., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Поливинилхлорид асосидаги азот ва олтингугурт тутган поликомплексонга оралиқ металл ионларининг сорбцияси // Ўзбекистон кимё журнали. 2020. №4. 36-45 бет. (02.00.00., №6).

5. Хушвақтов С.Ю., Жўраев М.М., Сагдиев Н.Ж., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. «Сорбция ионов меди (II) и никеля (II) на азот- и серосодержащем полиамфолите» // Журнал Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. 2019. № 11(65). (02.00.00., №2).

**II бўлим (II часть; II part)**

1. Жўраев М.М., Орзикулов Б.Т., Хушвақтов С.Ю., Худойбердиев Т.А., Сармирзаева Х.Х., Бекчанов Д.Ж. Поливинилхлорид асосида олинган таркибида сульфо ва аминогурuhlари тутган янги ионитга мис ва никел ионларининг сорбцияси // “Инновацион ғоялар ва технологиялар” Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент, 2019, 98-99 б.

2. Жўраев М.М., Кутлимуродов Н.М., Хушвақтов С.Ю., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Исползавания анионита для для промышленной водоподготовки полученного на основе гранулированного пластикат поливинилхлорида // “Целлюлоза ва унинг хосилаларини кимёси ва Технологиясини долзарб муаммолари” Республика илмий-техникавий конференцияси. Тошкент, 2018, -С. 203-204.

3. Жўраев М.М., Хушвақтов С.Ю., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г., Худойбердиев Т.А. Пластикат поливинилхлорид асосида олинган янги сулфокатионитнинг физик-кимёвий хоссалари // “XXI–аср аналитик кимёси:

муаммолари ва ривожланиш истиқболлари” Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент, 2018, 120-122 б.

4. Жўраев М.М., Хушвақтов С.Ю., Худойбердиев Т.А., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Пластикат поливинилхлорид асосидаги янги сульфокатионитга статик шароитда Са(II) ва Mg(II) ионларининг сорбцияси // “XXI–аср аналитик кимёси: муаммолари ва ривожланиш истиқболлари” Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент, 2018, 117-119 б.

5. Хушвақтов С.Ю., Жураев М.М., Хонова А.Р., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Поливинилхлорид асосидаги амина ва сульфогуруҳ тутган поликомплексонга кобальт (II) ва хром (III) ионларининг сорбция изотермаси // “Функционал полимерлар фанининг замонавий ҳолати ва истиқболлари” Республика илмий-амалий конференцияси. Тошкент, 2020, 22 б.

6. Хушвақтов С.Ю., Ширинова Д.О., Хонова А.Р., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Сўний эритмалардан кобальт(II) ионининг поливинилхлорид асосидаги янги поликомплексонга сорбцияси // “Ўзбекистонда кимё фанининг ривожланиши ва истиқболлари” Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент, 2020, 13-14 б.

7. Хушвақтов С.Ю., Жураев М.М., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Пластикат поливинилхлорид асосидаги амина ва сульфогуруҳ тутган янги поликомплексоннинг хоссалари // «Инновационные разработки в сфере науки, образования и производства основа инвестиционной привлекательности нефтегазовой отрасли» Республиканской научно-технологической конференции. Тошкент, 2020, 417-418 б.

8. Bekchanov D., Mukhamediev M., Kutlimuratov N., XushvaqtoV S. Synthesis of a New Granulated Polyampholyte // “Табиий фанлар соҳасидаги долзарб муаммолар ва инновацион технологиялар” Халқаро илмий-амалий онлайн анжумани. Тошкент, 2020, -pp. 153-157.

9. Жўраев М.М., Хушвақтов С.Ю., Султонова Ш.Н., Нормуминов А.Б., Бекчанов Д.Ж. Маҳаллий хомашёлар асосидаги ионитга кобальт ионларининг сорбцияси // “Табиий фанлар соҳасидаги долзарб муаммолар ва инновацион технологиялар” Халқаро илмий-амалий онлайн анжумани. Тошкент, 2020, 528-532 б.

10. Жўраев М.М., Ботиров С.Х., Хушвақтов С., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Динамик шароитда Са (II) ва Mg (II) ионларининг поливинилхлорид асосидаги янги сульфокатионитга сорбцияси // “Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент, 2021, 353-354 б.

11. Хушвақтов С., Инхонова А., Абдумаликов Ғ.Д., Жўраев М.М. Пластикат поливинилхлорид асосидаги янги поликомплексонга мис ва никел ионларининг сорбцияси // “Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент, 2021, -С. 360-361.

12. Искандарова Р., Файзуллаев Ю.С., Муртозақулов М.Р., Хушвақтов С.Ю., Пластикат поливинилхлорид асосидаги амина ва сульфогуруҳ тутган поликомплексоннинг хоссалари // “Кимё-технология фанларининг долзарб

муаммолари” Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент, 2021, -С. 368-370.

13. Инхонова А., Искандарова Р., Абдумаликов Ғ.Д., Файзуллаев Ю.С., Хушвақтов С.Ю. Пластикат поливинилхлорид асосидаги амина ва сульфогуруҳ тутган поликомплексоннинг хоссалари // “Кимёнинг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент, 2021, 150-151 б.

14. Муртозакулов М.Р., Ботиров С., Хушвақтов С.Ю., Жураев М.М. Поливинилхлорид асосидаги янги полиамфолитга оралиқ металл ионларининг сорбция кинетикаси // “Кимёнинг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент, 2021, 152 б.

Автореферат «ЎзМУ хабарлари» журналида тахрирдан ўтказилди  
(02.08.2021 йил).

Босишга рухсат этилди: 04.08.2021 йил.  
Бичими 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табоғи: 2,8. Адади 100. Буюртма № 113.  
Тел (99) 832 99 79; (97) 815 44 54.  
Гувоҳнома reestr № 10-3279  
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.  
100031, Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй.