

**ЧИРЧИҚ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc03/30.09.2020.K.82.02 РАҚАМЛИ
ИЛМий КЕНГАШ**

ЧИРЧИҚ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ҚУТЛИМУРАТОВ НУРБЕК МАТКАРИМОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁ ВА ЧИҚИНДИЛАР АСОСИДА ИОНИТЛАР
СИНТЕЗИ**

02.00.06 - Юқори молекуляр бирикмалар

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

Чирчик – 2022

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

**Содержание автореферата диссертации на соискание ученой степени
доктора философии (PhD) по химии**

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

Кутлимуратов Нурбек Маткаримович

Маҳаллий хомашёлар ва чиқиндилар асосида ионитлар синтези..... 3

Кутлимуратов Нурбек Маткаримович

Синтез ионитов на основе местного сырья и отходов..... 21

Kutlimuratov Nurbek

Synthesis of ion exchange resin based on local raw materials and waste..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 42

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

ЧИРЧИҚ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ҚУТЛИМУРАТОВ НУРБЕК МАТКАРИМОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР ВА ЧИҚИНДИЛАР АСОСИДА
ИОНИТЛАР СИНТЕЗИ**

02.00.06 - Юқори молекуляр бирикмалар

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

Чирчиқ – 2022

Фалсафа доктори (PhD) Диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестатсия комиссиясида B2020.3 PhD/K311 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Чирчиқ давлат педагогика университетида бажарилган.

Диссертация автореферати учта тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида www.cspi.uz.ilmiy-kengash манзилига ва "ZiyoNET" ахборот-таълим порталида (www.ziyo.net.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Бекчанов Давронбек Жумазарович
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Каримов Махмуд Муратович
кимё фанлари доктори, доцент

Троров Хамза Турсунович
кимё фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Тошкент кимё технология институту

Диссертация ҳимояси Чирчиқ давлат педагогика университети ҳузуридаги DSc.03/30.09.2020.K.82.02 рақамли Илмий кенгашининг 2022 йил «27» 10 соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 111720, Тошкент вилояти Чирчиқ шаҳри, Амир Темур кўчаси, 104-уй. Тел.: (99870) 712-27-55, факс (99870) 712-45-41; e-mail: tvchdpi_k.kengash@umail.uz).

Диссертация билан Чирчиқ давлат педагогика университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (124 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 111720, Тошкент вилояти Чирчиқ шаҳри, Амир Темур кўчаси, 104-уй. Тел.: (99870) 712-27-55, факс (99870) 712-45-41; e-mail: tvchdpi_k.kengash@umail.uz).

Диссертация автореферати 2022 йил «11» 10 куни тарқатилди.

(2022 йил «10» 10 даги 11 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 аннотатсияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунёда ион алмашинувчи материалларга бўлган талаб йилдан йилга ортиб бормоқда, бу эса ион алмашинувчи материалларни олиш ва ишлатилиш соҳаларини кенг кўламда ўрганишни тақозо қилади. Илмий ва амалий масалаларни ҳал қилишда ион алмашинувчи технологияларнинг ролини белгилаш, таркибида турли керакли хоссага эга бўлган гуруҳларни тутувчи ионитлар олишнинг янги усуллари аниқлаш, физик-кимёвий хусусиятларини тадқиқ қилиш ҳамда ушбу ионитларнинг сорбцион хоссаларини текшириш долзарб ҳисобланади. Айниқса, ион алмашинувчи материалларни гидрометаллургия, оқова ва чиқинди сувларни тозалашда кенг жорий қилиш жуда муҳимдир. Чунки, сув ер юзидаги ҳаёт учун энг муҳим бирикма бўлиб, қишлоқ хўжалиги, шаҳарсозлик билан бир вақтда жадал ривожланаётган саноат корхоналари учун муҳим аҳамият касб этади.

Дунёда синтетик полимерлар асосида ион алмашинувчи материаллар синтез қилиш усуллари аниқлаш, жараёнлар бориши ва маҳсулот унумига турли омилларнинг таъсирини ўрганиш, ишлаб чиқариш технологияларини жорий этиш, уларнинг физик-кимёвий ва сорбцион хоссаларини ўрганиш, хусусий тавсифлари, техник шартлари ва талабларини ишлаб чиқиш бўйича кенг қамровли тадқиқотлар бажарилмоқда. Бу борада, жумладан, нефт-газ, табиий углеводородлар ва иккиламчи саноат маҳсулотлари иштирокида олинган синтетик полимерлар асосида ион алмашинувчи материаллар олиш, уларнинг физик-кимёвий параметрлари, таркиби ва тузилишини замонавий усулларда аниқлаш, физик-механик, селектив ва сорбцион хоссаларини таҳлил қилиш ва саноатда кенг кўламда ишлаб чиқариш усуллари такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикаимизда маҳаллий хомашёлар асосида ишлаб чиқариладиган полимер материалларининг ишлатилиш соҳаларини кенгайтириш, ион алмашинувчи материаллар олинишининг мақбул шароитларини аниқлаш ва уларни жорий этиш бўйича бир қатор илмий тадқиқот ишлари олиб борилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида¹ «Кимё ва газ-кимёси соҳаларини ривожлантириш ва табиий газни қайта ишлаш» ҳамда «Мис саноати кластерини ташкил этиш орқали мис ва бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқариш»га йўналтирилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Шу мақсадда маҳаллий хомашёлар асосида янги ионитлар олиш ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганишдан олинган натижалар асосида саноат корхоналари сувини тайёрлаш ҳамда тозалаш асосий масалалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2021 йил 13 февралдаги ПФ-4992-сонли «Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва

¹ 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида /Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли Фармони.

молиявий соғломлаштириш, юқори қўшилган қийматли кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармони, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сонли «Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида», 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сонли «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарорлари ижросини таъминлашда ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари 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, 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, 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 олимлари Асқаров М.А., Мусаев У.Н., Джалилов А.Т., Бабев Т.М., Мухамедиев М.Г., Туробжонов С.М., Гафурова Д.А., Каримов М.М. ва бошқалар турли хил полимер материаллардан фойдаланиб, ионитлар олиниши ва хоссаларининг физик-кимёвий жиҳатларини тадқиқ қилиш орқали ион алмашув материалларни синтез қилиш ва қўллаш бўйича илмий изланишларга салмоқли улуш қўшганлар. Ушбу ишларни давоми сифатида “Маҳаллий хомашё ва чиқиндилар асосида ионитлар синтези” мавзуси асосида синтез қилинган ион алмашинувчи материалларнинг мақбул шароитларини аниқлаб, уларнинг физик-кимёвий хоссаларини чуқур таҳлил қилиш орқали янги турдаги сорбент синтезига замин яратади.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим ёки илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент вилояти Чирчиқ давлат педагогика институти илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ № ПЗ-20170926416 «Маҳаллий хомашёлар асосида олинган ионитлар иштирокида технологик эритмалар ва оқова сувлари таркибидан металл ионларини ажратиш олиш» (2018-2020 йй.) амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади маҳаллий хомашёлар ва чиқиндилар асосида ионитлар синтез қилиш ҳамда уларнинг қўлланилиш соҳаларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

газларни тозалашда ишлатиб бўлинган чиқиндилар таркибидан ажратиб олинган диэтанолламин (ДЭА) ҳамда моноэтанолламин (МЭА) иштирокида поливинилхлоридни модификациялаш орқали таркибида амина- ва гидроксил гуруҳлар тутган янги ион алмашинувчи материаллар олишнинг мақбул шароитларини аниқлаш;

олинган ион алмашинувчи материалларнинг кимёвий таркиби ва тузилишини замонавий усуллар ёрдамида идентификациялаш;

поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитни чиқинди таркибидаги диэтанолламин ва моноэтанолламин иштирокида модификациялаб таркибида амина- ва сульфогуруҳлари тутган полиамфолит олишнинг мақбул шароитларини аниқлаш ва тузулишини идентификациялаш;

олинган ионитларнинг физик, кимёвий ҳамда турли ионларга нисбатан сорбцион хоссаларини замонавий тадқиқот усуллари ёрдамида ўрганиш;

маҳаллий хомашё ҳамда чиқиндилар асосида олинган янги ионитларнинг қўлланиш соҳаларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида поливинилхлорид, газларни тозалашда ишлатиб бўлинган таркибида диэтанолламин ҳамда моноэтанолламинлар мавжуд чиқиндилар, сульфокатионит, ишлаб чиқилган анионитлар, полиамфолит, турли хилдаги металл тузлари олинган.

Тадқиқотнинг предметини кимёвий модификациялаш, оксидлаш, сорбция, регенерация, десорбция, ғоваклик даражаси, кимёвий барқарорлиги, жараёнлар кинетикаси, сорбция кинетикаси ва изотермаси ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотлар жараёнида ИҚ - спектроскопия, термогравиметрик таҳлил, элемент таҳлил, сканерловчи электрон микроскопия, оптик эмиссион спектроскопия, спектрофотометрия, комплексонометрия, сорбция жараёнларини ўрганишда Ленгмюр, Фрейндлих, Тёмкин, Дубинин-Радешкевич ҳамда Флори-Хаггинс назариялари, ҳамда псевдо-биринчи ва псевдо-иккинчи тартибли кинетик моделлари каби замонавий назарий ва экспериментал тадқиқот усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

поливинилхлоридни газларни тозалашда ишлатиб бўлинган чиқиндилар таркибидан ажратиб олинган диэтанолламин ҳамда моноэтанолламинлар иштирокида модификациялаш орқали янги ПВХ-А-Н-1 ҳамда ПВХ-А-Н-2 анионитлар олинган;

грануланган пластикат поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитни чиқинди моноэтанолламин билан модификациялаб полиамфолит олиш жараёнинининг мақбул шароитлари аниқланган;

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

олинган анионитларга Cu (II), Mn (VII) ва Cr (VI) ионлари сорбциясини ўрганилишида олинган натижалар ПВХ-А-Н-2 нинг сорбцион хусусияти ПВХ-А-Н-1 анионитидан устунлиги аниқланган;

илк бор маҳаллий анионитлар ёрдамида газларни тозалашда ифлосланган алканолламинларни термик барқарор тузлардан тозалаш жараёни текширилган ва унинг мақбул шароитлари аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

маҳаллий хомашё поливинилхлоридни чиқинди аминлар иштирокида аминлаш орқали янги анионитлар олинган;

гранулаланган поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитни аминлаш орқали янги полиамфолит олинган;

олинган ионитлар ёрдамида оқова сувлар таркибидаги Cu (II), Cr (VI) ва Mn (VII), Cl, CH₃COO⁻ ионларини тозалаш мумкинлиги аниқланган;

маҳаллий анионитлар ёрдамида газларни тозалашда ифлосланган алканолламинлар юқори самара билан регенерация қилинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ИҚ - спектроскопия, дифференциал термик таҳлил, элемент анализ, сканерловчи электрон микроскопия, спектрофотометрия каби замонавий усуллар ёрдамида экспериментал натижалар олинганлиги; ион-мувозанат, адсорбция жараёнлари кинетикаси псевдо-биринчи ва псевдо-иккинчи тартибли кинетик моделлар ҳамда кўп қўлланиладиган изотерма моделлари, металл ионлари сорбция термодинамикаси замонавий назарияларда ишлатиладиган тенгламаларни қўллаш орқали олинган натижаларни таҳлил қилиш билан ҳулосалар чиқарилган ва математик статистика усуллари билан қайта ишлаб чиқилганлиги билан аниқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти гетероген шароитда поливинилхлорид асосида олинган ПВХ-А-Н-1, ПВХ-А-Н-2 ҳамда поливинилхлорид асосида олинган сульфокатионитдан таркибида олтингугурт ва азот тутган полиамфолит ПВХ-С-Н-1 олиш жараёнларининг физик кимёвий қонуниятларини тадқиқ этиш орқали жараён боришини бошқариш мумкинлигини кўрсатиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти маҳаллий хомашё ҳамда чиқиндилар асосида амина ва гидроксид гуруҳлар тутган ПВХ-А-Н-1, ПВХ-А-Н-2 янги анионитлар ҳамда амина ва сульфогуруҳ тутган полиамфолит олинган ҳамда улар ёрдамида саноат корхоналари учун сувларни тузсизлантириш, чиқинди сувларини экологияга салбий таъсир кўрсатувчи турли хил захарли ва оғир металл ионларидан тозалаш, гидрометаллургия саноатида технологик эритмаларни концентрлаш ва улардан рангли металлларни ажратиш олиш мумкинлигини билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий хомашё поливинилхлорид пластикатини чиқинди диэтанолламин ва моноэтанолламин

иштирокида модификациялаб синтез қилинган анионитларнинг физик-кимёвий хоссалари бўйича олинган илмий натижалар асосида:

газларни тозалашда қўлланиладиган метилдиэтаноламинни тозалаш усулига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигидан ихтирога патент олинган (№ IAP06832; 2022 й.). Натижада, янги сорбент иштирокида ифлосланган метилдиэтаноламинни тозалаш имконини берган;

синтез қилинган янги анионалмашувчи сорбентлар асосида оқова сувларни турли хил ионлардан тозаловчи кичик ускуна «МАХАМ-CHIRCHIQ» АЖ да амалиётга жорий этилган («МАХАМ-CHIRCHIQ» АЖ нинг 2020 йил 9 сентябрдаги 19-15/50А - сон маълумотномаси). Натижада ионалмашувчи сорбентларни асосида оқова сувни тозалаш усулини ишлаб чиқиш имконини берган;

синтез қилинган ионитлар «Муборак газни қайта ишлаш заводи» АЖда амалиётга жорий қилинган («Муборак газни қайта ишлаш заводи» АЖнинг 2021 йил 20 декабрдаги 1052/ГК-12-сон маълумотномаси). Натижада, оқова сувлар таркибидаги оралиқ металллар Cu (II) ионини дастлабки микдорининг 1,2%гача ва Cr (VI) ионларидан тўлиқ тозалаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари асосида 10 та, жумладан 4 та халқаро ва 6 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ҳамда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) Диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 3 та мақола республика журналларида, 1 та мақола хорижий журналларида нашр этилган. Бундан ташқари, диссертация натижалари асосида Ўзбекистон Республикаси Адлия вазирлиги ҳузуридаги интеллектуал мулк агентлигидан 1 та патент олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертацияси таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 117 саҳифани ташкил этади².

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.

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

Диссертациянинг «**Ионитларнинг олиниши ва уларнинг ишлатилиш соҳалари (адабиётлар шарҳи)**» деб номланган биринчи бобида, ионитларнинг физик-кимёвий хоссалари, уларни олинишининг ҳозирги ҳолати, сорбцион хоссали полимерлар олинишига олиб келувчи модификациялаш жараёнларнинг шароитлари кўриб чиқилган. Хусусан, поливинилхлорид асосида ионитлар олишнинг турли омилларга боғлиқликлари шарҳланди. Газларни тозалаш бўйича изланишларга ҳам тўхталиб ўтилган. Ионитларнинг олиниши ва ишлатилиш соҳалари бўйича илмий-техника ва патент ахборотлари ўрганилиб, турли сорбцион технологиялар учун мўжалланган ионалмашинувчи материалларни мақсадли қўллаш тенденциялари таҳлил қилинган. Мавжуд назарий ва амалий натижалар таҳлили асосида вазифанинг қўйилиши тавсифлаган. Мавзунинг долзарблиги ва аҳамияти асосланган, берилган хоссалар мажмуига ега 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 республикаимиз олимларининг изланишлари ҳам шу бобда ўрин егаллаган.

Диссертациянинг «**Маҳаллий хомашёлар ва чиқиндилар асосида ионитлар олинишнинг қонуниятлари**» деб номланган **иккинчи бобида**, донатор поливинилхлорид (ПВХ) асосида ҳамда ПВХ асосида олинган сульфокатионитни диэтаноламин (ДЭА) ҳамда моноэтаноламин (МЭА) иштирокида кимёвий модификациялаб таркибида амина гуруҳ тутган анионит ҳамда амина ва сульфогуруҳ тутган полиамфолит олиш жараёнининг физик-кимёвий хусусиятлари ёритиб берилган.

Модификациялаш учун олинган пластикат поливинилхлорид ва у асосида олинган сульфокатионитни турли хил концентрацияли ДЭА ва МЭА эритмаларидан фойдаланилди. Олиб борилган реакцияларнинг боришига турли хил омилларнинг таъсирини ўрганиш натижалари характерининг ўхшаш бўлиши аниқланган.

Бунинг учун маълум массали пластикат поливинилхлорид 8:2 нисбатда этилацетат (ЭА) ва этил спирт билан 351 ± 1 К ҳароратда экстракция қилинди. Олинган полимер материал дастлаб HCl нинг 0,1н ли эритмасида 48 соат давомида қолдирилди, кейин эса рН қиймати 7 (нейтрал ҳолатга) келгунча дистилланган сув билан ювилиб борлди. Нейтрал ҳолатдаги полимер материал активлантирилантириш учун 0,1 н ли NaOH эритмасида 48 соат давомида қолдирилди ва нейтрал ҳолга келгунча ювилди. Нейтрал ҳолдаги анионит 0,1 н ли HCl да эритмасида бир сутка қолдирилди (сорбент миқдорига мос рақибда кислота ва ишқор эритмаларидан олинди). Анионит солинган кислота эритмаси 0,1н NaOH билан титрланиб, статик алмашинув сифими (САС) қиймати аниқланди.

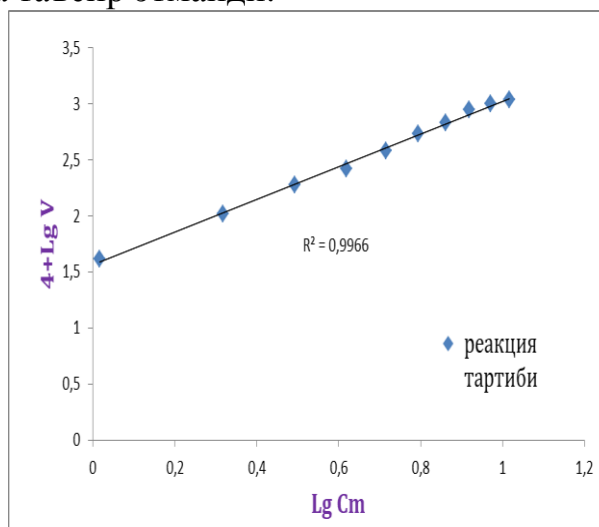
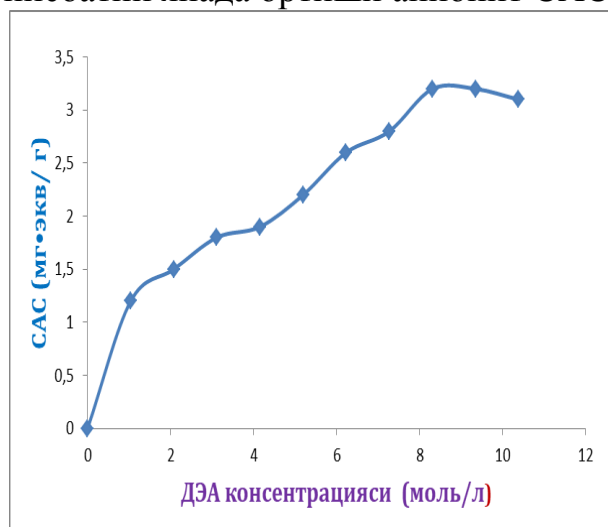
Олинган натижалар 1-жадвалда келтирилди. ПВХ нинг тоза ҳолда олинган ДЭА билан модификацияси натижасида олинган ионитнинг САС қиймати 3,6 мг•экв/г га тенг бўлди.

1-жадвал

Анионит олиш жараёнида САС қийматига ДЭА ҳажмининг таъсири

№	ПВХ ва ДЭА нисбатлари					
1.	ПВХ-ДЭА (г/мл)	1:2	1:5	1:10	1:15	1:20
2.	САС(НСl) мг•экв/г	0,8	1,8	3,2	3,2	3,2

Чиқиндидан ажратиб олинган ДЭА билан эса $3,2 \pm 0,2$ мг•экв/г тенглигини кўришимиз мумкин. 1-жадвалдан қуйидагича хулоса қилиш мумкин: 1 гр экстракция қилинган пластикат поливинилхлоридга 10 мл чиқинди ДЭА билан модификация қилинганда олинган янги полимернинг статик алмашилиш сиғими энг юқори (3,2 мг•экв/г) бўлади ва полимер ДЭА нисбатни янада ортиши анионит САСга таъсир этмайди.



1- Расм. ПВХ га ДЭА таъсирида олиган ионитни САСига (а) ва реакция тезлигига логарифмлик координатларда (б) ДЭА концентрацияси таъсири (T=413K; t=300 мин.)

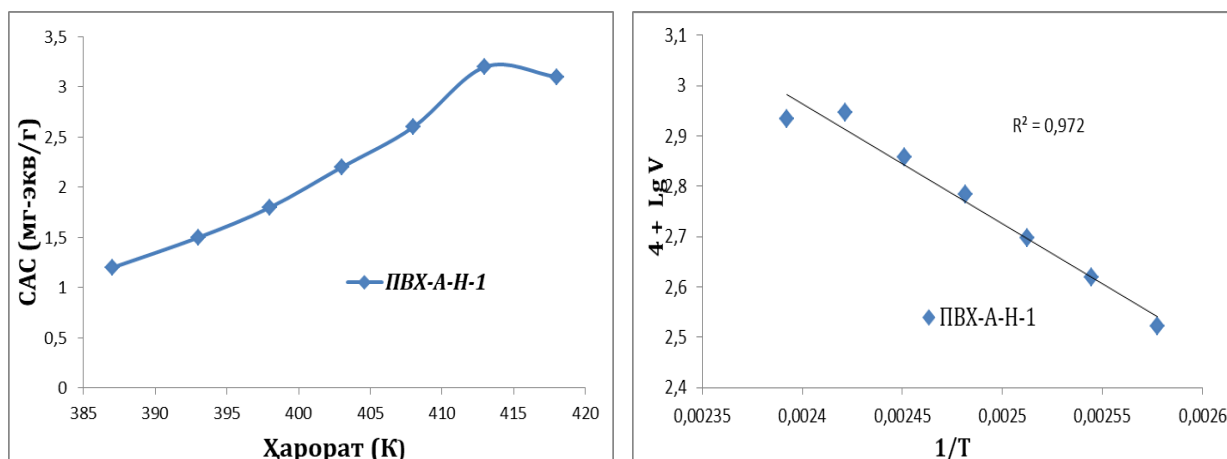
Ушбу босқичда поливинилхлоридни чиқинди ДЭА билан модификациялаш жараёни ДЭА концентрациясига, реакция давомийлигига ҳамда ҳароратга боғлиқлиги аниқланди. ПВХ га ДЭА нинг модификацияланиш кинетикасини ўрганиш мақсадида дастлаб, ПВХ га 20, 40, 60, 80 ва 100% ли турли концентрацияли чиқиндидан олинган ДЭА эритмасида (эритувчи сув) таъсир этилди. Жараён гетероген бўлганлиги учун реакция тезлигига ПВХ миқдорини таъсири кузатилмади.

Модификация алмашилиш даражасининг концентрацияга боғлиқлиги қуйидаги кўринишга эга:

$$v = k \cdot [DЭА]^{1,43} \quad (1)$$

k – бу тенглама бўйича ҳисобланган реакция тезлиги константаси $7,02 \cdot 10^{-6}$ сек•л/мол қийматга тенг эканлиги аниқланди.

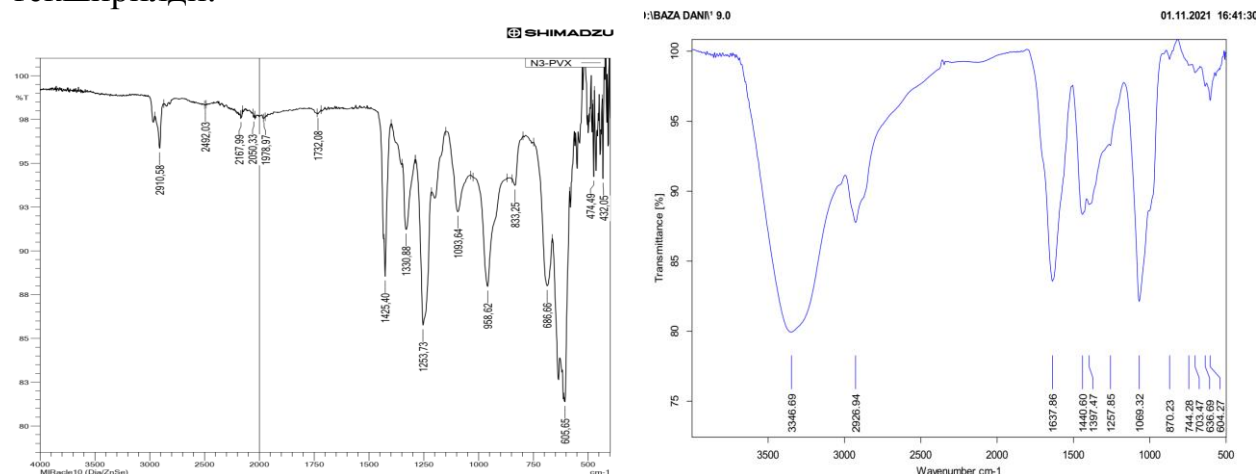
ПВХ ни чиқинди ДЭА билан модификациялаш жараёнининг давомийлигини аниқлаш учун реакция 413K ҳароратда 30-360 дақиқа вақт оралиғида ўтказилди. Реакция давомийлиги 300 дақиқага етканда ионит САС қиймати 3,2 мг•экв/г ни ташкил этди ва янада таъсир вақти ортиши САС қийматини ўзгартирмади.



2- Расм. Поливинилхлоридни ДЭА билан модификациялаш жараёнига ҳароратнинг таъсири ($S_{\text{ДЭА}}=80\%$; $t=300$ мин.)

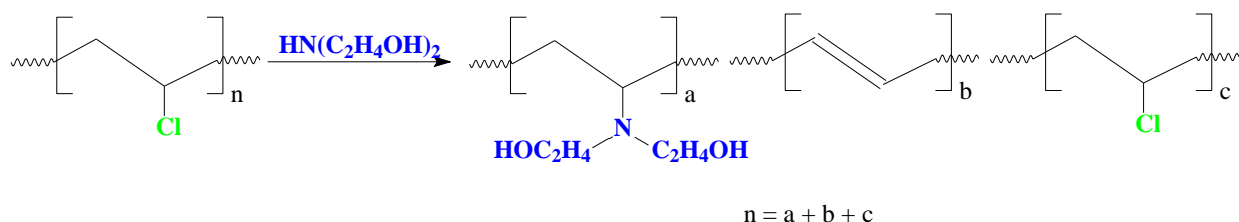
Аррениус тенгламаси координатида кузатишган тезликни ҳароратга боғлиқликнинг (2 расм) бурчак тангенси қиймати $\text{tg}\alpha = -2387$ асосида модификацияланиш реакциясининг фаолланиш энергияси $E = -R \cdot \text{tg}\alpha$ формула ёрдамида ҳисоблаб чиқилди, унинг қиймати 19,846 кЖ/мол эканлиги аниқланди.

Поливинилхлорид асосида олинган анионит(ПВХ-А-Н-1)нинг тузилиши ва таркибини идентификациялаш. Поливинилхлоридни чиқинди диэтаноламин билан модификациялаб олинган ПВХ-А-Н-1 ионитни идентификациялаш учун қуруқ сорбентнинг инфрақизил (ИҚ) спектри текширилди.

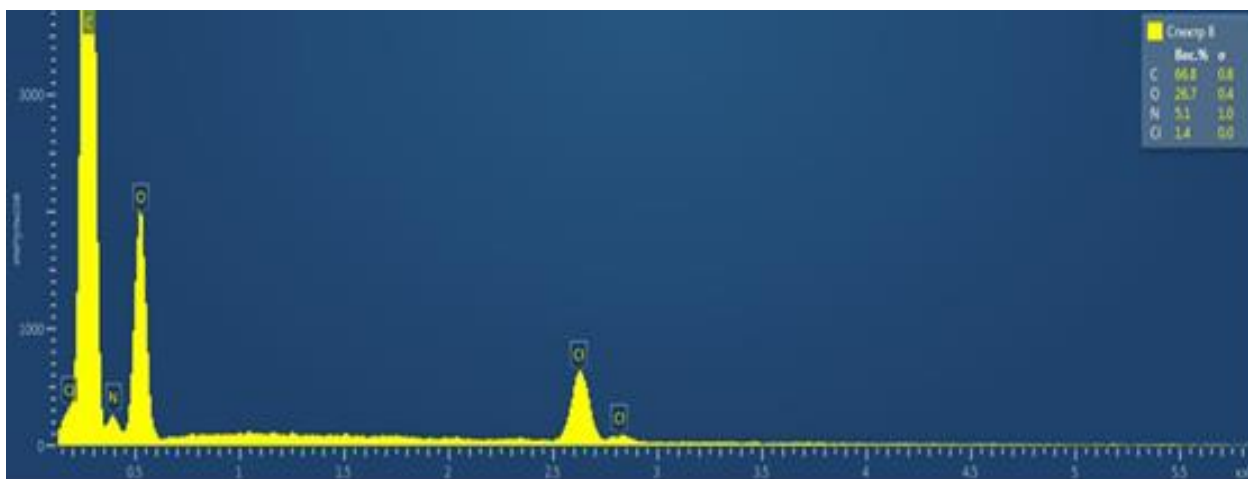
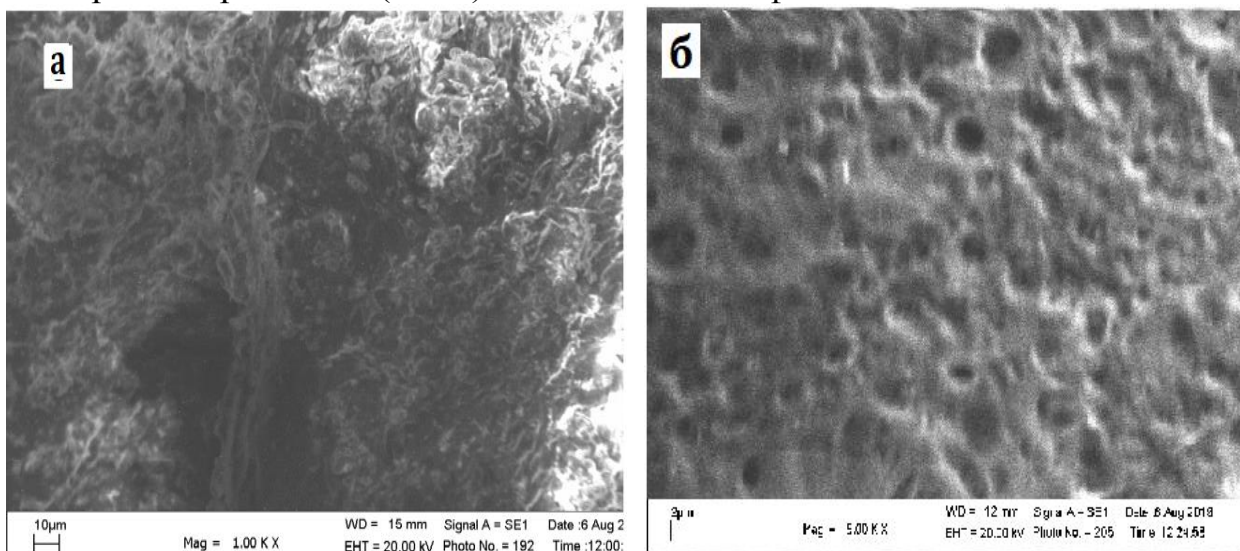


3 -Расм. Экстракция қилинган ПВХ (а) ҳамда ПВХ-А-Н-1 ларнинг(б) ИҚ спектри

Келтирилган 3 - расмдаги олинган намунанинг ИҚ - спектроскопик таҳлил натижаларини даслабки ПВХ пластикати билан ПВХ-А-Н-1 таққослаганда 3346 cm^{-1} соҳада жуда интенсив ютилиш пайдо бўлганлиги, NH ва OH гуруҳлари полимерга модификация бўлганлигини, 1257 cm^{-1} соҳасидаги ютилиш $\nu(\text{C-N})_{\text{ас}}$, $1067-1168 \text{ cm}^{-1}$ $\nu(\text{C-N})_{\text{с}}$ га тегишли эканлигини кўрсатади. ПВХ асосидаги таркибида азот тутган анионитнинг олиниш реакциясини қуйидагича кимёвий реакция тенгламаси билан ифодалаш мумкин:



Полимер материалларнинг сканерловчи электрон микроскопик таҳлили. Кўплаб ион алмашилиш хусусиятига эга бўлган полимер материалларнинг морфологик ва сирт тузилишини аниқлашда сканерловчи электрон микроскопия (СЕМ) анализидан кенг фойдаланилади.



4-Расм. а) экстракцияланган пластикат ПВХ б) анионит ПВХ-А-Н-1 сирт юзаларининг кўриниши с) ПВХ-АН-1 энергодисперсион анализи

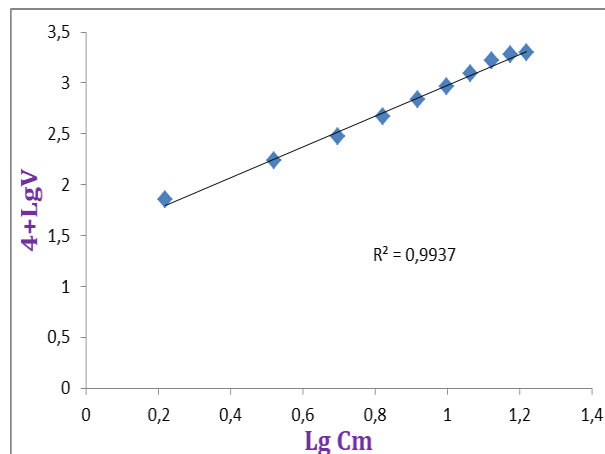
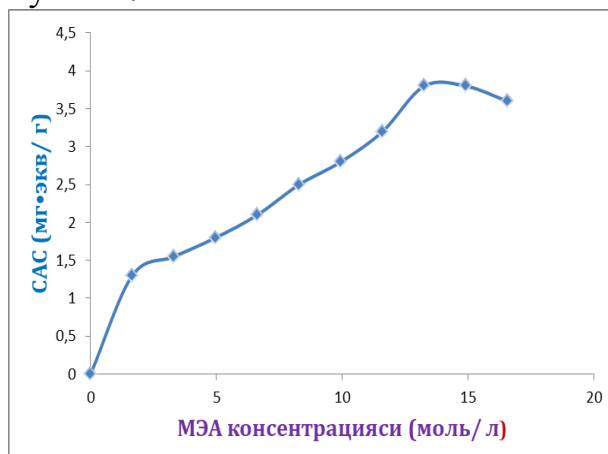
Келтирилган СЕМ микрофотографияларидан кўриниб турибдики (4 – расм а,б) ПВХ дан пластификатор чиқариб юборилган ва аминланган полимер юзалари бир хил тузилишли бурмалар ҳосил қилган.

Поливинилхлорид асосида олинган анионит ПВХ-А-Н-2 нинг синтез қилишнинг мақбул шароитлари. Турли шароитларда ПВХга МЭА таъсирида олинган маҳсулотининг статик алмашилиш сиғими текширилди ва 2-жадвалда келтирилди.

Анионит олиш жараёнида САС қийматига МЭА ҳажмининг таъсири

№	ПВХ ва чиқинди маҳсулотлардан олинган МЭА турли хил нисбатлари					
1.	ПВХ:МЭА (г/мл)	1:2	1:5	1:10	1:15	1:20
2.	САС(НCl) мг•экв/г	1,2	2,2	3,8	3,8	3,8

Ионоген гуруҳларнинг мавжудлигини текшириш учун модификациялаш натижасида олинган анионитнинг (ПВХ-А-Н-2) НCl (0,1 н ли эритмаси) бўйича САС қийматлари аниқланди. Чиқиндидан ажратиб олинган МЭА билан ПВХни модификациялаш орқали олинган ионитнинг САСни максимум қиймати полимер ва модификацияловчи агент 1:10 нисбатда бўлганда $3,8 \pm 0,2$ мг•экв/г га тенглигини ва модификацияловчи агентнинг миқдори янада ортиши анионитнинг САС қийматига таъсир қилмаслиги кўришимиз мумкин.



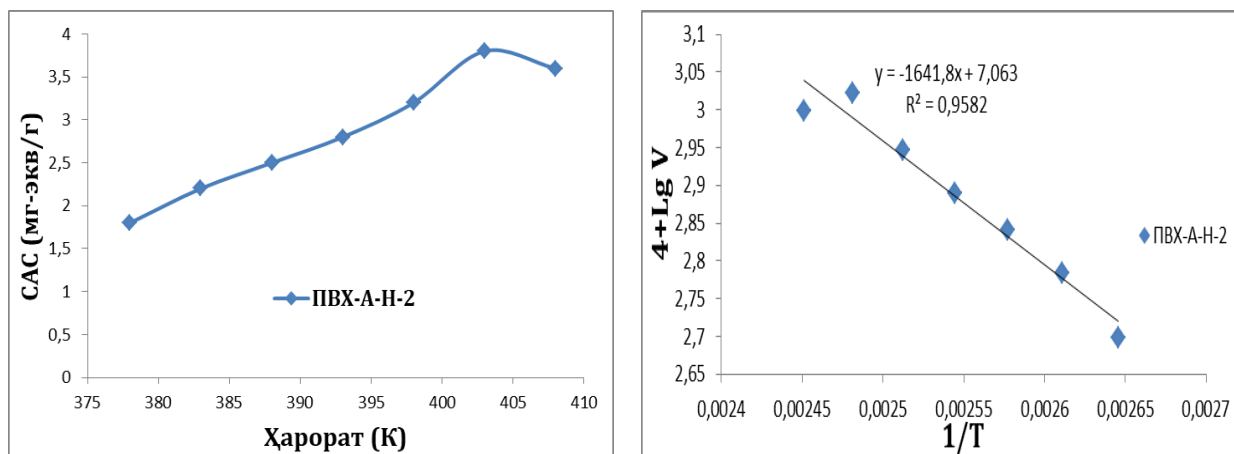
5-Расм. ПВХ га МЭА таъсирида олинган ионитни САСига (а) ва реакция тезлигига логарифмлик координатларда (б) МЭА концентрацияси таъсири (Т=403К; t=300 мин.)

5-расмдан МЭА концентрацияси 80% бўлганда энг юқори САСга эга бўлган анионит олиниши ва ушбу концентрациядан юқори бўлган шароитларда олинган анионитнинг САС қиймати бир оз пасайганлиги кузатилди. ПВХ миқдорини ўзгариши ушбу реакцияда ҳам тезликка таъсир қилмади. Олинган натижалар ёрдамида МЭА бўйича реакция тартиби топилган ва унинг қиймати 1,24 га тенг. Натижада ўрганилаётган реакция тезлиги қуйидаги тенгламага бўйсунити кўрсатилган.

$$v = k \cdot [\text{МЭА}]^{1,24} \quad (2)$$

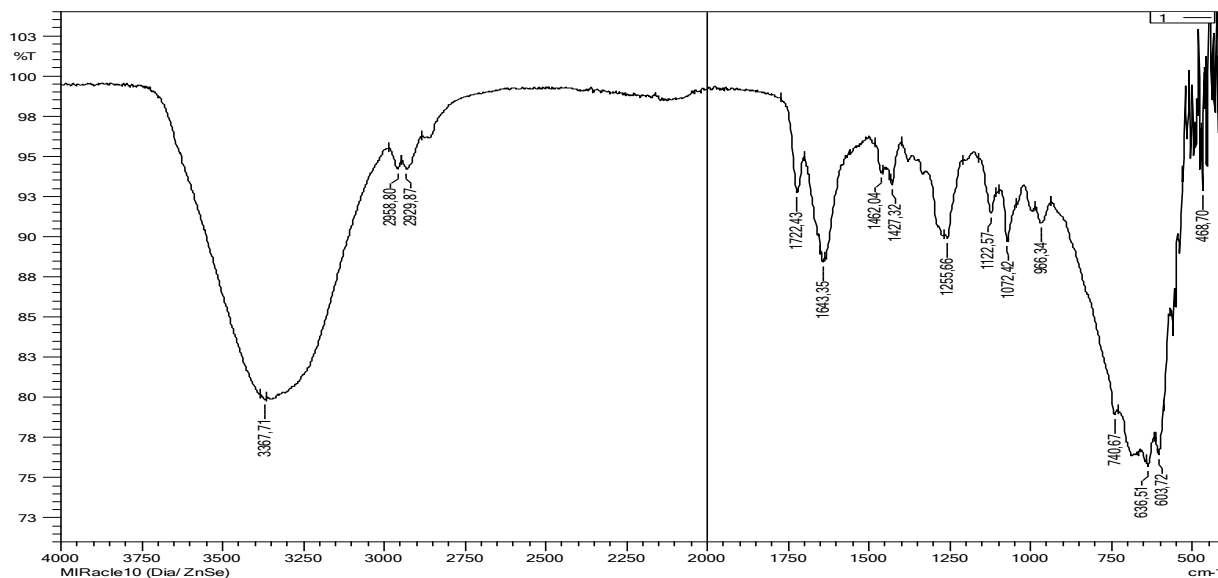
$k = 8,77 \cdot 10^{-6}$ сек•л/моль қийматга тенг эканлиги аниқланди.

ПВХ ни МЭА билан аминлаш реакциясига ҳарорат таъсирини ўрганилди модификациялаш жараёнининг макбул ҳарорати топилди ва бу ҳарорат 400-405К эканлиги, реакция фаолланиш энергиси қиймати 13,65 кЖ/мол эканлиги 6-расмдан ҳисоблаб топилди.



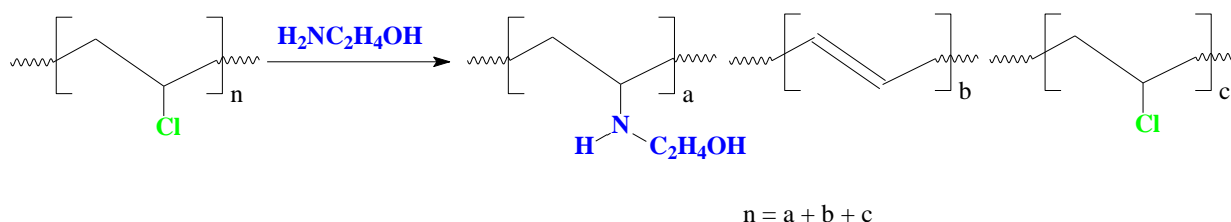
6 – Расм. ПВХни чиқинди МЭА билан модификациялаб олинган анионитнинг САС қийматини ҳароратга боғлиқлиги

Поливинилхлорид асосида олинган ПВХ-А-Н-2 ионитнинг кимёвий таркиби ва тузилишини идентификациялаш. Поливинилхлоридни чиқинди моноэтаноламин билан мақбул шароитларда модификациялаб олинган намунанинг ИҚ спектри 7–расмда келтирилган.



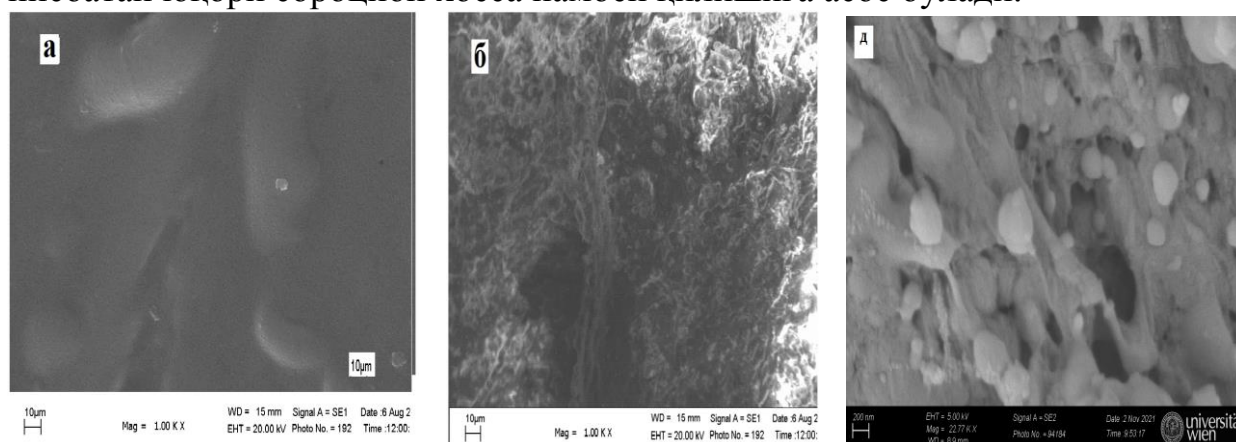
7-Расм. ПВХ-А-Н-2 нинг ИҚ спектри

Олинган намунанинг ИҚ - спектроскопик таҳлил натижаларини даслабки ПВХ пластикати билан ПВХ-А-Н-2 таққослаганда 3336 cm^{-1} соҳада жуда интинсив ютилиш пайда бўлганлиги NH ва OH гуруҳлари полимерга модификация бўлганлигини, 1643 cm^{-1} соҳасидаги ютилиш $\delta(\text{--NH гуруҳи})$ га тегишли, $1122\text{--}1255 \text{ cm}^{-1}$ соҳасидаги ютилиш $\nu(\text{C--N})_{\text{ас}}$, $1072\text{--}1122 \text{ cm}^{-1}$ $\nu(\text{C--OH})_{\text{с}}$ га тегишли эканлигини кўрсатади, $1000\text{--}1350 \text{ cm}^{-1}$ соҳасидаги ютилиш $\nu(\text{C--N})_{\text{ас}}$. $2958\text{--}2929 \text{ cm}^{-1}$ соҳасидаги ютилиш ИҚ спектр таҳлилларидан хулоса қилиб, ПВХ асосидаги NH гуруҳ тутган анионитнинг олиниш реакциясини қуйидагича кимёвий реакция тенгламаси билан ифодалаш мумкин:

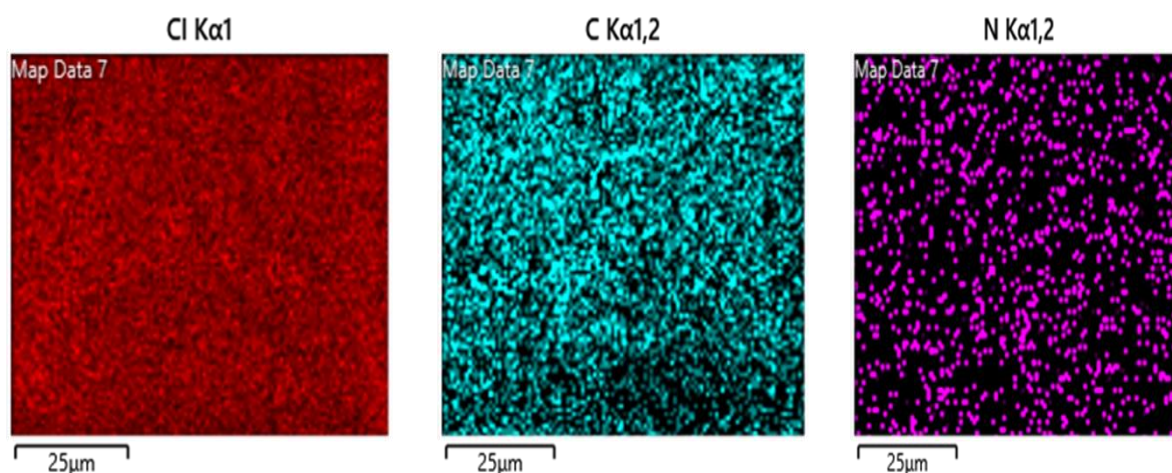


Полимер занжиридаги хлор атомларини маълум бир қисми ўрнига аминогуруҳлари (-NHCH₂CH₂OH) алмашинганлигини кўриш мумкин.

Полимер материалларнинг сканерловчи электрон микроскопик таҳлили. ПВХ-А-Н-2 нинг микрофотографиялари солиштирилган натижалари қуйидаги 8 – расмда келтирилган. Расмлар ПВХни МЭА билан аминлаш асосида олинган сорбент катта сирт юзасига эга бўлганлигини кўрсатади. Бундай морфологик тузилишга эгаллиги уни турли ионларига нисбатан юқори сорбцион хосса намоён қилишига асос бўлади.



8- Расм. ПВХ-асосидаги материаллар микрофотографиялари
а)пластикат ПВХ б) экстракцияланган пластикат ПВХ д) ПВХ-А-Н-2
сирт юзасининг кўриниши



9-Расм. ПВХ-А-Н-2 нинг сирт юзасидаги элементлар тарқалиш харитаси

ПВХ-А-Н-2 анионитининг сирт юзасидаги элементлар тарқалиш харитасидан (9-расм) уларнинг бир текис тарқалганлиги, энергодисперсион анализдан эса анионит таркибида азот элементнинг масса улуши тегишли равишда 5,6 % ташкил қилган.

Олинган натижалар ПВХ-A-N-2 анионитни олинишининг мақбул шароитлари куйдагича яни $[MЭA]=80\%$, $T=400-405K$ $t=300$ дақиқа эканлиги аниқлаб берди.

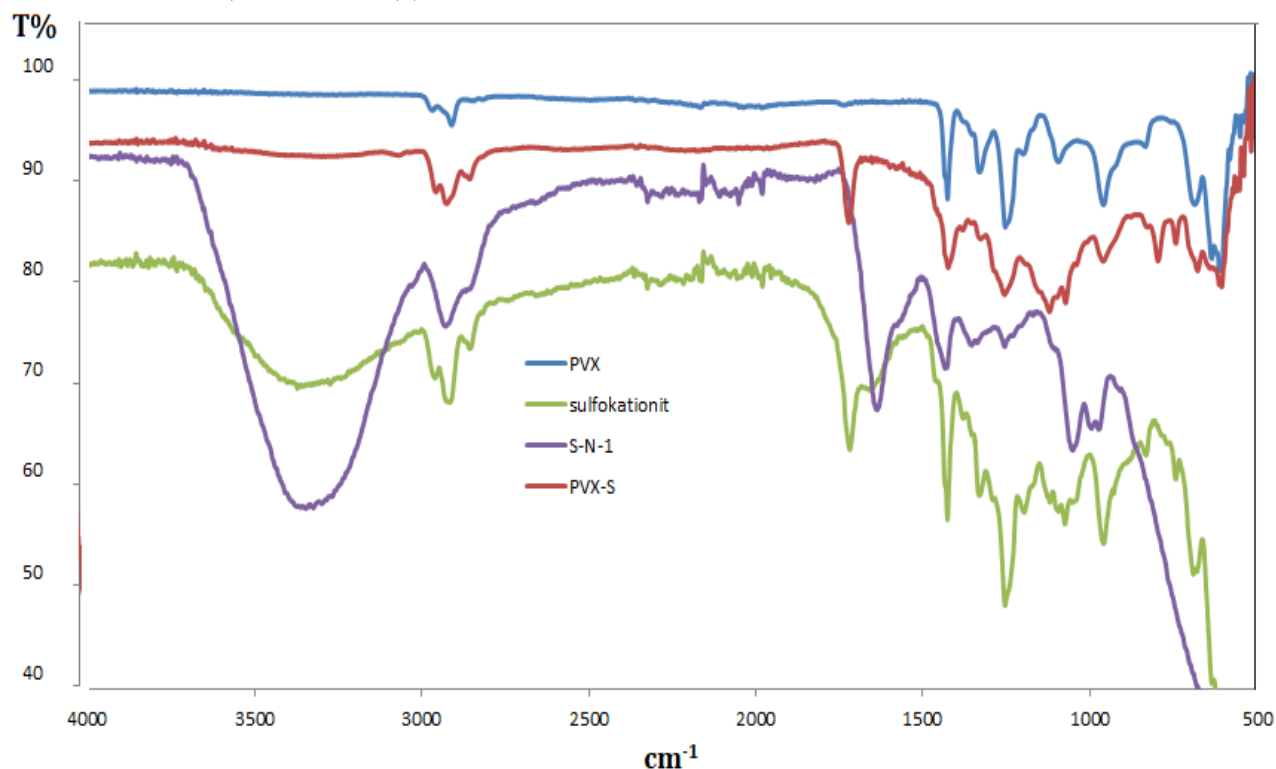
Поливинилхлорид асосида синтез қилинган сульфокатионитни чиқинди маҳсулотдан ажратиб олинган моноэтаноламин билан модификациялаш. Поливинилхлорид асосидаги сульфокатионитни газларни тозалашда ишлатилиб бўлинган чиқинди таркибидан ажратиб олинган МЭА билан турли нисбатларда модификациялаш реакциялари олиб борилди (3-жадвал).

3-жадвал

Полиамфолит олиш жараёнида САС қийматига МЭА ҳажмининг таъсири

№	ПВХ ва МЭА нисбатлари					
1.	Сульфокатионит-МЭА (г/мл)	1:2	1:5	1:10	1:15	1:20
2.	САС(HCl) мг•экв/г	1,2	1,6	1,8	2,4	2,4

Статик алмашиниш сиғими миқдори энг юқори бўлган сорбент актив ҳолатга келтирилди ва қуритилди. Қуритилган янги полимернинг ИҚ спектри ва элемент таҳлили олинди.

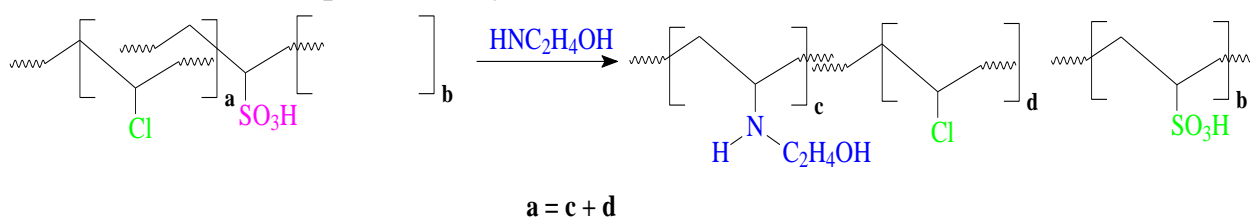


10 - Расм. ПВХ, ПВХ-S, ПВХ-SO₃H ҳамда ПВХ-A-N-S-1 ларнинг ИҚ спектри

ИҚ спектр таҳлилларидан хулоса қилиб, 3200 см^{-1} соҳада жуда интинсив ютилиш пайда бўлганлиги $-NHCH_2CH_2OH$ гуруҳлари сульфокатионитга модификация бўлганлигини, 1650 см^{-1} соҳасидаги ютилиш C_2NH гуруҳи (иккиламчи амин) га тегишли, $600-800\text{ см}^{-1}$ ораликдаги ютилиш $\nu(C-S)$ га тегишли, $1010-1260\text{ см}^{-1}$ ораликдаги ютилиш $C-SO_3H$ га тегишли, 1350 см^{-1}

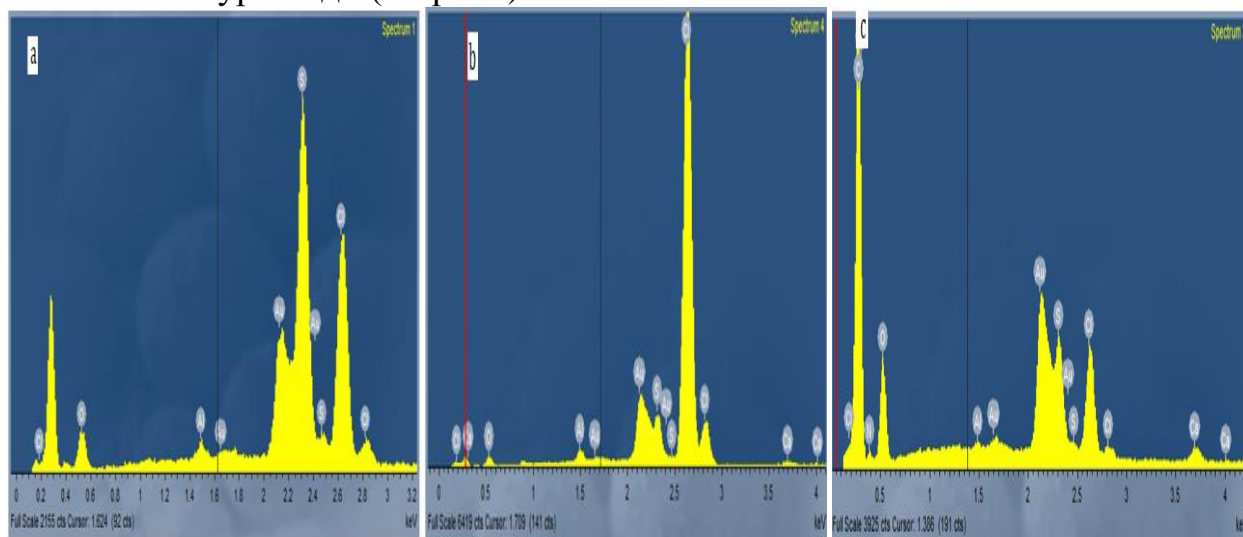
соҳасидаги ютилиш ПВХ ва диэтанолламин таркибидаги $-\text{CH}_2$ (ассиметрик метилен)нинг деформацион тебранишларига тўғри келиши, 1122 см^{-1} соҳасидаги ютилиш $\nu(\text{C-N})_{\text{ас}}$, $1067\text{--}1168\text{ см}^{-1}$ $\nu(\text{C-OH})_{\text{с}}$ га тегишли эканлигини кўрсатади, $1000\text{--}1350\text{ см}^{-1}$ соҳасидаги ютилиш $\nu(\text{C-N})_{\text{ас}}$. $2932\text{--}2853\text{ см}^{-1}$ соҳасидаги ютилиш ПВХ ва моноэтанолламин таркибидаги $-\text{CH}_2$ (метилен)нинг валент тебранишларига тўғри келиши, 636 см^{-1} соҳасидаги ютилиш C-Cl интенсивлигининг камайиши ПВХ таркибидан HCl чиқиб кетканлиги билан изоҳлаш мумкин.

ПВХ асосидаги сульфокатионит таркибида моноэтанолламин билан модификациялаш реакция маҳсулотини қуйидагича кимёвий реакция тенгламаси билан ифодалаш мумкин:



ПВХ асосидаги сульфокатионит занжиридаги мавжуд хлор атомларини маълум бир қисми ўрнига аминогурuhlари ($-\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) алмашинганлигини кўриш мумкин. Модификация жараёнида олинган модда янги эканлигини, бу эса янги олинган полимернинг хоссаларини ўрганишимизга замин яратади.

ПВХ асосида олинган сульфокатионитни чиқинди маҳсулоти таркибидаги МЭА билан модификация қилиб олинган полиамфолитнинг энергодисперсион анализи полимер C, N, S элементлардан тузилган эканлигини кўрсатади (11-расм).



11-Расм- а) ПВХ-С б) ПВХ-SO₃H в) ПВХ-A-N-S-1 полимерларининг EDS анализи

Қўлланиш соҳаларини аниқлаш мақсадида ПВХ-A-N-2 ионитга 293 дан 333K ҳароратлар оралиқларида эритмалардан Cu(II) , Cr(VI) ва Mn(VII) ионларининг сорбция жараёни ўрганилди.

4-жадвал

Cu(II), Cr(VI) ва Mn(VII) ионларининг ПВХ-A-N-2 сорбентига сорбция изотермасини Ленгмюр тенгламаси параметрлари (сорбент массаси 3 г, ҳарорат 333K)

Ионлар	Бошланғич концентрация (мг/мл)	Кейинги концентрация (мг/мл)	q_{\max} (мг/г)	K_L	$G_{\text{адс}}$
Cu (II)	3200	2799,14	136,7	0,257	-20,314
Cr (VI)	1080	859,16	75,76	0,0154	-20,895
Mn (VII)	595	354,4	126,6	0,375	-21,272

Келтирилган 4-жадвалвалдан кўринадик, ўрганилаётган системалар ичида Cu (II) ионларининг ионитга сорбцияси юқорироқ бўлади. Худди шундай натижалар ўрганилаётган металл ионларини анионит ПВХ-A-N-2 томонидан сорбциясини динамик шароитда кўп мартаба олиб борилганида ҳам кузатилди. Олинган натижалар синтез қилинган анионитни рангли металл турли хил саноат шароитида адсорбциясида қўллаш мумкинлигидан далолат беради.

ХУЛОСАЛАР

1. Маҳаллий хомашё ПВХ ни газларни тозалашда ишлатиб бўлинган чиқинди таркибидаги ДЭА ва МЭА билан модификациялаш жараёнларига таъсир этувчи омилларни ўрганиш натижасида анионитлар олинишининг мақбул шароитлар аниқланди. Модификациялаш жараёни гетероген реакциялар қонуниятларига бўйсунishi аниқланди ва уларни ифодоловчи кинетик тенгламалар таклиф қилинди.

2. ПВХ асосидаги сульфокатионитни чиқинди таркибидаги ДЭА ва МЭА билан модификациялаш орқали янги полиамфолит олиш реакциясига турли хил омилларнинг таъсири ўрганилди ҳамда жараён олиб боришнинг мақбул шароитлари топилди. Олинган амфолит ҳам асосли ҳам кислотали хоссалар намоён қилиши кўрсатилди. Синтез қилинган ионитлар таркибида гидроксил гуруҳлар мавжудлиги уларнинг сорбцион қобилияти ва бошқа физик-кимёвий хоссаларига таъсир қилиши мумкинлиги башорат қилинди.

3. Олинган полимерни ИҚ-спектроскопик усул билан идентификациялаш орқали таркибида иккиламчи ҳамда учламчи амин гуруҳ тутган анионитлар, ҳамда полиамфолит таркибида ҳам катион алмашинувчи сульфогуруҳлар, ҳам анион алмашинувчи иккиламчи аминогуруҳлари борлиги аниқланди. Олинган ионитларни сканерловчи электрон микрофотографиялари таҳлили уларнинг сорбциялаш жараёнини осонлаштирувчи ғовак тузилишга эга эканлигини тасдиқлади. Шунингдек ионитларнинг ўрганилган физик-кимёвий хоссалари саноат миқёсида сувдаги

мавжуд ионларни ажратиб олишда ишлатиш талабларига мос келишини кўрсатди.

4. Анионитларга мис (II), хром (VI) ҳамда Mn(VII) ионларининг ютилиш кинетикаси тадқиқ қилинди, ҳамда сорбция жараёнининг активланиш энергияси ҳисоблаб топилди. Олинган натижалар ўрганилаётган жараён псевдо-иккинчи тартибли реакциялар қонуниятларига бўйсиниши, системадаги ионлар билан бир қаторда ионит таркибидаги ионоген гуруҳлар ҳисобига ион алмашилиш реакциялари борганлигидан далолат беради. Сорбция жараёнининг изотермик мувозанатини замонавий изотерма моделлари ёрдамида ўрганилганда, бу жараён Ленгмюр мономолекуляр назариясига бўйсунуши аниқланди.

5. Маҳаллий хомашёлар ва чиқиндилар асосида олинган грануласимон анионитлар иштирокида саноат корхона сувларини тозалаш учун бир неча маротаба динамик шароитда сорбция, десорбция жараёнлари амалга оширилганда, унинг сорбцион хоссалари ўзгармасдан қолгани кузатилди ва натижада анионитни саноат корхоналарида сувларни тозалашда кўп маротаба қўллаш мумкинлигини имконини берди. Олинган ионитлар ёрдамида «МАХАМ-Чирчиқ» АЖ ҳамда «Муборак газни қайта ишлаш заводи» АЖ технологик жараёнларида ҳосил бўладиган сувларини оралиқ металл ионларидан тозалашга имкон берувчи мақбул ускуна ишлаб чиқилди ва саноат миқёсида жорий қилиниш учун тавсия этилди.

6. Поливинилхлорид ва аминлар иштирокида олинган янги анион алмашинувчи материаллар ёрдамида газларни кислотали газлардан тозалашда қўллаш натижасида ифлосланган алканоламинларни юқори самара билан 95% гача тозаликда регенерация қилиши исботланди. Шунингдек бу усул учун Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлигининг № IAP 06832 рақамли ихтиро учун патенти олинди.

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

**ЧИРЧИКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

КУТЛИМУРАТОВ НУРБЕК МАТКАРИМОВИЧ

СИНТЕЗ ИОНИТОВ ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ

02.00.06 - Высокомолекулярные соединения

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

Чирчик - 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2020.3. PhD/K311.

Диссертация выполнена в Чирчикском государственном педагогическом университете
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу Научного совета (www.cspi.uz.ilmiy-kengash) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Бекчанов Давронбек Жумазарович
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Каримов Махмуд Муратович
доктор химических наук, доцент

Троров Хамза Турсунович
доктор химических наук, профессор

Ведущая организация:

Ташкентский химико-технологический институт

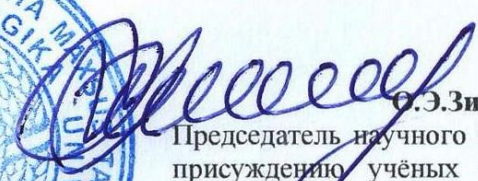
Защита диссертации состоится 27 10 2022 г в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.09.2020.K.82.02 при Чирчикском государственном педагогическом университете. (Адрес: 111720, Ташкентская область, г. Чирчик, ул. Амира Темура 104, Тел.: (99870)712-27-55, факс: (99870)712-45-41; e-mail: tvchdpi_k.kengash@umail.uz).

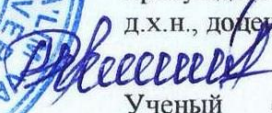
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Чирчикского государственного педагогического университета за № __, (111720, Ташкентская область, г. Чирчик, ул. Амира Темура 104, Тел.: (99870)712-27-55, факс: (99870) 712-45-41.


Автореферат диссертации разослан "11" 10 2022 года.

(реестр протокол рассылки № 11 от "10" 10 2022 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. На сегодняшний день в современном мире потребность к ионообменным материалам растет день ото дня, что требует всестороннего изучения процессов их получения и применения. Важно определить роль ионообменных технологий в решении научных и практических задач, в частности, изучить физико-химические свойства ионитов, содержащих разные группы с необходимыми свойствами, и изучить сорбционные свойства этих ионитов. В частности, большое значение имеет широкое внедрение ионообменных материалов в гидрометаллургию, очистку сточных и сбросных вод. Вода является самым необходимым соединением для жизни на Земле, наряду с сельским хозяйством и градостроением она имеет важное значение для быстрорастущих промышленных предприятий.

Во всем мире проводятся научные исследования по определению методов синтеза ионообменных материалов на основе синтетических полимеров, внедрению технологий производства, изучению их физико-химических и сорбционных свойств, разработке конкретных характеристик, технических условий и требований. В связи с этим, в том числе производство ионообменных материалов на основе синтетических полимеров, полученных с участием нефти и газа, природных углеводородов и вторичных промышленных продуктов, определение их физико-химических параметров, состава и структуры современными методами, анализ физико-механических, селективные и сорбционные свойства. Особое внимание уделяется совершенствованию методов крупнотоннажного производства.

В Республике проводится ряд научных исследований по расширению использования полимерных материалов, произведенных на основе местного сырья, определению оптимальных условий производства ионообменных материалов и их внедрению и получены определённые результаты. Стратегия «Развития отраслей химии, газо-химии и переработки природного газа» нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы¹, а также в указе президента по «Производству меди и другой продукции путём создания кластера медной промышленности» направлены на определение важнейших задач в этом направлении. В связи с этим применение для очистки сточных вод и водоподготовки в промышленности результатов исследования по получению новых ионообменных смол на основе местного сырья и изучению их физико-химических свойств является важнейшей задачей.

Результаты данного диссертационного исследования в определенной мере послужат при реализации задач установленных в Указе Президента Республики Узбекистан от 13 февраля 2021 года № ПФ-4992 «О дальнейшем реформировании и финансовом оздоровлении предприятий химической

¹ О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы/Указ Президента Республики Узбекистан ПФ-60 от 22 января 2022 года.

промышленности, мерах по развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью», Решениях Президента PQ-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по опережающему развитию химической промышленности Республики Узбекистан» от 3 апреля 2019 года № PQ-4265 «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности», а также в соответствующих и других нормативных актах, касающихся данной деятельности.

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 создаются ионообменные и комплексообразующие материалы путем модификации поливинилхлорида различными реагентами. В частности, ряд зарубежных ученых высказали предположение, что V.V. Bayandin, R.G. Sultangare, 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, G. Martines, A.K. Ghoniam, A.A. Abdel Hakim подробно изучил сорбционные свойства и области применения материалов, полученных модифицированием поливинилхлорида. Ряд ученых нашей страны Аскарлов М.А., Мусаев У.Н., Джалилов А.Т., Бабеv Т.М., Мухамедиев М.Г., Туробжанов С.М., Гафурова Д.А., Каримов М.М и др. внесли значительный вклад в научные исследования по синтезу и применению ионообменных материалов путем изучения физико-химические аспекты получения и свойства ионообменников с использованием различных полимерных материалов. В продолжение этих работ исследования по теме «Синтез ионитов на основе местного сырья и отходов» откроет путь к синтезу новых типов сорбентов путем углубленного анализа их физических и химических свойства.

Соответствие диссертационного исследования планам научно-исследовательской работы высшего учебного заведения, в котором проводилась диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом НИР Чирчикского государственного педагогического института Ташкентской области в рамках прикладного проекта ПЗ-20170926416 «Выделение ионов металлов из технологических растворов и сточных вод с участием ионообменников на основе на местном сырье» (2018-2020 гг.).

Целью исследования - является синтез ионитов на основе местного сырья и отходов и определение областей их применения.

Задачами исследования являлись:

определение оптимальных условий получения новых ионообменных материалов, содержащих амино- и гидроксильные группы, путем

модификации поливинилхлорида диэтаноломином (ДЭА) и моноэтаноломином (МЭА) выделенных из отходов, используемых при очистке газов;

определение химического состава и структуры полученных ионообменных материалов современными методами исследования;

выявление и определение оптимальных условий получения полиамфолита, содержащего амина и сульфогруппы, путем модификации сульфокатионита, полученного на основе поливинилхлорида ДЭА и МЭА из отходов;

изучение физико-химических и сорбционных свойств полученных ионитов по отношению к различным ионам с использованием современных методов исследования;

определение областей применения новых ионообменников на основе местного сырья и отходов;

Объектом исследования являются поливинилхлорид, отходы используемые в газоочистке, содержащие диэтаноламин и моноэтаноламин, сульфокатионит, аниониты, полиамфолит, различные соли металлов.

Предметом исследования являются химическая модификация, окисление, сорбция, регенерация, десорбция, пористость, химическая стабильность, кинетика процесса, кинетика сорбции и изотерма.

Методы исследования. При изучении ИК-спектроскопии, термогравиметрического анализа, элементного анализа, сканирующей электронной микроскопии, оптической эмиссионной спектроскопии, спектрофотометрии, комплексонометрии, изучении сорбционных процессов использовались современные теоретические и экспериментальные методы исследования Ленгмюра, Фрейндлиха, Темкина, Дубинина-Радushкевича, Флори-Хаггинса и кинетические модели псевдо-первого и псевдо-второго порядков.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

исследован процесс получения новых анионитов ПВХ-А-N-1 и ПВХ-А-N-2 модифицированием поливинилхлорида соответственно диэтаноломином и моноэтаноломином выделенными из отходов, использованных в газоочистке;

определены оптимальные условия процесса получения полиамфолита путем модификации сульфокатионита на основе гранулированного пластика поливинилхлорида моноэтаноломином из отходов;

при изучении физико-химических свойств полученных ионитов установлено, что они обладают высокими сорбционными свойствами, химической и термической стабильностью;

результаты, полученные при изучении сорбции ионов Cu(II) , Mn(VII) и Cr(VI) на полученных анионообменных смолах показывают, что сорбционные свойства ПВХ-А-N-2 превосходят ПВХ-А-N-1 анионит;

впервые с использованием местных анионообменников изучен процесс очистки от термически стойких солей алканолламинов загрязнённых при газоочистке и определены оптимальные условия его проведения.

Практические результаты исследования:

получены новые анионообменники аминированием местного сырья поливинилхлорида алканолламинами из отработанных аминов используемых в газоочистке;

получен новый полиамфолит путем аминирования сульфокатионита на основе гранулированного поливинилхлорида алканолламинами;

показано, что аниониты, полученные на основе поливинилхлорида, могут быть использованы при очистке сточных вод от ионов Cu(II) , Cr(VI) и Mn(VII) Cl^- , CH_3COO^- .

впервые с высокой эффективностью проведена регенерация загрязнённых при очистке газов алканолламинов с использованием анионообменников на основе ПВХ.

Достоверность результатов исследования определяется использованием современных методов, таких как ИК - спектроскопия, дифференциальный термический анализ, элементный анализ, сканирующая электронная микроскопия, спектрофотометрия при получении экспериментальных результатов; ионное равновесие, кинетика процессов адсорбции кинетическими моделями псевдопервого и псевдовторого порядка, проведением анализа результатов полученных с применением уравнений, используемых в современных теориях термодинамики сорбции ионов металлов методами математической статистики.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что показана возможность регулирования протекания процесса получения серо- и азотсодержащего полиамфолита ПВХ-S-N-1, анионитов ПВХ-A-N-1, ПВХ-A-N-2 и на основе поливинилхлорида в гетерогенных условиях изменением физико-химических параметров проводимых реакций.

Практическая значимость результатов исследования заключается в на основе местного сырья и отходов получены аниониты ПВХ-A-N-1, ПВХ-A-N-2 содержащих amino и гидроксильные группы и полиамфолит с amino и сульфогруппами; возможности опреснения с их помощью воды промышленных предприятий, очистки сточных и сбросных вод от различных токсичных и ионов тяжелых металлов, концентрирования технологических растворов в гидрометаллургической промышленности и извлечение из них цветных металлов.

Внедрение результатов исследования.

На основании полученных научных результатов по физико-химическим свойствам анионитов синтезированных модификацией поливинилхлорида пластиката выделенными из отходов диэтаноламином и моноэтаноламином:

получен патент №IAP06832 Агентства по интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан на изобретение «Способ очистки метилдиэтаноламина, используемого при очистке газов». В результате достигнута возможность очистки загрязнённого метилдиэтаноамина новым сорбентом;

мини-установка на основе полученных новых анионообменных сорбентов в АО «МАХАМ-CHIRCHIQ» внедрена для очистки сточных вод от различных ионов (справка АО « МАХАМ-CHIRCHIQ » №19-15/50А от 9 сентября 2020 года). В итоге появилась возможность разработки метода очистки сточных вод на основе ионообменных сорбентов;

синтезированные ионообменные смолы внедрены в эксплуатацию на АО «Муборак газни қайта ишлаш заводи» (справка АО «Муборак газни қайта ишлаш заводи» от 20.12.2021 г. № 1052/ГК-12). В результате удалось снизить содержание ионов переходных металлов Cu(II) до 1,2% от исходной концентрации и полностью удалить ионы Cr(VI) в стоках.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования были обсуждены на 10, в том числе 4 международных и 6 Республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 15 научных работы, из них в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации научных результатов докторских диссертаций 3 местных и 1 в зарубежных изданиях. Кроме того, по результатам диссертации получено 1 патент от Агентства по интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, резюме, списка литературы, приложений. Объем диссертации составляет 117 страниц².

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении дается актуальность работы, новизна и необходимость темы, цели и задачи исследования, объекты и предметы исследования, соответствие исследования приоритетам науки и техники Республики Узбекистан, научный новизна и практические результаты исследования, достоверность результатов разъясняется теоретическая и практическая значимость результатов, вводятся результаты исследования, приводятся опубликованные работы, структура и объем диссертации.

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

В первой главе диссертации под названием «**Получение ионообменников и их применение (обзор литературы)**» рассмотрены физико-химические свойства ионообменников, современное состояние их экстракции, условия модификационных процессов, приводящих к образованию сорбционных полимеров. В частности, прокомментирована зависимость различных факторов от производства ионообменников на основе поливинилхлорида. Особое внимание уделялось исследованиям по очистке газов. Изучена научно-техническая и патентная информация о производстве и применении ионообменников, проанализированы тенденции целевого использования ионообменных материалов для различных сорбционных технологий. На основе анализа имеющихся теоретических и практических результатов была описана задача. Исходя из актуальности и важности темы, делаются выводы о необходимости гранулированных ионообменников с заданным набором свойств. В результате этого анализа в данную главу также включены исследования зарубежных и отечественных ученых по решению экологических проблем с использованием сорбентов различных свойств на основе поливинилхлорида.

Во второй главе диссертации под названием «**Закономерности получения ионообменных смол из местного сырья и отходов**» Освещены физико-химические особенности процесса получения полиамфолита с амино и сульфогруппами анионита с аминогруппами модификацией ПВХ и сульфокатионита на основе ПВХ моноэтаноламином (МЭА) и диэтаноламином (ДЭА).

Модификацию пластика поливинилхлорида и сульфокатионит на его основе проводили использовали в различных концентрациях растворов ДЭА и МЭА. Выяснилось, что характер результатов изучения влияния различных факторов на ход проводимых реакций был сходным.

Для синтеза ионитов известную массу пластика экстрагировали поливинилхлоридом в соотношении 8:2 с этилацетатом (ЭА) и этиловым спиртом при температуре 351 ± 1 К затем модифицировали алканоламины. Полученный полимерный материал сначала оставляли в 0,1 н. растворе HCl на 48 ч, а затем промывали дистиллированной водой до достижения нейтральной среды. Нейтральный полимерный материал оставляли в 0,1 н растворе NaOH для активации на 48 ч и промывали до тех пор, пока он не становился нейтральным. Нейтральный анионит помещали в 0,1 N HCl в течение суток. Раствор анионообменной кислоты титровали 0,1 н. раствором NaOH для определения значения COE.

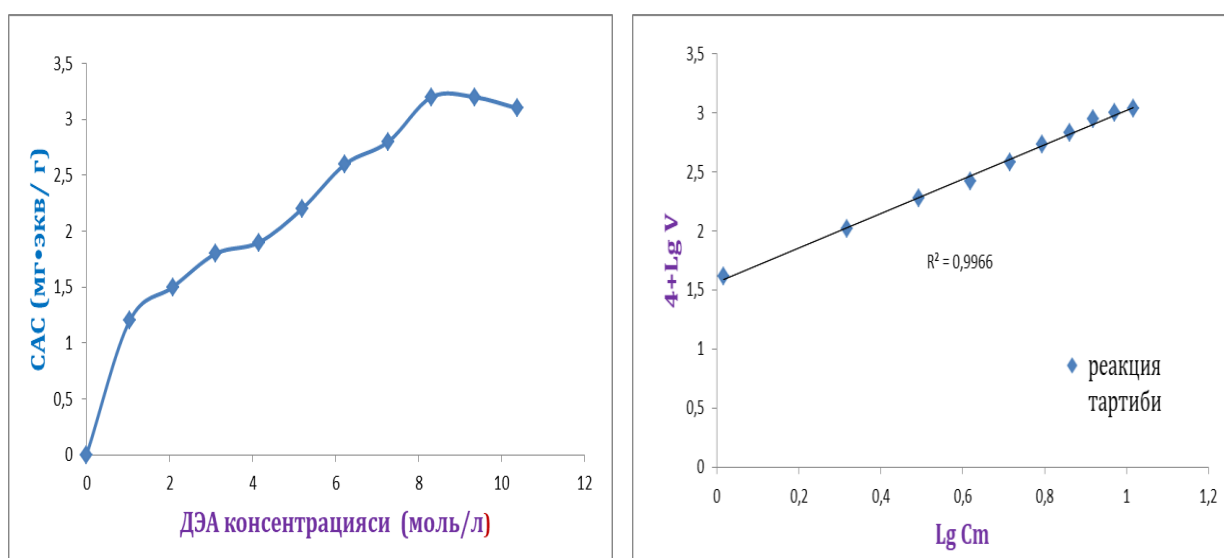
1- таблица

Влияние соотношения полимер:ДЭА на значение COE полученного ионита

№	Различные соотношения ПВХ и ДЭА					
1.	ПВХ-ДЭА (г/мл)	1:2	1:5	1:10	1:15	1:20
2.	COE (HCl) мг•экв/г	0,8	1,8	3,2	3,2	3,1

Полученные результаты приведены в таблице 1. Величина СОЕ ионита, полученная при модификации ПВХ чистым ДЭА, составила 3,6 мг•экв/г. Из таблицы 1 можно сделать вывод, что статическая обменная емкость нового полимера, полученного при модифицировании 1 г экстрагированного пластика поливинилхлорида 10 мл ДЭА из отработанного продукта, является наибольшей (3,2 мг•экв/г).

На следующем этапе исследовали процесс модификации поливинилхлорида ДЭА из отходов в зависимости от концентрации ДЭА, продолжительности реакции и температуры. Для изучения кинетики превращения ПВХ использовали ДЭА в различных концентрациях (20, 40, 60, 80 и 100% ДЭА, растворитель-вода). При этом количество ПВХ не оказывало влияние на скорость процесса из-за его гетерогенности.



1-рисунок. Зависимость СОЕ синтезированного ионита от концентрации ДЭА (а) и скорости превращения от концентрации ДЭА в логарифмических координатах(б) ($T = 413\text{K}$; $t = 300$ мин.)

Концентрационная зависимость скорости модификации ПВХ выглядит следующим образом:

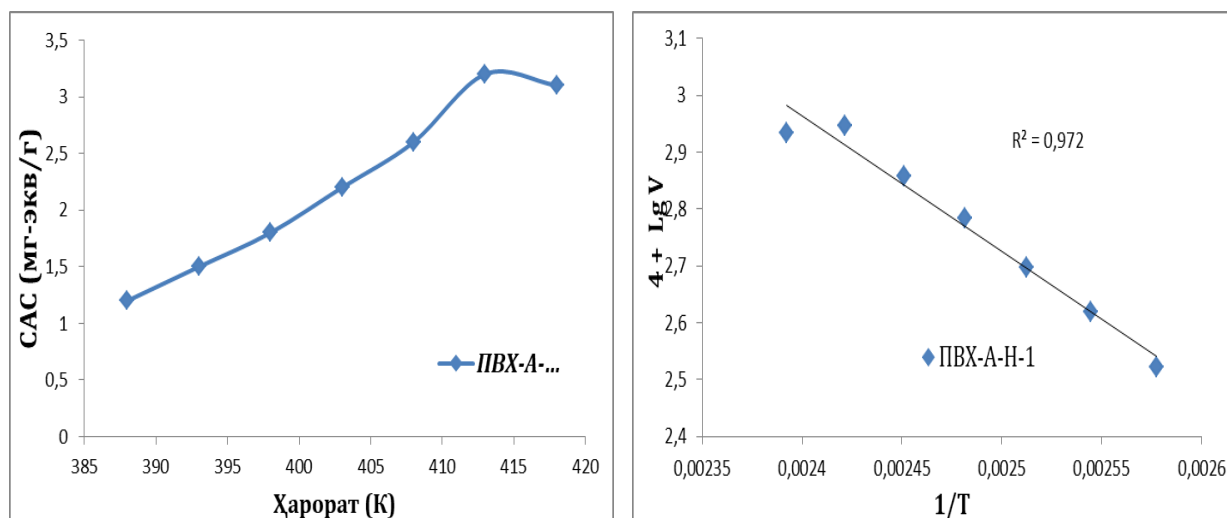
$$v = k \cdot [\text{ДЭА}]^n \quad (1)$$

k – расчетная константа скорости реакции рассчитана по этому уравнению и составляет $7,02 \cdot 10^{-6}$ сек•л/моль.

Для определения влияния продолжительности процесса модификации ПВХ ДЭА из отходов реакцию проводили при температуре 413К в течение 30-360 минут. При этом установлено, что максимальная статическая обменная ёмкость ионита достигается за 300 минут и дальнейшее возрастание продолжительности процесса практически не влияет на СОЕ анионита.

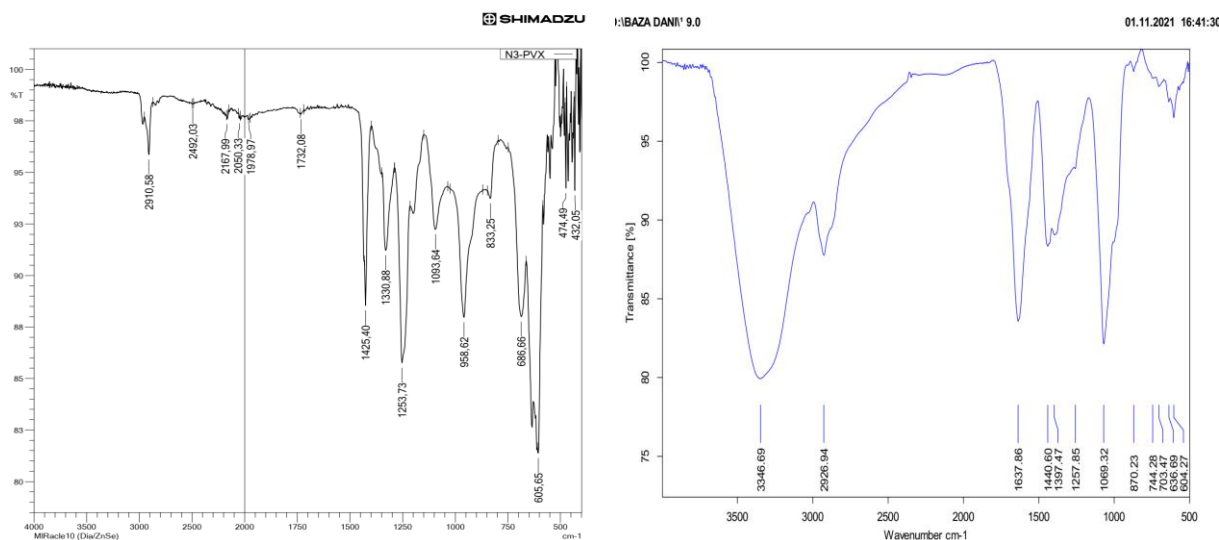
На рисунке 2 приведена логарифмическая зависимость скорости превращения ПВХ в анионит от температуры. Из рисунка видно, что максимальное значение СОЕ анионита достигается при температуре 413К.

Значение энергии активации процесса найденная из тангенса угла наклона этой прямой составляет 19,9 кДж/моль.



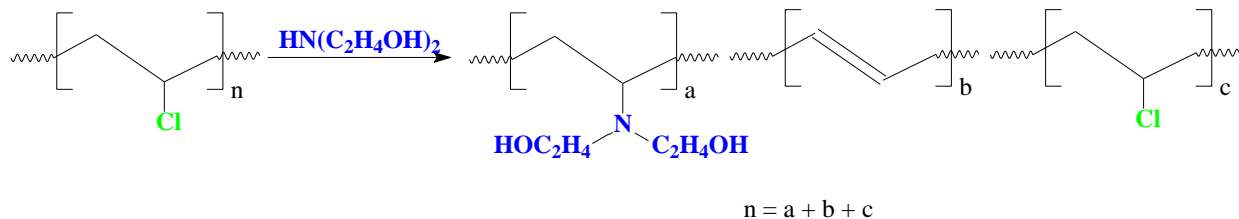
2- рисунок. Температурная зависимость процесса модификации поливинилхлорида ДЭА ([ДЭА]= 80% ; t = 300 мин.)

Идентификация состава и строения анионита PBX-A-N-1 на основе поливинилхлорида. Для идентификации продукта PBX-A-N-1 полученного в оптимальных условиях из поливинилхлорида и диэтанолamina из отходов были проанализирован инфракрасный (ИК) спектр образца сухого сорбента.

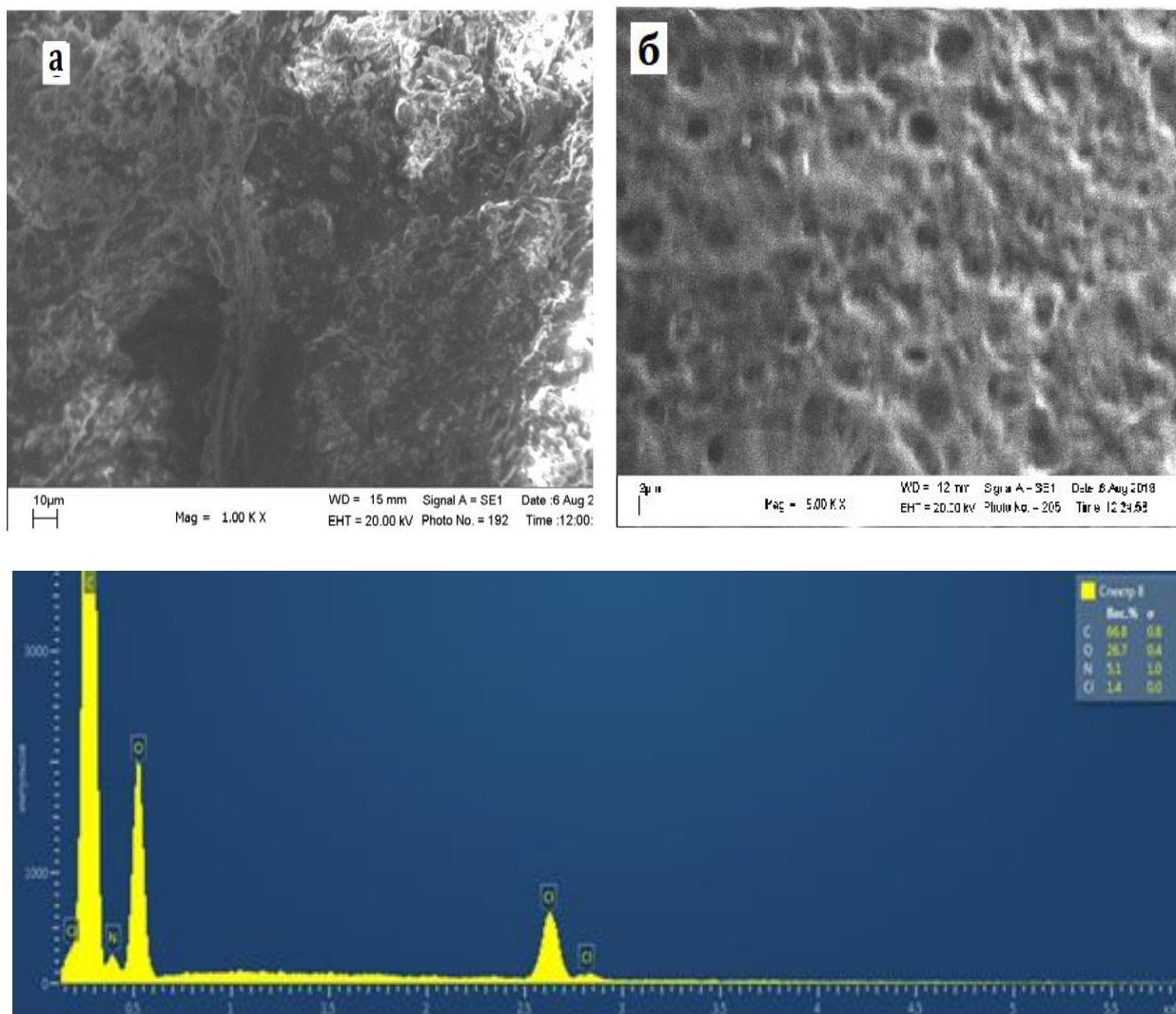


3- рисунок. ИК спектр экстрагированного ПВХ (а) и анионита ПВХ-А-N-1 (б)

Результаты ИК-спектроскопического анализа полученного образца (рис. -3) показывают, что очень интенсивное поглощение в области 3346 см⁻¹ в анионите по сравнению с исходным ПВХ-пластиком соответствуют группам NH и OH, поглощение в области 1257 см⁻¹ было идентифицировано $\nu(\text{C-N})_{\text{ас}}$, 1067-1168 см⁻¹ принадлежит $\nu(\text{C-N})_{\text{с}}$. Реакцию получения азотсодержащей анионообменной смолы на основе ПВХ можно выразить следующим уравнением химической реакции:



Сканирующий электронный микроскопический анализ полученных полимерных материалов. Анализ с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) широко используется для определения морфологической и поверхностной структуры полимерных материалов с ионообменными свойствами.



4-рисунок. а) Внешний вид поверхности экстрагированного пластика ПВХ б) анионита ПВХ-А- N -1 с) Энергодисперсионный спектр анионита ПВХ-А -N -1

Как видно из приведенных микрофотографий СЭМ (рис. 4б,с) поверхность ПВХ пластика с удалённым пластификатор и аминированного полимера состоит из складок одной и той же структуры.

Оптимальные условия синтеза анионита ПВХ-А-Н-2 на основе поливинилхлорида. В таблице 2 приведены значения статической обменной ёмкости продукта взаимодействия ПВХ с МЭА в различных условиях. Для проверки наличия ионогенных групп определяли значения СОЕ для HCl (0,1 н раствор) анионообменной смолы (ПВХ-А- Н -2), полученной в результате модификации.

Таблица 2

Влияние объема МЭА на величину СОЕ образующегося анионита

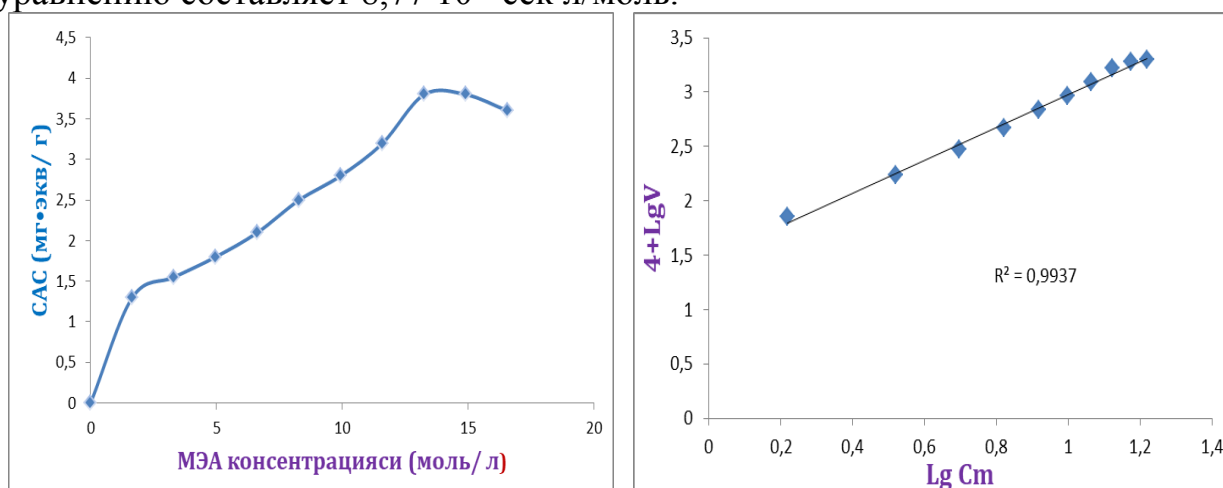
№	Соотношения ПВХ и МЭА					
1.	ПВХ:МЭА (г/мл)	1:2	1:5	1:10	1:15	1:20
2.	СОЕ по HCl мг•экв/г	1,2	2,2	3,8	3,8	3,8

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что статическая обменная емкость нового полимера, полученного при модифицировании 1 г экстрагированного пластика поливинилхлорида 10 мл МЭА из отработанного продукта, является наибольшей (3,8 мг•экв/г) и дальнейшее возрастание количества МЭА к изменению СОЕ не приводит.

Также было изучено влияние концентрации МЭА на скорость реакции замещения хлоридных групп ПВХ на аминные. В данном случае также количество ПВХ не оказывало влияние на скорость процесса. Результаты исследования представлены на рис.5. Когда реакцию проводили при концентрации выше 80%, наблюдалось незначительное снижение значения СОЕ анионита, полученного в результате реакции аминирования. По приведенному графику был найден порядок реакции по наклону этой кривой, значение которого равно 1,24.

$$v=k \cdot [\text{МЭА}]^{1,24}$$

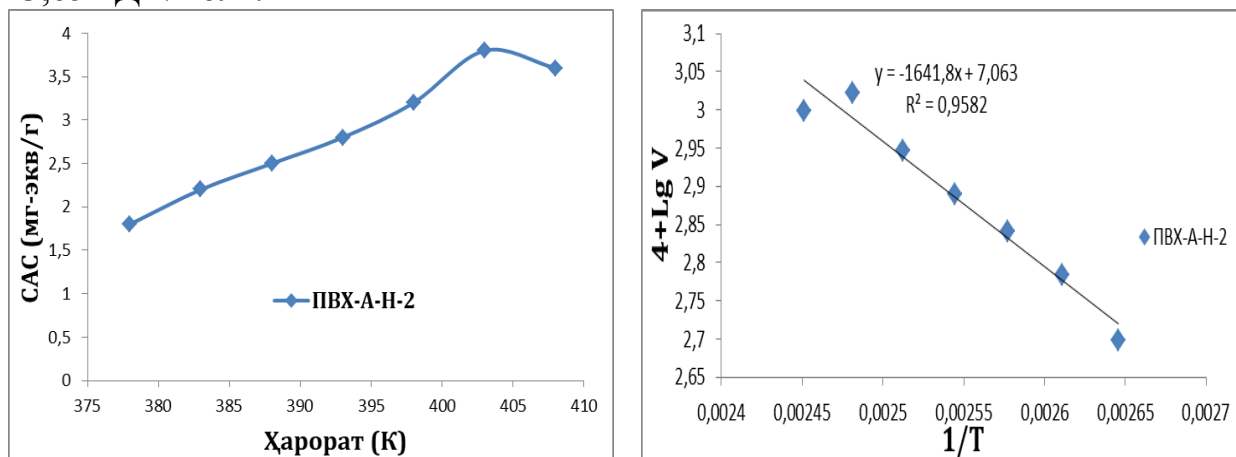
k – установлено, что расчетная константа скорости реакции по этому уравнению составляет $8,77 \cdot 10^{-6}$ сек•л/моль.



5-рисунок. Зависимость СОЕ синтезированного ионита от концентрации МЭА (а) и скорости превращения от концентрации МЭА в логарифмических координатах(б) (Т = 403К; t = 300 мин.)

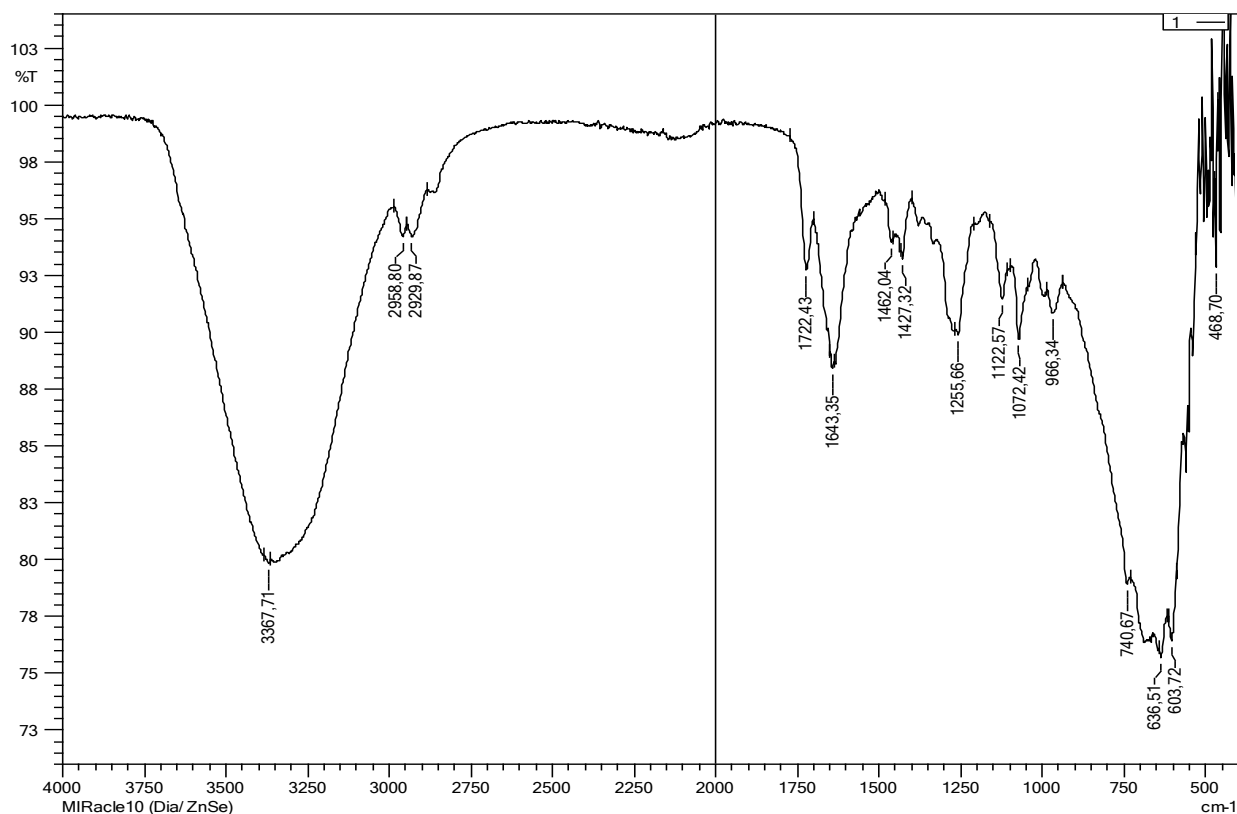
При изучении влияния температуры на реакцию аминирования ПВХ была найдена оптимальная температура процесса модификации равная 400-

405K, энергия активации реакции рассчитанная из данных рис.6 составляла 13,65 кДж/моль.



6-рисунок. Температурная зависимость значения СОВ анионита, полученного модификацией ПВХ МЭА из отходов

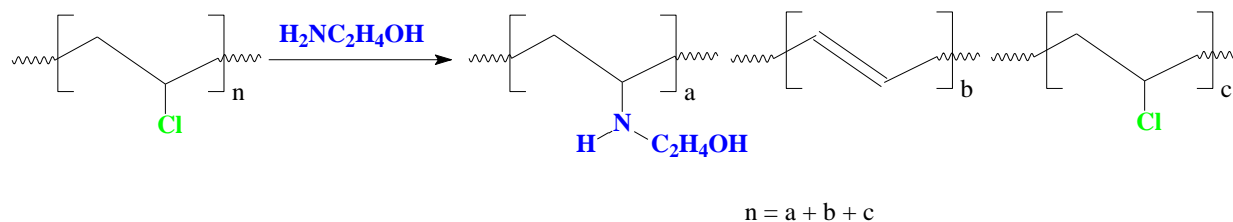
Определение химического состава и структуры ионита ПВХ-А- N -2 на основе поливинилхлорида. ИК-спектр образца, полученного в оптимальных условиях модификации поливинилхлорида моноэтанламинам из отходов, показан на рис.7



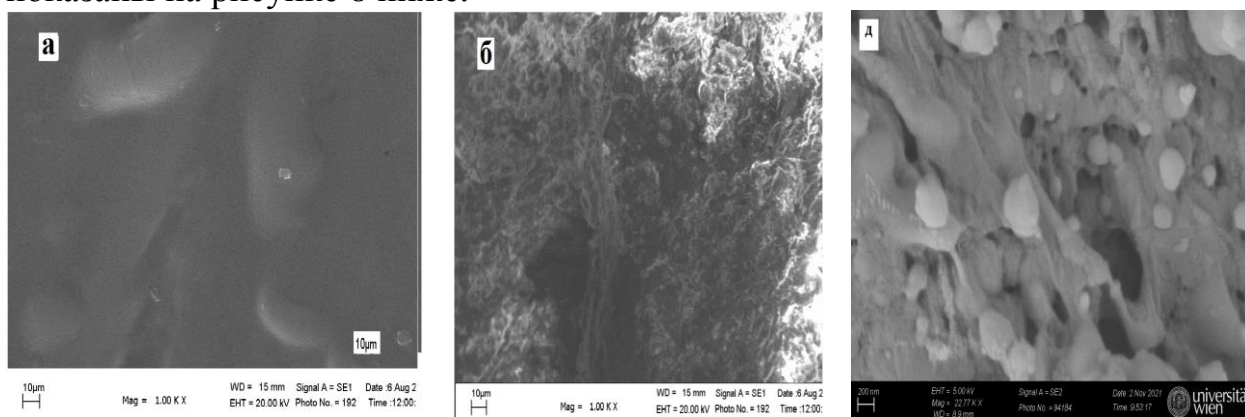
7-рисунок. ИК-спектр анионита ПВХ-А- N -2

Результаты ИК-спектроскопического анализа образца показали, что наиболее интенсивное поглощение в области 3336 см⁻¹ появилось за счёт модификации ПВХ моноэтанламинам и соответствует группам NH и OH в полимере, поглощение в области 1643 см⁻¹ относится к группе –NH, 1122-1255 см⁻¹ показывает наличие поглощения в области ν (C-N)_{as}, 1072-1122 см⁻¹

соответствует ν (C-OH)_s, а поглощение в области ν 1000-1350 см⁻¹ - ν (C-H)_{ac}. Суммируя анализ ИК-спектра поглощения в области 2958-2929 см⁻¹, реакцию получения анионита можно выразить следующим уравнением химической реакции :

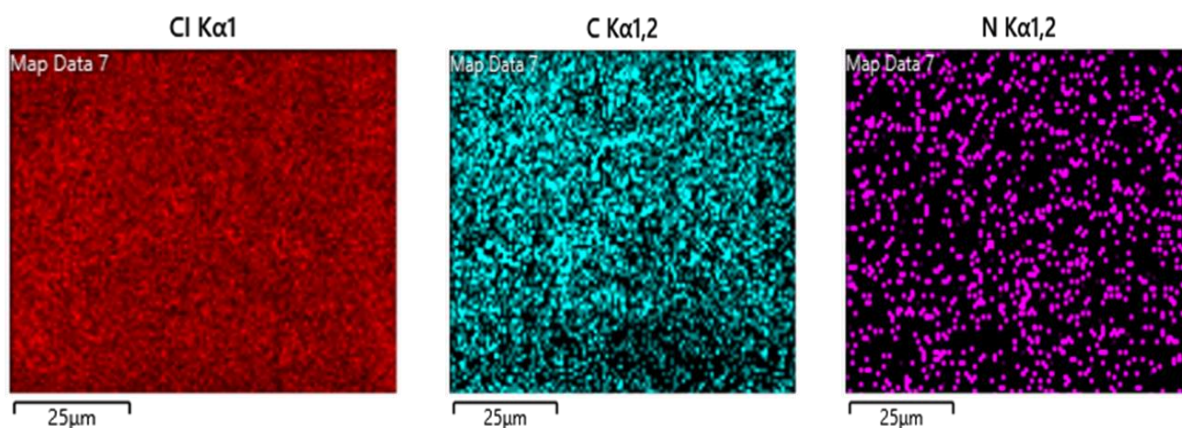


Сканирующий электронный микроскопический анализ полимерных материалов. Сравнительные результаты микрофотографий ПВХ-А- N -2 показаны на рисунке 8 ниже.



8-рисунок. СЭМ микрофотографии материалов на основе ПВХ
а) пластикат ПВХ б) экстрагированный пластикат ПВХ
д) внешний вид поверхности анионита ПВХ-А- N -2

Это свидетельствует о том, что сорбент на основе ПВХ имеет большую площадь поверхности. Обладание такой морфологической структурой лежит в основе его высоких сорбционных свойств по отношению к различным ионам.



9-рисунок. Карта распространения элементов на поверхности анионита ПВХ-А-N-2

Элементы на поверхности анионита ПВХ-А-N-2 распространены равномерно (рис-9), энергодисперсионный анализ показывает наличие 5,6% элемента азота.

Полученные результаты позволяют выявить следующие оптимальные условия получения анионита ПВХ-А-N-2 это $[МЭА]=80\%$, $T=400-405K$ $\tau=300$ мин.

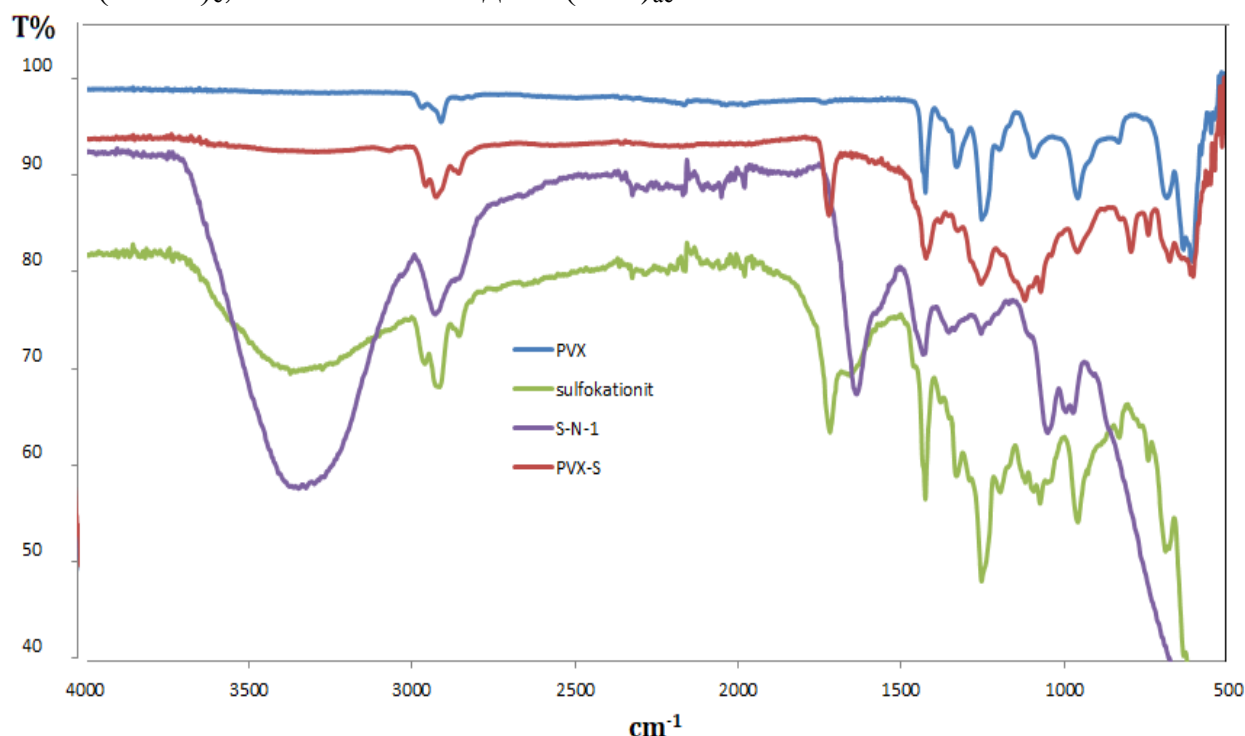
Модификация сульфокатионита, синтезированного на основе поливинилхлорида, моноэтаноламином выделенным из отходов. Сульфокатионит на основе поливинилхлорида был модифицирован МЭА при различных соотношениях реагирующих компонентов (табл. 3)

3-таблица

Влияние объема МЭА на величину СОЕ в процессе получения полиамфолита

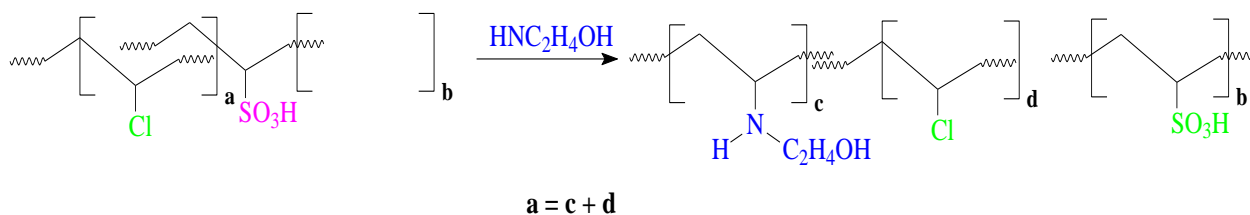
№	Различные соотношения ПВХ и отходов					
1	Сульфокатионит:МЭА (г/мл)	1:2	1:5	1:10	1:15	1:20
2	СОЕ(НСl) мг•экв/г	1,2	1,6	1,8	2,4	2,4

При этом сорбент с наибольшей статической обменной емкостью синтезированный при соотношении 1:15 был использован для доказательства строения полиамфолита. Из ИК-спектрах полученного ионита наблюдаются очень интенсивное поглощение в области 3200 см^{-1} соответствующее гидроксилу и аминогруппе группы $--NHCH_2CH_2OH$, поглощение в области 1650 см^{-1} принадлежит группе C-NH-C (вторичный амин), поглощение в области $600-800\text{ см}^{-1}$ - $\nu(C-S)$, поглощение в области $1010-1260\text{ см}^{-1}$ принадлежит C-SO₃H, поглощение в области 1350 см^{-1} соответствует дифференциальные колебания -CH₂ (асимметричный метилен) в ПВХ и моноэтаноламине, так же поглощения в области 1122 см^{-1} $\nu(C-N)_{ac}$, $1067-1168\text{ см}^{-1}$ $\nu(C-OH)_c$, $1000-1350\text{ см}^{-1}$ для $\nu(C-N)_{ac}$.



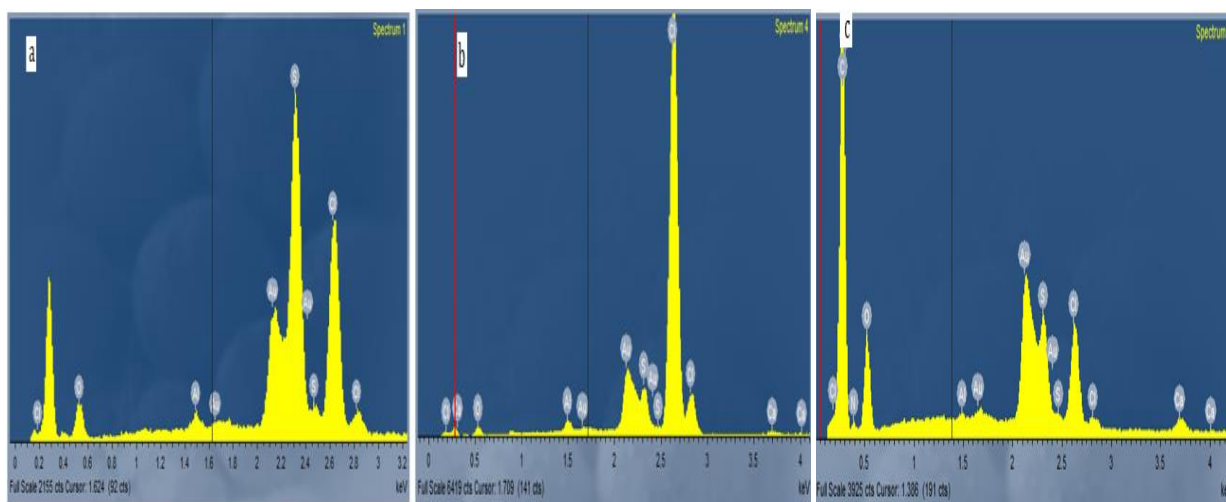
10-рисунок. ИК-спектр ПВХ, ПВХ-S, ПВХ-SO₃H и ПВХ-А-N-S-1

Реакция взаимодействия сульфокатионита на основе ПВХ с моноэтаноламином может быть выражена следующим уравнением химической реакции:



Видно, что в цепи сульфокатионита на основе ПВХ атомы хлора заменены на аминогруппы (-NHCH₂CH₂OH).

Элементный анализ полиамфолита, модифицированного моноэтаноламином из отходов, содержащим сульфокатионит на основе поливинилхлорида полученный энергодисперсионным методом показывает наличие в составе полимфолита атомов C, N и S (рис.11).



11-рисунок. Энергодисперсионный анализ полимеров на основе ПВХ
а) ПВХ-S, б) ПВХ-SO₃H в) ПВХ-A-N-S-1

Для нахождения областей применения изучена сорбция ионов Cu(II), Cr(VI) и Mn(VII) из водных растворов анионитом ПВХ-A-N-2 в статических условиях при температурах 293 и 333 К.

4-таблица

Параметры уравнения Ленгмюра для изотерм сорбции ионов Cu(II), Cr(VI) и Mn(VII) сорбентом ПВХ-A-N-2 (масса сорбента 3 г, температура 333 К)

Ионы	Начальная концентрация (мг/мл)	Остаточная концентрация (мг/мл)	q _{max} (мг/г)	K _L	G _{адс}
Cu(II)	3200	2799,14	136,7	0,257	-20,314
Cr(VI)	1080	859,16	75,76	0,0154	-20,895
Mn(VII)	595	354,4	126,6	0,375	-21,272

Из данных приведённых в таблице 4 видно, что наибольшим сорбционным сродством в изученных условиях к иониту проявляют ионы Cu (II) . Высокую сорбционную способность к данным ионам металлов анионит ПВХ-А-Н-2 проявляет так же и в динамических условиях при его многократном использовании. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования этого ионита для адсорбции ионов этих металлов в различных промышленных условиях.

ВЫВОДЫ

1. Определены оптимальные условия получения анионитов путём изучения влияния различных факторов на процесс модификации местного сырья ПВХ моно и диэтаноламинами полученными из отходов используемых при очистке газов. Предложены кинетические уравнения описывающие процессы и показано, что данные процессы описываются закономерностями наблюдаемыми при гетерогенных реакциях.

2. Исследованием влияния различных факторов и определены оптимальные условия получения нового полиамфолита путём модификации сульфокатионита полученного на основе ПВХ, ДЭА и МЭА из отходов. Показано, что полученный амфолит проявляет как кислотные так и основные свойства. Спрогнозировано влияние гидроксильных групп в составе ионитов

3. ИК-спектроскопическая идентификация полученных образцов полимеров выявила наличие среди них анионитов, содержащих как вторичные, так и третичные аминогруппы, а также полиамфолита, содержащего как катионообменные сульфогруппы, так и анионообменные вторичные аминогруппы. Анализ электронных микрофотографий сканирования полученных ионообменников позволил подтвердить, что они имеют пористую структуру, облегчающую процесс сорбции. Также изученные физико-химические свойства ионитов показали, что они соответствуют требованиям для их использования при разделении существующих ионов в воде в промышленных масштабах.

4. Исследована кинетика поглощения ионов меди (II), хрома (VI) и Mn (VII) в анионообменных смолах, рассчитана энергия активации процесса сорбции. Полученные результаты показывают, что исследуемый процесс подчиняется закономерностям реакций псевдотортого порядка, а адсорбция в системе происходит за счёт реакций ионного обмена между ионами металлов и ионогенными группами в составе ионита. При изучении изотермического равновесия процесса сорбции с использованием современных изотермических моделей было установлено, что данный процесс подчиняется

5. При многократном проведении сорбционно-десорбционных процессов в динамических условиях для очистки технической воды с участием гранулированных анионообменных смол, полученных из местного сырья и отходов, их сорбционные свойства остались неизменными, что позволило многократно использовать анионит в промышленных условиях. С

помощью полученных ионообменников на АО «МАКСАМ-Чирчик» и АО «Мубаракский ГПЗ» разработано мобильное устройство, позволяющее очищать воду, образующуюся в технологических процессах, от ионов переходных металлов и оно рекомендовано для промышленного внедрения.

6. Показано, что новые анионообменные материалы, полученные в присутствии поливинилхлорида и отработанных алканоламинов, регенерируют загрязненные в результате очистки газов от кислых газов алканоламины с высокой эффективностью достигающей 95% чистоты. Так же на этот метод получен патент № IAP 06832 в Агентстве по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

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

CHIRCHIK STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

KUTLIMURATOV NURBEK

**SYNTHESIS OF ION EXCHANGERS BASED ON LOCAL RAW
MATERIALS AND WASTES**

02.00.06 - High molecular compounds

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

Chirchik – 2022

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 B2020.3.PhD/K311

The dissertation was completed at the Chirchik State Pedagogical University

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

Scientific supervisor:

Bekchanov Davron

Doctor of Chemical Sciences, Professor

Official opponents:

Karimov Makhmud Muratovich

Doctor of Chemical Sciences, docent

Trobov Khamza Tursunovich

Doctor of Chemical Sciences, Professor

Leading organization:

Tashkent Chemical-Technological Institute

The defense of the dissertation will take place on « 27 » 10 2022 « 14 »²⁰ at the meeting of Scientific Council DSc.03/30.09.2020.K.82.02 at the Chirchik State Pedagogical University (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).

The dissertation is available at the Information Resource Center of Chirchik State Pedagogical University (registered under number 124). (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).

The abstract of the dissertation has been distributed on « 11 » 10 2022 year
Protocol at the register № 11 dated « 10 » 10 2022 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: It consists of synthesizing ionites based on local raw materials and waste and determining their areas of application.

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

The scientific novelty of the research is as follows: new PVC-A-N-1 and PVC-A-N-2 anion exchange resins were obtained by modifying polyvinyl chloride in the presence of wastes containing diethanolamine and monoethanolamines used in gas purification;

Optimal conditions for the process of obtaining polycomplexone by modifying sulfocationite obtained on the basis of granulated plastic polyvinyl chloride with waste monoethanolamines were determined;

By examining the physical and chemical properties of the obtained ionites, it was found that they have high sorption properties, chemical and thermal stability;

The results obtained by studying the sorption properties of Cu (II), Mn (VII) and Cr (VI) ions to the obtained anion exchange resins show that the sorption property of PVC-A-N-2 is superior to that of PVC-A-N-1 anionite;

For the first time, contaminated alkanolamines were regenerated with high efficiency in the purification of gases using local anion exchangers.

Implementation of research results: new anion exchangers were obtained by amineification of local raw material polyvinyl chloride in the presence of waste amines;

a new polyampholyte was obtained by amineification of sulfocationite obtained on the basis of granulated polyvinyl chloride;

It was studied that ionites obtained on the basis of local raw material polyvinyl chloride at the industrial enterprise JSC "MAXAM-CHIRCHIK" can be used in the treatment of Cu (II), Cr (VI) and Mn (VII) ions from wastewater;

The synthesized ionites were introduced into the practice of JSC "Mubarak Gas Processing Plant" (reference of JSC "Mubarek Gas Processing Plant"; obtained ionites were found to be highly effective in purifying wastewater from Cu^{2+} , Cl^- , Cr (VI) and CH_3COO^- ions

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 117 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Мухамедиев М.Г., Бекчанов Д.Ж., Жўраев М.М., Кутлимуратов Н.М. Газларни тозалашда қўлланиладиган метилдиэтаноламинни тозалаш усули // Интеллектуал мулк агентлиги, № IAP 06832 рақамли ихтирога патент, 2022.

2. Кутлимуратов Н.М., Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г. Изотерма и кинетика сорбции ионов Cu (II) анионитами, на основе поливинилхлорида пластика и отходов аминов используемых в газоочистке // Universum: Химия и биология, 2021, Выпуск: 8(86), -С. 34-41. (02.00.00., №2).

3. Qutlimuratov N.M., Tursunmuratov O.X., Bekchanov D.J. Polivinilxlорid plastikati asosidagi anionitning fizik-kimyoviy xossalari // Samarqand davlat universiteti ilmiy axborotnomasi, 2020, №5. (109), 26-28 b. (02.00.00., №9).

4. Qutlimuratov N.M., Bekchanov D.J., Muxamediev M.G., Jo'raev M.M., Tursunmuratov O.X. Mahalliy xomashyolar hamda chiqindilar asosida olingan ionitga Cu(II) ionlarining sorbsiya izotermasi // Samarqand davlat universiteti ilmiy axborotnomasi, 2021, №3, (127), 78-82 b. (02.00.00., №9).

5. Qutlimuratov N.M. Mahalliy xomashyolar va chiqindilar asosida olingan anionitning kimyoviy barqarorligi va sorbsion xossasi // Farg'ona davlat universiteti ilmiy axborotnomasi, 2022, №3 127-133 b. (02.00.00., №17).

II бўлим (II часть; II part)

1. Muxamediyev M., Bekchanov D., Djurayev M., Khushvaqto'v S. Synthesis of a new granulated polyampholyte and its sorption properties // International Journal of Technology. 2020, № 4 -pp.794-803.(Scopus IF= 1,375).

2. Qutlimuratov N.M., Tursunmuratov O.X. Mahalliy xomashyo va chiqindilar asosida olingan ionitlarning kimyoviy barqarorligi // «Kimyo, metallurgiya, neft-kimyo sanoatining mineral va texnogen xomashyoni qayta ishlash va qurilish materiallari ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari» mavzusidagi ilmiy-amaliy anjumani, Toshkent, 2022. 630-631 b.

3. Мухамедиев М.Г., Бекчанов Д.Ж., Бободжанова Г., Ботиров С., Кутлимуратов Н.М. Ионообменные сорбенты на основе поливинилхлорида и их применение в промышленности // «Kimyo, metallurgiya, neft-kimyo sanoatining mineral va texnogen xomashyoni qayta ishlash va qurilish materiallari ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari» mavzusidagi ilmiy-amaliy anjumani, Toshkent, 2022. 450-451 b.

4. Кутлимуратов Н.М., Бекчанов Д.Ж. Маҳаллий хомашё ва чиқиндилар асосида олинган поликомплексонларга Cr (VI) ионларининг сорбцион хоссаси // “Кимё ва озиқ-овқат маҳсулотларининг сифати ва ҳавфсизлигини таъминлашда инновацион технологиялари” мавзусидаги халқаро илмий-техникавий конференция, Тошкент, 2021. 248-249 б.

5. Мухамедиев М.Г., Бекчанов Д.Ж., Жўраев М.М., Кутлимурастов Н.М., Турсунмуратов О.Х. Маҳаллий ҳомашё ва чиқиндилар асосида олинган поликомплексонларга Cu (II) ионларининг сорбция кинетикаси // “Комплекс бирикмалар кимёсининг долзарб муаммолари” мавзусидаги илмий-амалий конференция, Тошкент, 2021. 113-114 б.

6. Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г., Кутлимурастов Н.М., Ширинова Д.О. Маҳаллий ҳомашёлар ҳамда чиқиндилар асосида олинган анионитга Cu(II) ва Ni(II) ионларининг сорбцияси // “Замонавий кимё ва инноватсияларнинг халқ хўжалигини ривожлантиришдаги ўрни”, халқаро илмий-техникавий конференция, Фарғона, 2021. -С.462-464.

7. Эшчанов Р.А. Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г., Кутлимурастов Н.М. Исследование сорбция ионов дихромата анионообменного сорбента получение на основе поливинилхлорида // “Фан, таълим ва ишлаб чиқариш соҳасидаги инноватсион ишланмалар – нефт ва газ саноатининг инновацион жозибадорлигининг асоси” мавзусидаги илмий-амалий конференция, Тошкент, 2020. -С. 348-349.

8. Мухамедиев М.Г., Бекчанов Д.Ж., Жўраев М.М., Кутлимурастов Н.М. Газларни тозалашда қўлланилган чиқинди алканоламинлар асосида олинган полиаминларга Cu(II) ионларининг сорбцияси // “Нефт ва газ конлари материалларида таълим-ишлаб чиқариш кластерини ривожлантиришга инноватсион ёндашувлар” мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция, Тошкент, 2022. 193 б.

9. Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г., Кутлимурастов Н.М., Ёдгоров Б. Поливинилхлорид пластикати асосидаги анионитнинг хоссалари // “Ўзбекистонда кимё фанининг ривожланиши ва истиқболлари” мавзусидаги илмий-амалий анжумани, Тошкент, 2020. 7 б.

10. Бекчанов Д.Ж., Мухамедиев М.Г., Кутлимурастов Н.М., Физико-химические характеристики анионита полученного на основе гранулированного пластикат поливинилхлорида // “Ўзбекистонда аналитик кимёнинг ривожланиш истиқболлари” илмий-амалий анжумани, Тошкент, 2018. 158-159 б.

Автореферат “ЎзМУ хабарлари” таҳририятида таҳрирдан ўтказилди.

Босмага рухсат этилди: 07.10.2022 йил
Бичими 60x84 ¹/₁₆, «Times New Roman»
гарнитурида рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 2,75. Адати: 100. Буюртма: № 229.
Тел (99) 832 99 79; (99) 817 44 54
Гувоҳнома reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
100031, Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй