

**ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.02./30.12.2019.К/ФМ/Т.36.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ

БОЗОРОВ НУРАД ИСМАТОВИЧ

**АКРИЛ МОНОМЕРЛАРИ АСОСИДА ГОМО- ВА СОПОЛИМЕРЛАР
СИНТЕЗИ: ХОССАЛАРИ ВА ҚЎЛЛАНИЛИШИ**

02.00.06 - Юқори молекуляр бирикмалар

**КИМЁ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2021

Докторлик (Doctor of Science) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата докторской (Doctor of Science) диссертации

Contents of thesis of doctoral (Doctor of Science) dissertation

Бозоров Нурад Исматович

Акрил мономерлари асосида гомо- ва сополимерлар синтези:
хоссалари ва қўлланилиши.....3

Бозоров Нурад Исматович

Синтез гомо- и сополимеров на основе акриловых мономеров:
свойства и применение.....29

Bozorov Nurad Ismatovich

Synthesis of homo- and copolymers based on acrylic monomers:
properties and application.....55

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works.....59

**ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc. 02./30.12.2019.К/ФМ/Т.36.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИНСТИТУТИ

БОЗОРОВ НУРАД ИСМАТОВИЧ

**АКРИЛ МОНОМЕРЛАРИ АСОСИДА ГОМО- ВА
СОПОЛИМЕРЛАР СИНТЕЗИ: ХОССАЛАРИ ВА ҚЎЛЛАНИЛИШИ**

02.00.06 - Юқори молекуляр бирикмалар

**КИМЁ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSC)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2021

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.4.DSc/K90 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Полимерлар кимёси ва физикаси институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (polchemphys.uz) ҳамда «ZiyoNET» Ахборот таълим порталида (www.ziyo.net.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Кудышкин Валентин Олегович
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Мухамедиев Мухтаржан Ганиевич
кимё фанлари доктори, профессор

Рафиков Адхам Салимович
кимё фанлари доктори, профессор

Максумова Айгура Ситдиковна
кимё фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

ЎзР ФА Биоорганик кимё институти

Диссертация химияси Полимерлар кимёси ва физикаси институти ҳузуридаги DSc.02./30.12.2019.K/FM/T.36.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «8» 10 соат 10:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100128, Тошкент шаҳри, Абдулла Қодирий кўчаси, 7^б. Тел: (+99871) 241-85-94; факс: (+99871) 241-26-61, e-mail: polymer@academy.uz).

Диссертация билан Полимерлар кимёси ва физикаси институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 23 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100128, Тошкент шаҳри, Абдулла Қодирий кўчаси, 7^б. Тел: (+99871) 241-85-94).

Диссертация автореферати 2021 йил «17» 09 кун тарқатилди.

(2021 йил «17» 09 даги № 4 рақамли реестр баённомаси).



[Signature]
С.Ш. Рашидова
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, к.ф.д., профессор, академик

[Signature]
М.М. Усманова
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
илмий котиби, к.ф.н., катта илмий ходим

[Signature]
А.А. Саримсоқов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
кошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (докторлик (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда синтетик полимерлар кимёсини ривожлантиришга алоҳида эътибор берилмоқда. Замонавий полиолефинлар ишлаб чиқаришини ишга тушириш, акрил мономерлари ишлаб чиқаришни режалаштиришни кенгайтириш ва поливинилхлорид ишлаб чиқаришни ташкил этиш, синтетик полимерлар асосида янги импорт ўрнини босувчи турли хил саноат ва қишлоқ хўжалиги учун зарур юқори технологик материалларни олиш зарурати билан боғлиқ. Барқарор ривожланиш мақсадларини амалга оширишда хом ашёни, хусусан, углеводородларни чуқур қайта ишлаш заруриятини амалга ошириш олиб борилаётган тадқиқотларнинг муҳим вазифаларидан бири ҳисобланади.

Ҳозирги кунда дунёда радикал полимерланиш ва кимёвий модификация усулларидан фойдаланиб, белгиланган тузилиш ва молекуляр массага эга макромолекулаларни олиш усуллари ишлаб чиқишга қаратилган бир қатор муҳим илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу полимерларга чизиқли, тармоқланган ва фазовий тузилишга эга пайванд, блок, блок-градиентли сополимерлар киради, улар янги турдаги маҳсулотларни, шу жумладан, юқори эксплуатацион тавсифларга эга нано тузилмаларни материалларни олишда ўзининг амалий қўлланилишини намоён этади. Бугунги кунда юқори молекуляр бирикмалар кимёсидаги муҳим вазифалардан бири бу акрил мономерлари асосида полимерларнинг синтези ва улар асосида истиқболли материаллар ишлаб чиқиш ҳисобланади. Акрил мономерларининг пайванд сополимерланиши, пайвандланиш даражаси ва самарадорлиги билан полимер ва пайвандланган мономер табиати ўртасидаги боғлиқликни ўрнатиш каби йўналишларда мақсадли илмий изланишларни амалга ошириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Республикамызда маҳаллий хом ашёлар асосида импорт ўрнини босувчи ва экспортга мўлжалланган маҳсулотлар яратишни ривожлантиришда илмий изланишларни юқори даражада ташкил этиш ҳамда иқтисодий ўсиш суръатларини сақлаш ва маҳаллий ишлаб чиқаришни қўллаб-қувватлаш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, акрил мономерлари асосидаги полимерлар ва уларга асосланган маҳсулотлар ишлаб чиқариш борасида муҳим натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар¹ стратегиясида мамлакатимиз илм-фанини ривожлантириш ҳамда фундаментал тадқиқот натижаларини амалиётга тадбиқ қилиш ва «...маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш...» вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш учун акрил мономерларининг гомо- ва сополимерланиш механизмларини ўрганишга йўналтирилган ушбу жараённинг қонуниятлари ва макромолекулаларнинг тузилишини шакллантиришни бошқариш усуллари

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» Фармони.

аниқлаш, шунингдек улар асосида ўзига хос хусусиятларга эга маҳсулотларни яратишга қаратилган тадқиқотларни амалга ошириш муҳим ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3246-сонли «Кимё саноати ташкилотларининг экспорт-импорт фаолиятини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ 3983-сонли «Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2020 йил 12 августдаги ПҚ-4805-сонли «Кимё ва биология йўналишларида узлуксиз таълим сифатини ва илм фан натижадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, шунингдек, мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Диссертация тадқиқотлари Республика фан ва технологиялар ривожлантиришининг VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Диссертация бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи. Оксидловчи-қайтарувчи инициаторлар, радиацион ва фотокимёвий радикал полимерланиш жараёнлари асосида акрил мономерларидан сувда эрийдиган, нисбатан юқори молекуляр массага эга полимерлар, статистик (гидрофил-гидрофоб) ва пайванд (полиолефинлар иштирокида) сополимерлар синтез қилиш, уларнинг физик-кимёвий ва электрон хусусиятларини ўрганиш ҳамда (со)полимерларни амалиётда қўллашга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий-таълим муассасалари, жумладан: Pennsylvania State University (АҚШ), University of Cambridge (Буюк Британия), University of Alberta (Канада), University of South Australia (Австралия), Tianjin University of Science & Technology (Хитой), Technische Universitat Braunschweig (Германия), Tokyo University of Agriculture and Technology (Япония), University of Ulsan (Корея), М.В. Ломоносов номидаги Москва давлат университети, Д.И. Менделеев номидаги Россия кимё-технология университети (Россия), Беларусь давлат университетининг физик-кимёвий муаммолар илмий-тадқиқот институти (Белоруссия) томонидан олиб борилмоқда.

Акрил (со)полимерларини синтез қилиш усулларини қўллаб, муҳим физик-кимёвий хусусиятларни намоён этувчи, зарур эксплуатацион хусусиятларга эга материалларни олишга оид жаҳонда олиб борилган илмий тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: паст ҳароратларда акриламид ҳосилаларининг полимерланиш механизми аниқланган ва синтезнинг ўзига хос хусусиятлари ўрганилган (Россия ФА А.Н. Несмянов номидаги Элементоорганик бирикмалар

институти, Россия), акриламид мономерининг концентранган сувли эритмалари асосида полимерлар синтез қилиш кинетикаси ўрганилган (Ивановский номидаги кимё-технология давлат университети, Россия), чизикли акрил сополимерларининг термохимий оксидланиши ўрганилган (Szczecin University of Technology, Польша), эркин радикалли полимерланиш механизми асосида крахмал ва акрил мономерлари асосида пайванд сополимерлар олинган, структура ва хоссаларнинг бир-бирига боғлиқлиги ўрганилган (Engineering and Technology Institute Groningen (ENTEГ), Нидерландия), сополимер таркибида ўзининг биологик фаоллигини сақловчи хитозанга акрил мономерларининг пайванд сополимерланиши асосида микробларга қарши фаоллиги юқори бўлган полимерлар синтез қилинган (Россия ФА Юқори молекуляр бирикмалар институти, Россия) ва (Eastern Academy of Science & Technology, Ҳиндистон), доривор моддаларни етказиб бериш учун ташувчи сифатида потенциал биотиббидда қўлланилувчи крахмал асосидаги гидрогеллар олинган (Zhongshan (Sun Yat-sen) University, Хитой), қадимий ёдгорликларнинг реставрацияси ва консервациясида фойдаланиш учун занжир узатувчи агентлар иштирокида радикал полимерлаш орқали полибутилметакрилат олинган (Полимерлар кимёси ва физикаси институти, Ўзбекистон).

Дунёда полимер тизимларининг назарияси ва амалиёти бўйича қуйидаги қатор устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда, жумладан, олдиндан маълум бўлган мономерлар асосида юқори физик-химий хусусиятларга ва турли хил тузилишга эга бўлган (со)полимерларни синтез қилиш; янги экспериментал усулларни қўллаб, полимерларнинг молекуляр массасини бошқариш имкониятларини ишлаб чиқиш; ўзига хос тузилишга эга сополимерларни синтез қилиш учун ҳар хил сополимерланиш усулларида фойдаланиш; биопарчаланувчи композицион материаллар сифатида табиий полисахаридлар билан полиолефинларнинг барқарор полимер композицияларини олиш учун зарур бўлган компатибилизаторлар сифатида ишлатиш мумкин бўлган полиолефинлар асосида зарур хусусиятларга эга сополимерларни олишнинг замонавий усулларини ишлаб чиқиш. Сополимерларнинг тузилиши билан боғлиқ бўлган физик-химий хусусиятлар комплекси туфайли уларни турли соҳаларда қўлланиши тез суръатлар билан кенгайиб бормоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунёнинг кўпгина мамлакатларида радикал полимерланиш реакциялари асосида акриламиднинг турли хил табиатга эга, сувда эрийдиган (со)полимерларни синтез қилиш ва уларни турли соҳаларда қўллаш бўйича илмий йўналишларни ривожлантиришга L. Andrew Zydney, A. Appel Eric, H. Kaczmarek, H. Xu, V. Pillay, R. Kumar, C. Lefay, Г.З. Аксельрод, Н.Р. Прокапчук, В.Ф. Куренков, Л.В. Гандурина, Н.П. Крутько, Т.А. Байбурдов, А.А. Липин, А.В. Шибашов ва бир қатор бошқа илмий мактаблар катта ҳисса қўшган. Лекин, акриламидни сувли эритмадан алоҳида ажратмаган ҳолда полимерлаш жараёнлари ва синтезланган акриламид (со)полимерларини амалиётда қўллаш учун зарур

бўлган молекуляр-массавий хусусиятларини бошқаришнинг самарали усуллари ишлаб чиқилмаган.

Акрил мономерлари асосида классик ва псевдожонли радикал полимерланиш усуллари қўллаб, чизиқли, блок ва пайванд сополимерларни синтез қилиш, уларнинг хоссаларини ўрганиш натижасида амалиётда жадал суратларда фойдаланиш бўйича К. Matyjaszewski, М. Buback, R. Riccardo, Н.-Н. Johannes, Н. V. Farmakalidis, Z. Czech, J. Stoullil, М.К. Khallaf, G. Qu, К. Ogino, Zakir M.O. Rzaev, Xianru He, A.R. Oromiechie, Charles R. Russell, Н.М. Seo, М.Б. Лачинов, М.Ю. Заремский, Е.В. Черникова, А.А. Тагер, С.Н. Филатов, Д.Н. Емельянов, А.В. Томилина, Л.П. Круль, А.В. Комин ва Н. Эль-Сайед, Е.А. Бектуров, С.Е. Кудайбергенов, Г.А. Мун ва бошқалар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган. Шу билан бирга, акрил мономерлари сополимерларининг тузилиши ва хоссаларининг ўзаро боғлиқлигига оид бир қатор масалаларга аниқлик киритилмаган, бу эса сополимерларни амалда қўллаш имкониятларини чегаралайди.

Республикада мазкур йўналишлар ривожига академик С.Ш. Рашидова, академик М.А. Асқаров, академик А.Т. Джалилов, проф. Ў.Н. Мусаев ва уларнинг илмий мактаблари, шунингдек проф. Т.М. Бобоев, проф. М.Г. Мухамедиев, проф. Н.Р. Ашуров, проф. В.О. Кудишкин, проф. А.С. Рафиков, к.ф.д. Н.Р. Воҳидова, т.ф.д. А.А. Атаханов ва бошқа олимлар ўз хиссаларини қўшмоқдалар.

Шу билан бир қаторда олдиндан белгиланган тузилиш ва физик-кимёвий хусусиятларга эга акрил полимерлари асосида чизиқли ва пайванд сополимерларни олиш, уларни плёнка ҳосил қилувчи материаллар сифатида қўллаш, шунингдек, композит материаллар ишлаб чиқаришнинг ўзига хослиги ва уларни материалнинг эксплуатацион тавсифлари билан алоқасини ўрнатиш бўйича илмий тадқиқотлар етарли даражада олиб борилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация Полимерлар кимёси ва физикаси институти илмий тадқиқот ишлари режаларининг ОТ-Ф7-01 “Нанополимер тизимлар, махсус хоссали материаллар яратишда кинетик жиҳатлар ва электрон тузилишнинг роли” (2017-2020 йй.); ПЗ 2017092222 «Акрилонитрилни комплекс қайта ишлаб, акрил кислотасининг чизиқли (со)полимерларини олиш» (2018-2020 йй.) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади радикал полимерланиш шароитида акрил мономерлари асосида чизиқли ва пайванд гомо- ва сополимер макромолекулаларини олиш бўйича экспериментал ёндашувларни ишлаб чиқиш, молекуляр хусусиятларни тартибга солишнинг самарали воситаларни яратиш, шунингдек синтез қилинган полимерларнинг эксплуатацион тавсифларини белгилаб берувчи физик-кимёвий ва структуравий хусусиятларини ўрганиш ҳамда уларни амалда қўллаш соҳаларини белгилашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

“Navoiyazot” АЖ да ишлаб чиқарилган мономер эритмасини хом ашё сифатида қўллаб, сувли эритмада акриламиднинг оксидловчи-қайтарувчи инициаторлар иштирокида радикал полимерланиш жараёнини ўрганиш, сувдаги эрувчанлигини юқори даражада сақлаган полимернинг молекуляр массасини ошириш усуллари аниқлаш;

радикал полимерланиш усули билан акрил кислотанинг статистик тузилишли сополимерларини синтез қилиш қонуниятларини тадқиқ қилиш орқали берилган таркиб ва хоссага эга сополимерларни олиш;

қуйимолекуляр полиэтиленга акрил кислотани пайванд сополимерлашнинг структуравий ўзига хосликларини тадқиқ қилиш ва уларнинг полимер композициясида крахмал билан кимёвий ўзаро таъсирини ўрнатиш;

синтез қилинган сополимерларнинг тузилишига боғлиқ хоссаларини тадқиқ қилиш билан сополимерларнинг термооксидланиш деструкция жараёнларига акрил кислота сополимерларининг тузилиш хусусиятларининг таъсирини аниқлаш;

синтезланган гомо- ва сополимерларни сувда эрийдиган ноионли флокулянтлар сифатида, археологик объектларни реставрацияси учун полимер эритмалари ва полиэтилен асосидаги композицион материаллар учун компатибилизаторлар сифатида амалда қўллаш йўллари аниқлаш;

акрил мономерлари асосида чизиқли ва тармоқланган тузилишли гомо- ва сополимерларни олиш бўйича технологик схема ва лаборатория регламентини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти акрил кислота, метилакрилат, акриламид, қуйимолекуляр полиэтилен, *Bombux Mori* хитозани, шунингдек, улар асосидаги турли хил тузилишли гомо- ва сополимерлардан иборат.

Тадқиқотнинг предмети бир қатор акрил мономерларининг радикал бинар ва пайванд (со)полимерланиш механизмларини ўрганиш, уларнинг структураси ва тузилиш хусусиятларига физик-кимёвий хоссалари ҳамда амалётда қўллаш имкониятларини тадқиқ этишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотларда титрлаш, вискозиметрия, элемент анализи, ИҚ-Фурье ва УБ- спектроскопия, гел сингдирувчанлик хроматография (ГСХ), рентген структуравий таҳлил, дифференциал термик таҳлил (ДТТ), дифференциал сканирловчи колориметрия (ДСК), микроскопик усуллар (атом кучланишли микроскопия (АКМ) ва оптик микроскопия) ва бошқа физик-кимёвий ва механик тадқиқот усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

сувли эритмада оксидловчи-қайтарувчи инициаторлар шароитида полиакриламидни синтез қилиш қонуниятлари аниқланган. Синтез шароитларининг полиакриламиднинг молекуляр-массавий хусусиятлари билан ўзаро боғлиқлиги ўрнатилган;

илк бор "Navoiyazot" АЖ да ишлаб чиқарилган мономер эритмасини хомашё сифатида қўллаб, акриламиднинг полимерланиш жараёни ва

молекуляр массасига *Bombyx Mori* хитозанини қўшиш орқали самарали таъсир қилиши мумкинлиги кўрсатилган, бу эса юқори молекуляр, сувда эрувчан полиакриламид синтези усуллари ишлаб чиқиш истиқболларини очиб беради;

акрил кислотанинг турли тузилишдаги сополимерлари синтезининг ўзига хос хусусиятлари кўрсатилган. Синтезнинг ўзига хослиги акрил кислота молекулалари орасида водород боғларнинг ҳосил бўлиши бўлиб, бу метилакрилат ва акрил кислота асосидаги статистик сополимерларнинг синтезига ва сополимерларнинг хоссаларига ҳам таъсир этади;

илк бор радикал инициирланиш шароитида акрил кислотанинг қуйимолекуляр полиэтиленга Grafting from усули билан тикилиши орқали пайванд сополимерлар синтез қилинган. Олинган натижалар пайвандланиш самарадорлиги етарлича юқори бўлган берилган таркибли сополимерларни олиш имконини беради;

илк бор полиэтиленли композицияларда крахмал макромолкулалари билан акрил кислота бўғинларининг ўзро таъсирлашиш қобилияти аниқланган;

акрил кислота сополимерларининг тузилиши ва термик хусусиятлари ҳамда улар асосидаги композицияларнинг ўзаро боғлиқлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

"Navoiyazot" АЖ да ишлаб чиқарилган мономернинг сувли эритмасидан фойдаланиб, сувда юқори даражада эрувчанликни сақловчи юқори молекуляр массали полиакриламид олишнинг самарали усули ишлаб чиқилган;

синтез қилинган полиакриламид "Qizilqum fosforit kompleksi" МЧЖ да саноат оқава сувларини механик аралашмалардан тозалашда ноионли флокулянт сифатида қўлланилган;

метилакрилат ва акрил кислотанинг статистик сополимерлари археологик объектларни реставрация амалиётида қўллаш учун зарур бўлган барча асосий мезонларга жавоб берганлиги боис, сополимерларни таркибига қараб, уларни турли табиатга эга объектларни реставрация амалиётида қўллаш мумкин ва сополимерлар эрувчанлигини сақлаганлиги боис, зарур вақтда объектдан осон йўқотиш мумкин;

ҚМПЭ ва АК кислота асосида синтез қилинган пайванд сополимерларни крахмал ва полиэтилен асосидаги композицияларни олиш учун компатибилизатор сифатида, шунингдек, курум тўлдирилган полиэтилен композицияларининг термик барқарорлигини оширишда қўллаш имкониятлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ишда акрил мономерларининг (со)полимерларини синтез қилиш ва физик-кимёвий хусусиятларини ўрганиш бўйича натижалари замонавий экспериментал ва назарий (квант кимёвий ҳисоб-китоблар) усуллардан фойдаланилганлиги, шунингдек, диссертация ишининг хулосалари юқори молекуляр бирикмалар кимёсининг асосий қоидаларига мослиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ўртача ҳароратларда, оксидловчи - қайтарувчи инициаторлар иштирокида, сувли эритмада радикал полимерланиш реакциялари асосида олинган полиакриламиднинг синтези ва молекуляр-массавий хусусиятларига хитозаннинг таъсирини аниқлашдан иборат. Олинган намуналар юқори молекуляр полиакриламид, метилакрилат билан акрил кислотанинг статистик сополимерлари ва куйимолекуляр полиэтиленга акрил кислотани тикилиши орқали пайвандланган сополимерларни олиш усулларини ишлаб чиқишга имкон берди. Берилган тузилишга эга макромолекулаларни олиш мақсадида полимерланиш жараёнларининг механизмлари ва уларни бошқаришнинг самарали ёндашувлари ўрнатилди. Сополимерларнинг тузилиши, иссиқлик ҳаракати хусусиятларининг тадқиқи, сополимерларнинг физик-кимёвий хусусиятларига таъсир этувчи молекулалараро таъсирлар мавжудлигини аниқлашга ва синтез қилинган сополимерлардан фойдаланиш хусусиятлари ҳамда уларга асосланган композицияларни аниқлашга имкон берди.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти акрил мономерлари асосида синтезланган мураккаб тизимларни амалда қўллашнинг ўзига хос йўллари кўрсатиб беришдан иборат. «Navoiyazot» АЖ да ишлаб чиқарилган мономернинг сувли эритмасидан фойдаланиб, чизиқли тузилиши ва юқори молекуляр молекуляр массали ноионли полиакриламид синтез қилинди, у ишлаб чиқарилган аналогидан фарқли ўлароқ, сувда юқори эрувчанликни сақлаб қолади ва оқава сувларни тозалаш учун флокулянт сифатида муваффақиятли синовдан ўтган. Метилакрилат ва акрил кислота сополимерларининг таркибини ўзгартириб, археологик объектларни реставрация амалиётида қўллаш учун зарур бўлган, барча асосий мезонларга жавоб берадиган кенг кўламли гидрофил-гидрофоб хусусиятларга эга материаллар олинди. Куйимолекуляр полиэтилен ва акрил кислотанинг олинган янги пайванд сополимерлари полиолефинли композицияларда компатибилизатор сифатида амалада қўллаш истиқболларига эга биопарчаланувчи материалларни олиш учун муҳим крахмал ва полиэтиленнинг самарали аралашини осонлаштиради. Бундан ташқари, техник углерод билан полиэтиленли композиция таркибига қўшимча сифатида пайванд сополимердан фойдаланиш полиэтилендан қувур маҳсулотларини ишлаб чиқариш учун муҳим бўлган қурум билан тўлдирилган композицияларнинг термик барқарорлигининг ошишига ёрдам бериши аниқланди.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Акрил мономерлари асосида гомо- ва сополимерлар синтези: хоссалари ва қўлланилиши бўйича олинган илмий натижалар асосида:

куйимолекуляр полиэтиленга акрил кислотани тикилиши асосида олинган пайванд сополимерлар, техник углерод билан тўлдирилган суперконцентратлар олиш учун “Shurtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ да амалиётга жорий этилган (“Shurtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ нинг 2021 йил

26 апрелдаги 030/2167-сон маълумотномаси). Натижада “Shurtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ нинг техник углеродли полиэтилен композицияларига 5-10% микдорда ҚМПЭ:АК пайванд сополимерининг қўшилиши ГОСТ 18599 бўйича суперконцентратлар термик барқарорлигини 4-6 дақиқага ошириш имконини берган;

“Navoiyazot” АЖ да ишлаб чиқарилган акриламиднинг сувли эритмасидан синтез қилинган сувда эрпувчан полиакриламид “Qizilqum fosforit kompleksi” МЧЖ да фосфорит концентрати ишлаб чиқариш цехининг ювиш бўлими технологик қуйқаси чиқинди сувларини тозалашда флокулянт сифатида фойдаланилган (“O`zkiyosanoat” АЖ нинг 2021 йил 25 майдаги №23-3-1918-сон маълумотномаси). Натижада синтез қилинган юқори молекуляр массали полиакриламид асосида сувда эрувчан, импорт ўрнини босувчи флокулянт олиш технологиясини сезиларли даражада содалаштириш имконини берган;

радикал полимерланиш реакциялари асосида синтез қилинган акрил мономерларининг (со)полимер эритмаларининг хоссалари тадқиқот натижаларидан А-4-13 рақамли “Электроспиннинг усулида фиброин, хитозан ва акрилонитрил сополимери асосида нанотолали нотўқима материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқиш” мавзусидаги амалий лойиҳасида оксидловчи-қайтарувчи инициаторлар иштирокида акрил мономерлари асосида синтез қилинган (со)полимерларнинг молекуляр-массавий тавсифларини ва суюлтирилган эритмаларидаги боғлиқлигини ўрганишда фойдаланилган (Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетининг 2021 йил 26 августдаги 04/11-4418-сон маълумотномаси). Натижада олинган нанотолали материалларнинг морфологиясини полимерларнинг молекуляр-массавий тавсифларини ўзгартириш орқали назорат қилиш, нейтрал ва қуйи асосли муҳитда толали тузилишини сақлаб қолиш имконини яратишда ва сув буғларига нисбатан сорбцион хоссаларини тадқиқ қилиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 20 та халқаро ва Республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 30 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларида 10 та мақола, жумладан, 7 таси Республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 184 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурати асосланиб, тадқиқотнинг мақсади, вазифалари ҳамда объекти ва предметлари тавсифланган, Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор

йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

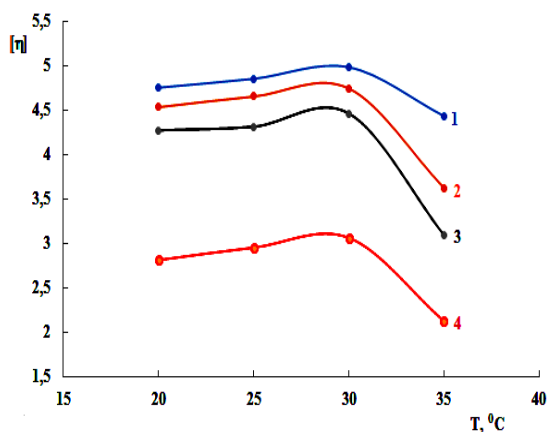
Диссертациянинг “**Акрил мономерларининг эритмада полимерланиши**” номли биринчи бобида акриламид (АА), метилакрилат (МА) ва акрил кислота (АК) асосида турли хил структурали гомо- ва сополимерларни олиш муаммолари кўриб чиқилган.

Акриламиднинг эритмада полимерланиши. Ўзбекистонда “Navoiyazot” АЖ томонидан аммиакли усулда мономер концентрацияси 10-12% бўлган акриламиднинг сувли эритмаси ишлаб чиқарилади, у асосида ноионли флокулянт олинади. Бироқ, бу флокулянт сувда ёмон эрувчанлиги билан боғлиқ бўлган муҳим камчиликларга эга. Шу муносабат билан, тадқиқотлар сувда яхши эрувчанлиги билан тавсифланадиган, ноионли флокулянтлар сифатида фойдаланиш мумкин бўлган, чуқур конверсия даражасига қадар юқори молекуляр массали (ММ) полиакриламид (ПАА) синтезига қаратилган экспериментал ёндашувларни ишлаб чиқишга йўналтирилган.

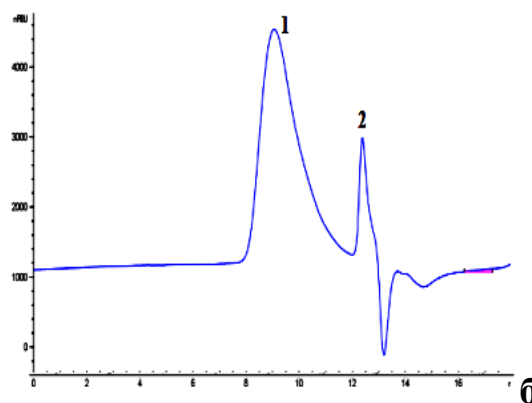
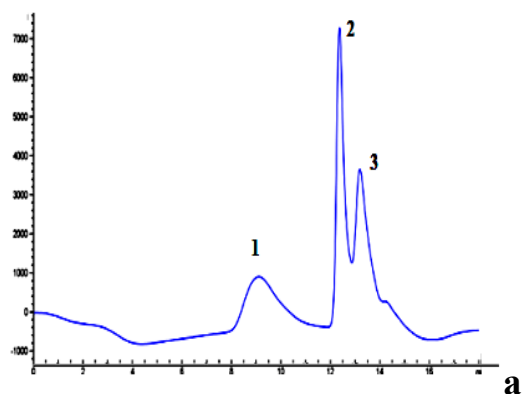
Полимерлар синтези сувли эритмада калий персульфат (КПС) - натрий пиросульфит (НПС) оксидловчи-қайтарувчи инициаторлари иштирокида, аралаштиргич билан жиҳозланган колбада, радикал механизм бўйича амалга оширилди. Шу билан бирга, КПС инициаторининг концентрацияси- $1,0 \times 10^{-3}$ - $1,0 \times 10^{-4}$ моль/л, НПС инициаторининг концентрацияси- $1,0 \times 10^{-4}$ - $2,0 \times 10^{-5}$ моль/л оралиғида олинди. Синтез 20-40⁰С ҳарорат оралиғида амалга оширилди. Синтез вақтида реакцион аралашманинг кинематик қовушқоқлиги ВПЖ-2 шиша капиллярли вискозиметри ёрдамида ўлчанди. Ҳосил бўлган полимерлар гександа қайта чўктирилди.

Реакцион аралашма қовушқоқлигининг турли хил синтез шароитларида синтез вақтига боғлиқлиги ўрганилди. Синтезнинг дастлабки босқичида реакцион аралашманинг қовушқоқлиги қисман ортади. Бироқ, маълум даражада полимер ҳосил бўлгандан сўнг, реакцион аралашманинг қовушқоқлиги гел-эффект таъсири туфайли кескин ортиши кузатилади. Бунинг натижасида ПАА эрувчанлигини сақлаб қолиш муҳим аҳамиятга эга. Бироқ, полимерланиш реакцияси 40⁰С ва ундан юқори ҳароратда олиб борилганда синтез бошлангандан 15 дақиқа ўтгач, уч ўлчамли структура ҳосил бўлиши кузатилди.

1-расмда сувли муҳитдаги суюлтирилган ПАА эритмаси характеристик (тавсифий) қовушқоқлигининг синтез ҳароратига боғлиқлиги келтирилган. Синтез ҳарорати 20 дан 30⁰С гача кўтарилиши билан $[\eta]$ нинг қиймати бирмунча ортади. Ҳароратнинг 35⁰С гача кўтарилиши эса характеристик қовушқоқликнинг пасайишига олиб келади. Олинган полимерларнинг молекуляр-массавий хусусиятларини аниқлаш учун гел сингдирувчанлик хроматография (ГСХ) усули билан КПС ва НПС нинг турли концентрациялари ва турли ҳароратларда синтез қилинган ПАА намуналари ўрганилди.



1-расм. Реакцион масса эритмаси характеристик ковушқоқлигининг $[\eta]$ (дл/г) иницирловчи тизимининг турли хил концентрацияларида синтез вақтига боғлиқлиги: КПС-НПС= $1 \cdot 10^{-4}/2 \cdot 10^{-5}$ моль/л (1), $2,5 \cdot 10^{-4}/3 \cdot 10^{-5}$ моль/л (2), $5 \cdot 10^{-4}/5,0 \cdot 10^{-5}$ моль/л (3), $1,0 \cdot 10^{-3}/2,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л (4). Эритувчи- сув, $[M]=1,5$ моль/л.



2-расм. Юқори молекуляр фракцияларнинг кам (а) ва юқори (б) таркибли ПАА намуналарининг хроматограммалари. Синтез шароити: а- $[ПСК] = 1 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $[ПСН] = 2 \cdot 10^{-5}$ моль/л, $T = 20^{\circ}C$; б- $[ПСК] = 1 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $[ПСН] = 2 \cdot 10^{-5}$ моль/л, $T = 35^{\circ}C$.

Фракцияларнинг массавий улушини таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, синтез ҳарорати $20^{\circ}C$ гача пасайганда тизимда қуйимолекуляр фракцияларнинг масса улуши ортади. Аксинча, ҳарорат $30-35^{\circ}C$ бўлганда қуйи молекуляр фракциянинг масса улуши кичик (1-жадвал) бўлади.

1 - жадвал

Турли шароитларда синтезланган ПАА намуналари молекуляр массаларининг ўзгариши

№	T, °C	$M_{\eta} \times 10^{-5}$	$M_w \times 10^{-5}$	$M_n \times 10^{-5}$	Юқори молекуляр фракциянинг масса улуши	Юқори молекуляр фракция учун M_w/M_n
КПС= $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л, НПС= $2 \cdot 10^{-5}$ моль/л						
1	20	4,0	4,5	3,5	45	1,3
2	25	4,5	5,9	3,5	20	1,7
3	30	4,0	4,6	3,5	85	1,3
4	35	4,5	5,6	3,8	90	1,5
КПС= $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л, НПС= $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л						
5	20	4,0	5,3	3,1	25	1,7
6	25	3,5	5,3	2,1	60	2,5
7	30	3,5	4,3	2,9	60	2,2
8	35	3,2	4,8	2,2	87	1,5

1-жадвалда кўрсатилган натижалар таҳлили қуйидагиларни кўрсатади:

1. Барча синтез ҳароратида инициирловчи тизим концентрациясининг ортиши ММ нинг камайишига олиб келади. Мазкур ҳолат, радикал полимерланиш реакциялари учун учун умумийдир.

2. Инициирловчи тизимнинг КПС:НПС= $5 \times 10^{-4} / 5 \times 10^{-5}$ моль/л концентрациясида ҳарорат ортиши билан ММ нинг бирмунча камайиши кузатилади 4-3,5-3,5-3,2. Бироқ, инициирловчи тизимнинг қуйи концентрациясида ҳароратга боғлиқлик кузатилмайди.

3. Одатда радикал полимерланиш учун полидисперслик қийматлари 1,5 дан 2,2 гача бўлиши рекомбинация ва диспропорцияланиш билан юз берадиган аралаш узилиш ва занжир узатилишни кўрсатади.

4. Икки намунадаги полидисперслик қийматининг 1,3 га тенг бўлиши, эҳтимол, бошқа фракциялардаги полимер улушини ҳисобга олмагандаги асосий юқори молекуляр фракцияга боғлиқлигини кўрсатади.

Шу билан бирга, ПАА сувли эритмаларини икки мартали нур синиш усули бўйича тадқиқотлари ҳам ўтказилган бўлиб, улар ўрганилаётган ПАА намуналарининг ўлчами нмдан микрометр ўлчамигача бўлган гидродинамик радиусли молекуляр массаларнинг полимодал тақсимотига эга эканлигини тасдиқлади.

2 - жадвал

Полиакриламид синтези ва молекуляр массавий хусусиятлари (тоза акриламиддан олинган). $T=30^{\circ}\text{C}$, $[AA]=1,5$ моль/л

№	КПС, моль/л	НПС, моль/л	$[\eta]$, дл/г	$M_n \times 10^{-6}$
1	$1,0 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-5}$	9,86	5,01
2	$5,0 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-5}$	8,49	3,99

Олинган натижаларни таққослаш мақсадида тоза АА мономеридан ПАА намуналари синтез қилинди. Полимерларни синтез қилиш шароити ва унинг характеристик қовушқоқлик қийматлари юқоридаги 2-жадвалда келтирилган.

1-расм ва 2-жадвалда келтирилган қийматларни таққослаш натижалари синтез шароитида тоза мономердан синтезланган ПАА нинг $[\eta]$ қиймати, “Navoiyazot” АЖ томонидан ишлаб чиқарилган мономер аралашмасидан синтезланган ПАА га нисбатан анча юқори эканлигини кўрсатди.

Бундан ташқари, ГСХ маълумотларига кўра, тоза акриламиддан синтез қилинган намуналар унимодал молекуляр-массавий тақсимланишга эга эканлиги аниқланди. Кўриниб турибдики, “Navoiyazot” АЖ да мономер аралашмасидан ПАА синтезининг ўзига хослиги шундаки, реакцион аралашмада занжир узатувчи ролини бажарувчи аралашмалар мавжудлиги туфайли реакциянинг мураккаблашишидир.

Шундай қилиб, “Navoiyazot” АЖ да ишлаб чиқарилган акриламиднинг ўртача ҳароратларда, оксидловчи-қайтарувчи тизим иштирокида полимерланиши гель-эффект ҳосил бўлиши билан боради ва уч ўлчамли структура ҳосил бўлмайди. Бу сувда эрувчан АА полимерларини чуқур конверсия даражасига қадар синтез қилиш имконини беради. “Navoiyazot” АЖ мономери эритмасидан АА ни полимерлаш учун энг мақбул ҳарорат 35°C

бўлиб, унда юқори молекуляр фракциянинг максимал масса улуши кузатилади. Бироқ, синтез қилинган ПАА нинг камчилиги унинг ММ кичиклиги бўлиб, бу ундан флокулянтлар сифатида фойдаланиш самарадорлигини чегаралайди. Шу муносабат билан кейинги тадқиқотлар ПАА синтези давомида ММ ни ошириш йўллари ишлаб чиқишга қаратилди.

Аввалги тадқиқотларимизда АК нинг хитозан иштирокида полимерланиш вақтида табиий полисахариднинг ҳам полимерланиш тезлигига, ҳам уч ўлчамли структура ҳосил бўлиш жараёнига тезлаштирувчи таъсири билан боғлиқ макромолекуляр эффект кузатилганлиги кўрсатилган эди². Мазкур ишда хитозаннинг ПАА ММ га таъсири текширилди. Бунинг учун ЎЗР ФА ПКФИ томонидан ишлаб чиқарилган ипак курти ғумбаги асосидаги *Bombyx Mori* хитозанидан (ХЗ) фойдаланилди. Унинг ММ 110000 ва деацетилланиш даражаси эса 85% ни ташкил этади. 3-жадвалда ХЗ иштирокида турли шароитларда олинган ПАА нинг характеристик қовушқоқлик қийматларини аниқлаш натижалари келтирилган бўлиб, ХЗ иштирокида олинган ПАА нинг характеристик қовушқоқлиги, худди шундай шароитда ХЗ қўшмасдан синтез қилинган ПАА га қараганда анча юқори. Бундан ташқари, ХЗ 0,2% концентрациягача қўшилганда характеристик қовушқоқликнинг ортиши кузатилади. Бу концентрациядан юқорида характеристик қовушқоқликнинг пасайиши кузатилади. Шунга ўхшаш натижалар эса А.С. Романевич ва унинг ҳаммуаллифлари томонидан аниқланган³.

3- жадвал

Реакцион массадаги *Bombyx Mori* ХЗ концентрациясининг олинган АА сополимерларининг характеристик қовушқоқлигига $[\eta]$ таъсири.

$[КПС]=1,0 \times 10^{-4}$ моль/л, $[НПС]=2,0 \times 10^{-5}$ моль/л

№	ХЗ, %	$[\eta]$, дл/г.	ХЗ, %	$[\eta]$, дл/г.
			30 ⁰ С	
	25 ⁰ С			
1	0	4,85	0	4,98
2	0,05	5,01	0,05	5,35
3	0,1	5,65	0,1	6,88
4	0,15	6,62	0,15	8,51
5	0,2	7,51	0,2	9,91
6	0,25	4,17	0,25	4,51
7	0,3	2,5	0,3	3,46

Юқорида келтирилган муаллифлар томонидан ММ 303000 бўлган, Россияда ишлаб чиқарилган ХЗ қўлланилган. ХЗ концентрацияси 0 дан 0,4% гача ортганда, сополимерларнинг характеристик қовушқоқлик қиймати 6,2 дан 7,5 дл/г ошганлигини кузатиш мумкин. Бизнинг тадқиқотларимизда, тут

² Аббарова З.М. Синтез акриловой кислоты из акрилонитрила и суперабсорбента на ее основе: Дисс. ... PhD. хим. наук. –Т.: ИХФП АН РУз, 2019. – 117 с.

³ Романевич А.С. и др. Привитая радикальная (со)полимеризация акриламида и акриловой кислоты на хитозан. «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии». Межвузовский сб. научных трудов XIV Всероссийской конф. молодых ученых с международным участием. Саратов, 2020. 01–31 октября. –С. 137-139.

ипак курти ғумбагидан олинган ХЗ ни 0 - 0,2% концентрация оралиғида кўллаганда, характеристик қовушқоқлик қийматининг деярли 2 баробаргача ортиши кузатилди (3-жадвал). Шу билан бирга АА гомополимерланиши билан параллел равишда АА нинг ХЗ билан пайванд сополимерланиши ҳам кузатилади, буни дастлабки конверция даражасида ажратиб олинган сополимерларни ИҚ- спектроскопик тадқиқотлар натижаси ҳам тасдиқлади.

ХЗ нинг полимерланиш жараёнига тезлаштирувчи таъсир кўрсатиши бир қатор мономерларнинг ХЗ га пайванд сополимерланишини ўрганишда ҳам кузатилган. Бундай тезлашиш мувозанатли диализ усули билан тасдиқланган пайванд занжирнинг ўсиш зонасида мономер концентрациясининг локал ортиши билан тушунтирилади^{4,5}.

Шундай қилиб, акриламиднинг полимерланишида эритмада занжир узатувчи агентларнинг мавжудлиги билан мураккаблашган полимодал молекуляр-массавий тақсимланиш қуйи молекуляр фракциянинг сезиларли улуши мавжудлиги билан кузатилади, қуйи ва юқори молекуляр фракцияларнинг нисбати синтез ҳароратига боғлиқ бўлиб, ҳарорат ортиши билан юқори молекуляр фракциянинг ортиши юз беради. Умуман олганда, турли хил аралашмалари бўлган мураккаблашган тизимда тоза АА мономеридан синтез қилинган полимернинг ММ га нисбатан кичик ММ қиймалари кузатилади. Реакцион аралашмада оз миқдорда ХЗ иштирок этиши билан юқори молекуляр массали полимерлар олиш мумкинлиги аниқланди. Бу ҳолатдан ноионли флокулянт сифатида кўллаш мумкин бўлган юқори ММ ПАА ишлаб чиқаришда фойдаланиш мумкин. Шу билан бирга, маълум миқдорда ХЗ:АА пайванд сополимерларининг ҳосил бўлиши полимер намуналарининг эрувчанлигига ҳам салбий таъсир кўрсатмайди.

Диссертациянинг “**Модификацияланган қуйимолекуляр полиэтиленни олиш ва хоссалари**” номли иккинчи бобида акрил кислота ва қуйимолекуляр полиэтилен асосида пайванд сополимерлар синтез қилиш ва уларнинг крахмал билан ўзаро таъсири натижасида хоссаларининг ўзгариши кўриб чиқилган.

Акрил кислота ва қуйимолекуляр полиэтиленнинг пайванд сополимерлари синтези. Композицион материаллар ҳосил бўлишининг мураккаблиги шундаки, кўпчилик полимерлар бир-бирига термодинамик жиҳатдан мос келмайди. Бу муаммони ҳал қилиш учун таркибида композицияни ташкил этувчи таркибий қисмлар билан ўзаро таъсирлаша оладиган боғланишларга эга блок ва пайванд сополимерлардан фойдаланиш мумкин.

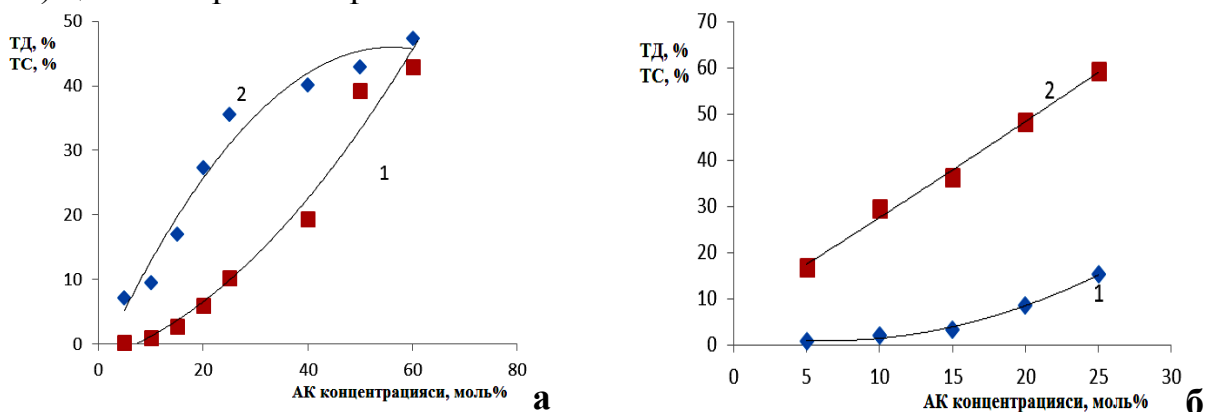
Биринчи марта қуйимолекуляр полиэтилен (ҚМПЭ) ва АК нинг пайванд сополимерлари синтез қилинди. Бундай сополимерларнинг синтези қизиқарли, чунки улар гидрофоб олефин бўғини ва полисахаридлар билан таъсирлашишга қодир АК бўғинларини ўз ичига олган иккала блокни бирлаштиради. Бу, ушбу сополимерларни полиэтилен ва табиий

⁴ Нудьга Л.А. Структурно-химическая модификация хитина, хитозана и хитин – глюкановых комплексов: Автореферат дисс... докт. хим. наук. -Санкт Петербург. 2006. - 39 с.

⁵ Дергунов С.А. Синтез и физико-химические свойства новых привитых сополимеров на основе хитозана и некоторых гидрофильных мономеров: Автореферат дисс... канд. хим. наук. -Алматы. 2005. - 17 с.

полисахаридлардан композициялар олишда компатибилизатор сифатида қўллаш имконини беради.

Пайванд сополимерлар синтези 95°C ҳароратда, $[\text{ҚМПЭ}]:[\text{АК}]$ турли хил нисбатларида, азот муҳитида, бензоил пероксид (БП) инициатори иштирокида, радикал механизм бўйича амалга оширилди. Пайванд сополимерларнинг ҳосил бўлиши гравиметрия ва ИҚ-Фурье спектроскопик усуллар билан тасдиқланди. Реакцион аралашмада ҚМПЭ ва АК нисбатини ўзгартириб, таркибида АК миқдори юқори бўлган сополимерларни синтез қилиш мумкин. 3-расмда пайвандланиш даражаси (ПД) ва самарадорлигининг (ПС) қийматлари келтирилган.



3-расм. Реакцион аралашмада АК концентрациясига пайвандланиш даражаси (1) ва самарадорлигининг (2) боғлиқлиги. [БП] = $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л (а), [БП] = $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л (б).

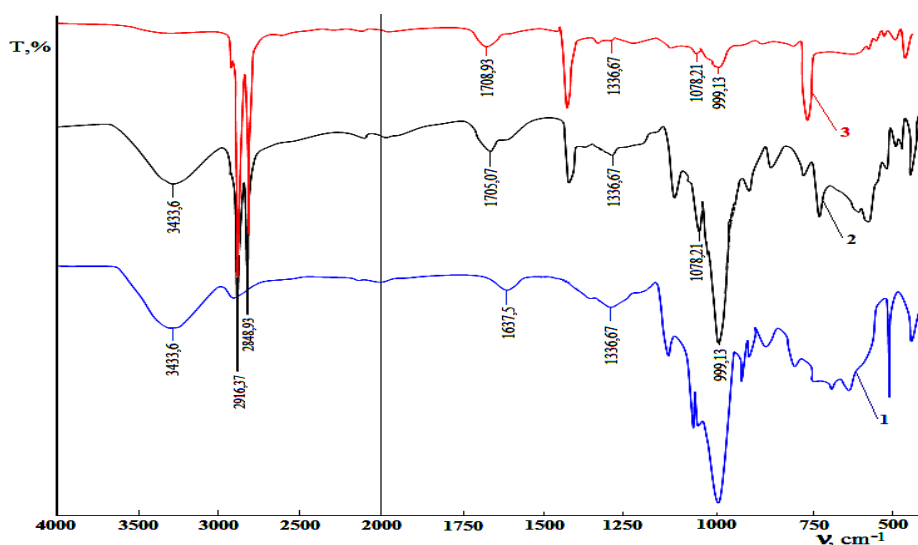
Реакцион аралашмада АК миқдорининг ошиши пайвандланиш даражаси ва самарадорлигининг ортишига олиб келади. Бундан ташқари, 3 (а) расмда кўришиб турганидек, пайвандланиш самарадорлиги амалда 40-45% га етганда ортишдан тўхтаганлигига гувоҳ бўлиш мумкин. Реакцион аралашмада АК концентрациясининг ортиб бориши ҳам сополимердаги АК бўғинларининг мунтазам равишда ортишига олиб келади. Бу эса маълум даражада синтезни инициаторнинг қуйи концентрациясида амалга ошириш имконини беради.

Синтез қилинган сополимерларнинг рентген дифракцион таҳлили, ундаги АК миқдори ортишб бориши билан сополимерлар кристалланиш даражасининг 59 дан 19% гача пасайиб боришини кўрсатади, бу эса макромолекулаларда АК бўғинларидан иборат ён занжирлар мавжудлиги, макромолекулаларнинг ориентацияланишини қийинлаштириши билан тушунтирилади.

Модификацияланган қуйимолекуляр полиэтиленнинг крахмал билан ўзаро таъсири. АК билан модификацияланган ҚМПЭ нинг крахмал билан кимёвий ўзаро таъсирини тадқиқ қилиш полиэтилен-крахмал композицияларида сополимерларни компатибилизатор сифатида амалда қўллаш имкониятини вужудга келтиради.

Модификацияланган ҚМПЭ ва маккажўхори крахмали аралашмаларини тайёрлаш силжиш майдон шароитида лаборатория қурилмасида амалга оширилди. Тажрибаларни ўтказиш учун ҚМПЭ:АК 60:40 (СПЛ-1) ва 90:10 (СПЛ-2) нисбатларида пайванд сополимерлар синтез қилинди. Бу

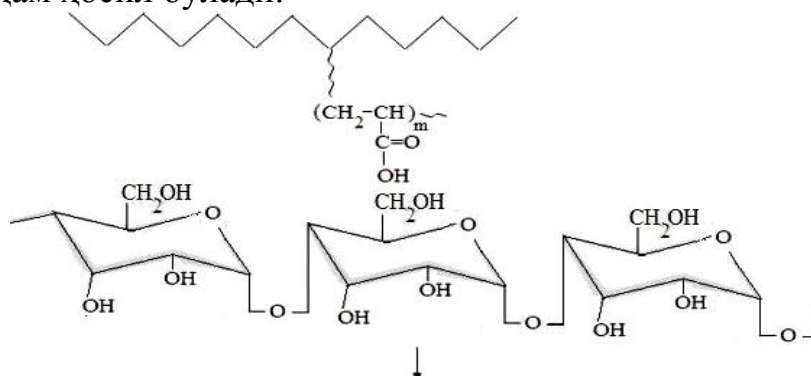
сополимерлар лаборатория қурилмасида крахмал билан 4:1 ва 1:4 нисбатларида аралаштирилди. Аралаштириш 130⁰С ҳароратда 30 мин давомида амалга оширилди. Аралашмаларнинг структурасини ўрганиш мақсадида, ИҚ-Фурье спектроскопик тадқиқотлар ўтказилди (4-расм).

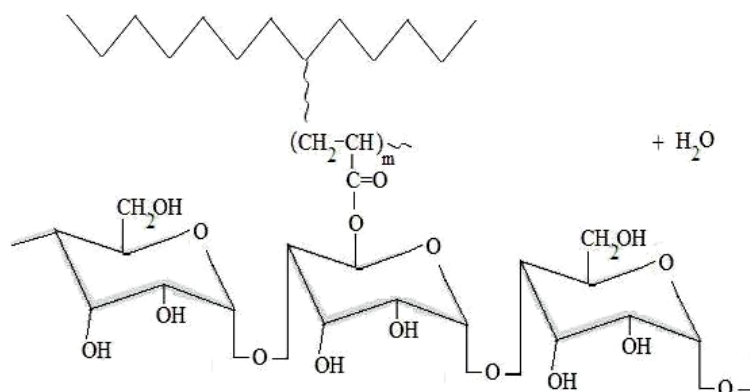


4-расм. Крахмал (1), сополимернинг крахмал билан 1:4 (2) ва 4:1 нисбатдаги (3) аралашмаларининг ИҚ-Фурье спектрлари.

Крахмал билан СПЛ-1 и СПЛ-2 композитлари учун ички ва ташқи молекулалараро водород боғланишларда иштирок этувчи ОН гуруҳларининг ютилиш соҳалари кузатилди. Натижага кўра, 1336,67 см⁻¹ да соҳаларнинг пайдо бўлиши СПЛ-1 ва СПЛ-2 карбоксил гуруҳининг крахмалнинг гидроксил гуруҳлари билан ўзаро таъсири туфайли ҳосил бўладиган мураккаб эфир боғидаги С-О гуруҳининг ассиметрик валент тебранишларини тавсифлайди. Мазкур соҳанинг интенсивлиги акрил кислотанинг сополимердаги миқдорига боғлиқ.

Полимер аралашмаларининг рентгенструктуравий таҳлили шуни кўрсатдики, композицияларда крахмал миқдорининг ортиши билан кристалланиш даражасининг СПЛ-1 билан аралаштиришда 45 дан 16% гача, СПЛ-2 учун эса 58 дан 26% гача пасайишига олиб келади. Эҳтимол, пайванд сополимерлар крахмал билан аралаштирилганда крахмалнинг гидроксил гуруҳлари ва АК нинг карбоксил гуруҳлари билан ўзаро таъсири натижасида мураккаб эфир боғи ҳосил бўлиши туфайли ҚМПЭ-АК-крахмал учламчи сополимерлари ҳам ҳосил бўлади.





Кристалланиш даражасининг пасайиши кристалланиш шароитининг ўзгаришидан далолат бериши ва аралашмада учламчи сополимер ҳосил бўлишига олиб келган бўлиши мумкин. Бу натижалар полиэтилен ва крахмал асосида биопарчаланувчи полимер композициялар олишда синтез қилинган пайванд сополимерлардан компатибилизатор сифатида фойдаланиш истиқболини очади.

Диссертациянинг “**Акрил кислота сополимерларининг хоссалари ва структуравий хусусиятлари**” номли учинчи бобида АК нинг пайванд ва статистик сополимерларининг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш натижалари келтирилган.

Модификацияланмаган ҚМПЭ учун суюқланиш ҳарорати 110⁰С дан ҚМПЭ:АК пайванд сополимерлари таркибида АК бўғинлари миқдорининг кўпайиши билан ПД=60-80% бўлганда, 130⁰С гача мунтазам ортишига олиб келиши аниқланди. Бу ходиса ҚМПЭ га нисбатан пайванд сополимер ММ нинг ортиши ҳамда АК бўғинларининг карбоксил гуруҳлари мавжудлиги сабабли, молекулалараро ўзаро таъсирларнинг ортиши билан ҳам боғлиқдир.

ҚМПЭ:АК пайванд сополимерларининг дериватографик тадқиқотлари натижаларининг кўрсатишича, 10% масса камайгандаги (Т₁₀) парчаланганининг бошланиш ҳарорати ҚМПЭ дан пайванд сополимерга ўтишда юқорирак ҳароратлар томонга силжийди (4-жадвал). Бундан ташқари, сополимер таркибида АК бўғинлари миқдори қанча кўпайса, шунча силжиш кучлироқ бўлади.

4 - жадвал

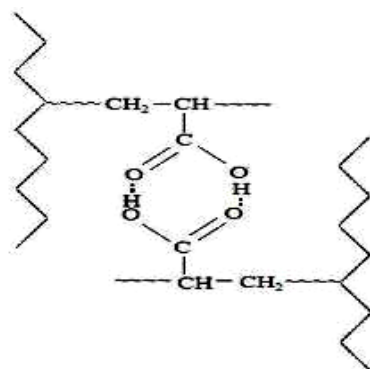
Ўрганилган (со)полимерларнинг термооксидланувчи парчаланганининг самарали фаолланиш энергияси (E_A) қийматлари

№	ҚМПЭ-АК намуналарининг нисбати (масса нисбати % да)	Индексларда кўрсатилган масса % лардаги йўқотилиш ҳарорати, °С			E _A , кЖ/моль
		T ₁₀	T ₂₀	T ₅₀	
1	100-0	267	312	380	33,03
2	90-10	303	332	410	45,97
3	60-40	320	340	400	50,34
4	0-100	185	243	351	17,7

Таркибида 7 ва 10 моль.% миқдорда АК бўғинларини сақловчи 90:10 ва 60:40 нисбатда синтез қилинган ҚМПЭ:АК пайванд сополимерларида T₁₀ даги

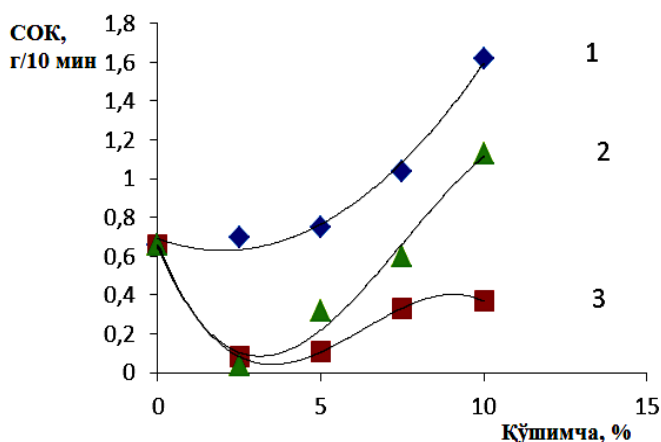
парчаланганининг бошланиш ҳарорати ҚМПЭ га нисбатан 36-57⁰С гача юқори бўлади. Шунингдек, пайванд сополимерларда парчаланаш бошланишининг фаолланиш энергияси, ҚМПЭ ва полиакрил кислота (ПАК) гомополимерларига нисбатан юқори бўлади. Бу ҳодиса АК билан юқори молекуляр полиэтиленнинг пайванд сополимерлари учун аввалдан маълум бўлган⁶. Биздаги бу ҳодисани композициянинг микрогетерогенлиги намоён бўлиши нуқтаи назаридан ҳам тушунтириш мумкин. ПАК макромолекулалари ҚМПЭ молекулалари билан термодинамик жиҳатдан мойил бўлмаганлиги сабабли микрофаза заррачаларига ажралади, ҚМПЭ билан кимёвий боғлар ҳосил қилиши натижасида, уларнинг ҳаракатчанлигини камайтиради.

АК бўғинларининг таклиф этиаётган ўзаро таъсир механизми куйидагича бўлиши мумкин:



Тугунчаларида микрофаза заррачалари бўлган бундай фазовий структуранинг ҳосил бўлиши ҚМПЭ иссиқбардошлилигининг ошишига олиб келади.

Расмда кўрсатилган структуранинг ҳосил бўлиши полиэтилен композициялари суюқланмалари қовушқоқлигига муқаррар таъсир қилиши керак. Юқори босимли полиэтилен (ЮБПЭ) билан ҚМПЭ ва ҚМПЭ:АК пайванд сополимерлари иштирокида композициялар олинди ҳамда 5,0 кгс юк таъсирида суюқланманинг оқувчанлик кўрсаткичи (СОК) қийматлари аниқланди.



5-расм. ЮБПЭ композициясида суюқланма оқувчанлик кўрсаткичининг ҚМПЭ қўшимча миқдорига (1), 90:10 нисбатли ҚМПЭ:АК пайванд сополимерига (2). 60:40 нисбатли ҚМПЭ:АК пайванд сополимерига (3) боғлиқлиги Т = 190⁰С; Юк- 5,0 кг.

⁶ Круль Л.П. и др. Получение макрогетерогенных привитых пленок полиэтилен-полиакриловая кислота и исследование их термомеханических свойств // Высокомолек. соед. 1989. –Сер. А. –Т. 31, №9. –С. 1810-1814.

Композицияга ҚМПЭ 5% дан ортиқ кўшилганда СОК ошишига олиб келганлиги кузатилди. ЮБПЭ га нисбатан ҚМПЭ нинг молекуляр массаси анча кичик қийматга эга ва бу композицияни суюлтирганда суюқланма қовушқоқлигини камайтиришга таъсири билан изоҳланади. Яъни, модифицияланмаган ҚМПЭ мойлаш (силликловчи, лубрикант) вазифасини бажаради. ЮБПЭ композициялари учун ҚМПЭ:АК пайвандланган сополимерлари билан бошқача ҳолат кузатилади. Композиция таркибига 2,5-5,0% модификацияланган ҚМПЭ кўшилиши ҚМПЭ:АК пайванд сополимерларининг 90:10 ва 60:40 нисбатлари учун ҳам СОК нинг сезиларли камайишига олиб келади. Композиция таркибида пайванд сополимер миқдорининг 5,0% дан ошиши СОК нинг ортишига олиб келади, бу ҳолат айниқса 90:10 нисбатли ҚМПЭ:АК пайванд сополимерида янада сезиларли бўлади. Буни ҚМПЭ:АК пайванд сополимерининг молекуляр массаси, АК тикилишига қарамасдан, ЮБПЭ молекуляр массасига нисбатан анча кичик бўлиши билан тушунтириш мумкин.

Композицияда иккита ўзаро қарама-қарши бўлган жараён-суюқланманинг қовушқоқлигини ортишига сабаб бўлувчи акрил кислота ҳалқаларидаги карбоксил гуруҳларининг ўзаро таъсири ҳисобига структураланиш ва юқори молекуляр полиэтиленга нисбатан молекуляр массаси кичик пайванд сополимер билан композициянинг суюлтирилиши амалга ошади. Композиция таркибида пайванд сополимернинг кам миқдорда бўлиши ҳисобига юқоридаги схема бўйича структуралаш амалга ошади ва композицияда сополимернинг камлиги туфайли суюлтириш самарадорлиги аҳамиятсиз бўлади. Буни 5-расмдаги 1-эгри чизик маълумотлари тасдиқлайди. Жуда кам миқдорда модификацияланмаган ҚМПЭ СОК га деярли таъсир этмайди. Аксинча, кўшимчанинг 5% дан ортиқ миқдорда киритилиши, куйимолекуляр бирикмалар билан ЮБПЭ суюлтириш самарадорлиги СОК ни ортишига ўз таъсирини кўрсата бошлайди. Бундан ташқари, бу таъсир модификацияланмаган ҚМПЭ учун янада аниқ акс этиб, 90:10 нисбатли ҚМПЭ:АК сополимери учун нисбатан камроқ ва 60:40 нисбатли ҚМПЭ:АК кўшилганда эса янада заифроқ намоён бўлади. Сополимердаги АК бўғинларининг ортиши табиий равишда композициядаги панжара тугунларининг кўпайишига олиб келади, бу эса эритманинг қовушқоқлигини ошишига сабаб бўлади.

Микрогетерогенликнинг мавжудлиги ЮБПЭ ва ҚМПЭ:АК пайванд сополимери асосида олинган композицияларнинг таркиби атом кучланишли микроскоп (АКМ) усулидан фойдаланган ҳолда олиб борилган тадқиқот натижалари билан тасдиқланди. Полимер аралашмаларида ўлчамлари 330 нм дан 500 нм гача бўлган дисперс фаза заррачаларининг тарқалиши кузатилди. Дисперс фаза шубҳасиз, ҚМПЭ:АК пайванд сополимер молекулаларидан иборат бўлиб, ундаги акрил кислотанинг бўғинлари бир-бири билан ўзаро таъсирлашиб, нанозаррачали уюшиқларни (ассоциациат) ҳосил қила олиш имкониятига эга.

Шундай қилиб, ҚМПЭ:АК пайванд сополимерларида АК бўғинларининг мавжудлиги нафақат сополимерларнинг хоссаларига, шунингдек, мавжуд карбоксил гуруҳларнинг молекулалараро ўзаро таъсири туфайли улар иштирокидаги композицияларнинг хоссаларига ҳам сезиларли таъсир кўрсатади. Шу муносабат билан, пайванд сополимерлар полиэтилен асосидаги композициялар хоссаларини, хусусан, уларнинг термик барқарорлигини оширувчи қўшимчалар сифатида қўллаш истиқболига эга эканлигини тахмин қилиш мумкин.

Ушбу ишда қурум билан тўлдирилган полиэтиленнинг қувур навлари композициялари олинди ва уларнинг таркибига 5-10% миқдорда пайванд сополимерларнинг қўшилиши ГОСТ 18599 бўйича термик барқарорлигининг 4-6 дақиқага ортишига олиб келишини кўрсатди.

АК бўғинларининг мавжудлиги нафақат пайванд, балки статистик сополимерларнинг ҳам хоссаларига сезиларли таъсир кўрсатади. МА ва АК нинг статистик сополимерлари синтез қилинди ва сополимерлар таркибининг уларнинг иссиқликка бардошлилигига боғлиқлиги ўрганилди. Парчаланиш бошланиш ҳароратининг таркибга боғлиқлиги мураккаб тавсифга эга эканлиги аниқланди. Сополимерда жуда оз миқдордаги АК бўғинларининг пайдо бўлиши (20-30% гача) унинг иссиқликка бардошлилигини сезиларли даражада ортишига олиб келади. Сополимер таркибида АК бўғинларининг янада ортиши (30 дан 70% гача) иссиқликка бардошлилигининг МА гомополимерига хос қийматларгача пасайишига олиб келади. Сополимер таркибида АК бўғинларининг 70 дан 100% гача ортиши билан эса иссиқликка бардошлилик яна бир оз ортади. АК бўғинларининг сополимерларнинг иссиқбардошлилигига бундай таъсири эҳтимол, мавжуд карбоксил гуруҳлари билан борадиган молекулалараро ўзаро таъсирларга боғлиқ бўлиши мумкин.

Диссертациянинг “**Акрил мономерлари (со)полимерларининг амалий хоссалари**” номли тўртинчи бобида синтез асосида олинган намуналарнинг амалиётда қўллаш имкониятлари келтирилган.

Полиакриламиднинг оқава сувларни тозалашдаги флокулянтлик сифатлари. Ноионли флокулянтлар, хусусан, саноатда ювиш бўлимининг технологик қўйқасидан (суяқлик ва қаттиқ заррачалар аралашмаси) қаттиқ заррачаларни чўктириш учун ишлатилади. Бу мақсадлар учун, хусусан, чет элдан импорт асосида олиб келинадиган юқори ММ ли полиакриламид асосидаги ноионли флокулянт ПРАЕСТОЛ 2500 ишлатилади. Биз шу мақсадда "Navoiyazot" АЖ томонидан ишлаб чиқарилган мономер эритмасидан синтез қилинган ПАА дан фойдаланишни таклиф қилдик.

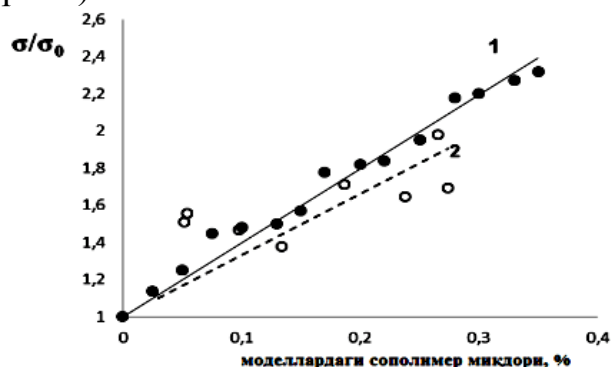
Синтез 30⁰С да 1- ва 2- намуналар учун КПС-НПС= $1 \times 10^{-4} / 2 \times 10^{-5}$ (мос равишда 0,1% ва 0,2% суюлтирилган сувли эритмаси) иштирокидаги, 3- намуна учун КПС/НПС= $5 \times 10^{-4} / 5 \times 10^{-5}$ (0,1% суюлтирилган сувли эритмаси) иштирокидаги иницирланиш тизими шароитида амалга оширилди. Намуналар "Qizilqum fosforit kompleksi" МЧЖ нинг технологик чиқинди сувларида синовдан ўтказилди. Натижалар импорт асосида олиб келинган ПРАЕСТОЛ 2500 флокулянти билан солиштирилган ҳолда 5-жадвалда келтирилган.

Синтез қилинган полиакриламиднинг флокуляциян фаоллиги

Вақт, мин.	Тиниқлаштирилган сууқлик ҳажми, мл			
	Праестол 2500	1-намуна	2-намуна	3-намуна
1	120	90	105	260
2	160	150	145	280
3	190	180	170	295
4	205	205	180	295
5	220	220	190	310

"Navoiyazot" АЖ томонидан ишлаб чиқарилган мономернинг сувли эритмасидан синтез қилинган ПАА намуналарининг флокуляциян фаоллиги саноат флокулянти ПРАЕСТОЛ 2500 дан қолишмайди.

Метилакрилат ва акрил кислотанинг сополимерлари археологик объекларнинг реставрацияси учун материал сифатида. (Мет)акрил полимерлари, хусусан полибутилметакрилат ва унинг сополимерлари асосидаги композициялар реставрация амалиётида кенг қўлланилади. Бу мақсадлар учун биз турли хил таркибли МА ва АК статистик сополимерларидан фойдаланишни таклиф қилдик. Олинган МА:АК сополимерлари археологик объектларнинг моделларида синаб кўрилди (6-расм).



6-расм. Моделларнинг сиқилишидаги механик мустаҳкамлигининг МА:АК сополимерлари (1) ва полибутилметакрилат (2) таркибига боғлиқлиги

Археологик объектлар моделларининг механик мустаҳкамлигига қўлланилган сополимерлар миқдорининг таъсири юқоридаги расмда кўрсатилган. Такқослаш учун, одатда, ушбу мақсад учун ишлатиладиган полибутилметакрилат учун хос бўлган ўхшаш боғлиқлик кўрсатилган⁷.

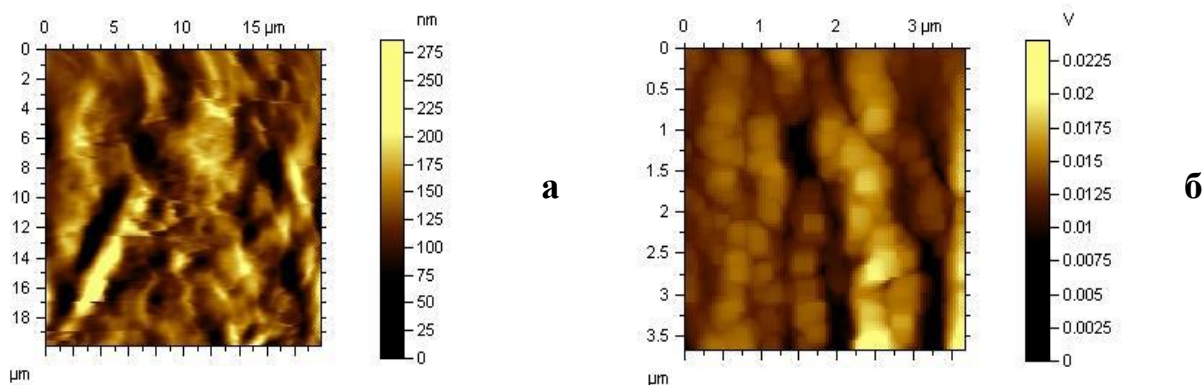
МА:АК сополимер эритмалари билан ишлов берилган моделларнинг механик мустаҳкамлиги уларнинг масса улуши кўпайиши билан ортади. Бундан ташқари, синтез қилинган сополимерлар моделларнинг механик мустаҳкамлигини кучайтириш жиҳатидан ПБМА дан бирмунча устун туради. МА:АК сополимери археологик объектларни реставрация амалиётида қўллаш учун зарур бўлган барча асосий мезонларга жавоб беради. Моделларга сополимер эритмаларини сингдириш уларнинг механик мустаҳкамлигининг ортишига олиб келади. Агар керак бўлса, сополимерни объектдан осон йўқотиш мумкин.

⁷ Кудышкин В.О., Вохидова Н.Р., Рашидова С.Ш. Синтез полибутилметакрилата и его применение для реставрации археологических объектов // Пластические массы. 2018. -№3-4. –С. 53-55.

Полимер композициялар ҳосил қилишда акрил кислота ва қуймолекуляр полиэтиленнинг пайванд сополимерлари. ҚМПЭ ва АК нинг пайванд сополимерларини синтез қилиш ва уларнинг крахмал билан ўзаро таъсирини ўрнатиш мақсадида олиб борилган тадқиқот натижалари, крахмал ва полиэтилен асосида биопарчаланувчи полимер композициялар олишда синтез қилинган пайванд сополимерлардан компатибилизаторлар сифатида фойдаланиш истикболлини очади. ЮБПЭ, крахмал ҳамда 60:40 ва 90:10 нисбатли ҚМПЭ:АК пайванд сополимерлари иштирокида композициялар олинди.

Композицияларнинг физик-механик синовлари шуни кўрсатдики, пайванд сополимер иштирокида эластиклик модули сополимер қўшилмаган композицияларга нисбатан ортади ва 7% АК бўғинларини ўзида сақловчи 90:10 нисбатда синтез қилинган сополимер композициялари учун эластиклик модулининг бирмунча юқори қийматлари кузатилди. Пайванд сополимер қўшилмаган крахмал билан ЮБПЭ композицияларга нисбатан, таркибга 10 мас.% пайванд сополимери қўшилган композициялардан фойдаланилганда узилишдаги мустаҳкамлик ва нисбий чўзилиш қийматларининг бир қадар орталиги кузатилди.

АКМ усули ёрдамида полиэтилен композицияларининг фазавий таҳлили амалга оширилди ва дисперс заррачалар ўлчамлари аниқланди (7-расм).



7-расм. Крахмал билан полиэтилен композициясининг атом кучланишли микроскоп синовлари натижалари. ЮБПЭ:крахмал = 80: 20 (а), ЮБПЭ:крахмал: ҚМПЭ:АК (90:10) нисбатли пайванд сополимер = 70:20:10 (б)

Таркибида пайванд сополимер бўлмаган ЮБПЭ:крахмал композицияда (7-расм (а)) турли хил шаклдаги- эни 1,5 мкм ва узунлиги 4 мкмгача чўзинчоқ шакли заррачалар, шунингдек 1 мкм катталиқдаги доирасимон шакли заррачалар мавжуд. Композицияга 5-10% миқдорида ҚМПЭ:АК пайванд сополимерларини компатибилизатор сифатида қўшилиши (7-расм (б)) 350-550 нм ўлчамли доирасимон шакли дисперс фаза заррачаларининг ҳосил бўлишига олиб келади.

Шундай қилиб, ҚМПЭ ва АК нинг пайванд сополимерлари полиэтилен ва крахмал асосидаги композициялар олишда компатибилизатор сифатида қўлланилиши мумкин. Композиция таркибига 5-10% миқдорда сополимернинг киритилиши полиэтиленда крахмал заррачаларининг бир

текис тақсимланишига ёрдам беради, заррачалар уюшиб қолишининг олдини олади, бу эса композициянинг физик-механик хоссаларини яхшиланишига олиб келади.

Диссертациянинг “Технологик қисм” номли бешинчи бобида “Navoiyazot” АЖ акрилонитрилни қайта ишлаш маҳсулотларидан олинадиган эрувчан полимерларни синтез қилиш бўйича лаборатория технологиясини оптималлаштириш имкониятлари келтирилган. Акрил мономерларининг полимерлари ПАА ёки ПАК асосида- флокулянтлар, археологик объектларни реставрация ва консервация амалиётида фойдаланиш учун МА:АК нинг статистик сополимерлари, полимер композицияларда фойдаланиш учун ҚМПЭ ва АК нинг пайванд сополимерларини олишнинг технологик схемалари ишлаб чиқилди.

Олинган натижалар акрил мономерлари полимерларини синтез қилиш учун кичик ўзгаришлар билан фойдаланиш мумкин бўлган универсал пилот курилмасини яратиш имкониятини кўрсатади. Акрил мономерлари асосида (со)полимерлар ишлаб чиқариш бўйича технологик схема ва лаборатория регламенти ишлаб чиқилди.

ХУЛОСА

“Акрил мономерлари асосида гомо- ва сополимерлар синтези: хоссалари ва қўлланилиши” мавзусидаги докторлик диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Оксидловчи-қайтарувчи инициаторлар иштирокида, “Navoiyazot” АЖ мономерининг сувли эритмасида акриламиднинг ўртача ҳароратларда (20-35⁰С) ва яққол гел эффект таъсирида борадиган радикал полимерланиши ўрганилди. Чуқур конверсия даражасига қадар 40⁰С дан паст ҳароратда синтез қилинган полимерлар сувда яхши эрувчанлик хусусиятига эга. Полиакриламиднинг молекуляр массавий хусусиятларини таҳлил қилиш, молекуляр массанинг нисбатан кичик қийматларини ва полимодал молекуляр-массавий тақсимланишнинг мавжудлигини кўрсатди, бу эритмада ингибиторлар ва занжир узатувчи сифатида иштирок этувчи қўшимчалар мавжудлиги билан боғлиқ.

2. Илк бор полиакриламиднинг молекуляр массасини ошириш учун экспериментал ёндашув таклиф этилди. Реакцион аралашмада оз миқдорда, 0,2% гача табиий полисахарид *Bombyx Mori* хитозанининг мавжудлиги, акриламиднинг полимерланишини тезлаштириши ва унинг характеристик қовушқоқлигини 1,5 - 2 мартагача ортишига сабаб бўлиши аниқланди. Шу билан бирга полимернинг сувда юқори эрувчанлиги сақланади. Бу таъсирдан “Navoiyazot” АЖ мономерининг сувли эритмаси асосида ноионли флокулянтлар олиш учун фойдаланиш мумкин.

3. Метилакрилат ва акрил кислотанинг статистик сополимерлари радикал инициирланиш шароитида синтез қилинди. Эритмада сополимерланиш жараёнида сополимер таркибларининг боғлиқлиги азеотроп

чизик яқинидан ўтиши аниқланган, бу юқори композицион бир жинсли ва бошқариладиган гидрофил-гидрофоб хусусиятларга эга сополимерларни синтез қилиш имконини беради.

4. Илк бор бензоил пероксиди радикал инициирланиш шароитида, ксилол эритмасида қуйимолекуляр полиэтиленга акрил кислотаси пайвандланган сополимерлари синтез қилинди. Синтез шароитини ўзгартириб, белгиланган таркибли сополимерларни олиш мумкинлиги кўрсатилган бўлиб, бунинг натижасида тикилиш самарадорлигининг 60% дан ортмаслиги, гомополимерланиш реакциясининг сезиларли улуши мавжудлигини кўрсатди.

5. Пайвандланган мономер бўғинларининг ён занжирда мавжудлиги сополимерларнинг структура хусусиятларига таъсир этиши аниқланди. Сополимер таркибида акрил кислота бўғинлари миқдорининг 0 дан 50% гача ортиши, мос равишда кристалланиш даражасининг 59 дан 19% гача пасайишига олиб келади. ҚМПЭ:АК пайванд сополимерининг ҳосил бўлишида ориентацион ҳолатга ўтишига имкон бермайдиган ён гуруҳларнинг катта фазовий ҳажми туфайли кристалланишнинг олди олинади.

6. Акрил кислота сополимерларининг хоссалари асосан акрил кислота бўғинларининг алоҳида фазага ажралиш қобиляти билан боғлиқ структуравий хусусиятлари билан белгиланади. Пайванд сополимерларнинг термоксидланиш деструкцияси парчаланишнинг бошланиш ҳароратини гомополимерларга нисбатан 36-57⁰С га ортишини кўрсатди, бу эҳтимол, макромолекулаларнинг ҳаракатчанлигига ва намунадаги кислороднинг шишаланиш ҳароратидан юқорида тарқалишига таъсир этувчи карбоксил гуруҳларнинг ўзаро таъсирига боғлиқ бўлиши мумкин.

7. Қуйимолекуляр полиэтилен ва акрил кислота пайванд сополимерининг крахмал билан ўзаро таъсир хусусиятлари тадқиқ қилинди. Бу компонентлар суюқлантирилган ҳолда аралаштирилса, акрил кислотанинг карбоксил гуруҳлари ва крахмалнинг гидроксил гуруҳлари ўртасида кимёвий ўзаро таъсир юзага келиши қайд этилди, бу уларни полиэтилен – крахмал композициясида компатибилизатор сифатида қўллаш истиқболини очади. Композицияларда пайванд сополимернинг крахмал билан кимёвий ўзаро таъсири туфайли дисперс фазаси бир неча ўндан юзлаб нм гача ўлчамдаги заррачаларни ташкил этган наноструктуравий морфология амалга ошади. Олинган композициялар юқори физик-механик кўрсаткичларга эга бўлиб, улардан биопарчаланувчи композициялар ишлаб чиқаришда фойдаланиш мумкин.

8. Синтез қилинган (со)полимерларни амалда қўллаш йўллари кўрсатилди. "Navoiyazot" АЖ да мономернинг суюлтирилган сувли эритмасидан олинган полиакриламид "Qizilqum fosforit kompleksi" МЧЖ да фосфорит концентрати ишлаб чиқариш цехининг ювиш бўлими технологик қуйқаси чиқинди сувларини тозалашда қўлланилганда, импорт аналогларидан қолишмайдиган юқори сувда эрувчанлик ва яхши флокуляциялаш хусусиятини намоён этди.

9. Метилакрилат ва акрил кислотанинг статистик сополимерлари археологик объектларни қайта тиклаш амалиётида қўллаш учун зарур бўлган барча асосий мезонларга жавоб беради. Моделларга сополимер эритмаларини сингдирилиши натижасида уларнинг механик мустаҳкамлиги ортади. Зарурий ҳолда сополимерни объектдан осон йўқотиш мумкин.

10. Полиолефинли композицияларда қуйимолекуляр полиэтилен ва акрил кислотанинг пайванд сополимеридан фойдаланиш, нафақат дисперс фаза заррачаларнинг (крахмал, техник углерод-курум) яхши тақсимланишига ёрдам беради, балки материалнинг термик барқарорлигига ҳам таъсир этади. "Shurtan gaz kimyo majmuasi" МЧЖ нинг техник углерод тўлдирилган полиэтилен композицияларига 5-10% миқдорда ҚМПЭ:АК пайванд сополимерининг қўшилиши уларнинг термик барқарорлигини оширади, бу полиэтилендан қувурлар ишлаб чиқариш учун композицияларни ишлаб чиқишда муҳим аҳамиятга эгаллигини кўрсатади.

11. Техник ва технологик ҳисоб-китоблар билан биргаликда олинган натижалар акриламид, акрил кислота, метилакрилат, бутилметакрилат каби акрил мономерларининг полимерлари ва улар асосида сополимерлар синтези учун деярли ўзгаришсиз қўлланилиши мумкин бўлган универсал пилот қурилмасини яратиш имкониятини кўрсатади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/30.12.2019.К/ФМ/Т.36.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ИНСТИТУТЕ ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ**

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ

БОЗОРОВ НУРАД ИСМАТОВИЧ

**СИНТЕЗ ГОМО- И СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ АКРИЛОВЫХ
МОНОМЕРОВ: СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ**

02.00.06 - Высокомолекулярные соединения

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА (DSc) ХИМИЧЕСКИХ НАУК**

Ташкент - 2021

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирован в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2020.4.DSc/K90.

Диссертация выполнена в Институте химии и физики полимеров
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (polchemphys.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net.uz).


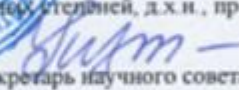
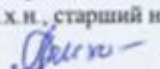
Научный консультант:	Кудышкин Валентин Олегович доктор химических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Мухамедиев Мухтаржан Ганиевич доктор химических наук, профессор Рафиков Адхам Салимович доктор химических наук, профессор Максумова Айтура Ситдиқовна доктор химических наук, профессор
Ведущая организация:	Институт Биорганической химии АН РУз

Защита диссертации состоится «8» Октябрь 2021 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.K/FM/T.36.01 при Институте химии и физики полимеров по адресу: 100128, г. Ташкент, ул. Абдулла Кадыри, 7^б. Тел. (99871) 241-85-94; факс: (99871) 241-26-61, e-mail: polymer@academy.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института химии и физики полимеров за № 23 (Адрес: 100128, г. Ташкент, ул. Абдулла Кадыри 7^б, Тел. (99871) 241-85-94)

Автореферат диссертации разослан «17» 09 2021 года.
(протокол рассылки № 7 от 17.09 2021 года).



 С.Ш. Рашидова
Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, д.х.н., профессор, академик
 М.М. Усманова
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, к.х.н., старший научный сотрудник
 А.А. Саримсаков
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время особое внимание уделяется развитию химии синтетических полимеров. Введение в эксплуатацию современных производств полиолефинов, планируемое расширение производств акриловых мономеров, и организация производства поливинилхлорида связана, с необходимостью получения новых импортозамещающих наукоемких материалов на основе синтетических полимеров, востребованных для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Одной из важных задач в исследованиях, проводимых в области реализации целей в области устойчивого развития является необходимость глубокой переработки сырьевых ресурсов, в частности, углеводородов.

В настоящее время в мире проводится ряд важных научных исследований, направленных на разработку способов получения макромолекул заданной структуры и молекулярной массы с использованием методов радикальной полимеризации, и химической модификации. К таким полимерам относятся привитые, блочные, блок-градиентные сополимеры линейной, разветвленной и трехмерной структуры, которые находят свое практическое применение в получении новых видов продукции, в том числе наноструктурных материалов с высокими эксплуатационными характеристиками. На сегодняшний день одной из важных задач в химии высокомолекулярных соединений является синтез полимеров на основе акриловых мономеров и разработка перспективных материалов на их основе. Одной из приоритетных задач является проведение целенаправленных исследований в таких направлениях, как привитая сополимеризация акриловых мономеров, установление взаимосвязи между природой полимера и прививаемого мономера со степенью и эффективностью прививки.

В нашей Республике ключевую роль в сохранении высоких темпов экономического роста играет поддержка отечественных производителей, где особое внимание уделяется вопросам создания импортозамещающей и экспорт ориентированной продукции, достигнуты значительные результаты в сфере получения полимеров на основе акриловых мономеров и материалов на их основе. В Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан¹ намечены задачи по «...производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов...». В связи с этим, являются актуальными исследования, направленные на изучение механизмов гомо- и сополимеризации акриловых мономеров, установление закономерностей этого процесса и путей управления формированием структуры макромолекул, а также создание препаратов со специфическими свойствами на их основе.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, поставленных Указом Президента Республики Узбекистан

¹ Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

№ УП–4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и Постановлениями Президента Республики Узбекистан №ПП-3246 от 29 августа 2017 года «О мерах по совершенствованию экспортно-импортной деятельности организаций химической промышленности», №ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по усиленному развитию химической промышленности в Республике Узбекистан» и 12 августа 2020 года №ПП-4805 «О мерах по повышению качества непрерывного образования и результативности науки по направлениям химия и биология», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие темы с устойчивыми направлениями научных исследований, проводимых в Республике Узбекистан. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий в республике: VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор международных научных исследований по теме диссертации. Исследования в области синтеза (со)полимеров акриловых мономеров различной структуры, методами радикальной полимеризации в присутствии инициаторов окислительно-восстановительного типа проводятся в ведущих мировых исследовательских центрах и высших образовательных учреждениях мира. Этой проблемой занимаются ведущие научно-исследовательские центры и высшие учебные заведения, такие как Pennsylvania State University (США), University of Cambridge (Великобритания), University of Alberta (Канада), University of South Australia (Австралия), Tianjin University of Science & Technology (Китай), Technische Universitat Braunschweig (Германия), Tokyo University of Agriculture and Technology (Япония), University of Ulsan (Корея), Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (Россия), Научно-исследовательский институт физико-химических проблем Белорусского государственного университета (Беларусь).

В результате научных исследований, проведенных в мире в области синтеза акриловых (со)полимеров, проявляющих высокие физико-химические характеристики, получен ряд материалов с необходимыми эксплуатационными свойствами. В том числе, получены следующие научные результаты: исследованы особенности синтеза и установлен механизм полимеризации производных акриламида в условии низких температур (Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Россия), изучена кинетика синтеза полимеров в концентрированных водных растворах акриламида (Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия), исследовано термохимическое окисление линейных акриловых сополимеров (Szczecin University of Technology, Польша), методом свободнорадикальной полимеризации получены привитые сополимеры на основе крахмала и акриловых мономеров, установлена взаимосвязь их структуры и свойств (Engineering and Technology Institute Groningen (ENTEG), Нидерланды), синтезированы полимеры с

антимикробной активностью на основе привитых сополимеров акриловых мономеров на хитозан, причем, последний сохраняет свою биологическую активность в составе сополимера (Институт высокомолекулярных соединений РАН, Россия) и (Eastern Academy of Science & Technology, Индия), получены гидрогели на основе крахмала, которые имеют потенциальное биомедицинское применение в качестве носителей для доставки лекарств Zhongshan (Sun Yat-sen) University, Китай), полибутилметакрилат получаемый посредством радикальной полимеризации в присутствии агентов передачи цепи, используется для реставрации и консервации памятников культуры (Институт химии и физики полимеров АН РУз, Узбекистан).

В настоящее время в мире исследования макромолекулярных систем проводятся по ряду приоритетных направлений, таких как синтез (со)полимеров различной структуры, обладающих высокими физико-химическими свойствами на основе ранее известных мономеров; применение новых экспериментальных методов для регулирования молекулярной массой полимеров; применение различных методов сополимеризации с целью синтеза сополимеров с определенной структурой; разработка современных методов получения сополимеров с необходимыми свойствами на основе полиолефинов, которые могут быть применены в качестве компатибилизаторов, необходимых для получения стабильных полимерных композиций полиолефинов с природными полисахаридами в качестве биоразлагаемых композиционных материалов. Благодаря комплексу физико-химических свойств, связанных со структурой сополимеров, ускоренными темпами расширяется их использование в различных отраслях промышленности.

Степень изученности проблемы. Во многих странах мира проводились исследования синтеза водорастворимых (со)полимеров акриламида методом радикальной полимеризации и их применению в различных областях. В развитии этого направления существенный вклад внесли L. Andrew Zydney, A. Appel Eric, H. Kaszmarek, H. Xu, V. Pillay, R. Kumar, C. Lefay, В.А. Кабанов, Ю.Д. Семчиков, В.П. Зубов, В.И. Лозинский, Г.З. Аксельрод, Н.Р. Прокапчук, В.Ф. Куренков, Л.В. Гандурина, Н.П. Крутько, Т.А. Байбурдов, А.А. Липин, А.В. Шибашов и ряд других исследователей. Однако, не исследованы процессы полимеризации акриламида в водном растворе в присутствии соединений, осложняющих процесс получения высокомолекулярного водорастворимого полиакриламида и эффективные методы регулирования молекулярно-массовых характеристик, необходимых для практического применения синтезированных (со)полимеров в качестве флокулянтов.

Для синтеза линейных, блочных и привитых сополимеров на основе акриловых мономеров используются методы как классической, так и псевдоживой радикальной полимеризации. В результате изучения свойств синтезированных полимеров созданы условия для их эффективного использования на практике. Научно-исследовательские работы в этом направлении проводили K. Matyjaszewski, M. Buback, R. Riccardo, H.-H. Johannes, H.V. Farmakalidis, Z. Czech, J. Stoulil, M.K. Khallaf, G. Qu, K. Ogino,

Zakir M. O. Rzaev, Xianru He, A. R. Oromiehie, Charles R. Russell, H.M. Seo, М.Б. Лачинов, М.Ю. Заремский, Е.В. Черникова, С.Н. Филатов, Д.Н. Емельянов, А.В. Томилина, Л.П. Круль, А.В. Комин, Н. Эль-Сайед, Е.А. Бектуров, С.Е. Кудайбергенов, Г.А. Мун и многие другие. Однако, не выяснен ряд вопросов, связанных с корреляцией структуры сополимеров акриловых мономеров и их свойств, что ограничивает возможности практического применения сополимеров.

В развитии этих направлений в нашей республике заметный вклад внесли академик С.Ш. Рашидова, академик М.А. Асқаров, академик А.Т. Джалилов, проф. У.Н. Мусаев и их научные школы, а также проф. Т.М. Бабаев, проф. М.Г. Мухамедиев, проф. Н.Р. Ашуров, проф. А.С. Рафиков, д.х.н. Н.Р. Воҳидова, д.т.н. А.А. Атаханов и другие ученые.

В то же время имеется недостаточно научных исследований направленные на получение линейных и привитых сополимеров на основе акриловых полимеров, обладающих заданной структурой и физико-химическими свойствами, обуславливающими эксплуатационные характеристики материалов на их основе, позволяющими использовать их в качестве пленкообразующих материалов, а также для производства композиционных материалов.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертация выполнена в рамках научных проектов Института химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан: ОТ-Ф7-01 «Нанополимерные системы, роль кинетических аспектов и электронного строения в создании материалов со специальными свойствами» (2017-2020 гг.); ПЗ 2017092222 «Комплексная переработка акрилонитрила с получением линейных (со)полимеров акриловой кислоты» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка экспериментальных подходов к получению макромолекул гомо- и сополимеров линейного и разветвленного строения на основе акриловых мономеров в условиях радикальной полимеризации, установление эффективных инструментов регулирования молекулярных характеристик, исследование физико-химических и структурных особенностей синтезированных полимеров, определяющих их эксплуатационные характеристики, а также установление областей их практического применения.

Задачи исследования:

изучение радикальной полимеризации акриламида в присутствии инициаторов окислительно-восстановительного типа в водном растворе, установление путей повышения молекулярной массы полимера при сохранении высокой растворимости в воде при использовании в качестве сырья раствора мономера, производимого на АО «Navoiyazot»;

исследование закономерностей синтеза сополимеров акриловой кислоты статистического строения методом радикальной полимеризации, получение сополимеров заданного состава и свойствами;

изучение структурных особенностей привитых сополимеров акриловой кислоты на низкомолекулярный полиэтилен и возможности их химического взаимодействия с крахмалом в полимерных композициях;

исследование свойств синтезированных сополимеров в зависимости от их строения, установление влияния структурных особенностей сополимеров акриловой кислоты на процессы термоокислительной деструкции сополимеров;

установление путей практического применения синтезированных гомо- и сополимеров в качестве водорастворимых неионогенных флокулянтов, полимерных растворов для реставрации археологических объектов и компатибилизаторов для композиционных материалов на основе полиэтилена;

разработка технологической схемы и лабораторного регламента получения гомо- и сополимеров на основе акриловых мономеров линейного и разветвленного строения.

Объектами исследования являются акриловая кислота, метилакрилат, акриламид, низкомолекулярный полиэтилен, хитозан *Bombyx Mori*, а также гомо- и сополимеры на их основе различного строения.

Предметом исследования является изучение механизмов радикальной бинарной и привитой (со)полимеризации ряда акриловых мономеров, исследование особенностей их структуры и строения, физико-химических свойств и практического применения.

Методы исследования. В исследованиях использованы инструментальные методы- титрование, вискозиметрия, элементный анализ, ИК-Фурье-, УФ-спектроскопия, гель проникающая хроматография- ГПХ, рентгеноструктурный анализ, дифференциальный термический анализ (ДТА), дифференциальная сканирующая колориметрия (ДСК), микроскопические методы (АСМ и оптическая микроскопия), теоритические и физико-механические методы исследования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлены закономерности синтеза полиакриламида, в условиях окислительно-восстановительного инициирования в водном растворе. Установлении корреляций условий синтеза с молекулярно – массовыми характеристиками полиакриламида;

впервые показана возможность эффективного влияния добавок хитозана на процесс полимеризации и молекулярную массу полиакриламида что открывает перспективы разработки способов синтеза высокомолекулярного водорастворимого полиакриламида с использованием в качестве сырья раствора мономера, производимого на АО «Navoiyazot»;

показаны особенности синтеза сополимеров акриловой кислоты различного строения. Особенностью синтеза является образование водородных связей между молекулами акриловой кислоты, оказывающих влияние как на синтез статистических сополимеров на основе метилакрилата и акриловой кислоты, так и на свойства сополимеров;

впервые синтезированы привитые сополимеры акриловой кислоты на низкомолекулярный полиэтилен методом Grafting from в условиях

радикального инициирования. Полученные результаты позволяют получать сополимеры заданного состава с достаточно высокой эффективностью прививки;

впервые установлено, что звенья акриловой кислоты способны к взаимодействию с макромолекулами крахмала в композициях с полиэтиленом;

установлена корреляция структуры и термических свойств сополимеров акриловой кислоты и композиций.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана эффективного способа получения полиакриламида из водного раствора мономера, производимого на АО «Navoiyazot» с высокой молекулярной массой при сохранении высокой растворимости в воде;

синтезированный полиакриламид применен в качестве неионогенного флокулянта при очистке промышленных сточных вод от механических примесей на ООО «Qizilqum fosforit kompleksi»;

статистические сополимеры акриловой кислоты и метилакрилата отвечают всем основным критериям необходимым для их применения в практике реставрации археологических объектов, в зависимости от состава сополимеров, они могут использовать их в практике реставрации объектов различной природы после нанесения на поверхность объекта сохраняют свою растворимость и при необходимости могут быть удалены из объекта;

показана возможность получения привитых сополимеров, синтезированных на основе низкомолекулярного полиэтилена и акриловой кислоты, которые могут использоваться в качестве компатибилизаторов для получения композиций на основе крахмала и полиэтилена, а также для улучшения термостабильности саженаполненных композиций полиэтилена.

Степень достоверности проведенных исследований обеспечивается тем, что результаты по синтезу и исследованию физико-химических свойств (со)полимеров акриловых мономеров получены с применением современных экспериментальных и теоретических (квантово-химические расчеты) методов, а также тем, что выводы диссертационной работы хорошо согласуются с основными положениями химия высокомолекулярных соединений.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследования заключается в установлении влияния хитозана на синтез и молекулярно массовые характеристики полиакриламида, получаемого радикальной полимеризацией в водном растворе в присутствии окислительно-восстановительных инициаторов при умеренных температурах. Полученные закономерности дали возможность разработать способы получения высокомолекулярного полиакриламида, статистических сополимеров акриловой кислоты с метилакрилатом и привитых сополимеров на низкомолекулярный полиэтилен. Установлены механизмы полимеризационных процессов и эффективные подходы их регулирования с целью получения макромолекул с заданной структурой. Исследования структуры, особенностей термического поведения сополимеров позволили установить наличие межмолекулярных

взаимодействий, влияющих на физико–химические свойства сополимеров и обуславливающих эксплуатационные характеристики синтезированных сополимеров и композиций на их основе.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что показаны конкретные пути практического применения синтезированных сложных систем на основе акриловых мономеров. Синтезирован неионогенный полиакриламид с высокой молекулярной массы из водного раствора мономера производимого на АО «Navoiyazot», который в отличие от производимого аналога имеет лучшую растворимость в воде и прошел успешную апробацию в качестве флокулянтов для очистки сточных вод. Варьируя состав сополимера акриловой кислоты и метилакрилата получены статистические сополимеры в широком диапазоне гидрофильно-гидрофобных свойств, которые отвечают всем основным критериям необходимым для его применения в практике реставрации археологических объектов. Полученные новые привитые сополимеры акриловой кислоты и низкомолекулярного полиэтилена, имеют перспективу для их практического применения в качестве компатибилизаторов в композициях полиолефинов. способствующих эффективному смешению крахмала и полиэтилена, что важно для получения биоразлагаемых материалов. Также установлено, что применение в качестве добавки привитого сополимера в композициях полиэтилена с техническим углеродом способствует повышению термостойкости саженаполненных композиций, что важно для производства трубной продукции из полиэтилена.

Внедрение результатов исследования. На основе достигнутых результатов по синтезу гомо- и сополимеров на основе акриловых мономеров: свойства и применение:

внедрен в практику ООО «Shurtan gaz kimyo majmuasi» привитой сополимер, полученный на основе прививки акриловой кислоты на низкомолекулярный полиэтилен для получения саженапольненных суперконцентратов (справка ООО «Shurtan gaz kimyo majmuasi» №030/2167 от 26 апреля 2021 года). Добавление 5-10% привитого сополимера НМПЭ:АК в сажевые полиэтиленовые композиции ООО "Shurtan gaz kimyo majmuasi" позволило повысить термостойкость суперконцентратов по ГОСТ 18599 на 4-6 минут;

водорастворимый полиакриламид, синтезированный из водного раствора акриламида, производимого в АО «Navoiyazot», использован в качестве флокулянта для очистки сточных вод технологической пульпы отделения промывки цеха по производству фосфоритного концентрата ООО «Qizilqum fosforit kompleksi» (справка АК «O`zkiyosanoat» №23-3-1918 от 25 мая 2021 года). В результате появилась возможность значительно упростить технологию получения водорастворимого импортозамещающего флокулянта на основе синтезированного высокомолекулярного полиакриламида;

результаты по исследованию свойств растворов (со)полимеров акриловых мономеров, синтезированных радикальной полимеризацией были использованы в прикладном проекте №А-4-13 «Разработка технологии

получения нановолокнистого нетканого материала на основе сополимера шелкового фиброина, хитозана и акрилонитрила методом электроспиннинга”, при исследовании взаимодействий, протекающих в разбавленных растворах и молекулярно-массовых характеристик (со)полимеров акриловых мономеров синтезированных в присутствии окислительно-восстановительного инициатора (справка Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека №04/11-4418 от 26 августа 2021 года). В результате была исследована морфология нановолокнистого материала, которую контролировали путем изменения молекулярно-массовых характеристик полимеров, создавая возможность сохранения структуры волокна в нейтральной и низкоосновной среде и исследованы сорбционные свойства по отношению к парам воды.

Апробация результатов исследований. Результаты исследования изложены в виде докладов и прошли апробацию на 3 международных и 17 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 30 научных работ, из них 10 научных статей, в том числе 7 в Республиканских и 3 в зарубежном журнале, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторской диссертаций (DSc).

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 184 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, выявлены объекты и предмет исследований, определено соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, обоснованы их достоверность, изложены научная новизна и практические результаты исследований, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, внедрение их в практику, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации “**Полимеризация акриловых мономеров в растворе**” рассмотрены вопросы получения гомо и сополимеров различного строения на основе акриламида (АА), метилакрилата (МА) и акриловой кислоты (АК).

Полимеризация акриламида в растворе. В Узбекистане выпускается водный раствор акриламида с концентрацией мономера 10-12% производства АО «Navoiyazot», полученный аммиачным методом, на основании которого получают неионогенный флокулянт. Однако, данный флокулянт имеет существенный недостаток, связанный с плохой растворимостью в воде. В

связи с этим, исследования были направлены на разработку экспериментальных подходов, направленных на синтез полиакриламида (ПАА) с высокой молекулярной массой (ММ) до глубоких степеней превращения, которые отличаются хорошей растворимостью в воде и могут быть использованы в качестве неионогенных флокулянтов.

Синтез полимеров осуществляли по радикальному механизму в колбе, снабженной мешалкой, инициирования окислительно-восстановительной системой персульфата калия (ПСК) - пиросульфита натрия (ПСН) в водном растворе. При этом, концентрация инициатора ПСК- $1,0 \times 10^{-4}$ - $1,0 \times 10^{-3}$ моль/л, концентрация ПСН- $2,0 \times 10^{-5}$ - $1,0 \times 10^{-4}$ моль/л. Синтез осуществляли в интервале температур 20-40⁰С. В процессе синтеза осуществляли измерение кинематической вязкости реакционной смеси с помощью стеклянного капиллярного вискозиметра ВПЖ-2. Переосаждение полимеров осуществляли в гексане.

Исследована зависимость вязкости реакционной смеси от времени синтеза при различных условиях синтеза. На начальном этапе синтеза вязкость реакционной смеси возрастает незначительно. Однако после достижения определенной степени превращения наблюдается резкое увеличение вязкости реакционной смеси, вызванное, очевидно, гелем эффектом. Важно отметить, что при этом полученный ПАА сохраняет свою растворимость. Однако, когда реакцию полимеризации проводили при температуре 40⁰С и выше то наблюдалось формирование трехмерной структуры через 15 минут после начала синтеза.

На рис. 1 приведены зависимости характеристической вязкости водного разбавленного раствора ПАА от температуры синтеза. При увеличении температуры синтеза от 20 до 30⁰С, величина $[\eta]$ изменяется незначительно. Дальнейшее увеличение температуры до 35⁰С приводит к снижению характеристической вязкости. Для установления молекулярно массовых характеристик полученных полимеров, методом гелевой – проникающей хроматографии (ГПХ) исследован ряд образцов ПАА, которые синтезировали при различных концентрациях ПСК и ПСН и температурах.

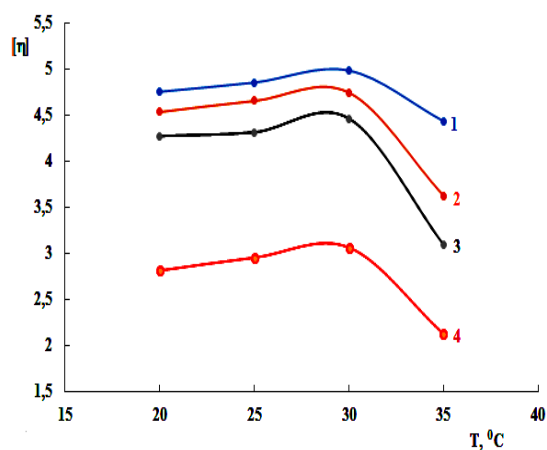


Рис. 1. Зависимость характеристической вязкости $[\eta]$ (дл/г) раствора реакционной массы от времени синтеза при различных концентрациях иницирующей системы: ПСК-ПСН= $1 \cdot 10^{-4}/2 \cdot 10^{-5}$ моль/л (1), $2,5 \cdot 10^{-4}/3 \cdot 10^{-5}$ моль/л (2), $5 \cdot 10^{-4}/5,0 \cdot 10^{-5}$ моль/л (3), $1,0 \cdot 10^{-3}/2,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л (4). Растворитель вода, $[M]=1,5$ моль/л.

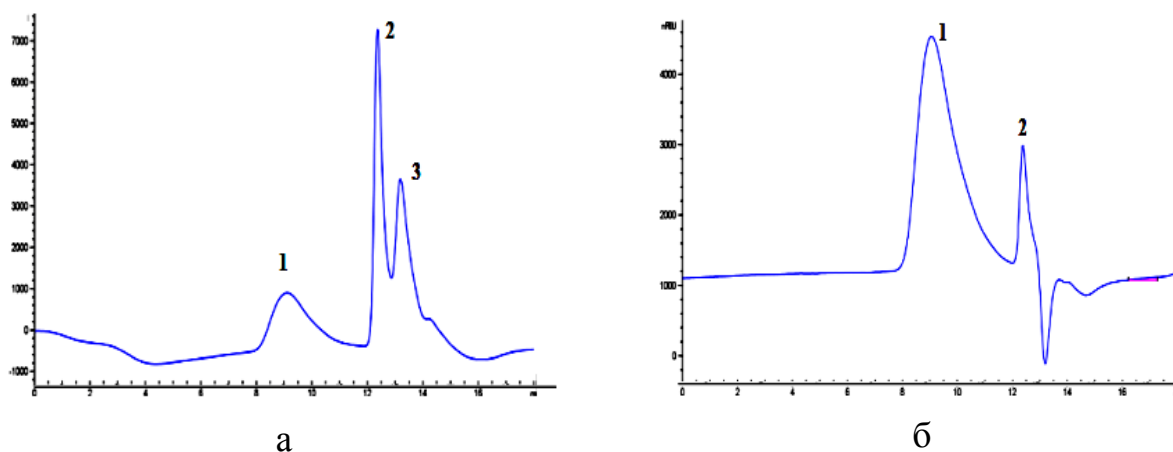


Рис. 2. Хроматограммы образцов ПАА с низким (а) и высоким (б) содержанием высокомолекулярной фракций. Условия синтеза: а- [ПСК] = 1×10^{-4} моль/л, [ПСН] = 2×10^{-5} моль/л, $T = 20^{\circ}\text{C}$; б- [ПСК] = 1×10^{-4} моль/л, [ПСН] = 2×10^{-5} моль/л, $T = 35^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1
Инкременты молекулярных масс образцов ПАА, синтезированных при различных условиях

№	$T, ^{\circ}\text{C}$	$M_n \times 10^{-5}$	$M_w \times 10^{-5}$	$M_n \times 10^{-5}$	Массовая доля высокомолекулярной фракции	M_w/M_n для высокомолекулярной фракции
$\text{ПСК} = 1 \times 10^{-4}$ моль/л, $\text{ПСН} = 2 \times 10^{-5}$ моль/л						
1	20	4,0	4,5	3,5	45	1,3
2	25	4,5	5,9	3,5	20	1,7
3	30	4,0	4,6	3,5	85	1,3
4	35	4,5	5,6	3,8	90	1,5
$\text{ПСК} = 5 \times 10^{-4}$ моль/л, $\text{ПСН} = 5 \times 10^{-5}$ моль/л						
5	20	4,0	5,3	3,1	25	1,7
6	25	3,5	5,3	2,1	60	2,5
7	30	3,5	4,3	2,9	60	2,2
8	35	3,2	4,8	2,2	87	1,5

Синтезированный ПАА имеет полимодальное распределение и в основном состоит из 3 фракций. Анализ массовой доли фракций, показывает, что при понижении температуры синтеза до 20°C в системе возрастает массовая доля низкомолекулярных фракций. Напротив, при температуре $30-35^{\circ}\text{C}$ массовая доля низкомолекулярной фракции мала (табл. 1.).

Анализ результатов, приведенных в таблице 1 показывает следующее:

1. При всех температурах синтеза, увеличение концентрации иницирующей системы приводит к снижению ММ. Это явление в целом, является общим для радикальной полимеризации.

2. При концентрации иницирующей системы $\text{ПСК}:\text{ПСН} = 5 \times 10^{-4} / 5 \times 10^{-5}$ моль/л наблюдается небольшое снижение ММ с ростом температуры 4-3,5-

3,5-3,2. Однако при более низкой концентрации иницирующей системы не наблюдается зависимости от температуры.

3. Величины полидисперсности обычные для радикальной полимеризации от 1,5 до 2,2 свидетельствуют о смешанном обрыве-рекомбинация и диспропорционирование и передача цепи.

4. Низкие значения полидисперсности 1,3 для двух образцов вероятно вызваны тем, что эти значения относятся только к основной высокомолекулярной фракции без учета доли полимера в других фракциях.

Также были проведены исследования водных растворов ПАА методом двойного лучепреломления, которые подтверждают что исследуемые образцы ПАА имеют полимодальное распределение молекулярных масс у которых гидродинамические радиусы находятся в пределах от нм диапазона до микронного размера.

Для сопоставления синтезированы образцы ПАА с использованием чистого АА в качестве мономера. Условия синтеза полимера, и его характеристическая вязкость приведены в таблице 2.

Таблица 2

Синтез и молекулярно-массовые характеристики полиакриламида (из чистого акриламида). $T=30^{\circ}\text{C}$, $[\text{AA}]=1,5$ моль/л

№	ПСК, моль/л	ПСН, моль/л	$[\eta]$, дл/г	$M_{\eta} \times 10^{-6}$
1	$1,0 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-5}$	9,86	5,01
2	$5,0 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-5}$	8,49	3,99

Сопоставление результатов рис. 1 и табл. 2 показало, что $[\eta]$ ПАА, синтезированного из чистого мономера при сопоставимых условиях синтеза существенно выше, чем у ПАА, синтезированного из мономерной смеси производства АО «Navoiyazot». Кроме того, по данным ГПХ установлено, что образцы, синтезированные из чистого акриламида имеют унимодальное ММР. Очевидно, что особенностью синтеза ПАА из мономерной смеси АО «Navoiyazot» является осложнение реакции за счет наличия в реакционной смеси примесей, играющих роль передатчиков цепи.

Таким образом, полимеризация акриламида, производимого на АО «Navoiyazot» в присутствии окислительно-восстановительной системы при умеренных температурах протекает с гель-эффектом и не сопровождается образованием трехмерной структуры. Это позволяет синтезировать водорастворимые полимеры АА до глубоких степеней превращения. Оптимальной температурой для проведения полимеризации АА из мономерного раствора АО «Navoiyazot» является 35°C при которой наблюдается максимальная массовая доля высокомолекулярной фракции. Однако, недостатком синтезированного ПАА является его невысокая ММ, что ограничивает эффективность его применения в качестве флокулянтов. В связи с этим, дальнейшие исследования были направлены на разработку способов повышения ММ ПАА при его синтезе.

В предыдущих наших работах было показано, что при полимеризации АК в присутствии хитозана (ХЗ) наблюдается макромолекулярный эффект, связанный с ускоряющим влиянием природного полисахарида как на скорость полимеризации, так и на процесс формирования трехмерной структуры². В настоящей работе нами исследовано влияние ХЗ на ММ ПАА. Использовали ХЗ *Bombyx Mori* из куколок тутового шелкопряда (ХЗ), производства ИХФП АН РУз. ММ 110 тыс. и степень деацетилирования 85%. В таблице 3 приведены результаты определения характеристических вязкостей ПАА, полученного при различных условиях в присутствии ХЗ.

Таблица 3

Влияние концентрации ХЗ *Bombyx Mori* в реакционной массе на характеристическую вязкость $[\eta]$ полученных сополимеров АА.

$[\text{ПСК}] = 1,0 \times 10^{-4}$ моль/л, $[\text{ПСН}] = 2,0 \times 10^{-5}$ моль/л

№	ХЗ, %	$[\eta]$, дл/г.	ХЗ, %	$[\eta]$, дл/г.
	25 ⁰ С		30 ⁰ С	
1	0	4,85	0	4,98
2	0,05	5,01	0,05	5,35
3	0,1	5,65	0,1	6,88
4	0,15	6,62	0,15	8,51
5	0,2	7,51	0,2	9,91
6	0,25	4,17	0,25	4,51
7	0,3	2,5	0,3	3,46

Характеристическая вязкость ПАА, полученного в присутствии ХЗ существенно выше таковой, получено в аналогичных условиях, но в отсутствие ХЗ. Причем, увеличение характеристической вязкости наблюдается до концентраций ХЗ 0,2%. Выше этой концентрации наблюдается понижение характеристической вязкости. Похожие результаты были обнаружены³. Авторы использовали ХЗ Российского производства с ММ 303000. В диапазоне концентраций ХЗ от 0 до 0,4% обнаруживается увеличение характеристической вязкости сополимеров примерно от 6,2 до 7,5 дл/г. В нашем же случае, при применении ХЗ из куколок тутового шелкопряда в диапазоне концентраций ХЗ от 0 до 0,2% увеличение характеристической вязкости почти двукратное (табл. 3). При этом, параллельно с процессом гомополимеризации АА наблюдается также привитая сополимеризация АА на ХЗ, что было подтверждено выделением сополимеров на начальных степенях превращения и их исследований методом ИК-спектроскопии.

Ускоряющее действие ХЗ на процесс полимеризации ряда мономеров обнаружено также ранее при исследовании привитой сополимеризации ряда

² Аббарова З.М. Синтез акриловой кислоты из акрилонитрила и суперабсорбента на ее основе: Дисс. ... PhD. хим. наук. –Т.: ИХФП АН РУз, 2019. – 117 с.

³ Романевич А.С. и др. Привитая радикальная (со)полимеризация акриламида и акриловой кислоты на хитозан. «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии». Межвузовский сб. научных трудов XIV Всероссийской конф. молодых ученых с международным участием. Саратов, 2020. 1–31 октября. –С. 137-139.

мономеров на ХЗ^{4,5}. Такое ускорение объяснялось с позиций локального увеличения концентрации мономера в зоне роста привитой цепи, что было подтверждено методом равновесного диализа.

Таким образом, при полимеризации АА, осложненной наличием в растворе агентов передачи цепи наблюдается полимодальное ММР с наличием существенной доли низкомолекулярной фракции, соотношение низко- и высокомолекулярных фракций зависит от температуры синтеза и увеличивается в пользу высокомолекулярной фракции с ростом температуры. В целом, в системе, осложненной наличием примесей наблюдаются более низкие значения ММ чем при синтезе АА из чистого мономера. Установлено, что полимеры с высокой ММ могут быть получены в присутствии небольших количеств ХЗ в реакционной смеси. Это явление может быть использовано для цели получения высокомолекулярного ПАА, который может использоваться в качестве неионогенных флокулянтов. При этом, формирование определенной доли привитого сополимера ХЗ:АА не оказывает негативного влияния на растворимость образцов полимеров.

Во второй главе диссертации под названием «**Получение и свойства модифицированного низкомолекулярного полиэтилена**» был рассмотрен синтез привитых сополимеров на основе акриловой кислоты и низкомолекулярного полиэтилена и изменение их свойств в результате их взаимодействия с крахмалом.

Синтез привитых сополимеров низкомолекулярного полиэтилена и акриловой кислоты. Сложность формирования композиционных материалов заключается в том, что большинство полимеров термодинамически несовместимы друг с другом. Решить эту проблему возможно используя блочные или привитые сополимеры, которые в своем составе имеют звенья способные к взаимодействию с компонентами, составляющими композицию.

Нами впервые синтезированы привитые сополимеры низкомолекулярного полиэтилена (НМПЭ) и акриловой кислоты (АК). Синтез подобных сополимеров интересен тем, что в них сочетаются как блоки, содержащие олефиновые гидрофобные звенья, так и последовательности звеньев АК, способные к взаимодействию с полисахаридами. Это дает возможность применять данный сополимер в качестве компатибилизатора для создания композиций полиэтилена и природных полисахаридов.

Синтез привитых сополимеров осуществляли по радикальному механизму при 95⁰С при различных соотношениях [НМПЭ]:[АК] в атмосфере азота. Факт образования привитых сополимеров подтвержден методами гравиметрии и ИК-Фурье спектроскопии. Варьируя соотношение НМПЭ и АК в реакционной смеси можно синтезировать сополимеры с высоким содержанием АК. Степени и эффективности прививки (СП и ЭП) приведены на рис. 3.

⁴ Нудьга Л.А. Структурно-химическая модификация хитина, хитозана и хитин – глюкановых комплексов: Автореферат дисс... докт. хим. наук. -Санкт Петербург. 2006. - 39 с.

⁵ Дергунов С.А. Синтез и физико-химические свойства новых привитых сополимеров на основе хитозана и некоторых гидрофильных мономеров: Автореферат дисс... канд. хим. наук. -Алматы. 2005. - 17 с.

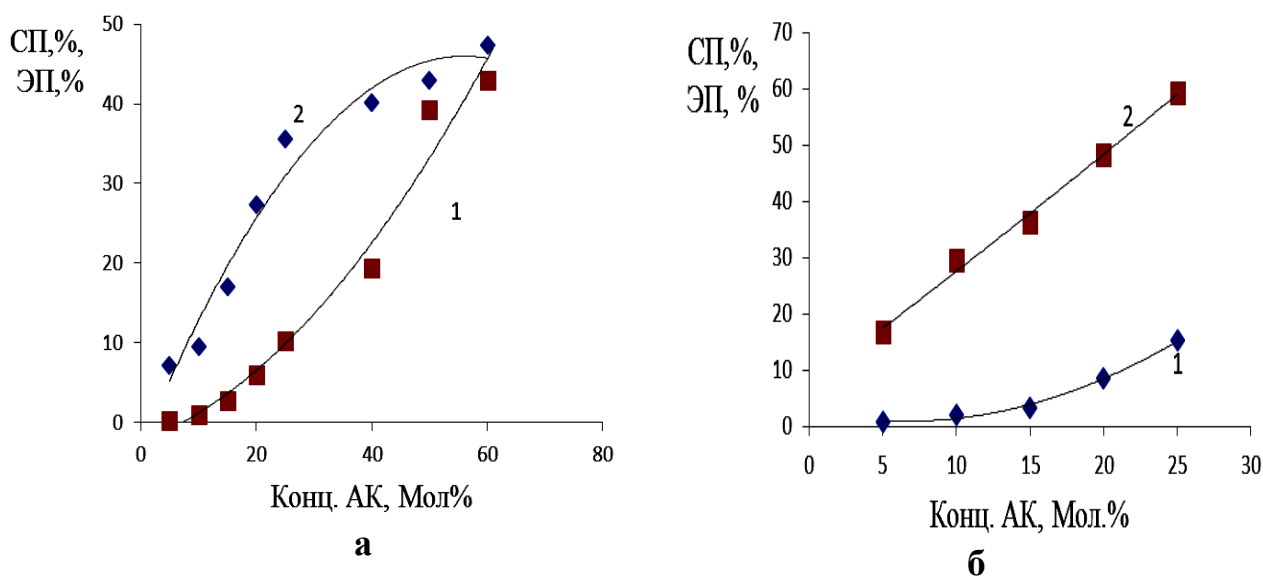


Рис. 3. Зависимость степени (1) и эффективности (2) прививки от концентрации АК в реакционной смеси. [ПБ] = $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л (а), [ПБ] = $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л (б).

Увеличение содержания АК в реакционной смеси приводит к росту как степени, так и эффективности прививки. Причем, как видно из рис. 3 (а), эффективность прививки практически перестает увеличиваться при достижении 40-45%.

Увеличение концентрации АК в реакционной смеси также приводит к закономерному росту содержания звеньев АК в сополимере. Этому же в определенной мере способствует проведение синтеза при более низкой концентрации инициатора.

Рентгеноструктурный анализ синтезированных сополимеров показывает закономерное уменьшение степени кристалличности сополимера от 59 до 19% при увеличении содержания в нем АК, связанное очевидно с тем, что наличие в макромолекулах боковых цепей, состоящих из последовательностей звеньев АК, затрудняет ориентацию макромолекул.

Взаимодействие модифицированного низкомолекулярного полиэтилена с крахмалом. Исследовано химическое взаимодействие крахмала и модифицированного акриловой кислотой НМПЭ для установления возможности его практического применения в качестве компатибилизатора в композициях полиэтилен-крахмал. Приготовление смесей модифицированного НМПЭ и кукурузного крахмала осуществляли на лабораторной установке в условиях сдвигового поля. Для проведения экспериментов синтезированы привитые сополимеры в соотношениях НМПЭ:АК 60:40 (СПЛ-1) и 90:10 (СПЛ-2). Эти сополимеры смешивали на лабораторной установке с крахмалом в соотношении сополимер: крахмал 4:1 и 1:4. Смешение осуществляли при 130°C в течение 30 мин. Проведены ИК-спектроскопические исследования смесей (рис. 4).

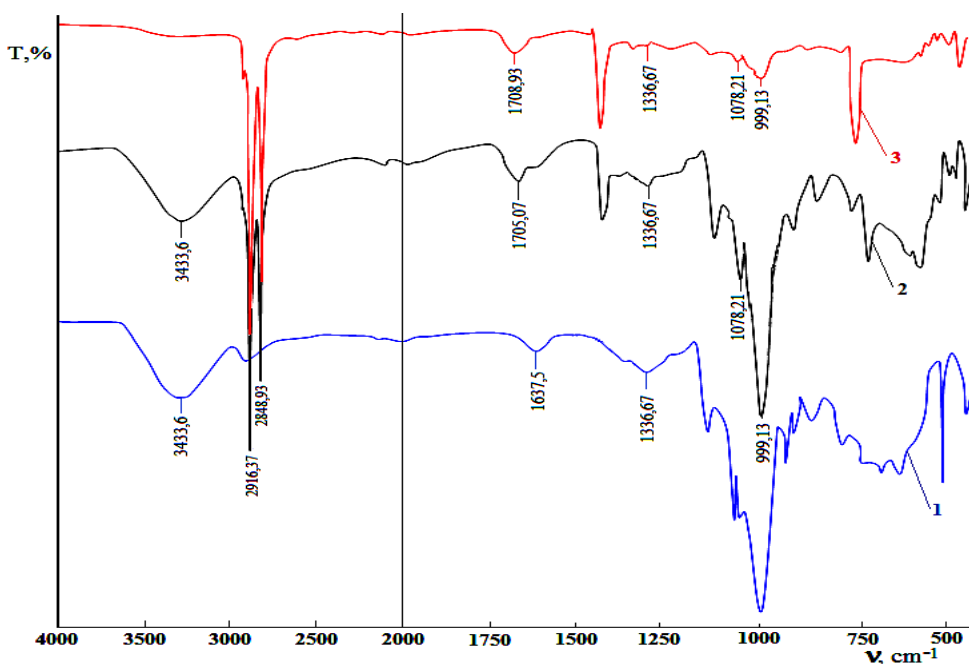
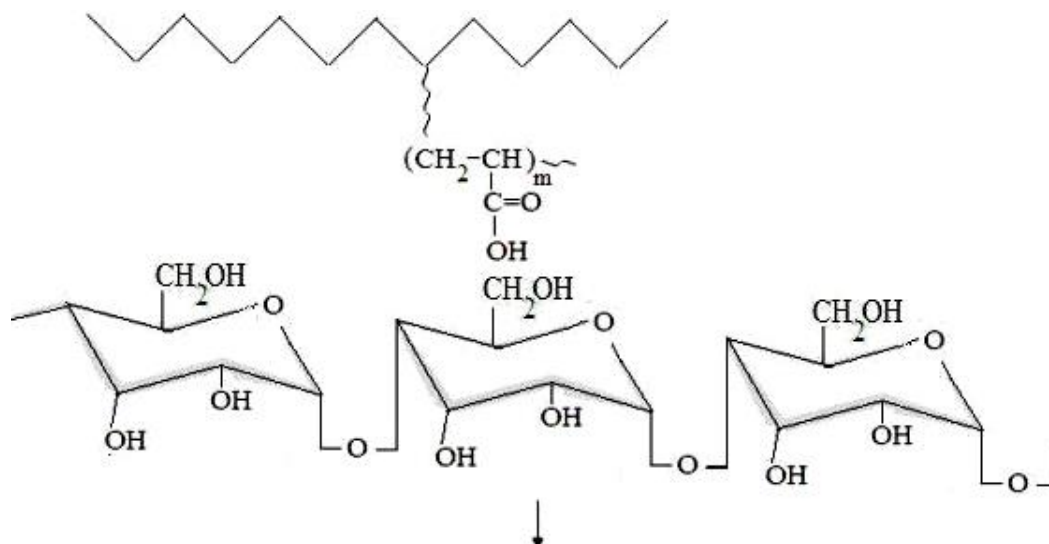
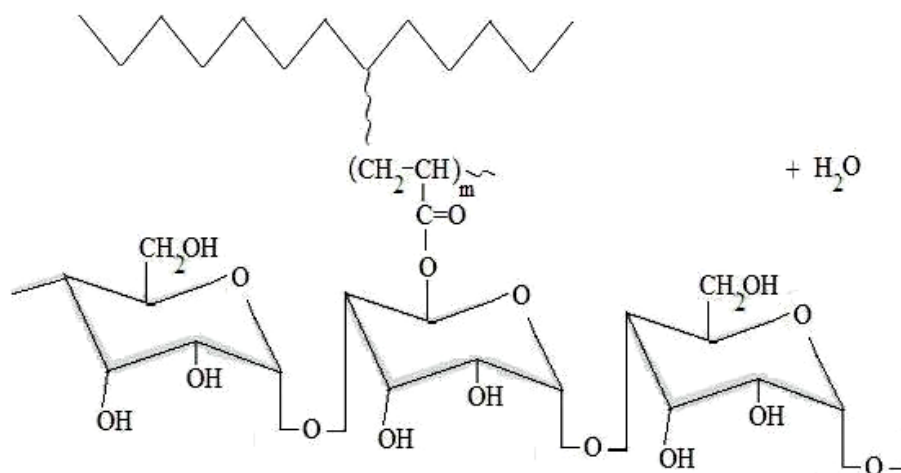


Рис. 4. ИК- спектр крахмала (1) смеси сополимера с крахмалом при соотношении 4:1 (2), при соотношении 1:4 (3).

Для композитов СПЛ-1 и СПЛ-2 с крахмалом наблюдаются полосы поглощения ОН групп, участвующих в меж- и внутримолекулярных водородных связях. Появление полосы при $1336,67 \text{ см}^{-1}$ характеризует асимметричное валентное колебания С–О связи сложноэфирной группы которое образуется за счет взаимодействия карбоксильной группы СПЛ-1 и СПЛ-2 с гидроксильной группой крахмала. Интенсивность этой полосы зависит от содержание акриловой кислоты в сополимере. Рентгеноструктурный анализ полимерных смесей показал, что увеличение содержания крахмала в композициях приводит к снижению степени кристалличности от 45 до 16% при смешении с СПЛ-1 и от 58 до 26% для СПЛ-2. Вероятно, при смешении привитого сополимера с крахмалом происходит формирование тройного сополимера НМПЭ-АК-крахмал за счет образования сложноэфирной связи при взаимодействия карбоксильных групп звеньев АК сополимера и гидроксильных групп крахмала.





Снижение степени кристалличности может свидетельствовать об изменении условий кристаллизации и являться следствием формирования в смеси тройного сополимера. Эти результаты открывают перспективу применения синтезированных привитых сополимеров в качестве компатибилизаторов в биоразлагаемых полимерных композициях на основе полиэтилена и крахмала.

В третьей главе диссертации «Свойства и структурные особенности сополимеров акриловой кислоты» представлены результаты исследований физико-химические свойства привитых и статистических сополимеров АК.

Установлено, что увеличение содержания звеньев АК в составе привитого сополимера НМПЭ:АК приводит к закономерному росту температуры плавления от 110°C для немодифицированного НМПЭ и до 130°C при СП = 60-80%. Это явление связано как с увеличением ММ привитого сополимера по сравнению с НМПЭ, так и с усилением межмолекулярных взаимодействий, обусловленных присутствием карбоксильных групп звеньев АК.

Дериватографические исследования привитых сополимеров НМПЭ:АК показали, что температура начала разложения T_{10} существенно смещается в сторону более высоких температур при переходе от НМПЭ к привитому сополимеру (табл. 4). Причем, это смещение тем больше, чем больше содержание звеньев АК в сополимере.

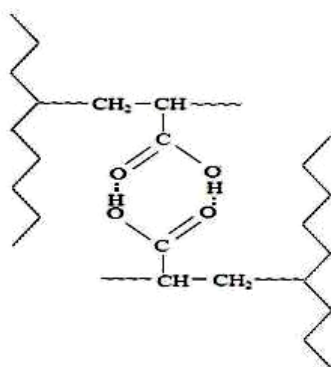
Таблица 4

Величины эффективной энергии активации термоокислительного разложения (E_A) изучаемых (со)полимеров

№ п/п	Соотношение образцов НМПЭ-АК (соотношение в % масс.)	Температура при потере массы в %, указанной в индексе, $^{\circ}\text{C}$			E_A , кДж/моль
		T_{10}	T_{20}	T_{50}	
1	100-0	267	312	380	33,03
2	90-10	303	332	410	45,97
3	60-40	320	340	400	50,34
4	0-100	185	243	351	17,7

Температура начала разложения T_{10} привитых сополимеров, синтезированных при мольном соотношении НМПЭ:АК 90:10 и 60:40, содержащих в своем составе 7 и 10 мол % звеньев АК соответственно, превышает таковую у НМПЭ на 36-57⁰С. Также энергия активации начала разложения у привитых сополимеров выше, чем у НМПЭ и ПАК. Такое явление ранее было известно для привитых сополимеров обычного высокомолекулярного полиэтилена с АК⁶. Это явление в нашем случае также можно объяснить с позиций проявления микрогетерогенности композиции. Блоки ПАК будучи термодинамически несовместимыми с молекулами НМПЭ выделяются в частицы микрофазы, которые фиксируют связанные с ними химически цепи НМПЭ, тем самым, снижая их подвижность.

Предполагаемый механизм взаимодействия звеньев АК может выглядеть следующим образом:



Образование такой пространственной структуры, узлами которой являются, частицы микрофазы приводит к повышению термостойкости НМПЭ.

Образование структуры, показанной на схеме неизбежно должно повлиять на вязкость расплава композиций полиэтилена. Были получены композиции полиэтилена высокого давления (ПЭВД) с НМПЭ и привитыми сополимерами НМПЭ:АК различного состава и определены значения показателя текучести расплава (ПТР) при, нагрузка 5,0 кгс.

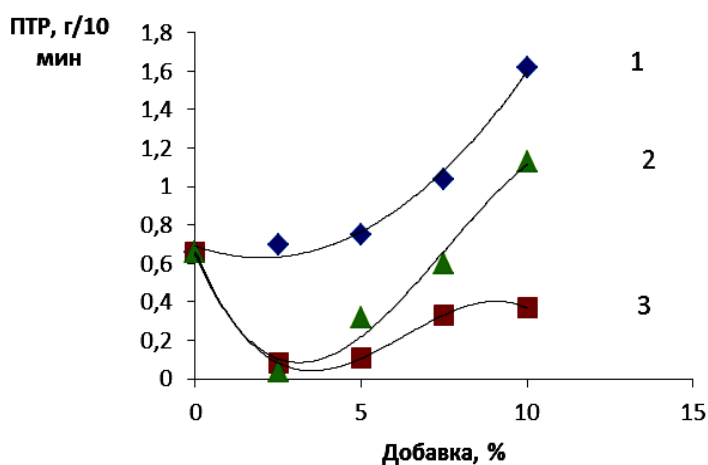


Рис. 5. Зависимость ПТР композиции ПЭВД от количества добавки НМПЭ (1), привитого сополимера НМПЭ:АК (90:10) (2), привитого сополимера НМПЭ:АК (60:40) (3). $T = 190^{\circ}\text{C}$. Нагрузка 5,0 кг.

⁶ Круль Л.П. и др. Получение макрогетерогенных привитых пленок полиэтилен-полиакриловая кислота и исследование их термомеханических свойств // Высокомолек. соед. 1989 –Сер. А. –Т. 31, №9. –С. 1810-1814.

Добавка НМПЭ приводит к увеличению ПТР композиции, которое наблюдается при содержании НМПЭ в композиции более 5%. НМПЭ имеет молекулярные массы несопоставимо меньшие по сравнению с ПЭВД и это объясняет эффект снижения вязкости расплава композиции при его разбавлении. То есть, немодифицированный НМПЭ действует как лубрикант. Иная картина наблюдается для композиций ПЭВД с привитым сополимером НМПЭ:АК. Добавление 2,5-5,0% модифицированного НМПЭ в композицию приводит к значительному снижению ПТР как для НМПЭ:АК 90:10, так и для НМПЭ:АК 60:40. Дальнейшее увеличение содержания привитого сополимера в композиции приводит к росту ПТР, причем этот рост более значительный для сополимера НМПЭ:АК 90:10. Объяснить это явление можно следующим образом. Несмотря на прививку АК, ММ привитого сополимера НМПЭ:АК остается несопоставимо более низкой по сравнению с ММ ПЭВД. В композиции протекают 2 конкурирующих процесса- структурирование за счет взаимодействия карбоксильных групп звеньев АК, которое повышает вязкость расплава и разбавление композиции более низкомолекулярным по сравнению с ПЭВД привитым сополимером.

При низких содержаниях привитого сополимера в композиции структурирование по предложенной выше схеме имеет место, а эффект разбавления незначителен из-за низкого содержания сополимера в композиции. Это подтверждается данными кривой 1 рисунка 5. При низком содержании немодифицированного НМПЭ он практически не влияет на ПТР. Напротив, при содержании добавки более 5% эффект разбавления ПЭВД низкомолекулярным соединением начинает играть свою роль, повышая ПТР. Причем этот эффект более ярко выражен для немодифицированного НМПЭ, менее существенно выражен для сополимера НМПЭ:АК 90:10 и еще слабее проявляется при добавлении НМПЭ:АК 60:40. Увеличение содержания звеньев АК в сополимере закономерно приводит к увеличению количества узлов сетки зацеплений в композиции, что способствует повышению вязкости расплава.

Наличие микрогетерогенности подтверждается исследованиями композиций ПЭВД и привитого сополимера НМПЭ:АК методом атомной силовой микроскопии (АСМ). В полимерных смесях наблюдается хорошее распределение частиц дисперсной фазы, размеры которых от 300 нм до 500 нм. Дисперсная фаза, очевидно состоит из молекул привитого сополимера НМПЭ:АК, где звенья акриловой кислоты способны взаимодействовать друг с другом, образуя наноразмерные ассоциаты.

Таким образом, наличие последовательностей звеньев АК в привитых сополимерах НМПЭ:АК оказывает существенное влияние как на свойства самих сополимеров, так и на свойства композиций с их участием, вызванное, вероятно протеканием межмолекулярных взаимодействий имеющихся карбоксильных групп. В связи с этим, можно предположить, что привитые сополимеры имеют перспективу применения в качестве добавок улучшающих свойства композиций на основе полиэтилена, в частности, их

термостабильность. В работе получены саженаполненные композиции трубных марок полиэтилена и показано, что добавка в композицию привитых сополимеров в количестве 5-10% приводит к увеличению термостабильности на 4-6 мин по ГОСТ 18599.

Наличие звеньев АК оказывает существенное влияние на свойства не только привитых, но и статистических сополимеров. Нами синтезированы статистические сополимеры метилакрилата (МА) и АК и исследовано влияние состава сополимера на их термостойкость. Установлено, что зависимость температуры начала разложения от состава имеет сложный характер. Появление небольшого количества звеньев АК в сополимере (до 20-30%) приводит к существенному увеличению его термостойкости. Дальнейшее увеличение содержания звеньев АК (от 30 до 70%) приводит к уменьшению термостойкости до величин, характерных для гомополимера МА. При увеличении содержания звеньев АК от 70 до 100% термостойкость снова несколько увеличивается. Такое влияние звеньев АК на термостойкость сополимеров также связано, вероятно, с протеканием межмолекулярных взаимодействий имеющихся карбоксильных групп.

В четвертой главе диссертации **“Практические свойства (со)полимеров акриловых мономеров”** представлены возможности практического применения образцов, полученных на основе синтеза.

Полиакриламид в качестве флокулянта для очистки сточных вод. Неионогенные флокулянты применяются, в частности, в промышленности для осаждения твердых частиц из технологической пульпы отделения промывки. Для этих целей используется, в частности, неионогенный флокулянт ПРАЕСТОЛ 2500 на основе полиакриламида с высокой ММ. Нами предложено использовать для этих целей ПАА, синтезированный из мономерного раствора производства АО «Navoiyazot». Синтез был осуществлен в присутствии иницирующей системы ПСА-ПСН при 30⁰С в условиях ПСК/ПСН = 1×10⁻⁴/2×10⁻⁵ (образец 1 (0,1% разбавленный раствор) и 3 (0,2% разбавленный рствор)), ПСК/ПСН = 5×10⁻⁴ /5×10⁻⁵ (образец 2 (0,1% разбвленный раствор)). Образцы были испытаны на технологических сточных водах ООО «Qizilqum fosforit kompleksi». Результаты приведены в таблице 5 в сравнении с импортным флокулянтом ПРАЕСТОЛ 2500.

Таблица 5.

Флокулирующая активность синтезированного полиакриламида

Время, минут	Объем осветленной жидкости, мл			
	Праестол 2500	Образец 1	Образец 2	Образец 3
1	120	90	105	260
2	160	150	145	280
3	190	180	170	295
4	205	205	180	295
5	220	220	190	310

Флокулирующая активность образцов ПАА, синтезированного из мономерного раствора производства АО «Navoiyazot» не уступает промышленному флокулянту ПРАЕСТОЛ 2500.

Сополимеры акриловой кислоты и метилакрилата в качестве материала для реставрации археологических объектов. Большое распространение в реставрационной практике нашли композиции на основе (мет)акриловых полимеров, в частности полибутилметакрилата и его сополимеров. Нами предложено использовать для этих целей статистические сополимеры МА и АК различного состава. Полученные сополимеры МА:АК апробированы на моделях археологических объектов.

На рис. 6 приведено влияние количества нанесенного сополимера на механическую прочность моделей археологических объектов. Для сравнения показана аналогичная зависимость для полибутилметакрилата, обычно применяемого для этих целей⁷.

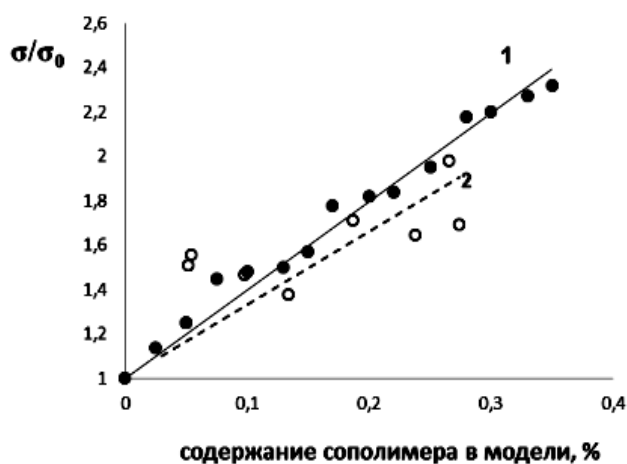


Рис. 6. Зависимость механической прочности моделей на сжатие от содержания сополимера МА:АК (1) и полибутилметакрилата (2).

Механическая прочность моделей, обработанных, растворами сополимеров МА:АК повышается с увеличением их массовой доли. Причем, по усилению механической прочности моделей синтезированные сополимеры даже превосходят ПБМА. Сополимер МА:АК отвечает всем основным критериям необходимым для его применения в практике реставрации археологических объектов. Пропитка моделей растворами сополимеров приводит к увеличению их механической прочности. При необходимости сополимер может быть удален из объекта.

Привитые сополимеры акриловой кислоты и низкомолекулярного полиэтилена в полимерных композициях. Результаты исследований по синтезу привитых сополимеров НМПЭ и АК и установление их взаимодействия с крахмалом открывает перспективу применения синтезированных привитых сополимеров в качестве компатибилизаторов в биоразлагаемых полимерных композициях на основе полиэтилена и крахмала. Были получены композиции ПЭВД, крахмала и привитых сополимеров НМПЭ:АК в соотношении 60:40 и 90:10.

⁷ Кудышкин В.О., Вохинова Н.Р., Рашидова С.Ш. Синтез полибутилметакрилата и его применение для реставрации археологических объектов // Пластические массы. 2018. -№3-4. -С. 53-55.

Физико - механические испытания композиций показали, что в присутствии привитого сополимера, по сравнению с композициями без сополимера возрастает модуль упругости, причем несколько более высокие значения модуля упругости наблюдаются для композиций сополимеров, синтезированных при соотношениях 90:10, которые содержат 7% звеньев АК. Величины прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве несколько возрастают при применении композиций с 10 мас.% содержанием привитого сополимера по сравнению с композицией ПЭВД с крахмалом в отсутствие привитого сополимера.

Методом АСМ проведен фазовый анализ и определены размеры дисперсных частиц композиций полиэтилена (Рис. 7).

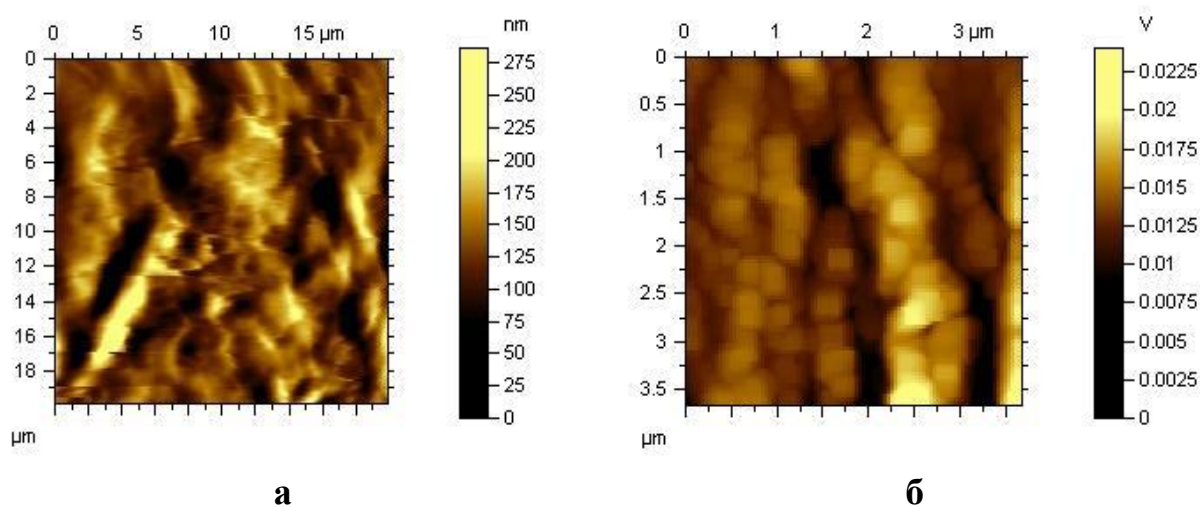


Рис. 7. Атомная силовая микроскопия композиций полиэтилена с крахмалом. ПЭВД:крахмал = 80:20 (а), ПЭВД:крахмал:привитой сополимер НМПЭ:АК (90:10) = 70:20:10 (б)

Композиция ПЭВД: крахмал (Рис.7 (а)) не содержащая привитого сополимера содержит в своем составе частицы различной формы- удлинённые длиной до 4 мкм и шириной 1.5 мкм, а также круглые - размером 1 мкм. Добавка в композицию привитого сополимера НМПЭ:АК в качестве компатибилизатора в количестве 5-10 мас.% способствует формированию частиц дисперсной фазы круглой формы в диапазоне размеров 350-550 нм (Рис.7(б)).

Таким образом, привитые сополимеры НМПЭ и АК могут применяться в качестве компатибилизаторов в композициях полиэтилена и крахмала. Добавка сополимера в композицию в количестве 5-10% способствует равномерному распределению частиц крахмала в полиэтилене, предотвращению их коалесценции, что приводит к улучшению физико-механических свойств композиции.

В пятой главе диссертации "Технологическая часть" представлены возможности оптимизации лабораторной технологии синтеза растворимых полимеров, полученных из продуктов переработки акрилонитрила в АО «Navoiyazot». Разработана технологическая схема

производства полимеров акриловых мономеров- флокулянтов на основе ПАА или ПАК, статистических сополимеров МА и АК для применения в практике реставрации и консервации археологических и палеонтологических объектов, привитых сополимеров НМПЭ и АК для применения в полимерных композициях.

Полученные результаты показывают возможность создания универсальной пилотной установки, которая с небольшими изменениями может быть применена для осуществления синтеза полимеров акриловых мономеров. Разработана технологическая схема и лабораторный регламент получения (со)полимеров на основе акриловых мономеров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований, проведенных по теме докторской диссертации: «Синтез гомо- и сополимеров на основе акриловых мономеров: свойства и применение» представлены следующие выводы:

1. Изучена радикальная полимеризация акриламида в водном растворе мономера АО «Navoiyazot» в присутствии инициаторов окислительно-восстановительного типа, которая протекает при умеренных температурах (20-35⁰С) и сопровождается гелевым эффектом. Полимеры, синтезированные до глубоких степеней превращения при температуре ниже 40⁰С обладают хорошей растворимостью в воде. Анализ молекулярно-массовых характеристик полиакриламида показал относительно невысокие величины молекулярных масс и наличие полимодального молекулярно-массового распределения, что связано с наличием в растворе примесей, играющих роль ингибирующих агентов и передатчиков цепи.

2. Впервые, предложен экспериментальный подход для повышения молекулярной массы полиакриламида. Установлено, что присутствие в реакционной смеси небольших, до 0,2% количеств природного полисахарида хитозана *Bombux Mori* способствует ускорению полимеризации акриламида и увеличению его характеристической вязкости в 1,5 - 2 раза. При этом сохраняется высокая растворимость полимера в воде. Этот эффект может быть использован для получения неионогенных флокулянтов на основе водного раствора мономера АО «Navoiyazot».

3. Синтезированы статистические сополимеры метилакрилата и акриловой кислоты в условиях радикального инициирования. Установлено, что при проведении сополимеризации в растворе зависимость составов сополимеров проходит вблизи линии азеотропа, что дает возможность синтезировать сополимеры с высокой композиционной однородностью и регулируемыми гидрофильно-гидрофобными свойствами.

4. Впервые синтезированы привитые сополимеры акриловой кислоты на низкомолекулярный полиэтилен в условиях радикального инициирования перекисью бензоила, в растворе ксилола. Показано, что варьируя условия синтеза можно получать сополимеры заданного состава, при этом,

эффективность прививки не превышает 60%, что свидетельствует о значительные доли реакции гомополимеризации АК.

5. Установлено, что наличие последовательностей звеньев прививаемого мономера в боковой цепи влияет на структурные особенности сополимеров. Увеличение содержания АК в сополимере от 0 до 50% приводит к закономерному снижению степени кристалличности от 59 до 19%. Образование привитого сополимера НМПЭ:АК препятствует кристаллизации из-за большого пространственного объема боковых групп, которые не дают возможности макромолекулам переходить в ориентационное состояние.

6. Показано, что свойства сополимеров акриловой кислоты в значительной степени определяются его структурными особенностями, связанными со способностью последовательностей звеньев акриловой кислоты выделяться в отдельную фазу. Термоокислительная деструкция привитых сополимеров показала увеличение температуры начала разложения по сравнению с гомополимерами на 36-57⁰С, что связано, вероятно с взаимодействием карбоксильных групп, оказывающих влияние на подвижность макромолекул и диффузию кислорода в образце при температурах выше температуры стеклования.

7. Исследованы особенности взаимодействия привитого сополимера низкомолекулярного полиэтилена и акриловой кислоты с крахмалом. Показано, что при смешении компонентов в расплаве реализуется химическое взаимодействие между карбоксильными группами акриловой кислоты и гидроксильными группами крахмала, что открывает перспективу для применения его в качестве компатибилизаторов в композициях полиэтилен – крахмал. За счет химического взаимодействия привитого сополимера с крахмалом в композициях реализуется морфология с размерами частиц дисперсной фазы от нескольких десятков до сотен нм. Полученные композиции обладают удовлетворительными физико-механическими показателями и могут быть использованы для разработки биоразлагаемых материалов.

8. Показаны пути практического применения синтезированных (со)полимеров. Полиакриламид, полученный из разбавленного водного раствора мономера АО «Navoiyazot» обладает высокой растворимостью в воде и хорошей флокулирующей способностью, не уступающей импортным аналогам, по отношению к сточным водам технологической пульпы отделения промывки цеха по производству фосфоритного концентрата ООО “Qizilqum fosforit kompleksi”.

9. Статистические сополимеры акриловой кислоты и метилакрилата отвечают всем основным критериям необходимым для его применения в практике реставрации археологических объектов. Пропитка моделей растворами сополимеров приводит к увеличению их механической прочности. При необходимости сополимер может быть удален из объекта.

10. Применение в полиолефиновых композициях привитого сополимера низкомолекулярного полиэтилена и акриловой кислоты не только способствует хорошему распределению частиц дисперсной фазы (крахмал,

технический углерод), но и влияет на термостабильность материала. Показано, что добавка 5-10% привитого сополимера НМПЭ:АК в саженатолненных композициях полиэтилена Шуртанского газохимического комплекса способствует улучшению их термостабильности, что имеет важное значение для разработки композиций для производства труб из полиэтилена.

11. Полученные результаты в совокупности с проведенными техническими и технологическими расчетами показывают возможность создания универсальной пилотной установки, которая практически без изменения может быть применена для осуществления синтеза полимеров акриловых мономеров, таких как акриламид, акриловая кислота, метилакрилат, бутилметакрилат и сополимеры на их основе.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD SCIENTIFIC DEGREES
DSc.02/30.12.2019.K/FM/T.36.01 AT THE INSTITUTE
OF POLYMER CHEMISTRY AND PHYSICS**

INSTITUTE OF POLYMER CHEMISTRY AND PHYSICS

BOZOROV NURAD ISMATOVICH

**SYNTHESIS OF HOMO- AND COPOLYMERS BASED ON ACRYLIC
MONOMERS: PROPERTIES AND APPLICATION**

02.00.06 – High-molecular compounds

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR
OF CHEMICAL SCIENCES (DSc)**

Tashkent - 2021

The theme of the doctoral dissertation (DSc) is registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2020.4.DSc/K90.

The doctoral dissertation was carried out at the Institute of Polymer Chemistry and Physics. The abstract of the dissertation was posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of scientific council at www.polchemphys.uz and on the website of «ZiyoNET» information and educational portal at www.ziyo.net.

Scientific consultant:	Kudyshkin Valentin doctor of chemical sciences, professor
Official opponents:	Mukhamediyev Muhtar doctor of chemical sciences, professor Rafikov Adham doctor of chemical sciences, professor Maksumova Aytura doctor of chemical sciences, professor
Leading organization:	Institute of Bioorganic Chemistry

The defense of the dissertation will take place on « 8 » 10 2021 at « 14⁰⁰ » o'clock at a meeting of Scientific council DSc.02./30.12.2019.K/FM /T.36.01 at the Institute of Polymer Chemistry and Physics (Address: 100128, Tashkent city, Abdulla Kadiry str., 7^b, Ph.: (998-71)-241-85-94, fax: (998-71)-241-26-61; e-mail: polymer@academy.uz)

The dissertation can be reviewed at the Informational Resource Centre of Institute of Polymer Chemistry and Physics (registration number 23). (Address: 100128, Tashkent city, Abdulla Kadiry str., 7^b, Ph.: (998-71)-241-85-94.)

The abstract of the dissertation sent out on « 17 » 09 2021
(mailing report № 7 as of « 17 » 09 2021)



Sarimov
S.Sh. Rashidova
Chairman of scientific council for awarding
the scientific degrees, Doctor of chemical
science, professor, academician

Usmanova
M.M. Usmanova
Scientific secretary of scientific council
for award of scientific degrees,
Candidate of chemical sciences, senior researcher

Sarimov
A.A. Sarimov
Chairman of scientific Seminar under Scientific
council for awarding the scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of the research is to develop experimental approaches to obtain of homo- and copolymers macromolecules of linear and branched structure based on acrylic monomers under conditions of radical polymerization, to establish effective tools for regulation molecular characteristics, investigation the physico-chemical and structural peculiarity of synthesized polymers that determine their operational characteristics, as well as to establish areas of their practical application.

The objects of the research are acrylic acid, methylacrylate, acrylamide, low-molecular-weight polyethylene, *Bombyx Mori* chitosan, as well as homo- and copolymers based of various structures.

The scientific novelty of dissertation research consists in the following:

the regularity for the synthesis of polyacrylamide in aqueous solution under the conditions of red-ox initiators is established. Influence of synthesis conditions with molecular weight properties of polyacrylamide is established;

for the first time, the possibility of an effective influence of chitosan additives on the polymerization process and the molecular weight of polyacrylamide is shown, which opens up prospects for developing methods for the synthesis of high-molecular water-soluble polyacrylamide using a monomer solution produced at “Navoiazot” JSC as a raw material;

the peculiarities of acrylic acid copolymers synthesis in different structures are shown. The peculiarity of synthesis of hydrogen bonds formation between the molecules of acrylic acid, which also affects the synthesis of statistical copolymers based on methylacrylate and acrylic and the properties of copolymers;

for the first time, in the conditions of radical initiation, grafting of acrylic acid to the Low-molecular-weight polyethylene by grafting from method was implemented. The obtained results allow us to obtain copolymers of a given composition with a sufficiently high grafting efficiency;

it was established for the first time that acrylic acid units are capable of interacting with starch macromolecules in compositions with polyethylene;

the correlation of the structure and thermal properties of acrylic acid copolymers and compositions is established.

Implementation of the research results. Based on the achieved results on the synthesis of homo- and copolymers based on acrylic monomers: properties and application:

A technology has been developed for the production of carbon-filled concentrates with the use of a lubricant based on modified low-molecular-weight polyethylene produced in Uzbekistan at the Ustyurt gas chemical complex. Modified low-molecular-weight polyethylene was put into practice in “Shurtan gas chemical complex” LLC (reference of “Shurtan gas chemical complex” LLC No. 030/2167 dated April 26, 2021). As a result of the addition of 5-10% of the grafted copolymer to the soot polyethylene compositions of “Shurtan gas chemical complex” LLC allowed to increase the heat resistance of super concentrates according to GOST 18599 to 4-6 minutes.

obtaining technology flocculant based on polyacrylamide synthesized from an aqueous solution produced in “Navoiyazot” JSC was developed. Polyacrylamide was tested at “Kyzylkum Phosphorite Complex” LLC as a flocculant for cleaning the technological waste water of the washing section of the production Tsech of phosphorite concentrate (reference of “Uzkimyosanoat” JSC No. 23-3-1918 dated May 25, 2021). As a result, it became possible to significantly simplify the technology of obtaining a water-soluble import-substituting flocculant based on synthesized high-molecular polyacrylamide;

properties of polymer solutions of acrylic monomers synthesized on the basis of radical (co)polymerization reactions were used in the practical project No A-4-13 “Development of technology for producing nanofibrous nonwoven material based on copolymer of fibroin, chitosan and acrylonitrile by electrospinning method” in the participation of oxidative-repelling initiators in the molecular-mass descriptions of (co)polymers and used in the study of connectivity (reference of the National university of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek No. 04/11-4418 dated August 26, 2021). As a result, it made it possible to control the morphology of the resulting nanotube materials by changing the molecular-mass characteristics of polymers, to maintain the fiber structure in a neutral and sub-base environment, and to investigate the sorbtion properties in relation to water vapor.

The structure and volume of the thesis. The thesis consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of used literature and an attachment. The volume of the thesis is 184 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Радикальная сополимеризация метилакрилата и акриловой кислоты в различных органических растворителях // Доклады академии наук РУз. 2018. -№3. –С. 87-90. (02.00.00;№8)

2. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О. Статистические сополимеры метилакрилата и акриловой кислоты // Узбекский химический журнал. 2019. - №1. -С. 49-54. (02.00.00;№6)

3. Bozorov N.I., Kudyshkin V.O., Rashidova S.Sh. Synthesis of methylacrylate and acrylic acid copolymers and their use as materials for restoration // International Journal of Materials and Chemistry. 2019. -9(1). –P. 23-27. (DOI: [10.5923/j.ijmc.20190901.03](https://doi.org/10.5923/j.ijmc.20190901.03)). (02.00.00;№13)

4. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Привитая сополимеризация акриловой кислоты на низкомолекулярный полиэтилен // Доклады академии наук РУз. 2019. №3. –С. 49-53. (02.00.00;№8)

5. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О. Соплимеризация метилакрилата с акриловой кислотой // Научный Вестник ФерГУ. 2019. -№3. –С. 15-18. (02.00.00;№17)

6. Toropov A.A., Toropova A.P., Kudyshkin V.O., Bozorov N.I., Rashidova S.Sh. Applying the Monte Carlo technique to build up models of glass transition temperatures of diverse polymers // Structural Chemistry. -2020. 31(5), -P. 1739-1743. (<https://doi.org/10/007/s11224-020-01588-8>). (Scopus: **IF=2,081**).

7. Кудышкин В. О., Бозоров Н. И., Ашуров Н. Ш., Рашидова С. Ш. Синтез и структура привитых сополимеров акриловой кислоты и низкомолекулярного полиэтилена // Журнал прикладной химии. -2020, Т. 93. - №10. –С. 1498-1503. (Kudyshkin V.O., Bozorov N.I., Ashurov N.Sh., Rashidova S.Sh. Synthesis and Structure of Grafted Copolymers of Acrylic Acid and Low Molecular Weight Polyethylene // Russian journal of applied chemistry, -2020, -V. 93, №10, -P. 1426–1431). (DOI: [10.1134/S1070427220100031](https://doi.org/10.1134/S1070427220100031)), (Scopus: **IF=0,69**).

8. Бозоров Н.И., Абдуразаков М., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Термоокислительная деструкция статистических сополимеров метилакрилата и акриловой кислоты // Вестник НУУз. -2020. -№3/2. –С. 150-155. (02.00.00;№12)

9. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Синтез водорастворимого полиакриламида в условиях радикальной полимеризации // Узбекский химический журнал. 2020. -№6. –С. 58-64. (02.00.00;№6)

10. Бозоров Н.И., Ашуров Н.Ш., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. О взаимодействии модифицированного низкомолекулярного полиэтилена с крахмалом // Доклады академии наук РУз. 2021. №1. –С. 41-46. (02.00.00;№8)

II бўлим (II часть; part II)

11. Бозоров Н.И. Турли хил органик эритувчилар иштирокида акрил сополимерлари синтези ва улар структурасининг тадқиқи. ТДПУ Илмий ахборотлари. 2018. №3 (16). 33-37 б.

12. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Синтез сополимеров акриловых мономеров // “Современные проблемы науки о полимерах” Узбекско-Казахский Симпозиум. –Ташкент, 28-29 сентябрь, 2018. -С. 81-82.

13. Bozorov N.I., Norqobilov S. Akril polimerlari sintezi va ularning amaliy ahamiyati mavzusini o`qitishda innovatsion texnologiyadan foydalanib darslarni tashkil etish // “Akademik Siddiq Rajabov o`qishlari” talabalarning IV an’anaviy respublika ilmiy-amaliy anjumani. –Toshkent, 18 май, 2018. 88-90 б.

14. Bozorov N.I., Norqobilov S., Kudishkin V.O. Akril monomerlari asosida sintez qilingan sopolimerlarning strukturasi o`rganishda titrimetrik analiz metodidan foydalanish // XXI asr analitik kimёси: муаммолари ва ривожланиш истиқболлари Республика Илмий-амалий анжумани. –Тошкент, 10 декабрь, 2018. 6-7 б.

15. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Радикальная сополимеризация метилакрилата и акриловой кислоты // Биоорганик кимё фани муаммолари IX Республика ёш кимёгарлар конференцияси. –Наманган, 26-27 апрель, 2019. I том. -С. 120-122.

16. Бозоров Н.И., Норқобилов С., Кудышкин В.О. Метилакрилатни акрил кислота билан сополимерланиш константасини аниқлаш // Биоорганик кимё фани муаммолари IX Республика ёш кимёгарлар конференцияси. - Наманган, 26-27 апрель, 2019. I том. 122-124 б.

17. Bozorov N.I., Kudyshkin V.O., Rashidova S.Sh. Synthesis of copolymers of methylacrylate with acrylic acid to apply restoration of archaeological objects // VIII International symposium on specialty polymers – Karaganda, August 23-25, 2019. –P. 58.

18. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Акрил мономерлари асосида статистик полимерлар синтези // “Табиий ва синтетик полимерлар кимёси ва технологиясининг ривожланиш истиқболлари” Илмий-амалий конференцияси. -Тошкент. 25 сентябрь, 2019. 15-16 б.

19. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Синтез сополимеров метилакрилата с акриловой кислотой методом радикальной сополимеризации // “Табиий ва синтетик полимерлар кимёси ва технологиясининг ривожланиш истиқболлари” Илмий-амалий конференцияси. –Тошкент, 25 сентябрь, 2019. 17-18 б.

20. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Синтез привитых сополимеров акриловой кислоты и низкомолекулярного полиэтилена // Республиканская конференция «Современные проблемы науки о полимерах» - Ташкент, 31 октябрь-1 ноябрь, 2019. –С. 36-37.

21. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Акрил кислота ва куйимолекуляр полиэтилен асосида синтезланган пайванд сополимерлар структурасининг тадқиқи // Фан ва таълимни ривожлантиришда ёшларнинг ўрни Республика миқёсидаги илмий ва илмий-техник конференцияси. – Тошкент. 22 ноябрь, 2019. 56-57 б.

22. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Привитые сополимеры акриловой кислоты на низкомолекулярный полиэтилен для биоразлагаемых композиций на основе полиэтилена // Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция «Композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства». 21-22 май, 2020. –С. 160-162.

23. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О. Синтез статистические сополимеры метилакрилата и акриловой кислоты для применение реставрации // Республиканская 18-междисциплинарная дистанционная онлайн конференция на тему «Научно-практические исследования в Узбекистане». ч. 21. -Ташкент, 31 июль, 2020. –С. 64-65.

24. Бозоров Н.И. Куйимолекуляр полиэтилен ва акрил кислота асосида пайванд сополимерлар синтези // Республиканская 18-междисциплинарная дистанционная онлайн конференция на тему «Научно-практические исследования в Узбекистане». ч. 21. -Ташкент, 31 июль, 2020. –С. 66.

25. Кудышкин В. О., Бозоров Н. И., Ашуров Н. Ш., Рашидова С. Ш. Синтез и структура привитых сополимеров акриловой кислоты и низкомолекулярного полиэтилена // Узбекско-Казахский Симпозиум «Современные проблемы науки о полимерах». -Ташкент, 24 ноябрь, 2020. –С. 31-32.

26. Бозоров Н.И., Абдуразаков М., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Термическая поведения статистических сополимеров метилакрилата и акриловой кислоты // Республиканская научная конференция «Современные проблемы науки о полимерах». -Ташкент, 25-26 ноябрь, 2020. –С. 47-48.

27. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Синтез водорастворимого полиакриламида // “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжумани. –Бухоро, 4-5 декабрь, 2020. – 143-144 б.

28. Бозоров Н.И. Метилакрилат ва акрил кислота сополимерларининг тузилишини ўрганиш имкониятлари // “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжумани. –Бухоро, 4-5 декабрь, 2020. 144-146 б.

29. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Чизиқли полиакриламид асосида флокулянтлар олиш // “Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани материаллари. -Тошкент, 10-11 март, 2021. 358-359 б.

30. Бозоров Н.И., Кудышкин В.О., Рашидова С.Ш. Қуйимолекуляр полиэтилен ва акрил кислота сополимерланиши асосида биопарчаланувчи маҳсулотлар олиш // Фан ва таълимни ривожлантиришда ёшларнинг ўрни Республика миқёсидаги илмий ва илмий-техник конференцияси. –Тошкент. 24 апрель, 2021. 159-161 б.

Автореферат «Кимё ва кимё технологияси» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Босишга рухсат этилди: 15.09.2021 йил
Бичими 60x84 1/16, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 4,0. Адади:100. Буюртма: № 164.
Тел (99)832 99 79; (97) 815 44 54.
Гувоҳнома реестр № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
100031, Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6- уй.

