

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

“Кимё-технология” факультети

“Кимё-технология” кафедраси

“Ҳимояга руҳсат этилди”

Факультет декани

О.К.Эргашев

“___” _____ 2015 йил

5320400 – Кимёвий технология (ишлаб чиқариш турлари бўйича)
бакалавриатура таълим йўналиши битирувчиси

Мирболтиева Нафиса Тўйчибой қизининг

Маҳаллий хом-ашёлар асосида гидрогел олиш мавзусидаги

БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ

Битирувчи: _____ Н.Т. Мирболтиева

БМИ раҳбари: _____ доц. Д.Ш. Шеркузиев

Кафедра мудири: _____ доц. Д.Ш. Шеркузиев

Наманган-2015

МУНДАРИЖА

1. КИРИШ.....	3
I БОБ. АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ.....	6
1.1. Ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида янги гидрогелларни синтез қилиш.....	6
1.2. Кучли бўкувчи гелларни турли соҳаларда қўлланилиши.....	12
II БОБ. Тадқиқот объекти ва усуллари	
2. МАТЕРИАЛЛАР ТАСНИФИ.....	33
2.1. Компонентлар характеристикаси.....	35
2.2. Гидрогелларни бўкиш усуллари аниқлаш.....	39
2.3. Гель нуқталарини аниқлаш усуллари.....	41
III БОБ. Тадқиқот натижалари ва уларни таҳлил қилиш	
3.1. ГИПАН ни синтез қилиш (гидролизланган полиакрилонитрил).....	43
3.2. ГИПАН асосида гидрогел олишни тадқиқ қилиш.....	43
3.3. Аминобирикмалар билан эпихлоргидринни полимерлаш жараёнини тадқиқ қилиш.....	53
3.4. ЭХГ ва аммиак, ГИПАН асосида синтез қилинган полимер маҳсулотларини структурасини ўрганиш.....	55
Хулоса.....	58
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	59

КИРИШ

Республикамиз президенти И.А. Каримовнинг Олий мажлис олдига қўйган биринчи даражали ва кечиктириб бўлмайдиган вазифалардан бири, бу ишлаб чиқилган илмий ишланмаларни саноатга қўллаш ҳисобланади [1]. Маҳаллий хом-ашё асосида импорт қилинадиган материалларни олиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Кимё саноатида ишлаб чиқариш билан биргаликда юкори реакцион хусусиятга эга бўлган полимер ва полимер маҳсулотларини яратиш комплекс қимматли ва прогноз қилиш хоссасига эга бўлган полимерларни яратиш устида илмий тадқиқот ишларини ўтказишни талаб этади.

Шундай йўналишлардан бири ўзининг таркибидаги макромолекулада юкори поляр функционал гуруҳга эга бўлган полимерларни олиш тадқиқот ишлари ҳисобланади. Кўринадикки, бу макромолекулалар полимерларда ўзини хоссаларини яхшилаш учун шундай маҳсулотлар билан тенденцияга эгаки, улар уни хоссаларини қайд этади, асосан, сорбцион фаоллигини, бўкишини, юзавий тортилишини, иссиқбардошлигини ортиши, физиологик ва биологик хоссаларини яхшилаш ва бошқалар.

Мақсадга мувофиқ йўналтирилган тадқиқот ишлари ва техника соҳасининг барча полимер сорбентлар, флокуянтлар, камёб экстрагентлар ва бойитилган металллар, юзавий фаол моддалар, активаторлар, эмулгаторлар, тўлдирувчилар ва аккумуляторлар ва тупроқ структурасини ҳосил қилувчиси сифатида тармоқларида тўлақонли фойдаланиш учун назарий базани тайёрлашдан иборат.

Полимерларни прогнозлаш хоссаси билан синтез қилиш муаммосини ечиш кимёгарлар, физиклар ва технологлар билан ҳамкорликда амалга оширилади.

Полимернинг синтезлашиш муҳити ва унинг структураси ўртасида, шунингдек полимернинг хоссалари боғланишни ўрнатиш босқичларидан иборат.

Мавзунинг долзарблиги. Полимернинг структураси ва хоссалари орасидаги боғланишни мавжудлиги нафақат унинг структураси ўзгариши

билан комплекс хоссалари ўзгаришига имкон беради. Структураларда аниқланган ва исботланган хоссаларининг таҳлили улардан баъзи бирларини аниқлашга имкон беради, бироқ миқдорий ва тизимли-сифатли ахборотлар йиғишни тадқиқот йуналишларини ривожлантиришга имкон беради.

Полимерларнинг илмий тадқиқотлари бизларни ишонтирадики, бир қатор кўрсаткичлар (механик, сорбцион хоссалари каби) баъзан полимерлар структурасини параметрларини ўзгаришига таъсирчан бўлади.

Полимерлаш жараёни ўтиш мухитини полимернинг шаклланаётган структурасига таъсирини реакцияда иштирок этувчи ҳар бир параметр ва бирикмаларнинг хоссасини баҳолашни микромолекула синтезини тизимли ва тўла ўрганишни тақозо этади.

Тадқиқот ишининг мақсади ишлаб чиқаришдаги акрил кислоталари, янги тўқувчи агентли эпихлоргидрин, асосида янги макромолекулали гидрогелларнинг синтези ҳисобланади, синтезлашган маҳсулотни ўрганиш ва унинг структурасидаги турлича физик-кимёвий ва физик-механик усулларини ўрнатиш.

Қўйилган мақсадни амалга ошириш учун бу босқичда қуйидаги асосий вазифаларнинг ечишни тақозо этади:

- янги мономер тўқувчи агент қўлланилганда акрил кислотасининг полимеризация жараёнини ўрганиш, у ўзига дастурлаштирилган комплекс хоссаси билан гелларнинг синтези учун полимеризация жараёни мухитини танлашни ўз ичига олади;
- ГИПАНнинг эпихлоргидрин билан синтез жараёнини ўрганиш. Олинган бирикма структурасини ўрнатиш, полимерларнинг физик-механик хоссаларини аниқлаш (бўкиши, сорбцион фаоллиги, селективлиги);
- турлича усуллар билан олинган бирикмаларнинг потенциометрик, коллоидно-кимёвий ИК, ЯМР спектроскопия характеристикалари.

Илмий янгилиги. Биринчи марта ишлаб чиқариш акрил кислотаси, эпихлоргидрин билан учламчи аминамин асосида янги мономер материални бирикмаси тадқиқ этилди ва ўрганилди. Ишлаб чиқаришда акрил кислотаси ва янги тўқувчи агент асос сифатида олинган. Эпихлоргидрин билан аминамин ва гексаметилендиамин полимеризациялаш имконияти ўрганилган. Поликомплекслар ва улар асосида физик-кимёвий, полимер бирикмаларининг механик хоссалари орасидаги ўзаро боғлиқлик асосланган. Эпихлоргидринни ГИПАН билан мустақил полимеризация жараёни ўрганилган.

Бу полимерлар ўзининг таркибида тўртламчи аммоний ва анионоактив гуруҳларга эга бўлиб, икки ва поливалент металлларнинг сорбциясини амалга ошишига имкон берувчи, шунингдек турлича қоришма концентрацияга эга бўлади.

Тадқиқот ишининг апробацияси. Битирув малакавий иши Наманган муҳандислик-технология институтининг “Пахта тозалаш, тўқимачилик ва енгил саноат техника ва технологияларини такомиллаштиришда инновацияларнинг роли” мавзусидаги анжуманда доклад қилинган.

1- БОБ. АДАБИЁТЛАР ТАХЛИЛИ

1.1. Ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида янги гидрогелларнинг синтез қилиш

Полимер геллари деб, эритувчида тўйинган уч ўлчамли тўқилган полимерларга айтилади. Улар табиий ҳолда ҳосил бўлиши ҳам мумкин (масалан, кўзнинг ойнасимон танаси), шунингдек ва сунъий ҳолда ҳам ҳосил бўлиши мумкин (полиакрилимид гели, полиакрил кислотаси ва башқалар).

Эритмада гел миқдори етарли даражада юқори бўлиши мумкин (99.9 % гача). Бунга боғлиқ бўлмаган ҳолда геллар асосан суюқликлардан ташкил топган бўлиб, улар шаклини қаттиқ таналарда ҳам сақлаши мумкин.

Бу шунга асосланганки, гел таркибига кирувчи бир – бири билан ягона фазовий каркас бўлиб бириккан полимер занжири – полимер тўрини ташкил этади.

Полимер занжири орасидаги тўқилиши бўш алоқали (масалан, мицелл, мултипълитлар, кристаллитлар) юзавий илашиш ҳисобига ҳосил бўлиши мумкин, шунингдек мустахкам ковалентли боғланишлар ҳисобига ҳам ҳосил бўлиши мумкин.

Биринчи ҳолдагисини физик геллар деб, иккинчи ҳолдагисини эса кимёвий геллар деб қабул қилинган. Биз бундан бошлаб ковалент асосидаги тўқилган полимер тўрли гелларни кўриб чиқиш билан чекланамиз.

Бундай геллар ичида эритмада жуда кам тўйинган зич тўқилган гелларни энг аввало тадқиқ қилишни бошланган. Бу турдаги геллар жуда кўп тармоқларда кенг қўлланила бошланди, масалан хроматографияда узатувчи сифатида қўлланилади. Сўнги 20 йилда кўп тадқиқотчиларни бир тўқимада 50-400 тагача звеноси бўлган бўш тўқилган гелларни тадқиқ этиш қизиқтириб қолди.

Улар ўзида гелни ташкил этувчи полимер массасидан бир неча тартибда юқори жуда кўп миқдорда эритувчиларни ютиш ва тутиб туришга эга. Яъни, бундай геллар суперабсорбция хоссасига эга.

Бўш тўқилган гелларнинг бошқа характерли хусусияти ўзининг ҳажмини ташқи муҳитнинг ўзгаришига қараб (ҳарорат, амосфера босими ва бошқалар) бир неча юз мартага тезда камайтириши ҳисобланади.

Бўш тўқилган гелларнинг иккала характерли хусусияти (ўта бўкиши ва коллапс) яққолроқ намоён бўлади, агар гел таркибида противоионни ва зарядли звеноларни пайдо бўлиши билан диссоциалашга эришадиган ионоген гуруҳ мавжуд бўлса [2].

Бу тортиш кучи ва итариш кучининг рақобати гелнинг ҳолатини ўзгаришини фақат макротекисликда (бўкиш, коллапс) эмас, балки макротекисликда ҳам (1- 100 нм масштабда доимий микроструктуранинг шаклланиши [2]) олиб келади.

Бундай микроструктуралар «таъсирчан» ҳисобланади ва ташқи муҳитнинг ўзгариши билан созланиши мумкин.

Гелнинг хоссаларини макротекисликда, шунингдек макротекисликда бошқариш учун гелнинг табиатини аниқловчи фудаментал сабабларини билиш керак. Ҳозирги таҳлилда биз бу сабабларини таҳлил этиб ва гелнинг у ёки бу хусусияти ҳосил бўлишида уларнинг ўрнини муҳокама қиламиз.

Зарарсизланмаган геллар

Агар таркибида гел ионоген гуруҳи бўлмаса, унинг табиати кулоновсиз ўзаро таъсир билан аниқланади. Бунга Ван-дер-вальс кучларини, гидрофоб ўзаро таъсирини, водородли боғланишни келтириш мумкин.

Водороли боғланиш. Водород атомлари «А» электроманфий атомга ковалент боғланган (масалан, О ёки К) ва бунинг натижасида электрон зичлик етишмаслиги бошқа манфий зарядли атом «Б» силжиши ҳисобига тўлдирилади. Натижада водород атоми Н улар оралиғида А-Н...Б водородли боғланиш ҳосил қилади. Водордли боғланиш энергияси 12-38 кДж/моль га тенг [8].

Бирламчи водордли гелнинг ҳолатига одатда сезиларли таъсир эта олмайди. Водородли боғланишнинг ўрни сезиларли кучаяди, агарда улар кооператив характерга эга бўлса, масалан икки комплементар макромолекулалар звенолари оралиғида водородли боғланиш ҳосил

бўлишининг ўзи бўлса. Бундай турдаги макро-молекуляр реакция тўрсимон ва чизиқли полимерларнинг ўзаро таъсири натижасида ўтиши мумкин (масалан гел тизимида полиметакрил кислоталари (ПМАК)/ чизиқли ПЭГ [9-19]).

Гидрофоб ўзаро таъсир. Гидрофоб ўзаро таъсир таркибида энергия бир неча кДж/моль га тенг (шундай таркибдаги ёки бундан ҳам кичик водородли боғланишга нисбатан). Бошқа турдаги ўзаро таъсирлардан фарқли равишда гидрофоб ўзаро таъсир сув структураси билан эритувчи каби зич боғланган. Сувли муҳитга гидрофоб моддани киритилганда термодинамик параметрлар қуйидагича ўзгаради : $D_5 < 0$, $AD < 0$ и $D^{*1} > 0$ [4]. Бошқача сўз билан, гидрофоб моддани сувда кам эриши тизим энтропияни анча камайиши туфайли содир бўлади.

Бу экспериментал фактни тушунтириш учун қуйидаги модел тавсия этилади. Маълумки [5, 24], сув молекулалари суяқ фазада водородли боғланиш ҳосил қилади, бунда сувнинг ҳар бир молекуласи бошқа тўртта сувнинг молекулалари билан қуршалган бўлади. Қачонки гидрофоб гуруҳ сувга тушганда, паст локал диэлектрик киритувчанлик туфайли улар атрофида сув молекулалари структурасининг кучайганлиги кузатилади.

Бундай структуралашиш энтропия нуқтаи назардан ноқулай. Сув билан контакт юзани камайтириш учун гидрофоб мода молекулалари бир-бири билан бирлашишга ҳаракат қилади. Бу тенденция қанчалик кучли бўлса, айрим гидрофоб моддаларнинг сув билан контакт юзаси шунча катта.

Шундай қилиб, гидрофоб ўзаро таъсирнинг асосий сабаби гидрофоб гуруҳ чегарасида сувнинг структуралашишини камайиши натижасида энтропиядан ютиш ҳисобланади.

Шунингдек энтропиянинг ҳоссаси тизимнинг умумий эркин энергияси ортиши ҳароратнинг ортиши натижасида ўсади, гидрофоб ўзаро таъсирнинг ўрни ҳарорат ортиши билан кучаяди.

Гелларда гидрофоб ўзаро таъсирни гидрофил ва гидрофоб гуруҳларни вариация қилиш билан назорат этиш мумкин. Жумладан, гелларнинг гидрофоб хусусиятини ён занжирларига гидрофоб аралаштиргичлар (масалан к-алкил гуруҳини) киритилиб кучайтириш мумкин.

Н-алкил занжир қанчалик узун бўлса, унинг гидрофоб хоссаси шунчалик кучли. Маълумки [25], алкил занжирини сув мухитидан углеводорли мухитга кўчиришда энтропиянинг эркин энергиясининг ютуғи ҳар бир CH_2 гуруҳ ҳисобида $1.29 \cdot T$ ни ташкил этади.

Ион-таркибли геллар

Агар гел таркибида ионоген гуруҳи мавжуд бўлса, унинг табиатида электростатик ўзаро таъсир муҳим ўрин ўйнайди. Кучли зарядли полимер гелларида электростатик ўзаро таъсирланиш асосийси ҳисобланади.

Бироқ бўш зарядли гелларда, яъни кўпчилик моноўлчамли звенолар заряд ташимайди, уларнинг кулоновсиз ўзаро таъсирлашиш тизимнинг эркин энергиясига сезиларли ҳисса қўшиши мумкин.

Электростатик ўзаро боғланишни кўриб чиқишда бир неча омилларга бўлиш мумкин: ионларга қарши узатиладиган энтропия, зарарланган гуруҳларнинг хусусий кулон ўзаро таъсирлашиши, ион жуфтликларни ҳосил бўлиши ва мультиплетлар.

Ионларга қарши узатиладиган энтропия. Агар яримэлектролитли гел юқори диэлектрикли ютиладиган мухитга жойлаштирилса (масалан, сувга), бу ҳолда унинг ионоген гуруҳлари зарядли звенолар ва противоион ҳосил бўлиши билан диссоцияланади.

Диссоциланиши натижасида ҳосил бўлган противоионлар гелнинг бутун ҳажми бўйича ҳаракатланиши мумкин, яъни узатиш энтропиясига эга бўлади.

Ионларга қарши узатиш энтропиясини ютуғига нуқтаи назардан кўпроқ ҳажмни эгаллаши, гелдан уларнинг электро барқарорликка эга бўлганлиги учун чиқиб кета олмайди. Натижада противоионлар гелнинг ичкарисида қолишга мажбур, гелнинг бўкишини чақирувчи осмотик босимни ҳосил қилади.

Ионларга қарши узатиш энтропия гелдаги осмотик босимни катталигини аниқлайди ва ярим электролитларнинг бирдан – бир муҳим характеристикаси ҳисобланади.

Кулон ўзаро таъсирлашиш. Белгилаш муҳимки, ярим электролитли геллар макроскопик электро беқарорликка эга, яъни гелдаги моноўлчамли

зарядли звеноларнинг сони противоионлар сонига тенг. Бундай тизимда кулон ўзаро таъсирлашишни барча турдаги зарядлар учун ҳисоблаш керак.

Кам зарядланган ярим электролитли геллар учун кулон ўзаро таъсир одатда ионларга қарши узатиш энтропиясига нисбатан кичик.

Кучли зарядланган полимер геллари учун кулон ўзаро таъсирланиш жуда сезиларли ва қўшимча электростатик бикирлик ҳосил бўлишига олиб келиши мумкин.

«Таъсирчан» полимер геллари

Ионли жуфтлик ва ўлчамсиз мультиплетларни ҳосил бўлиши.

Кам зарядланган полимер гелларида кам қутубли муҳитда ионга қарши эркин ҳолда эмас ва занжир тўрида ўзига мос зарядланган гуруҳ билан ионли жуфтлик ҳосил қилади. Ионли жуфтликни ҳосил бўлиши гелнинг табиатига сезиларли таъсир этиши мумкин. Сезиларли таъсир этишининг кам сонли ионли жуфтликка таъсири бу жуфтликлар орлиғидаги кучли дипол-диполли тортишиши сабаби билан боғлиқ (характерли энергия $E \sim 10-25$ КГ ионли жуфтлик типига ва муҳитнинг диэлектрик ютилувчанлигига боғлиқ) [1]. Бундай турдаги ўзаро таъсир ион жуфтлик ва мультиплетларни [33], танасида амал қилувчи қўшимча агрегациясига олиб келади.

ГЕЛЛАРНИНГ БЎКИШИ

Қўзғалувчан противоионлар билан ҳосил қилинадиган «тўлиб-тошувчи» кўргазмали осмотик босимнинг ўрни, кўриладиган мисол сувда ярим электролитли гелларнанинг юқори кучли бўкиши ҳисобланади: бир грамм куруқ полимерга бунда бир неча килограмм абсорбирланган сув гели тўғри келади. Ярим электролитли гелларнинг бўкишида противоионларнинг ўрни олдинроқ аниқланган. 50 – йиллар бошида Качальский ходимлари билан кўрсатдики, ярим электролитли гелларнинг бўкиши полимер занжирининг эластик энергияси ва противоионларнинг осмотик босими орасидаги баланси билан аниқланади.

Противоионларнинг осмотик босимни аниқловчи гелларнинг ионланиш даражаси, гелларнинг абсорбация хусусияти ҳам гелларнинг тўқилиш даражасига ва полимерларнинг эритувчига яқинлигига боғлиқ.

Сувнинг суперабсорбенти сифатида юқори гидрофил билан макромолекулали асосидаги гелдан фойдаланилади. Кўп сонли саноатда ишлаб чиқариладиган суперабсорбентлар яратиш учун материал сифатида ПАК ва ПМАК, ПАА гел тузлари ҳисобланади.

Суперабсорбентлар нафақат кўп миқдорда эритувчини сўндириш керак, уни ўзида самарали тутиб туриши керак. Бунинг учун гел- суперабсорбентлар етарлича яхши механик хоссага эга бўлиши керак (жумладан, мустаҳкамликка ва эластикликка).

Бироқ тўрларда сув миқдорининг ортиши унинг мустаҳкамлигини пасайишига олиб келади. Шунинг учун гел-суперабсорбентларни яратиш масаласи абсорбация хоссаси ва мустаҳкамлик орасида муроса излашга олиб келади.

Замонавий суперабсорбент материалларда бу муаммони бўш тўқилган полимер гранул юзаларида гелнинг бўқишга мойиллиги чекланган бўлган мустаҳкам қобик яратиш билан ечилади [40]. Бундай модификация гелларнинг бўқишга мойиллигини чеклаш билан бошқарилади. Баъзан механик хоссаларини яхшилаш учун полимерли тўрга бир неча миқдорда ковалент боғланиш ҳисобига бикр занжир киритиш билан, масалан тўқийдиган агент сифатида бикр занжирли полимердан фойдаланиш билан эришилади. Бундай агрегатлардаги тўр занжири қисмининг шовқун чиқариши бикр занжирли полимерни гелга самарали ўтишига олиб келади ва гелнинг эластиклик модулини сезиларли даражада ортиради. Яхши абсорбация хоссасини сақлаган ҳолда механик хоссасини орттиришнинг бошқа усули – гел композитларини бикр каркасга эгилувчан занжирли тўрни татбиқ этиш билан ҳосил қилиш мумкин. Жумладан, бундай гелларни акриламидларни сувли суспензияда юпқа майдаланган минерал кристаллитларини полимерлаш билан олинади. Полимерлашда гелга бевосита минерал пластинкалари

қўшилади, натижада яхши механик хоссали ишонарли мустахкам структура хосил бўлади.

КУЧЛИ БЎКУВЧИ ГЕЛЛАРНИ ТУРЛИ СОҲАЛАРДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ

Гел-суперабсорбентларнинг асосий қўлланиладиган тармоқларидан бири – физиологик суюқликларни абсорбациялаш учун турли хил гигиеник материаллар (подгузниклар ва бошқалар). Шу мақсадда бир йилда дунёда юз минглаб тонналаб гидрогеллар учун полимерлар ишлаб чиқарилади.

Гел-суперабсорбентларнинг бошқа муҳим қўлланиладиган соҳаси қишлоқ хўжалиги бўлиб, бунда уларни тупроқ намини сақлаш учун ишлатилади. Бу маммони тадқиқоти Египитда фаол ўтказилмоқда ишонч шундаки, чўл зоналаридаги тупроқни унумдорлигини ортириш мумкин. Гел-суперабсорбентларнинг амал қилиши улар тупроқ юзасида сувни буғланишини қийинлаштириб ва унда намликни тутиб туради. Бунда ўсимлик сувни на фақат суғориш ариғидан, балки тўйинган гелнинг ўзидан ҳам: кўпчилик култивация қилинадиган ўсимликларда гидрогелда сақланган сувнинг бир қисмидан фойдаланади. Гидрогелларнинг бу хусусиятидан улардан гидропоника усули билан етиштириладиган ўсимликларнинг озиклантириш муҳитида қўллаш имкониятини беради.

Гел-суперабсорбентлар қурилишда ҳам қўлланила бошланди. Гел-суперабсорбентлар асосидаги сув ютадиган материаллар тунелларни тоблашда бетон блоklarнинг юзасига ишлов беради. Блоklarга сув сачраши билан суперабсорбент бўкади, блоklar орасидаги улоқларни тўлдиради ва шу билан сувнинг туннелга тушишини беркитади. Бу усулдан Японияда темир йўл туннеллари ва метро қурилишида кенг миқёсда қўлланилади, ундан Ла Манш бўғозидан туннел ўтказишда муваффақиятли равишда фойдаланилган. Суперабсорбентлар полимер ленталар таркибига киритилиб, оптик коммуникация кабелларига ўтишини беркитади [10]. Суперабсорбентлар асосида махсус ламинация қоғози олинади, бунда икки қоғоз қатлами гел – суперабсорбент кукунли юпқа прокадка билан ажратилган. Бундай қоғозга

янги гўшт ёки товук ўралади. Қоғоз суюқликнинг ортиқчасини сўради ва махсулотни қуришига йўл қўймайди [11]. Гел – суперабсорбентлар қорни ўхшатувчи замонавий сунъий қопламалар яратиш учун ишлатилмоқда. 1991 йилда Японияда жаҳонда биринчи марта берк бинода тоғли қор очилди. Унинг кенглиги 50 м, узунлиги эса 120 м. Сунъий қор сифатида сувга тўйинтирилган ва сўнгра музлатилган гел крупасидан фойдаланилган. Бундай гел ўзининг хоссасини $+15^{\circ}\text{C}$ хароратгача сақлайди (солиштириш учун юпка майдаланган муз $+5^{\circ}\text{C}$ хароратгача сақлайди) [12].

Шундай қилиб, гел ярим электролитлари қимматли суперабсорбцион материал ҳисобланиб, жуда кўп тармоқларда ишлатилади.

Унинг қўлланилиш соҳаси мустахкам композитли тўқмасиз материаллар, резиналар ва бошқалар ишлаб чиқилса яна ҳам кўпайиши мумкин.

КОЛЛАПС ГЕЛЛАРИ

Агар гел звенолари орасида ўзаро таъсирда итариш кучи бўлса, бундай гел кучли бўқади ва суперабсорбцион хоссасини намоён этади.

Агар гел звенолари орасида ўзаро таъсирда итариш кучи билан бирга тортишиш кучи ҳам бўлса, коллапс гел кўриниши мумкин.

Коллапс ташқи омилларнинг сезиларсиз ўзгаришида гелнинг хажми кучли кичиклашганидан (ўн, юз марта) ташкил топган.

Гелларнинг коллапсини чақирувчи ташқи стимул сифатида харорат, босим, термодинамик ёмон эритувчини қўшиш, ПАВ, чизиқли полимер, ёруғликнинг таъсири, электр майдони ва бошқалар бўлиши мумкин.

Бунда хажмнинг ўзгариши қайтар жараён бўлиб ва шундай яққол кўринадик, уни гелнинг макроскопик намунасини кўз билан кўриш мумкин.

Гел звенолари орасидаги орасидаги ўтиш ҳаракати баланси тортишиш ва итариш кучлари бузилиши у ёки бу ташқи омилнинг таъсири ҳисобланади.

Каттароқ самаралироқ итариш кучи узоққа таъсир этувчи электр табиатига эга бўлган куч ҳисобланади (энг асосийси противоионларнинг осмотик босими).

Ван-дер-Вальс кучлари, гидрофоб ўзаро таъсирлар, водородли боғлиқликлар ва қарама-қарши ишорали ионлар орасидаги тортишиш кучлари тортишиш кучлари ҳисобланиб, гелнинг коллапсини чақирувчиси ҳисобланади.

Фақатгина 1978 йилда, коллапс ҳақида назарий тахминлар аниқлангандан 10 йил ўтиб Тапаки томонидан эксперимент йўли билан аниқланди.

Тапаки сув билан ацетоннинг аралашмасида бўш тўқилган ПАА гелларининг бўкишини ўрганди (ПАА учун сув термодинамик яхши эритувчи, ацетон эса чўктирувчи ҳисобланади) ва сувда тўйинган гелга маълум миқдорда ацетон қўшилганда гел нотекис равишда ўзини хажмини камайтирди.

Бу синовнинг натижаси кейинчалик қизиқарли бўлган. Кўп сонли қайта синовлар (шунингдек муаллифнинг ўзи тамонидан ҳам) яхши натижа бермади. Синовлар сиқилган гелийни тасдиқлади, лекин тўйинган ҳолатдан сиқилган ҳолатга ўтиши Тапакининг синовидек тўхтовсиз давом этди.

Фақат бир неча ой ўтгандан кейин аниқландики, ўтиш дискретлиги гелийнинг консервация вақтига яъни гелийнинг полимерланиш тугаши билан полимерланиш аралашмаси қолдиқларидан ювиш бошланишигача кетган вақтга боғлиқ. Консервация вақтининг ортиши дискрет коллапсни пайдо бўлишиги олиб келади. Сувда гел тўйинган ҳолатда туради ва ацетонни қўшиб бориш билан секин-аста сиқилади. Янги тайёрланган гелларда коллапс тўхтовсиз ўтади.

Гелийнинг консервация вақти ортиб бориши билан гелийнинг коллапсини чақирувчи ацетон концентрацияси баландроқ бўлади, ва коллапсда гелийнинг хажмини сакраши ортади.

Юқоридагилардан кўринадики, коллапс табиий полимерларда ҳам учраши мумкин. Табиий полимерларнинг учта синфи мавжуд: оксиллар, полисахаридлар ва нуклеин кислотаси.

Яқинда Verdugo полимер гелларини биологик дунёда фазаларини кўргазмали ўтишини топди. Томчилар ўзининг танасида муцин шаклида ихчам сақланади. Агар у ташқи муҳитда ажраса, муцин шу ондаёқ сувни ютиб

100 мартадан кўпроқ бўлади. Шундай қилиб слизняклар сувда сақланади ва нам мухитни сақлаб туради. Узоқ вақт биологларга муцинлар слизняк танасида тўла сувни ихчам ҳолатда қандай сақлаши мумкинлиги ноаниқ бўлиб турди.

Кейинчалик Verdug ходимлари билан аниқладик, муцин кальций ионларини қўшиш билан коллапсланади, ва таклиф этилдики, кальций ионларининг концентрацияси кўплиги туфайли муцин слезняк танасида туради.

Шундай мухит намлигини сақлаш механизми бошқа жониворларда ҳам қўлланилади. Тавсия айтилдики, инсон овқатни хазм қилиш йўлларида ҳам муцинлар худди шундай йўл тутди [41].

Шундай қилиб, геллардаги фазаларнинг ўтиши универсал ходиса ҳисобланади. Улар нафақат кимёвий таркибидан қатъий назар барча гелларда аниқланган, шунингдек улар тирик организмларда ҳам кузатилади.

ҚЎЛЛАНУВЧАН ГЕЛЛАР

Коллапсни пайдо бўлишига мойил бўлган, яқин турган полимер геллари, мухитнинг кичик ўзгаришига (харорат, босим, эритувчи таркиби ва бошқалар) ўзининг хажмини жуда тез ва қайта ўзгартириши мумкин.

Шунинг учун улар «қўлланувчан геллар» номини олди. Уларни «ақилли» материаллар ҳам деб аташади, яъни ташқи мухитнинг кичик ўзгаришига мос аввалдан дастурлаштирилгандек ўзини бошқаради.

Гелларнинг у ёки бу ташқи таъсирларни хис қилиши кимёвий таркиби, айнан ушбу омилларни бошқарувчи гуруҳ атомлари мавжудлиги билан аниқланади. Фаза ўзгаришларини чақирувчи таъсирларига боғлиқ қўлланувчан геллари бир неча гуруҳларга бўлиниши мумкин: термик таъсири кучли, эритувчи таъсирига кучли, мухит босимига таъсири кучли, ионга таъсири кучли, ёруғлика таъсири кучли, электр майдонида таъсири кучли, биокимёга таъсири кучли ва бошқалар

Термик таъсири кучли геллар

Термик таъсири кучли гелларнинг учта типи мавжуд: харорат кўтарилиши билан бўкадиган геллар, харорат кўтарилиши билан коллапсланадиган геллар, ва иккита тип гелларини бириктирадиган геллар.

Хароратга боғлиқ бўкишнинг турлича характери фазали ўтишни чакирувчи табиатдаги ўзаро таъсирини фарқланиши билан аниқланади.

Агар гидрогел коллапси учун Ван-дер-ваальс кучи ёки водородли боғланиш масъул бўлса, харорат кўтарилиши билан гидрогел бўкади, чунки қиздириш Ван-дер-ваальс тортишишини ва водородли боғланишни сусайтиради.

Аксинча, гел коллапси гидрофоб ўзаро таъсирни чақирса, тескари хароратли боғланиш кузатилади – харорат кўтарилиши билан гел сиқилади, ёки қиздириш гидрофоб тортишишни кучайтиради.

Термик таъсирчан гелнинг хажмий-фазали ўтишини сувдаги поли- (М-изопропилакриламид) (ПНИПА) гел учун биринчи марта Тапаки ходимлари билан топган.

Хозирги вақтда бу гел кўпроқ тадқиқот ўтказилган термик таъсирчан гел ҳисобланади. ПНИПА гели тўйинган ҳолатда сувда уй хароратида туради, лекин 33°C да коллапсланади.

Бу ходиса харорат кўтарилиши билан гелнинг кутубсиз гурухларида гидрофоб ўзаро таъсирни кучайиши билан боғланади.

У бу гурухларнинг юзасидаги структуралашган сув молекулаларини бўшаши билан бошқарилади, бу эса тизимнинг умумий энтропиясини ортишига олиб келади. [12] чи тадқиқот ишида кўрсатиладики, бир дона ПНИПА нинг мономерлик звеносининг дегидрацияси сувнинг 13 та молекуласини бўшатади.

Кейинчалик қиздиришда коллапсланадиган бир қатор бошқа полимер геллари олинди [7,8].

Булардан энг асосийси поли-К- алкилакриламид асосидаги гел [7,13], шунингдек поливинилметил эфири [7, 9, 5, 14] ва поли-М-винилкапролактинлар [15].

Маълумки, ҳарорат кўтарилишида гелларда коллапс кўзғатувчи кучининг асосини гидрофоб ўзаро таъсирлашиш ҳисобланади, гелларнинг термик таъсирчанлик хоссасини гидрофоб ва гидрофил звеноларини нисбатини ўзгартириш билан бошқариш мумкин.

Тадқиқотлар ихтиёрий ҳароратли фазали ўтадиган гелни олиш имконияти мумкинлигини кўрсатди.

Поли-К-алкилакриламид серияли гелларнинг турлича алкил қўшимчалари билан ўрганиш кўрсатдики, сув билан ката юзавий контактга эга бўлган гидрофоб гурухлари пастроқ ҳароратда коллапсланади [14, 21].

Полиакриламиднинг турлича алкил аралаштирилганларини қўллаб, ҳароратли фазали ўтиши 19.8°C дан поли-(К-метил-К-пропилакриламид) гели учун, поли-(1Ч-этилакриламид) гели учун 72.0°C гача термик таъсирчан гидрогел олинди [8].

Бир мунча зарядланган звеноларни киритиш билан нейтрал термик таъсирчан гелларнинг фазали ўтиш ҳароратини силжитиш мумкин [16, 17].

Зарядланган звеноларнинг хиссаси гелда қанчалик кўп бўлса, фазали ўтиш ҳарорати шунчалик кучли силжийди [5, 7,9].

Бунда фазали ўтиш ҳароратини силжиши ўтиш характерини ўзгартиради – у жадаллашиб қолади, унинг амплитудаси эса ортади.

Зарядланган звенолар гелда етарли кўп миқдорда бўлса термик таъсирчанлигини йўқотиши мумкин, чунки гидробооб тортишишлар электростатик кучларни енга олмайди.

Эритвчи таркибига таъсирчан геллар

Амалда ихтиёрий гелга тинилтирувчи танлаш мумкин, уни қўшиш билан гелнинг коллапсини чақиради.

Юқорида кўриб ўтилгандек, гелнинг полиакриламид коллапси сув ва ацетон аралашмаси мисол бўлади. Бундай гелларнинг коллапс нуқтасини гелга оз миқдорда зарядланган звенолар киритиш билан силжитиш мумкин.

Шуни назарда тутиш керакки, аралаштирилган эритувчининг компонентлари гел ва эритувчида нотекис тақсимланиши мумкин. Аралаштирилган эритувчининг ичидаги тўйинган тўр таркиби амалда ташқи

эритувчи таркиби билан мос тушади, бу вақтда коллапсланган тўр ташқи эритувчига нисбатан яхши эритувчи билан бойиган бўлади [11].

Босимга таъсирчан геллар

Босимга таъсирчан гелларга, таркиби кислота ёки асосларга бўш гурухлар, босим ўзгариши билан ионлашишга мойил геллар киради.

Зарядланмаган геллар коллапсланган ҳолатда бўлади, ионлаштириш қўзғалувчан противоионларнинг осмотик босими гелнинг бўкишига олиб келади.

Таркибида кислотали гурух мавжуд бўлган гидрогеллар ишқорли муҳитда бўкади, бироқ ионлаштириш сиқилган муҳитда коллапсланади. Аксинча, асосий гурухдаги гидрогеллар чучук муҳитда бўкади, бироқ босим ортиши билан коллапсланади.

Полиамфолит геллари ачишида ёки ишқорлашишида бўкади, звеноларнинг мусбат ва манфий зарядлари билан муҳит босимининг ўртача қийматлари нисбатининг экимол ҳолати таъминланганда максимал сиқилган ҳолатда бўлади [8, 11]. Изоэлектрик нуқтасида гелларнинг контракцияси противонларнинг осмотик босимини тушиши билан ва қарама-қарши зарядланган звеноларнинг кулон тортишиши билан боғлиқ.

Гелга бир вақтни ўзида термик таъсирчан мономерли звенолар ва босим ўзгаришида ионизациялашишга эга бўлган гурух таркиблилардан оз қисмини киритилса, боимга ва термик таъсирчан гел олиш имконини беради.

Будай геллар синтезлаштирилади, масалан акрилат натрий билан сополимерлар асосидаги НИПА (манфий зарядланишга эга бўлган гел) [16] ва иккиламчи диметиламиноэтилметакрилат ёки диэтиламиноэтилметакрилат билан НИПА [112] (мусбат зарядланишга эга бўлган гел). Қутублари муҳитига боғлиқ ионизация жараёнида кўриниб турибдики гелларни урта асосий режимга бўлиш мумкин.

Биринчи режим (гелларнинг зарядланиш даражаси ортиши билан бўкиши) қутублар муҳитида («полиэлектролит режимида») кузатилади; иккинчи режим (ионизация даражасини ортиши билан гелларнинг коллапси) кичик қутубли муҳитда («иономер режимда»); учинчи режим (гелларнинг

кичик ионлаштириш даражасида ва кейинчалик ионлаштириш билан баланслаштирилган ҳолатга ўтишида) оралиқ қутублашиш муҳитида (полиэлектролит-иономер режимлари аралашган) кузатилади. Ионизациялашишда гелларнинг бўкиш даражасини ўзгаришини турлича характерда бўлиши гелдаги противоион ҳолатининг турлича бўлишига асосланган. Қачонки ионизацияланиш вақтида противоионлар эркин бўлса (кутубий муҳит), гел осмотик босим туфайли бўкади («полиэлектролит режим»). Кам қутубли муҳитда ионизацияланиш вақтида противоионлар эркин бўлмаса, лекин звеноларнинг қарама-қарши зарядланган занжирларида ионли жуфт ҳосил қилиб конденслашади. Ўз навбатида ионли жуфтликлар ўзлари билан гелда қўшимча улоқ ролини ўйнайдиган мултиплетларда агрегатлашади, бу эса гелнинг коллапсига олиб келади («иономер режим»).

Гелда оралиқ қутубли муҳитда эркин ионли жуфтликлар билан бирга ионли жуфтликлар ҳам мавжуд. Гелда ионлаштиришнинг кичик даражасида дастлабки бўкиши тўр зарядланиши ортиши билан эркин противоионларнинг осмотик босимини ортишига асосланган. Коллапслаган ҳолатга ўтиши ионлашган жуфтликлар мултиплетлар ҳосил қилиш учун етарли даражада бўлганда кузатилади. Бу концентрацияда эркин ионлар ва ионли жуфтликлар орасидаги тенглик ионли жуфтликлар тамон сурилади ваг ел коллапслагани. Коллапснинг сабаби кўзгалувчан противоионларнинг осмотик босимини тушиши ва ионлар жуфтликларини мултиплетларда агрегатлашиши билан тўрларда қўшимча «тикилиши»дан иборат («аралашган полиэлектролит-иономер режим»).

Шундай қилиб, ионлаштириш муҳитида қутублашишига боғлиқ гелларни коллапсга ҳам, бўкишига ҳам олиб келиши мумкин [13].

Ионга таъсирчан геллар.

Полиэлектролит гелларига кам молекулали туздан қўшилса, уларни тўрларини зарядланиши билан боғлиқ экранлаштирилган самарасига сезиларли таъсир этади.

Аввало звенолари бир ишорали заряд ташийдиган полиэлектролитгелларини кўриб чиқамиз. Бу ҳолатда тузнинг самараси гел

жойлаштирилган эритувчи сифатига боғлиқ. Термодинамик яхши эритувчида моновалентли тузни қўшиш одатда гелнинг текис контракциясига олиб келади, етарли ёмон эритувчида эса сакровчи коллапсга олиб келади [22] .

Тузнинг таъсири, қачонки осмотик босимни белгиловчи гелнинг ичидаги эркин противоионлар коцентрацияси билан тузнинг коцентрацияси тартиби бир хилда бўлганда бошланади.

Генинг коцентрацияси асосан унинг ичида ва ташқарисидаги осмотик босимни фарқини камайишига асосланган.

Бундан ташқари, гел ичидаги каммолекулали туз коцентрациясида донанов тенглиги ўрнатилиш натижасида, унинг ташқарисидаги қоришмадан хар доим кам бўлади.

Тўйинган геллардан фарқли, коллапсланган гелларга туз қўшилиши унинг бўкиш даражасига таъсир этмайди.

Гелларнинг контракциясига ёки коллапсига мултивалент тузларни қўшилиши моновалентли тузларга нисбатан одатда кам коцентрацияда содир бўлади [5].

Бу бир қатор сабабларга боғлиқ. Биринчидан, занжир зарядларининг компенсацияси учун мухим бўлган противоионларнинг умумий сони камаяди.

Иккинчидан, мултивалентли ионлар тўр гуруҳидаги қарама-қарши зарядланганларини кучлироқ тортади, бунда улар ўзларининг қўзғалувчанлигини ва осмотик босимга таъсирини йўқотади.

Учинчидан, мултивалент ионлар бир вақтни ўзида гелнинг бир неча звенолари билан электростатик боғланиб, тўрда қўшимча самарали тўқима ролини ўйнайди. Муливалент ионининг заряди қанчакатта бўлса, шунча кам коцентрацияли ионда коллапсланган ҳолатга ўтиш кузатилади.

Ёруғликка таъсирчан геллар

Ёруғликка таъсирчан геллар ультра бинафша нурланишда диссоциалашадиган ёруғликка таъсирчан НИПА сополимер ва бис-(4-диметила-минофенил) - 4' – винилфенил-метан-лейкоцианидлар [3] асосида синтезланган [5, 8, 19]. Бу гелга ёруғликнинг таъсири фотоионизациялаш самарасига асосланган. Таркибида 1 мол % кўрсатилган фото таъсирчан

гурух мавжуд бўлган ПНИПА гелда ультра бинафша нурланиш бўлмаса, коллапсланган ҳолатга фазали ўтиш ҳарорати 30.0°C га эга бўлади. Фото таъсирчан гурухнинг ионлашиши туфайли ультра бинафша нурланишдан сўнг бу ҳарорат 32.6°C гача кўтарилади. Агар гелни доимий ҳарорат оралиғида 30 ва 32.6°C , масалан 31°C да олинса, ультра бинафша нурланиш гелни коллопсланган ҳолатдан тўйинган ҳолатга қайта тезда ўтишига олиб келади [11]. Бу ультра бинафша нурларнинг таъсири туфайли фотоионизация натижасида цианид ионларини осмотик босими билан тушунтирилади, агар ультра бинафша нурлар нурланишни тўхтатса, зарядланган гурухлар йўқолиши натижасида гел қайта коллапсланади.

Шунингдек, кўриладиган ёруғликка таъсирчан геллар ҳам ҳосил қилинган [5]. Улар ПНИПА тўри билан унга ковалент тўқилган хромофор-Сихлорофилинни намоён этади.

Фазали ўтиш ҳароратига яқин (31.5°C да) турган ҳолатда гел тўйинган ҳолатда турганда 85 мВт дан ортиқ ёруғлик кучи билан коллапсланади.

Фараз қилинадики, бу ҳолатда ёруғликнинг таъсирланиш принципи гел ичкарасида хромофорнинг ёрулик энергиясини ютилиши ва кейинчалик термик диссипацияси туфайли локал кучайтирилган ҳолатда бўлади.

Электр майдони таъсирига таъсирчан геллар

Кўйилган электр майдони таъсирида зарядларнинг ҳаракатланиши зарядланган гелларнинг бўкиш даражасини ўзгартириши мумкин. Кам зарядланган аниоион гелининг бўлакчасини оламиз. Ташқи электр майдони кўйилганда гелдаги макро- ва микроионлар электр кучи қарама-қарши йўналишда таъсир этади.

Полимер тўрида қайд этилган мусбат зарядлар электр майдонида асосан гел противоионлари (катионлар) катодга йўналади. Натижада катод яқинида осмотик босим ҳосил қилувчи кўзгалувчан ионлар концентрацияси ортиб кетади ваг ел бўқади. Бошқа электрода эса, аксинча, гел сиқилади ва унинг текислигини эгилишига олиб келади [8, 20, 21].

Агар бундай манипуляцияни етарлича ёмон эритувчида ўтказилса (коллапс яқинида), электр майони таъсирида коллапсни индукциялаш мумкин

[2]. Гелнинг коллапси қайтарилиши мумкин, электр майдони мавжуд бўлмаса ҳам гел қайта бўкади.

Электр майдонига таъсирчан геллар қарама-қарши зарядланган ПАВ полиэлектролит комплекси асосида ҳам олинган [1].

Бу ҳолда электр майдони таъсирида ионлар ПАВ ионлари ҳаракатланиб, бита электрода коцентрациялашиб, у ерда қарама-қарши зарядланган занжир тўрини ҳосил қилади. Шу жойда, гел комплекси ҳосил бўлган жойда гел мицелл даги ПАВ ионлари агрегацияси туфайли сиқилади.

Биокимёвий таъсирчан геллар

Биополимер молекулалари маълум типидегилари иштирокида махсус синтезлашган геллар фазага ўтишга учраши мумкин [7, 20-22, 8, 23-25]. Бунинг учун турлича специфизик ўзаро таъсирланувчилардан фойдаланилади, масалан, антиген-антитело, лиганд-рецептор ва бошқалар. Биокимёвий фаол элементлар, яъни ферментлар ёки рецепторлар фазага ўтиш ҳолатига яқин турган гелга жойлаштирилади. Мақсадли молекулалар гелга тушиши билан фаол элемент у билан ўзаро таъсирлашади, бу эса гелдаги тенгликни бузади, натижада у бўкади ёки коллапсланади.

Масалан, [25] тадқиқот ишида полисахаридга нисбатан махсус боғловчи марказига эга бўлганидан ПНИПА гелида конкавалин – А ферментини имобилизлаштирилган. Осмотик босим туфайли зарядланган полисахарид (сулфат декстран) гел билан боғланишда бўкади. Зарядланмаган полисахаридни сулфат декстран билан алмаштирилиши α-метил-О-маннопиранозид гелни коллапсига олиб келади.

"ТАЪСИРЧАН" ГЕЛЛАР ҚўЛЛАНИЛАДИГАН БАЪЗИ ТАРМОҚЛАР

Гидрогелларнинг ташқи муҳит ўзгаришига боғлиқ ўзининг тез ва қайтар қобилияти улардан турли тармоқлада фойдаланиш шароитини белгилайди. Баъзи қўлланиладиган соҳаларини келтирамиз.

Созланадиган ўтказувчанликка эга бўлган мембраналар

Моддани ўтказувчанлик механизмига эга бўлган полимер мембраналар иккита асосий турга бўлинади [17]: полимер матрицада диффузия ёрдамида ва

бўлакчалар орқали диффузия ёрдамида. Биринчи механизм модданинг мембрана материалида эриши ва полимер мухотида диффузияланиши билан фарз қилинади. Иккинчи механизмда эса, мембрана ўзаро сўрилувчан каналлар мавжуд бўлган тизимдан, у орқали молекулалар полимер материали билан ўзаро таъсирлашмай майдалашади. Шунинг учун гелнинг бўкиш даражаси қанчалик кичик бўлса, унинг ўтказувчанлиги шунчалик кам бўлади [22]. Гелнинг коллапси мембрана орқали гелни диффузияланишини бутунлай тўхтатади [22]. Мембраналарни «таъсирчан» геллардан тайёрланиши у ёки бу ташқи параметрлар ёрдамида гидрогелнинг бўкиш даражасини аралаштириб мембрананинг ўтказувчанлигини ўзгартириш, масалан харорат имконини беради [21, 22].

Агар қиздириш гелнинг коллапсига олиб келса (термик таъсирчан ПНИПА геллари ёки поликрилоилпирролидин), у холда харорат кўтарилиши билан гелнинг ўтказувчанлиги камаёди [21,22].

Шунингдек, хароратга таъсирчан бўлмаган гелларда, масалан поли-2-гидрокси-этилметакрилат гелида қиздириш билан ўтказувчанлик ортади.

Бу эса эриган модданинг диффузияси тезланиши билан боғлиқ [21].

Шундай қилиб, харорат ортиши билан ўтказувчанлиги ёки ортадига (гелнинг кимёвий таркибига боғлиқ), ёки камайдиган мембраналар олиш имкони олинди [21].

Фаоллиги созланадиган катализаторлар

Гелларнинг коллапсга мойиллигини катализаторлар яратиш учун қўлланилиши мумкин, агарда катализаторнинг молекулалари тўр ичида сафарбар этилса. Бундай катализаторларнинг харақатини гелнинг коллапси хосил қилиб тўхтатиш мумкин, ва сўнгра гелнинг бўкишини хосил қилиб унинг фаоллигини қайта тиклаш мумкин.

Коллапсланган холатга алмашинишида реакциянинг тўхташиши реагентлар учун гелнинг бирдан ўтказувчанлиги ва катализаторнинг ўтказа олмаслиги билан боғлаш мумкин. Гелнинг тўйинган холатга алмашинишида гелдаги моддаларнинг диффузияланиши қайта тикланади, бу эса реакцияни қўзғалишига олиб келади.

Агар гел «юмшоқ» мухитда (барқарор босимда ва сувли харорат 40~45° С дан ортмагган мухитда) коллапсга учраса, унинг асосида қайтар катализаторлар олиш мумкин, бунда катализатор вазифасини ферментлар бажаради [18, 23]. Қайтар тўйинган биокатализаторлар жалб этилган ферментлар ютуқларини ўзига олади. Бироқ бунда камчилик юзага келадики, биринчи навбатда субстратни гел ичида диффузияли сўрилишинида ва тўйинган гелдаги реакция маҳсулотларини ташқи қоришмага қийинлашиши билан боғлиқ.

Бу камчиликларни "таъсирчан" гелларнинг характерли хоссасидан, яъни ташқи мухитга боғлиқ ўзининг хажмини ўзгартиришига боғлиқ бартараф этиш мумкин. Бу масалани ечиш Нойтоп ходимлари билан тавсия этилган [23].

У ўзига хос гел асосида микронасос яратиш билан ташкил топган бўлиб, циклик бўқиш ва сиқилиш жараёнида суяқликни гелнинг шу ҳолатигача тортадики, ундаги қамраб олган қоришма ўтказиш жараёнини тезлатади [23].

Шу мақсадда Нойтап термик таъсирчан гелдан фойдаланди, циклик бўқиш ва сиқилиш хароратни сезиларсиз циклик ўзгаришига олиб келди.

Назоратдага ажралувчи дорилар учун ташувчилар

Полимерли матрицалар аввалдан янги доривор шакиллар тайёрлаш учун ишлатилиб келинади. Бу инсон организмида полимер ташувчидан дорини секин аста ажиралишини таъминлайди. Бироқ полимер матрица на фақат дорини ажралиш тезлигини назорат этади, дорини инсон организмнинг қайси жойига керак бўлса, ўша жойига етиб боришини ҳам таъминлайди [22].

Доривор моддаларни тизимга йўналтириш учун баъзан шундай омилдан фойдаланадики, инсоннинг овқат хазм қилиш аъзолари ички босими билан бир-биридан кескин фарқ қилади. Масалан, ошқозон нордон мухит (рН 1.4), ичаклар – беқарорликка яқин (рН 6.7-7.4). Шунинг учун доривор моддаларни узатувчи сифатида асрсан босимга таъсирчан геллардан фойдаланилади. Агар таркибида гел бўлган мода инсон организмига тушса, у инсоннинг қайси аъзоси дорини талаб қилган бўлса, ўша жойида у бўкади.

Бўш асос асосидаги босимга таъсирчан геллар. Барқарор ва ишқорли мухитда коллапсланади, лекин нордон мухитда ошқозонда бўкади. Шунинг учун бундай геллардан ошқозонга доривор моддаларни юбориш учун ишлатиш мумкин. Оғиз бўшлиғида беқарор босимда коллапсланадиган гелдан ачиқ дориларнинг ёқимсиз хидидан химоя қобиғи сифатида фойдаланиш мумкин. Жумладан, бундай омилдан сополимер метилметакрилат ва диметиламиноэтилметакрилат қўллашга тавсия этилган (бўш асосли, нордон мухитда ионлашишига мойил).

Кучсиз кислота асосидаги босимга (pH-) таъсирчан геллар

Кучсиз кислота асосидаги геллар нордон мухитда коллапсланади, лекин ишқорли мухитда бўкади. Ошқозонда pH 1.4 босимда дори моддасини ўзини ичда сақлайди ва шу билан химоя функциясини бажаради. Ичакка тушгандан кейин (pH 6.7-7.4), гел бўкади ва дорини ташқарига ажратади.

Бундай геллар айниқса панкреатит каби касалликларни даволашда жуда муҳим. Панкреатит билан касалланган беморлар овқат ўрнига ферментлар қабул қилиши керак, усиз овқат хазм бўлмайди, ичакларда сўрилмайди.

Хозирги вақтда бу касалликни даволаш учун таркибида амилаза бўлган ферментлардан фойдаланилмоқда. Бироқ текширишлар кўрсатдики, бемор қабул қилган дорининг оз қисми (<10%) ичакка фаол ҳолатда етиб боради.

Бунга сабаб ферментларнинг ошқозонда паст босимда (pH) дезактивацияси. Шуна ўхшаш муҳим гидрогеллардан бири, қабул қилинган индометацин (ялиғланишга қарши) дори ҳисобланади. Лекин гап дорининг ошқозонни агрессив мухитидан химоя қилиш ҳақида кетаётган йўқ, аксинча ошқозонни тўқималарига кучли таъсир этиши мумкин бўлган ва унинг перфорациясига олиб келиши мумкин тўғрисида кетмоқда [17]. Гел ошқозонда бутунлай индометацинни тўла ажрашига абаб бўлади.

Ошқозон бўшлиғига таъсир этувчи дорилардан химоя қилиш учун химоя қобиғи сифатида перограал дорилар НИПА ни полимеризациялаш билан олинган гидрогеллардан акрил кислотаси ва занжир охирида винил гурухли билан полидиметилсилоксан асосли макромерлардан фойдаланиш тавсия этилган [10].

Бундай сополимерлар қандай босимга (РН) таъсирчан бўлса (акирил кислотаси звенолари туфайли), ва шундай иссиқликка таъсирчан (НИПА звенолари туфайли).

Бундан ташқарни, у таркибида полидиметилсилоксаннинг гидрофоб доменларига эга бўлиб, улар гидрофоб дори моддалари учун ўзига яраша «депоси» бўлиб хизмат қилади.

Шундай қилиб, босимга таъсирчан геллар фақат матрица вазифасини бажарибгини қолмай, инзон организмнинг маълум жойида ажралиб эрийди, шунингдек перорал дориларда химоя қобиғи вазифасини бажаради.

Инсон организмида ўтадиган патологик жараёнлар босим, харорат, айрим ва моддаларнинг концентрацияси ўзгариши билан боғлиқ.

Бу қайтар боғланишли тизимни тузиш имконини беради, яни паталогик жараёнлар доривор моддаларнинг ажралиши билан бошқарилади.

Бундай ўз-ўзини бошқадиган дориларни - суний ошқозон ости безини яратиш, яъни глюкоза концентрацияси ўзгаришига жавобан инсулин ажратадиган қурилма қантли диабет билан касалланган беморлар учун муҳим муаммони ечади.

Бу муаммони ечишда гидрогелларни қўллашда малум бир ютуқларга эришилган. Одатда глюкозанинг ферменти сифатида глюкозооксидазлардан фойдаланилади. Таркибида инсулинни тўйинган қоришмасига эга бўлган глюкозооксидазлар бўш асосли гелларда босимга таъсирчан.

Гидрогелда ташқи қоришмадан глюкоза дифиндирлашса, глюкозооксидаз глюкон кислотасигача оксидлайди. Реакция жараёнида ажрайдиган кислота босимга таъсирчан (РН) гелни ионизациялайди ва уни тўйинтиради.

Бўкиш ўз навбатида инсулинни гелни ташқи қоришмасида диффузияланишига олиб келади. Шундай қилиб, қоришмасидаги глюкозанинг концентрациясида ажрайдиган инсулинга боғлиқ тизим яратилган.

Барча тирик организмлар кимёвий энергияни механик ишга изотермик алмашилиши туфайли ҳаракатга келади, масалан микроорганизмда ресничекнинг ёки жгутикларни ҳаракати, томирни тортишилиши.

Бундай тизимни моделлаштириш учун «таъсирчан» полимерли гидрогеллардан, кучли бўқишга ёки термик, кимёвий ёки электр энергияси таъсирга жавобан сиқилишга эга бўлган геллардан фойдаланиш мумкин.

Бундай батафсил тизимни биринчи марта 50-йилларда полимер кимёсидаги машхур номлардан бўлган Кун ва Качалскийлар боғлиқ. Хозирги вақтда ташқи омиллар таъсирига ўз ҳолатини ўзгартирадиган бир неча хил гидрогеллар ишлаб чиқиш қурилмалар яратиш устида изланишлар олиб борилмоқда. Бу йўналишда фаол ишлар Японияда ўтказилмоқда [11, 20]. Электр майдони ҳосил қилувчи полиэлектрорлит гели деформациясидан фойдаланиб Кигаислар ходимлари билан [20] қўли бармоқлари юмшоқ гелдан ясалган «юмшоқ» манулятор-робот яратишди, у товук тухимини шикасатлантirimасдан секин аста олиб қўчириши мумкин.

Улар юмшоқ гелдан ясалган думли суний ясалган балиқни электр майдони таъсирида сузишга мажбур қилади [20]. Гел мануляторларнинг камчилиги ташқи таъсирга нисбатан секин жавоб қайтариши, бунда баъзан аниқланадики стимул тезлигини ўзгариши эмас, балки ундаги диффузияланиш жараёнига боғлиқ бўлган тўрнинг реакцияси тезлигига боғлиқ. Гелнинг бир текисда бўқиши ёки коллапсланиши учун кетган вақт характерли чизиқли ўлчами квадратига пропорционал [1]. Макроскопик гел намуналари учун (~ 1 см) у бир неча кунга етади. Гелнинг ташқи муҳит таъсирига реакциясини кучайтириш учун ўлчами бўйича кичик ўлчамли геллардан фойдаланиш мумкин (юпқа пленкали ёки шарикли). Бир неча микрон диаметрли сферик геллар ташқи муҳит таъсирига миллисекунда жавоб беради. Лекин гелга таъсир этишига жавоб бериши тўр диффузияланиш жараёни боғлиқ принципларидан фойдаланиш истиқболлироқ ҳисобланади.

Гелдаги микроструктураларнинг ҳосил бўлиши турлича бўлиши мумкин.

Юқорида биз микрогеструктураларнинг сув муҳитида микроструктураларини қўриб чиқдик, уларни пайдо бўлиши электрик ва гидровоб омилларнинг рақобати билан боғлиқлиги, бунда электрик омиллар (энг асосийси противоионларнинг осмотик босими) звенолар орасида итаришга сабаб бўлади. Кейинчалик гелдаги микроструктура мавжудлиги

электр омиллари аксинча звенолар оралиғи тортилишига масъул, кулонов таъсири эса гелнинг тўйинган ҳолатини текислайдиган тизим учун аниқланган.

Бундай микроструктуралар қачонки ионлар ўртасида кучли кулонли ўзаро тасирлашиш кучли бўлганда: кам қутбли муҳитда ёки ионларнинг заряди юқори бўлганда кузатилади

Противоионлар ва гел зарядланган звенолари ўртасидаги тортишиш ион жуфтликлар ҳосил бўлишига олиб келади, улар кейинчалик мултиплетларда диполь-ди-тўла тортишиш ҳисобига агрегатлашади.

Гелларда мултиплетларнинг ҳосил бўлишини биринчи марта [13-15] тадқиқотларда аниқланган. Тадқиқот объекти сифатида полиакрилат ва полиметакилат геллари олинган. Чунки бу геллардаги противоионлар флуоресцироватланишга мойилроқ, ион агрегатини шакиллантиришда флуоресцентли спектроскопия усулидан фойдаланилди.

Кўрсатилдики, гел ҳажмида зарядланган гуруҳлар нотекис тақсимланган: 7 яқин противоионлари (занжир тўридаги қарама-қарши зарядланган мос гуруҳлар ўрнига) улар агрегатларда (мултиплетларда) тўпланган. Шундай ҳолат ПНИПА геллари агрегатлари (мултиплетлар)да гидровоб ҳолатида гел тўйинган ҳолатида шакилланиш бошланади

Шунингдек, гелда микроструктуранинг ҳосил бўлиши кичик масштабда ва гелнинг коллапсига тўсиқ бўлувчи узоқ таъсир этувчи омилни текисловчи «коллапс бошланиши» кузатилиши мумкин.

ГИДРОГЕЛЛАР ВА СУПЕРАБСОРБИРАЦИЯЛАНУВЧИ ПОЛИМЕРЛАР

Бу ишда гидрогелларнинг улкан хоссалари – гидрофоб, намликни ютувчанлиги, ҳароратли ўтиши саноатда, фармацевтикада, медицинада ва юқори технологияли соҳаларда кенг қўлланилишини кўриб чиқилган.

Улар гидрогеллардан ишлаб чиқаришда гермитизация ва бошқа герметикларда гидробўкадиган восита сифатида, линзаларнинг юмшоқ туташ

жойларида, «ақилли» полимерларда, доривор препаратларда матрица сифатида фойдаланиш имконини беради.



1- расм

Суперабсорбцияли полимерлар асосидаги оммавий истемол товарлари ишлаб чиқариш имконияти билан бирга, универсал гидрогеллар «ақилли» қўшимчали янги истиқболларини ишлаб чиқиш имкониятини яратади. Бунга кимёвий структурасининг кенг диапазони яратувчи хохишига кўра ютилиш тезлиги ва унинг интенсивлигини назорат этишни, уни турли сохаларда қўллаш имконини беради:

- қурилишда ва шунга ўхшаш сохаларда гидробўкадиган герметизация учун;
- ўз-ўзини герметизациялашда;
- доривор воситаларни организмга юборишда ;
- препаратларда ва бошқа кимёвий моддаларда;
- юмшоқ контакт линзларда;
- гидрофил қопламаларда;

Фуқаро қурилишилари шунга ўхшаш сохаларда гидробўкадиган герметизация учун;

Қарийб ўттиз йил давомида сувда тўйинган каучиклар фуқаро қурилишларида сувни беркитиш учун герметик восита сифатида фойдаланиб келинмоқда. Уларнинг ўз-ўзини герметизациялаш қобилияти улардан сув ёки сув қотишмалари бирон — бир муаммони ҳосил қилишидан, масалан

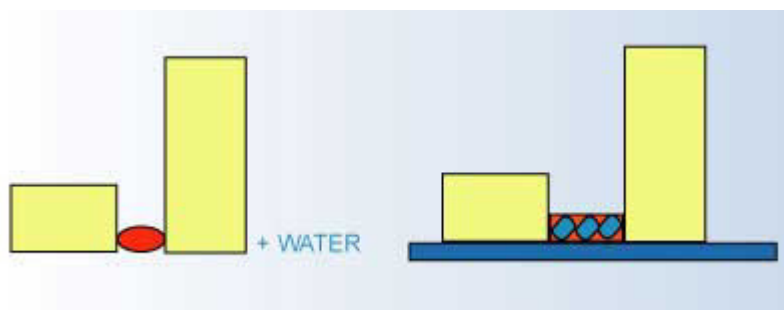
чўкишдан химоя қилиш учун ёки сув кириб қолишини герметизацик қилиш учун фойдаланилади.

Сув билан учрашгандан сўнг профил ёки герметик восита бўкади ва ўзини хажмини кучли катталаштиради, натижада ичкарига кириши мумкин бўлган сувнинг йўлини беркитади.

Бу ерда, қуйидагича усуллардан фойдаланиш мумки:

- қурилиш бирикмалари учун бириктириладиган герметик профиллар, фазода девор-девор, девор – пол, пол-пол герметизациялаш, аввалдан қуйилган бетон дренаж қузури билан йиғилган колодецларнинг бетонли колец орсидagi герметизация ва бошқалар.

Қўлланилишига чекланишлар бўлиши мумкин: қўзғалувчан бирикмаларнинг яроқсизлиги туфайли ишлатиб бўлмаслиги, юқори бисимда, сув оқимининг тезлиги туфайли профи бўкиши учун маълум бир вақт талаб этса, Пастдаги расмда сув киришидан герметизация қилиш ишлаш принципи кўрсатилган.



2 – расм. Сув киришидан герметизация қилиш ишлаш принципи.

Ўз-ўзидан герметизацияловчи кўп қатламли пленкалар ва листлар: гидробўкадиган материал қатлами иккита қатлам оралиғида одатда сув ўтказмайдиган лист бўкиши мумкин ва композитнинг шикастланган қисмига ёпишиб қолади. Пастдаги расмда ўз-ўзинини герметизация қилиш кўрсатилган.



3 – расм. Ўз-ўзинини герметизация қилиш принципи.

Гидробўкадиган герметизация қилишнинг иккита асосий усули мавжуд:

- эластомер ва гидрогелни аралаштириш билан, масалан полиакрил кислотаси ва унинг тузларини;

- акрил кислотасини эластомер матрицасида полимеризацияси. Бу усул юқори механик хоссасини олиш имконини берадиган усул ҳисобланади.

Гидрогеллар кўп ҳолларда полиакрил кислотасини ва уни тузини намоён этади, бироқ шунингдек полиакриламид, гидроксиэтилметакрилат, карбоксиметилцеллюлоза, поливинил спиртининг сополимери ва полиакрил кислоталаридан фойдаланилади.

Эластомер натурал каучук бўлиши мумкин (NR), силикон бутил спирти (PIR), хлорил полиэтилен (CPE), хлорбутилкаучук (CIIR), EPDM, этилвинилацетат сополимери (EVM) ва бошқа анъанавий эластомерлар ва термопластик эластомерлар. Демак, масалан, Arkema компанияси РЕВАХ 120% сувни юкомпания Vita Thermoplastic Compounds (VTC) компанияси Vitaprene 50060 деб номланган компаунд ишлаб чиқди, у сувга чўктирилгандан сўнг ўзининг дастлабки ҳолатига нисбатан бир неча марта бўкади.

Фраунхоферск институти тадқиқотчилари полиакрилат билан тўлдирилган TPE, у Q-TE-C® билан қайд этилган. Бу ерда сув билан учрашганда қуруқ ҳолатига нисбатан бир неча баробар ортадиган бўкиш содир бўлади.

Бўкиш бўйича жуда кўп имкониятлар маълум ва механик хоссалари ноанъанавий турлича бўлади, лекин баъзи умумий қоидалар мавжуд, Уларни биз универсал ёки йўқоладиган деб ҳисоблаб, қуйида келтирамиз:

- берилган гидрогелнинг концентрацияси ортиши билан бўкиш қобилятини ортиши;
- тузли қоришмаларни ютилиши сувнинг ютилишидан бир неча марта кичик;
- бўкишда гисторезис табиатига эга бўлиб, кейинги бўкиш ёки қуришигача бузилмайди;
- бўкиш қобиляти тўқилиш даражаси ортиши миқдorigа мос ҳолда камаяди, лекин механик хоссалари камаяди;
- механик хоссалари ўзаро эластомер ва қўлланилаётган гидрогелларга боғлиқ. Гидрогел механик эксплуатацион хараактеристикаларини ёмонлаштирувчи инерт тўлдирувчи сифатида, ёки механик хоссаларини яхшиловчи тўлдирувчи сифатида таъсир этиши мумкин

II - боб. Тадқиқот объекти ва усули

2.1 Материаллар таснифи

Гипан. Гидролизланган полиакрилонитрил – Биринчи марта 1949 йилда АҚШ да қўлланилган, чучук, охакли, кам минераллашган қоришмалар (5% NaCl гача) ва ВУС тайёрлаш учун Россияда қўлланилган.

Гипан полиакрилонитрилни каустик сода билан гидролиз жараёни билан олинади, бунинг натижасида аммиак хиди ажралади, бунинг бўлмаслиги гипанни лаборатория шароитида сифатини аниқлаш имконини беради.

Гипан қовушқоқ тўқ сариқ 8-10% концентрациялик $1.05-1.07 \text{ г/см}^3$ зичликка, $\text{pH} = 12$ ва ундан кўпроқ суюқлик бўлиб ёки сарикроқ, крем ёки пушти рангдаги 10% намликка эга бўлган кукун бўлиб, уни махсулот кўринишида ёки қоришма кўринишида $\rho = 1.05 \text{ г/см}^3$ зичликда 10% концентрацияда қўллаш мумкин.

Гипан бошқа акрил полимерлари каби полимер мембраналари ва бўш боғланиш туфайли қум заррачали билан хосил бўлади.

Гипан-2 Гипан-1 га нисбатан яхши стабиллаштириш имкониятига эга, ишлов беришда қовушқоқлиги кўп ортади. Гипанга 30^0 C хароратда чўкиндини кўшиш 0.15% гача (қуруқ) ёки 1.0-1.5% суюқ, $100-120^0 \text{ C}$ хароратда 0.75%, гача, 150^0 C хароратда эса 2% гачани ташкил килади.

Кам минераллик қоришмалардан фойдаланилганда Гипан сарфи бир неча баробар ортиб кетади, иссиқликка чидамлилик эса 100^0 C ни ташкил этади.

Гипан нинг оптимал химоя эффекти $\text{pH} = 10-11$ да пайдо бўлади, бунинг катта ва кичик қийматнин айниқса юкори хароратда чўккан қоришмаларда қумсимон заррачаларнинг коагуляцияси бўлиб ўтади. Бу ходисани олдини олиш учун хромпик, НТФ дан 0.02% гача ёки МАС-200, АМ-5 дан 0.1% гача кўшиш билан амалга ошириш. Кам минераллик қоришмаларда аксинча, статик қовушқоқлик ва статик кучланишни силжиши кузатилади. Гипан ва бошқа акрил полимерлари поливалент тузларига таъсирчан, фильтрат NaCl

буйича кам минераллашиши гипаннинг мустахкамлик чегарасини 2 марта орттиради. Бунда қоришма таркибида 7.0% гача NaCl ёки KCl полиакрилонитрил реагентлар молекулаларини конфирмацион ўзгаришига олиб келади, натижада сўнггида клубокка бурилади ва қисман ёки тўла эффектини йўқотади. Шунингдек, чўккан қоришмаларда калций ионларининг рухсат этилган таркиби 0,1 % дан ортмайди, кам минераллашганларда эса 0,2% гача, бироқ шу ҳолатда ҳам қоришмани калцийлаштирилган сода ёки фосфатлар билан 0,1 % калций ионларига 0,2 % ҳисобида калцийлаштирилган сода билан дастлабки ишлов беришни талаб этади. (ваннали қоришмаларда гипаннинг сарфи бир неча баробар ортади, термик чидамлилиқ эса 100 % дан ортмайди.

Шунингдек, чўккан қоришмаларда калций ионларининг рухсат этилган миқдори 0,1 % дан ортмайди, кам минераллиқлар эса 0,2 % гача, лекин бундай ҳолатда ҳам қоришмани калцийлаштирилган сода ёки фосфатлар билан 0,1% калций ионига 0,2% калцийлаштирилган сода ҳисобида дастлабки ишлов бериш талаб этилади (ваннали қоришмаларда гипаннинг сарфи бир неча баробар ортиб кетади, иссиқликка чидамлилиги эса, 100⁰С дан пастроқни ташкил этади).

Гипаннинг оптимал химоя эффекти $pH = 10-11$ да пайдо бўлади, бунинг катта ёки кичик қийматида қумсимон заррачаларнинг, айниқса чўккан қоришмаларда ҳарорат кўтарилганда коагуляцияси бўлиб ўтади. Бу ҳодисани олдини олиш учун хромпик, 0,2 % гача НТФ ёки МАС -200, 0,2% гача АМ-5 қўшилади.

Кам минераллашган қоришмаларда аксинча, қовушқоқликнинг бир оз пасайиши ва статик кучланишнинг силжиши кузатилади. Чунки гипан бошқа акрил полимерлар каби поливалент тузларга жуда таъсирчан, филтратни NaCl буйича минераллаштиришга бўшлиғи гипанни мустахкамлик чегарасини 2 марта ортишига имкон беради. Бунда қоришмада 7.0% гача NaCl ёки KCl ни бўлиши полиакрилонитрил реагентини молекуласи конфирмацион ўзгаришига олиб келади, натижада сўнгиси клубокка бурилади ва қисман ёки тўла эффективлигини йўқотади. Гипан қаттиқ фаза

концентрациясига ҳам таъсирчан, унинг қоришмада 10 % дан кўпроқ бўлиши текислангандан сўнг қовушқоқликнинг бирданига ортиб кетиши содир бўлади, буни қоришмага дастлаб сув ёки 0,02-0,05% НТФни 2-5% концентрацияси кўринишида қўшиш билан бартараф этиш мумкин. Бирок каттак фазани кўп миқдорда бўлиши гипанни ишлаш эффектини орттириб юборади, шунинг учун қовушқоқликни пасайтирадиганлар қулайроқ хисобланади.

Эпихлоргидрин (3-хлор-1,2-эпоксипропан) — ишлатишдан олдин хайдалади ва фракцияни кайнаш ҳарорати 389,1 К, эриш ҳарорати 330 К билан ажратиб олинди, формула $\text{OCH}_2\text{CHCH}_2\text{Cl}$, молекуляр оғирлиги 92,53, $d_4^{80} = 1,181$; $n_{13}^{20} = 1,4381$; сувдаги эрувчанлиги 6,55%, органик эритувчида эрийди; КПВ 2,3-49,0% $t_{\text{всп}} = 299$ К, ўз-ўздан буғланиш ҳарорати 683 К.

Қўлланилиши: ишлаб чиқаришда глицириннинг эпоксид смоласи; этилен-пропилен, каучукларнинг вулканизацияловчи агенти; эфир целлюлозларининг эритувчиси, ПДК-1мг/м³. Дунё бўйича бир йилда 400 минг. т/йил ишлаб чиқарилади.

Формалин — формальдегиднинг сувли эритмаси (одатда 37-40% ли) таркибида 6-15% метанол (полиформальдегиднинг ингибитор полимеризацияси) савдодаги маркаси таркибида 40-50% формальдегид ва 1% атрофида метанол мавжуд. Сақлаш вақтида параформалдегиднинг оқ томчилари тушганлиги учун эскиради; $d_4^{18} = 1,101 \div 1,1076$; $n_0^{18} = 1,3766 \div 1,3776$; . Дезинфекцияловчи ва дездарик восита, анатомик препаратларни сақлаш учун суюқлик, терини алмаштириш ва бошқалар учун ишлатилади. Формалин — формалдегид манбаи, сақлашга ва транспортировка қилиш учун қулай .

Гексаметилентетрамин — (уротропин, гексамин, уризол, метенамин), мол. м. 140,19; рангсиз кристаллар, решеткаси ромбоэдрик ($a=0,702\text{нм}$); боғланиш узунлиги C—N 0,146 нм, C—H 0,117нм; $d_4^{25} 1,27$; -133,5 кДж/моль, — 4220 кдж/моль; pK_a 6,3 (вода; 25°C). Вакуумда 230°C, ҳавода 280°C перегон қилинади. Сувда эрийди; моногидрат ҳосил қилади, 14°C дан паст ҳароратда турғун. Р- эрувчан (100мл эритувчида 1г): сувда-81,3 (ҳарорат

ортиши билан эритувчанлиги камаяди); хлороформ-13,4; метанол-7,3; этанол-2,9., эфирда, бензолда, CCl_4 да ёмон эрийди.

Гексаметилентетрамин бўш компонентлар билан тузларга турғунликни паст беради: кучли компонентлар NH_3 ва формальдегид; қоришмалар ишқорга чидамли.

Гексаметилентетрамин- кучсиз нуклеофил: бензил таъсирига-, алкил- ва фенацилгалогенидларда гексамин тузини моноалкилини ҳосил қилади. Сўнгиси алкоголизда бирламчи аминга айланади (Делепин реакциясига қаранг), кислотали гидролизда эса альдегидлар (Соммле реакциясига қаранг). Гексаметилентетрамин қоришмаси уксус кислотасида аминларни альдегидга ёки кетонларга айланиши учун ишлатиладиган юмшоқ оксидланадиган агент ҳисобланади.

Фенол билан гексаметилентетраминни ўзаро глицеринборли кислотасида бўлиши о- ёки, гидроксибензальдегиднинг орто-холат банд бўлади. (Даффа реакцияса қаранг). Ароматили углеводородлар трифторуксус кислотаси иштирокида гексаметилентетрамин билан қиздиришда альдегидларга айланади.

Гексан ва унинг изомерларини хоссаси

Тутаётган HNO_3 ни NH_4NO_3 иштирокида ва гексаметилентетраминнинг уксус ангидридида нитрованлашда ЕВ-гексаген ҳосил бўлади.

Саноатда гексаметилентетрамин формальдегида ва NH_3 ни вакуумда буғлатиш ўли билан олинади. Унинг миқдорини кислотали гидролизда ажраган NH_3 титрованлаш билан аниқланади.

Гексаметилентетрамин- доривор препарат (масалан, уротпин, кальцекс), антисептик восита; феноло-формальдегид смоласини бартараф этади; ишлаб чиқаришдаги дастлабки маҳсулоти ВВ.

Аналитик кимёда гексаметилентетрамин Fe(III) , Al , Cr(III) , Ti(IV) ларни чўктириш учун ишлатилади. Гексаметилентетрамин ёнади ва “қуруқ спирт” каби ишлатилади. Биринчи марта гексаметилентетраминни А.М. Бутлеров тамонидан 1860 йилда NH_3 ва ан синтезланган..

Na-Карбоксиметилцеллюлоза -- (целлюлозогликол кислота, целлюлозанинг ва гликол кислотасининг, тилоз, валоцел, бланоз, эдифас) $[C_6H_7O_2(OH)_3-x(OCH_2COOH)_x]_n$, бу ерда $x = 0,08-1,5$, рангсиз аморф модда, кучсиз кислота ($K = 5,25 \cdot 10^{-7} - 5,0 \cdot 10^{-5}$ $x = 0,1-0,8$ да). Саноатда карбоксиметилцеллюлозанинг натрий тузи сфатида ишлатилади (Na-карбоксиметилцеллюлоза) - рангсиз аморф модда; молекуляр массаси $(30-25) \cdot 10^3$; т. юмшатиш харорати $170^\circ C$; зичлиги $1,59 \text{ г/см}^3$ ($25^\circ C$, 50%-хавонинг нисбий намлиги); сочилувчан масса $0,3-0,8 \text{ г/см}^3$; қорайиш харарати $227^\circ C$, т карбонизация харорати $252^\circ C$. Сувда эрийди, сувли қоришмаларда ишқорлайди, NH_3 , $NaCl$ ва целлюлоза учун эритувчиларда эримйди, органик, ўсимлик ва минерал мойларда эримайди. Na-карбоксиметилцеллюлозаси сувда эриганда қовушоқ ялтироқ қоришмани ҳосил қилади. 2%-ли эритмада $25^\circ C$ хароратда зичлиги $1,0068 \text{ г/см}^3$, $\eta = 10-25 \cdot 10^3 \text{ мПа.с}$, $n_D^{25} 1,3355$, $pH 7,5$.

Эритувчилар ҳаммаерда пластиклиги билан характерланади, Na-карбоксиметилцеллюлозанинг айрим турлари тиксотроп. Na-карбоксиметилцеллюлоза сувдаги эритмаларда ПАВ га кучсиз (1%-ли қоришма учун $25^\circ C$ да $\gamma = 71 \text{ мН/м}$). Сувли қоришмаларда бошқа целлюлозанинг бошқа сувли қоришмали эфирлари билан яхши аралашади, табиий ва синтетик полимерлар билан, шунингдек ишқорли тузлар, ер металлари ва аммонийнинг ишқорлари билан. Минерал кислоталарнинг сувли эритмаларда ва ишқорларда O_2 мавжуд бўлади. Сувли эритмалардан $25^\circ C$ хароратда ва 50%-нисбий хаво намлигида қуйидаги кўрсаткичлар билан: зичлик $1,59 \text{ г/см}^3$; $n_D^{25} 1,515$; $s_{\text{раст}} 50-120 \text{ МПа}$, нисбий узайиш 8-15%. ялтироқ пленка шакилланади. Уларни би- ёки полифункционал боғловчи (масалан, феноло-формальд. смолалар билан) улар эримайдиган бўлиб қолади.. - Гликолилар, глицерин, унинг эфирлари, этанолламин ёки бошқалар учун пластификаторлар учун пленка бўлади. Поливалент ва оғир металлларнинг тузлари таъсирида сувли эритмадан Na-карбоксиметилцеллюлозлар карбоксиметилцеллюлозлар, минерал кислоталар таъсирида сувда эримайдиган карбоксиметилцеллюлоза тузларда чўқади. Унин тузлари ер металлари Cu , Cd , Ni , Zn NH_3 , тузлар Al , Pb , Zn –сувли эритмаларда $NaOH$.

сувли эритмада эримаиди. Қурук Na-карбоксиметилцеллюлоза коррозияга қаршилиги кам иаъсир этади. У биологик ва биодеструкцияга фаол эмас, бироқ сувли эритмалар уни узоқ вақт хавода сақланса ферментли гидролизга айлантиради. Қоришманинг консервантлари ҳосил қилинган силицил кислотаси, бензой, сорбин кислоталари ва уларнинг тузлари, хлорланган феноллар, формалгид йод ва бошқалар.

Саноатда Na-карбоксиметилцеллюлоза ишқорли целлюлозанинг моноуксус кислотасини ўзаро таъсири ёки унинг Na туз иштирокида ҳосил қилинади. NaOH (OH гуруҳини целлюлоза атомлари элементар звеноларидаги C-2, C-3 ва C-6 нисбати 2,14 : 1 : 1,58 ташкил этади). Технологик схема бир қатор қуйидаги босқичлардан иборат: олинган ишқорли целлюлоза ёғоч ёки пахта целлюлозасига NaOH сувли эритма билан органик эритувчи иштирокида ёки усиз ишлов берилганда; ишқорли целлюлозанинг моноуксус кислотаси билан ўзаро таъсири (эритувчилар иштирокида 80-100 °C ҳароратда, эритувчиларсиз 70-80°C ҳароратда); қуритиш, қуқун холигача майдалаш; қадоқлаш. Технологик маҳсулот таркибида 50-70% эфир бор. Тозароқ Na-карбоксиметилцеллюлоза олиш учун технологик маҳсулот паст спиртнинг сувдаги эритмасида ювилади.

Na-карбоксиметилцеллюлозани препаратив олишда Cu-тузли карбоксиметилцеллюлозани сувли эритмаидан антрон ёки чўктириш билан спектрофотометрик аниқланади. Na-карбоксиметилцеллюлоза қуюқлашади ва нефт ва газ қудуқларини кавлашда тупроқли стабилизатор суспензияси; сиртетик ювиш воситаларида қирлашган ресорбент; мис-никелли ва калий рудаларини бойитишдаги флотореагент; тўқимачилик саноатида шлихга айланувчиси, аппретирлашадиган ва қуюқлашадиган агент; обоя ва бошқалар учун клейли композитлари олишда ишлатилади. 95% дан кўпроқ Na-карбоксиметилцеллюлоза таркибли қуюқлаштирувчи ва пайванд электродлари учун платификатор сифатида, тиш пастасини, косметик воситаларини, озиқ овқатларни (масалан., соклар) қуюқлаштирувчиси сифатида ишлатилади. Na-карбоксиметилцеллюлоза $x = 0,08-0,2$ билан нонообмен материаллар олиш учун ишлатилади. Na-карбоксиметилцеллюлоза

аэрозоллари ёнғинга ҳафвсиз; яъни ёниши 345-355 °С ҳароратда, КПВ паст 0,500 кг/м³ ПДК 10 мг/м³ (тозаланган Na-карбоксиметилцеллюлоза) ва 5 мг/м³ (техник), балиқчилик сув хавзаларида (98% дан ортиқ Na-карбоксиметилцеллюлоза бор) 20 мг/л. Na-карбоксиметилцеллюлоза ишлаб чиқариш бўйича дунё йилига 150 минг.т/йил дан ортиқ (1980). Карбоксиметилцеллюлоза биринчи марта Б. Янсен синтез қилган.

2.2. Гидрогелларни бўқиш усулини аниқлаш

Полимерлар билан эритувчиларни ўзаро таъсири полимерларни қайта ишлашда, уларни биологик ва бошқа жараёнларда қўллаш катта аҳамиятга эга. Масалан, оксиллар ва плисахаридлар тирик организмларда ва ўсимликларда тўйинган ҳолатда бўлади.

Жуда кўп синтетик толалар ва пленкалар полимер эритмаларидан олинади, полимер эритмалари лаклар ва клейлар ҳисобланади. Макромолекула хоссасини очиш учун, шунингдек молекуляр масса сонини аниқлаш учун, эритмаларда ўтказилади. Махсулотлар ишлаб чиқариш учун ишлатиладиган пластик полимерлар полимерларни эритувчида (пластификаторда) бўқишга асосланган. Шунингдек, амалда полимерларни қўллашда уларнинг асосий хоссаси эритувчига чидамлилиги ҳисобланади. Полимерларнинг берилган эритувчидаги бўқиши мумкинлиги ёки унинг бу жараёнга чидамлилиги, полимерларнинг эритувчилар билан ўзаро таъсирлашиш қонуниятини билиш керак.

Полимерларнинг эритувчи билан ўзаро таъсири одатда бўқиш билан бошланади.

Бўқиш жараёни эритувчининг модданинг ютиши ҳисобланиб, натижада унинг ҳажми ва массаси ортади. Бўқиш юқоримолекулали бирикмалар учун характерли ҳисобланади. Натижада уларнинг массаси ва ҳажми 10 – 15 мартагача ортиб кетиши мумкин. Бикр структурага эга бўлган ноорганик материаллар бўқишга мойиллиги кам. Улар суюқликни адсорбция ва

капилляр куч хисобига ушлаб туриши мумкин; бунда уларнинг структураси, шунингдек хажми ҳам ўзгаради.

Бўкиш даражаси берилган босқичда ютилган суюқликнинг берилган хароратда модданинг масса бирлигига тўғри келгани билан аниқланади:

$$\alpha = (m_2 - m_1) / m_1 \quad (1)$$

бу ерда m_2, m_1 — бўкишгача ва бўкишдан кейинги модда массаси.

Бўкиш характеристикаси сорбция характеристикасига ўхшаш бўлади. Улардан асосийси бўкиш изотермаси хисобланади, у берилган хароратда бўкиш даражасини эритувчининг термодинамик фаоллигига нисбатини кўрсатади.

Бўкиш даражаси маълум бир аниқ чегаравий қийматга эришиши мумкин ва кейинчалик эритувчи буғининг босими ортиши билан ортмайди (чекланган бўкиш).

Тизим гел ҳолатига ўтади (ЮМБ гелини стундя дейилади), берилган эритувчида полимерларнинг эриши чекланганлиги билан тушунтирилади.

Чекланган бўкиш ҳолатида тизим мувозанат ҳолатдаги икки фазадан иборот бўлади: моддада эритувчининг тўйинган эритмай, яъни гел, ва тўйинган эритувчининг эритмаси, одатга кўра кўп бўлмаган концентрацияси билан. Бундай икки фазали мувозанат кам молекулали моддаларни чекланган эришига ўхшайди. Чекланган бўкиш чизиқли полимерлар учун характерли. Тўқилган полимерлар эритувчида бўкади, бироқ эрмайди. Мухитнинг ўзгаришига чекланмаган бўкиш чекланган бўкишга ўтиши мумкин. Масалан, хароратни ортиши билан бундай ўтиш желатинлар ва агара ва сув бўкишларида кузатилиши мумкин.

Бўкиш - осмотик жараён, бунда эритувчи молекулаларинг юқоримолекулали моддадаги диффузияси бўлиб ўтади.

Бундай бир томонлама жараён шундай тушунтириладики, ЮМБ ларнинг макромолекулалари жуда катта ва шохлаган, натижада ўзаро бир – бири билан жипслашган ва иссиқлик ҳаракатига мойиллиги камроқ.

Бўкиш структураларо ва ички структурали бўкишга бўлинади.

Структуралараро бўкишда эритувчи молекулалари аморф полимер ичида дифиндурлашиб, у ердаги молекулалар усти элементлари орасидаги бўш бўшлиқни эгаллайди. Агар полимер ва эритувчи табиатан бир – бирига яқин бўлса, эритувчи молекулалари маромолекуланинг алохида қисмларини силжитиб, ҳосил бўлган молекулаларнинг ичига ўтади.

Ички структурали бўкиш полимер хажмини ортиши билан бошқарилади. Бунда макромолекулалар орасидаги масофа ортади, улар орасидаги боғланишлар камаяди, агар улар орасидаги тортишиш кучи осмотик кучдан ҳам камроқ бўлади.

Бўкишнинг муҳим термодинамик характеристикаси *дифференциал иши, интеграл ва дифференциал бўкиш иссиқлиги ҳисобланади. Бўкишнинг дифференциал иши қуйидаги тенгликдан аниқланади*

$$\dot{\epsilon}_n = RT \ln(p/p_s) \quad (2)$$

Бўкиш даражаси ортиши билан камаяди. Баъзан бўкиш иссиқлик ажралиши билан ўтади Бўкишнинг интеграл ва дифференциал иссиқлигини аниқлаш сорбция жараёнига ўхшаш. Фарқи бўкиш вақтида юзани тўлдириш учун бўкиш даражаси олинади. Бўкиш даражаси ортиши билан бўкишнинг интеграл иссиқлиги ортади. Бўкишнинг дифференциал иссиқлиги дифференциал интеграл иссиқлиги бўйлаб *бўкиш даражаси орқали аниқланади.*

2.3. Гел нуқталарини аниқлаш усуллари

Гель-нуқта эрийдиган полимер ҳосил бўлган ўртача момент нуқтасини, ва ҳосил бўлган полимернинг сувда эримайдиган нуқтаси моменти билан аниқланади. Гелнинг намунада эримаслигини тасдиқлаш учун уй ҳароратида 50 ионлаштирилмаган сувни киритилди. Эримайдиган полимерни шакилланишини сувда гелнинг заррачалари пайдо бўлиши билан визуал аниқланди [28].

2.1.2.8. ПМР спекторларини ПМР спектрометрида TECLA BS-567 билан ишчи частотада 100 МГц қайд этилди. Эритувчи

сифатида дейтерометанолдан фойдаланилди, спиндerti сифатида – ГМДС дан фойдаланилди

Спектрнинг сезишини ортириш учун қолдиқ сувнинг сигнали қўшимча нурланишгача узатилди.

III боб. Тадқиқот натижалари ва уларни таҳлил қилиш

3.1. ГИПАНни синтези (гидролизланган полиакрилонитрил)

Реактивлар: 10гр полиакрилонитрил, ўювчи натрийни 8% ли эритмаси 110мл, метанол 250 мл

Жиҳозлар: юмалоқ тагли колба, холодильник, стакан, мойли ванна.

300 мл сиғимли юмалоқ тагли колба, тескари холодильник билан таъминланган 110 мл (0,22 моль) ўювчи натрийни 8% ли эритмаси ва 10 г (0,2 моль) юпка майдаланган полиакрилонитрил сепилади. Қоришма мойли ваннада қайнагунча қиздирилади (ванна харорати 100-110°C га яқин) ва тахминан 13 соат тутиб турилади. Эритма рангсиз ва ялтироқ бўлганда, иситиш тўхтатилади, эритма совутилади ва 500 мл ли стаканга қуйилади, тузли кислотада рН — 8-8,2 гача нейтраллаштирилади.

Полиакрилат натрий 150 мл метанол қўшиб, эритмада чўктирилади.

Олинган чўкмани Бюхнер варонкасида филтрланади ва эритмада хлорид излари йўқолгунча ювилади. Тозаланган полиакрилат натрий хавода 48 соат давомида қуритилади. Чиққан полимер 15,6 г ни ташкил этади.

Полиакрилат натрий оқ порошокни ташкил этиб, сувда эрувчан;

Эркин полиакрил кислотаси 5% ли полиакрилат натрийнинг сувдаги эритмасини ачиши билан ҳосил қилинади.

3.2. ГИПАН асосида гидрогел олишни тадқиқ қилиш

Мешалка, термометр, бўлиш воронкаси билан таъминланган 15-20 °C хароратни тутиб турадиган колбани 10 мл ГИПАНни жойлаштирилган, Сўнгра эритма бир неча соат уй хароратида аралаштирилди, сўнгра вакуумда уй хароратида қуритилди.

Ўзбекистон Республикасининг географик ҳолати унинг табиий муҳим тамонини аниқлайди; асосий истъеъмол маҳсулотлари ишлаб чиқарадиган манба суғориладиган ерлар ҳисобланади, унинг ҳиссасига фойдаланиладиган сувнинг 85% тўғри келади. Бундан табиий ресурслардан тэжамлироқ фойдаланишни тақозо этади. Бу асосан Орол муаммосида ва региондаги аҳоли сонини ортиши билан сезилади. Юқорида таъкидланган омиллар қишлоқ хўжалигида истиқболли сув тежайдиган технологияга ўтишини талаб қилади. Шундай усуллардан бир юқори бўладиган полимер гидрогеллардан фойдаланиш ҳисобланади (ВПГ).

Полимерлар ГИПАН молекулаларини гидрофилларнинг полимерланиш усули билан турлича тўқиш агентлари билан олинган. Аввалги бўлимларда янги тўқилган агентлар олинган эди. Уларни олиш усули эксприментал қисмида келтирилган. Шунинг учун полимерларнинг сув ютиши ушбу методика билан аниқланади: 0,1 мм тирқишли капрон сеткадан элак тайёрланди. Қуруқ элакни торозида тортилди ва сўнгра сувга ботирилди, ва яна тарозида тортилади. Оинган натижалар фарқи элакда тутиб қолинган сувнинг миқдори аниқланди. Кимёвий стаканга 250 мл сув қуйилди ва уни торозида тортилди, элакни порошок билан стакандаги сувга туширилди 2 см чуқурликкача туширилди ва ортиқча сув ютилгунча стаканда ушлаб турилади. Стаканни сув билан тортилди ва яна элакни стаканга намуна билан туширилди. Мувозанатга эришишини массани доимийлиги билан текширилди. Сўнги икки марта тортишлар фарқи 10 гр дан ортмаслиги керак, уни қуйидаги формуладан аниқланди:

$$ВП=(M-M_1-M_2)/m \quad (3)$$

бу ерда: $M_г$ стаканнинг сув билан охирги оғирлиги;

M - стаканнинг сув билан дастлабки оғирлиги, гр;

M_2 - бўш элакда тутиб қолинган сувнинг массаси гр;

M -полимернинг оғирлиги, гр.

Гидрогелнинг тўла бўкиш картинаси учун гидрогелнинг бўкиш динамикаси ўрганилди, дистилланган сувда қандай бўлса, тузли эритмаларда ҳам шундай. Гидрогелларнинг бўкиш кинетикасини текширишда 20 минутдан 60 соатгача бўкиш даражаси максимумга етади ва кейинчалик ўзгармайди. Намлик ютадиган энг катта қиймати ГИПАН асосидаги полимерларда бўлади. Бу катта молекуляр масса билан боғлиқ.

Бу полимерларнинг макромолекулалари поляр звеноларга эга, шунингдек, бундай гелларнинг бўкиши эритманинг ионли кучига боғлиқ.

Хосил қилинадиган NaCl полимерлардан олинган тадқиқот ишлари бўкиш даражаси текшириш ишларига боғлиқ, гидрогелларда бўкишга мойиллик кузатилади. Бундай тутиши ҳозирги маълум гидрогел препаратларига маълум, чунки юқори даражали бўкишни зарядланган сетка ҳисобига ҳам олиш мумкин.

Олинган натижалар гидрогелларнинг нам ютишини прогноз қилишга имкон беради, аниқ шароит полимерни структураси орақали ион кучи ва Ван-дер вальс таъсирини кам молекулали электролитларини топиб нам ютишини прогноз қилишга имкон беради.

Маълумки, полимер хосил бўлиш жараёни тўрсимон полимерларни хосил бўлишида ҳал қилувчи омил ҳисобланади. Бундан гидрогелларнинг олишни кенг тарқалганлари, гидрогел сеткаси ўлчамини ва полиакрил натрийнинг занжири аниқлайди, полимер хоссасига таъсир этувчи уларни ўрганиш талаб этади.

Юқори тўйинган полимер гидрогелларини олиш жараёни икки босқичга бўлиш мумкин :

I - акрил кислотасининг полимерланиши,

II – бевосита тўқувчи агент молекуласи билан тўрсимон полимер хосил бўлиш жараёни.

ГИПАН ни сувли эритмада тикилишини тадиқ этиш иннициатор иштирокида ўтказилди. Тикилган агентларнинг сонини ГИПАН массасидан 0,1-7 % орлиқда вариация қилинди.

Тўла гел ҳосил бўлиш жараёнига реакция ҳароратини ўзгариши сезиларли таъсир этади, шунингдек ҳарорат 60 °C ортганда реакция қисқа вақтда бўлиб ўтади. Бундан оптимал ҳарорат 70 °C танланган бўлиб, бунда гел ҳосил бўлиш бир неча минутда бўлиб ўтади.

Тикиладаган агент концентрациясини бўкишга таъсирини кўриб чиқамиз. Тикиладиган агентни концентрациясини ортиришда гидрогелнинг бўкиши камайиши кузатилади. Тикувчи агентнинг кичик коцентрацияда тўғри пропорционал характерга эга, концентрациянинг 3% дан ортиши бу боғланишни бузади. Бўкиш динамикаси эгри чизиғи тикиш агенти конценртацияси камайиши томонида ётади.

Бу шундай тушунтириладики, тикиш агенти концентрациясининг ортиши зичлашган тикувчи агент звенолари, бу ўз навбатида синтезлашган гидрогелларнинг сув тутиш қобилиятини пасайтиради.

Унинг қоришмаси реакция коцентрацияси 1 – 3 % чегарасида бўлиб, оптимал ҳисобланади, унинг ортиши полимер ҳосил қилган макромолекулани узунлигини қисқартиради, бундан бўкиш даражаси камаяди.

Сувнинг миқдорини қоришма реакциясига таъсири ўрганилган. Реакция қоришмаси қўшиш ортиши билан гел ҳосил бўлиш жараёни ёки бўлмайди, ёки жараён вақтинча секинлаштирилган бўлади. Бу ҳолда маҳсулот жуда кичик тикиш даражасига ва асосан сувда эрувчан.

Экпериментал тикувчи агентнинг сувда оптимал қўшиш концентрацияси 6 % гача бўлиши аниқланган. Концентрациянинг 6% дан ортиши эритманинг қовушоқлигини ортишига олиб келади, бу эса жараёни қийинлаштиради. Ишқорни қўшиш учун зарур бўлган сув миқдори экспериментал 15 % умумий қоришма реакциясинингмассасини ташкил этади.

Шунингдек, берилган полимернинг муҳим томонлари олинган гидрогелнинг муҳим хоссаси аниқланган.

Гидрогелларнинг бир неча йилларга мўлжалланган эксплуатацияси режалаштирилган, бўкиш тадқиқотлари такрорланиши юзага келди.

Маъумки, гидрогелнинг максимал бўкишдан агрегат ҳолатда максимал ҳолатдан минимал ҳолатга ўзгариши унинг сув ютувчанлигини камайтиради. Бунинг натижасида гидрогелнинг битта баҳолаш критериялари ундан фойдаланишда бўкишга касирли бўлади. Кўп марталаб бўкишга ва қуриштишга олинган намуналарнинг эксперимент орқали уларнинг тутиши ўрганилган. Аниқландики, қуригандан сўнг намуналар дастлабки сув ютувчанлиги 300 мл/г, 10 циклдан кейин қуриш-бўкиш амалда ўзини ҳолатини сорбцияда ўзгартирмайди.

Бундан, физиологик ва табиий эритмаларга турлича катионлар киради, уларнинг табиатини прогноз қилиш учун синтезлашган гидрогеллар бўкиш даражаси аниқланган. Жумладан тикувчи агент коцентрацияси 0,1 % бўлган сув ютувчи эритмалар 0,9% тузлар 250 г/л гача камаяди, шу вақтда дистилланган сув каби у 300 г/л ни ташкил этади. Бўкиш ва коллапсда бирданига ўзгарадиган поливалент металларида кузатилди. Бу ҳодиса ҳосил бўлган гелнинг ўлчамлари бирданига қисқаришидан, шунингдек, гидрогел бўкадиган эритувчининг сифати ёмонлашишидан иборат.

Сув ютадиган гидрогеллар – бу тикилган табиий ёки суний фазодаги полимерлар, шунингдек уларнинг тўйинган ҳолатда юқори гидрофил қобилиятга эга бўлган тўйинган ҳолда 1000 -10000гр сув тутиб туришга мойил композитлардан иборат.

ГИПАН асосида турлича тикиш агентли гидрогеллар бўкиш даражаси

1-Жадвал

№	1	2	3	4	5
ГИПАН %	97	97	97	97	97
Тикиш агентини номи	ЭХГ	Формальдегид	Мочевина	Этиленгликоль	Глутар альдегид
Тикиш агент %	3	3	3	3	3
бўкиш даражаси. $m-m_0/m_0$	500	133	90	86	60

2-Жадвал

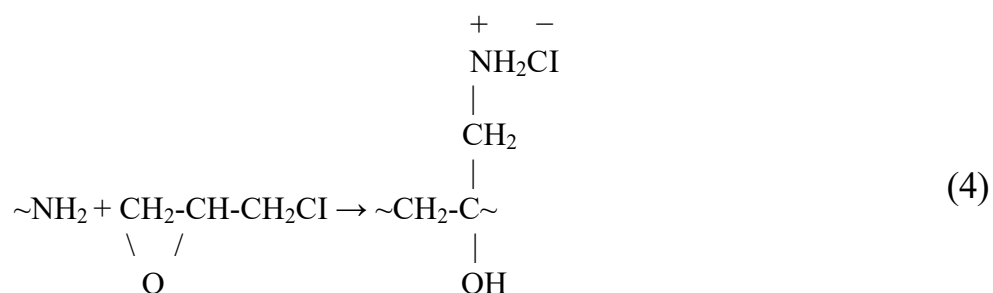
№	1	2	3	4	5
ГИПАН %	80	80	80	80	80
КМЦ %	17	17	17	17	17
Тиқиш агент номи	ЭХГ	Формальдегид	Мочевина	Этиленгликоль	Глутар альдегид
Тиқиш агент %	3	3	3	3	3
бўқиш даражаси. $m-m_0/m_0$	250	120	80	70	40

3-Жадвал

№	1	2	3	4	5
КМЦ %	80	80	80	80	80
ГИПАН %	17	17	17	17	17
Тиқиш агент номи	ЭХГ	Формальдегид	Мочевина	Этиленгликоль	Глутар альдегид
Тиқиш агент %	3	3	3	3	3
бўқиш даражаси. $m-m_0/m_0$	170	150	120	60	70

Бу жадвалдан кўринадик, олинган эпихлоргидрин ҳам тиқиш агенти билан гидрогеллар юқори бўқиш даражасига эга.

ГИПАНнинг эпихлоргидрин билан реакцияси



Гелларнинг физик-кимёвий характеристикаси

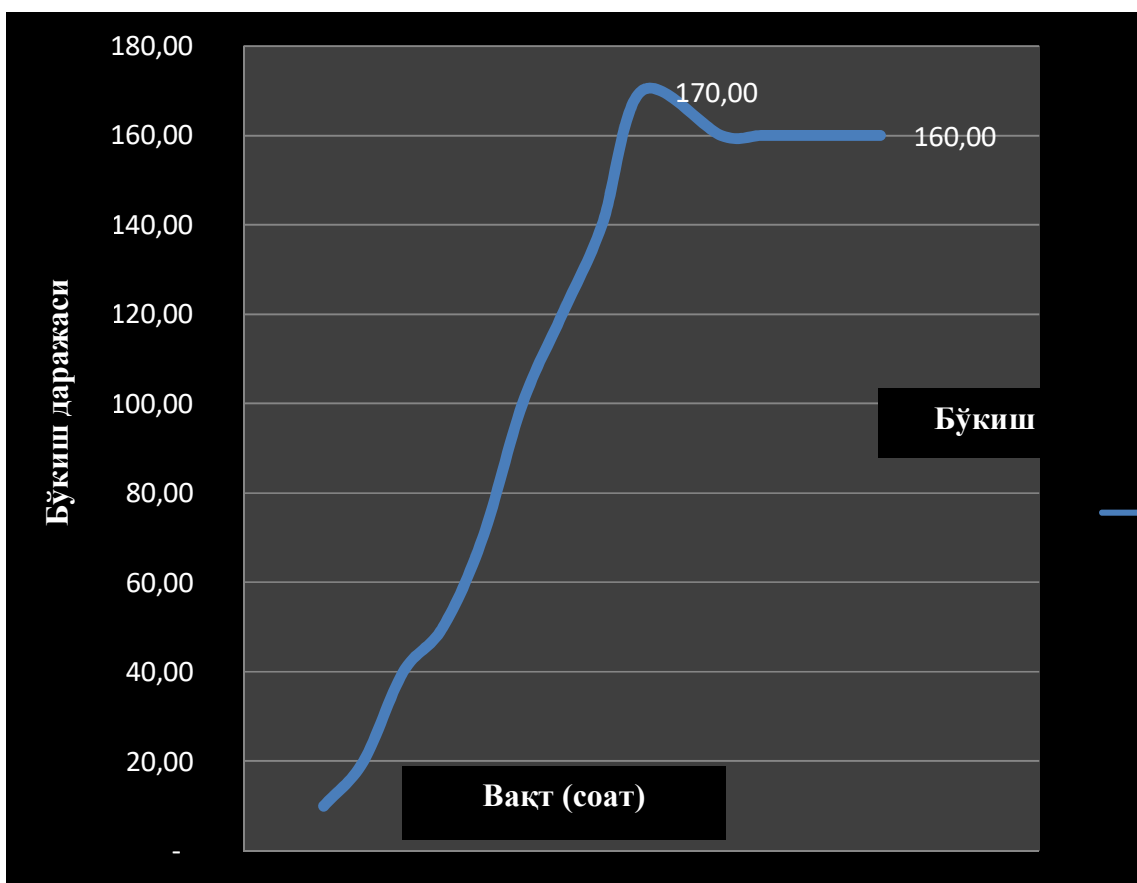
4-Жадвал

Полимер номи	Ташқи кўриниши	Дистилланган сувда бўкиш даражаси, г/г	1% ли эритма тузида бўкиш даражаси
ГИПАН+ЭХГ	Сарғишроқ кесак	450-500	350-400
ГИПАН+Формалин	Сарғишроқ кесак	300-350	265-270
ГИПАН+Уротропин	оқ кесак	250-300	170-205
ГИПАН+КМЦ+ЭХГ	оқ кесак	170-200	150-180

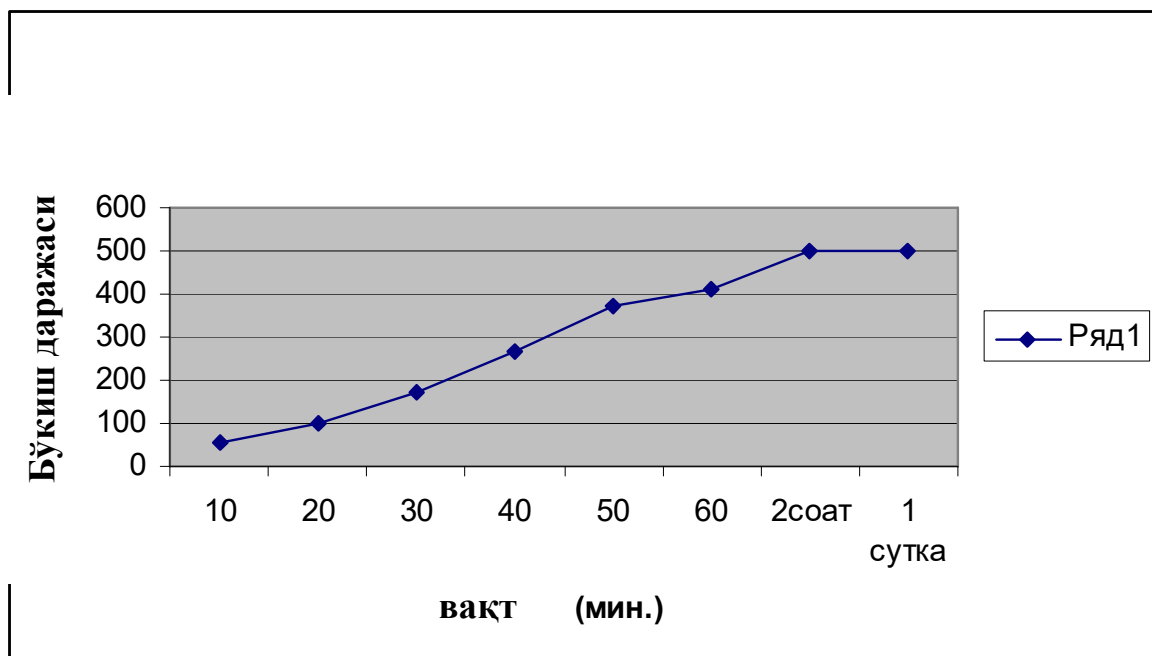
Жадваллардан кўринадикки, гелларнинг олинган характеристикаси адабиётларда тарқатилган асосий гелларнинг тенденциясини акс эттиради.

Бу таркиби бўйича ва ташқи кўриниши бўйича турлича моддалар бўкишга ўхшаш характеристикалари билан бирга, унинг акрил кислоталарининг карбоксил гурухи ионлаштириш даражасига боғлиқ.

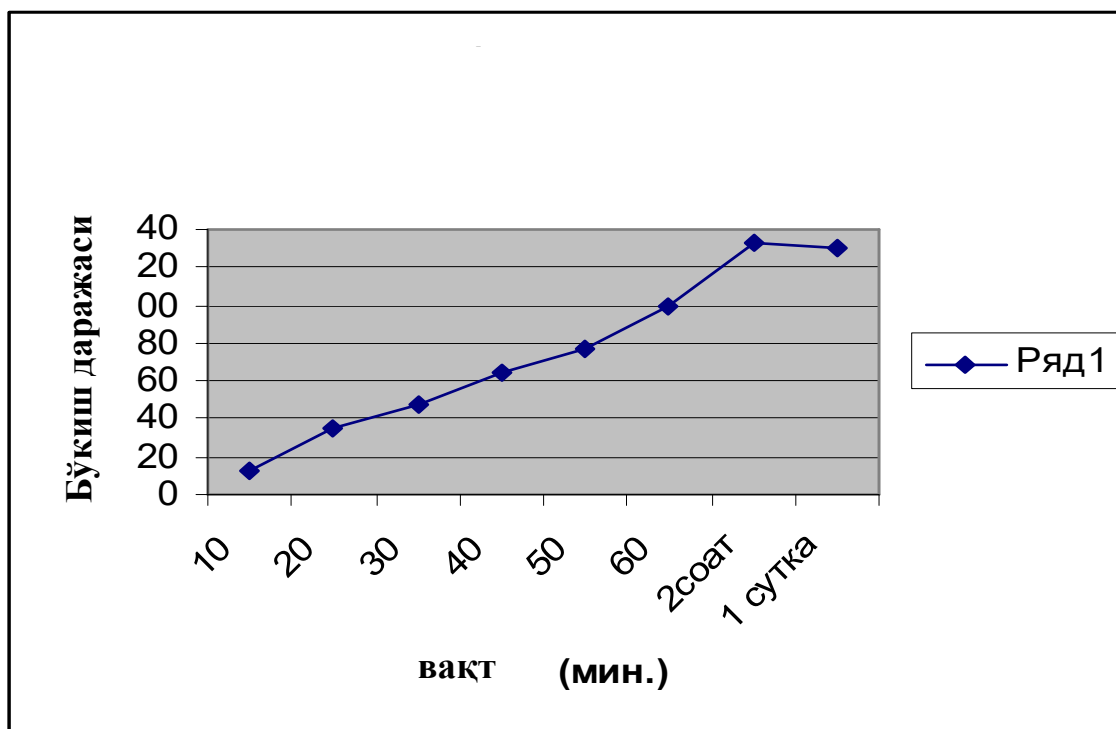
Қачалик кўп шимиш даражаси юқори бўлса шунчалик самарали бўкади. Гел бир томонлама тўйинаётган холдаги таркибини ўзгариши кенгайиш даражаси 0,1 до 9 % ўзгариб занжирли акрил кислота қўшилганда бўкиш даражаси суслашади ва юза қисмини текислаш ҳолатига олиб келади. Бу ҳолатда глубъ молекуласи қаршилиқ кўрсатади паст бўлган молекулар сув молекуласини ўтишдаги ҳаракатини гел қатлами молекуласи қамраб тўйиниб енгади ҳамда тобора мустаҳкамлашиб боради.



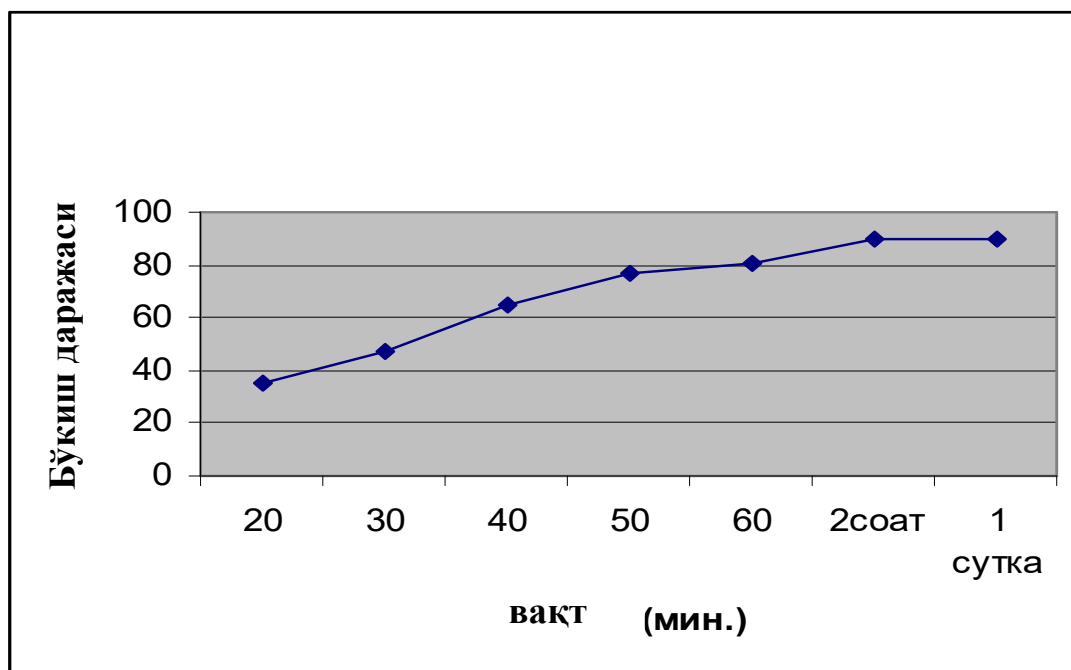
1-расм. КМЦ дан гидрогел олиш. Гидрогелларни бўкиш кинетикасини ўзгариши



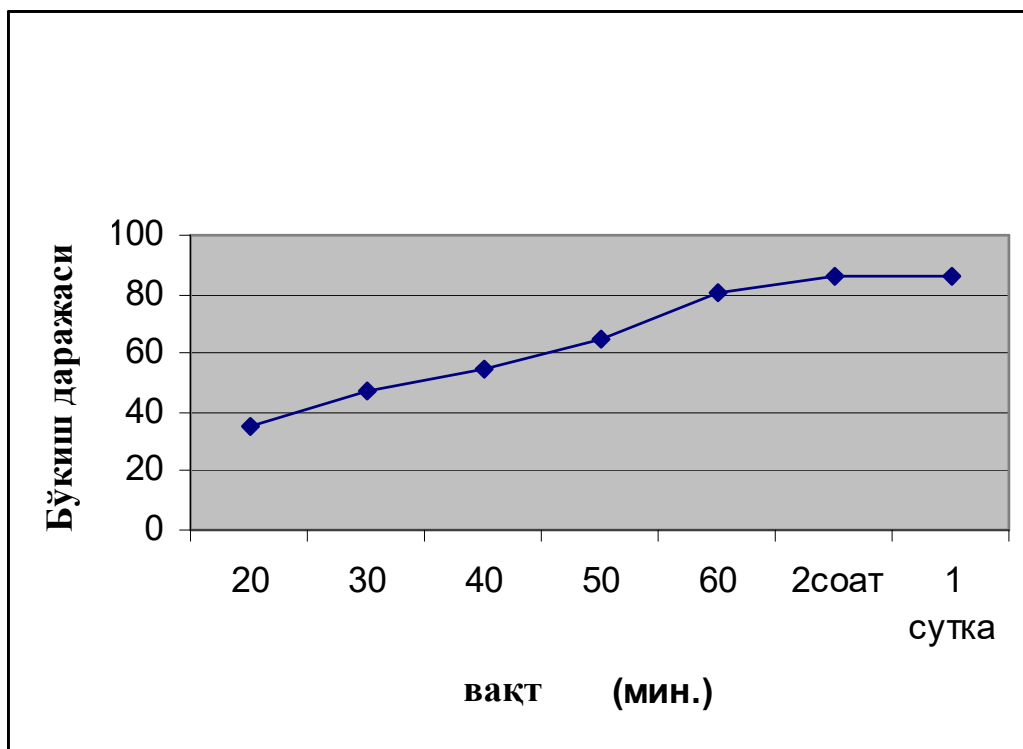
2-расм. ЭХГ билан (3%) ГИПАН асосида олинган гидрогелнинг бўкиш даражаси



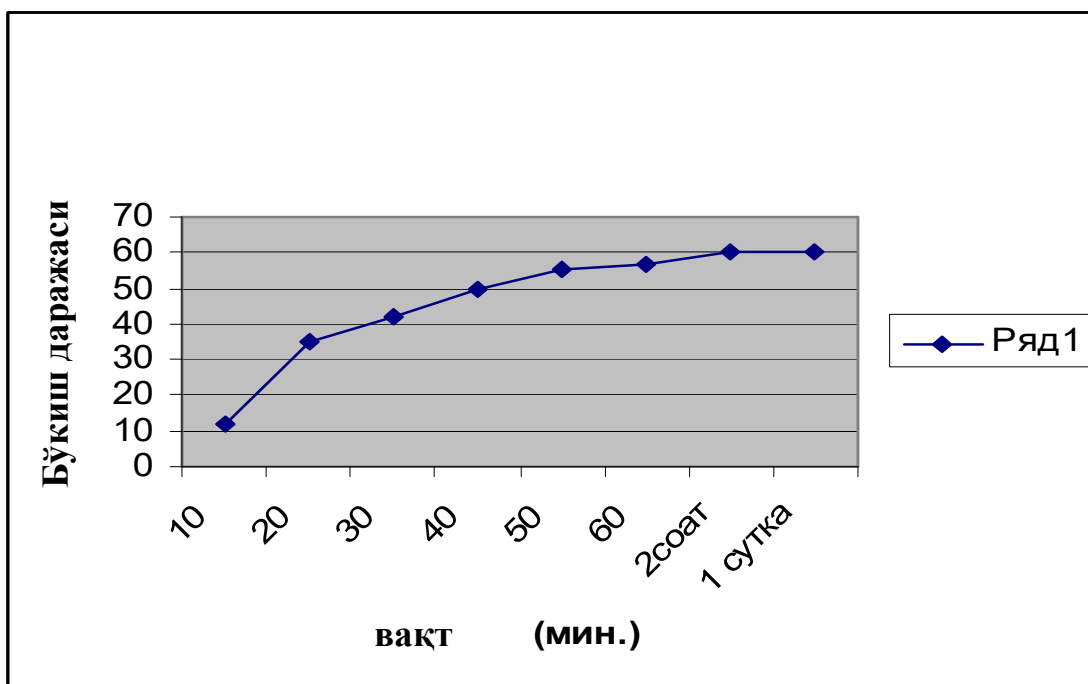
3-расм. Формальдегид билан ГИПАН асосида олинган гидрогелнинг бўкиш кинетикаси



4-расм. Мочевина билан ГИПАН асосида олинган гидрогелнинг бўкиш кинетикаси



5-расм. Этиленгликол билан ГИПАН асосида олинган гидрогелнинг бўкиш кинетикиси



6-расм. Глутар алдегид билан ГИПАН асосида олинган гидрогелнинг бўкиш кинетикиси

3.3. Аминобирикмалар билан эпихлоргидринни полимерлаш жараёнини тадқиқ қилиш

Тадқиқотлар, изланишлар ҳамда реакциялар олиб бориш натижасида янги наъмуна сув аралашмаси ва сувсиз аралашма полимер ҳам ашёлари эпихлоргидрин тасирида ҳар хил аминли брикмалар, аммиак ва гексаметилендиаминлар ўзаро бирикадилар.

Шундай қилиб мономер боғланишлар таркиби ўзининг бир неча функционал групплари эпокси-, хлор-, натижалари олишда полимерлар таркибидаги, яни (катионактивлиги, анионактивлиги, амфотерлиги). Кимёвий таъсири натижасида боғланишда аниқланган актив реакция молекула, полимерланиш боғлиқ бўлмаган ҳолда шартли олиб борилди. Олиб борилган полимерланиш реакцияси ҳар хил кўринишда сув аралашмасига бирикади. Шундай қилиб сув аралашмаси ва уч ўлчамли структура ҳолатда бўлади.

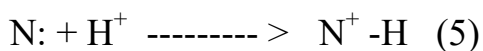
Адабиётларда келтирилган шарҳий маълумотларда бирикишларни батафсил ёритилган бўлиб кейинги босқичларида кейинчалик ўрганиш айниқса аралашмаларни, бўкишни ва уларнинг ион алмашилишларини кўрсаткичларини кенг батафсил берилган.

Шунинг учун полимерланиш жараёнини ўрганишда, характер, структураси ва асосан илмий қизиқиш жалб этади.

Бизга маълумки ҳом ашё таркибида эпоксид гуруҳи, галоген ва амин брикмалари ташкил топган бўлиб ўзи билан бирга маҳсулот қовушқоқлиги, ҳар хил аралашмалар билан таркибида смола кўринишдаги юқори молекулали брикмалар аралашмаси сақлайди.

ГИПАНли эпихлоргидрин ҳаракати, ундан ташқари аммиак олишда олигомер сув аралашмаси, полимерлар, ва сув билан аралашмаган полимер ҳисобланган структурлар физик-кимё, физик-механик хусусиятлари, ишлаб чиқариш корхоналарида кенг қўлланилиши (кимё, енгил саноат, металлсозлик, фармацевтика) ва бошқа қишлоқ хўжалик саноатида ишлатилади.

Бизга маълумки, амин реакция бирикмасида табиати активлигига боғлики, ва кучли алифатик амин аммиак билан тенглашган, бундан ташқари кимёвий активлиги аминобрикмаларга боғлиқ донор-акцептор таркибли, фаоллик асоси қуйидаги кўринишга эга бўлади:



ЭХГ билан ГИПАН бу аммон асоси аммонийли туз кўринишда бўлади. Натижалар шуни кўрсатадики тўртлик туз, донор-акцепторлик харақати эркин электрон буғлари, азот атоми билан электрофил агент. Сифатли функционал актив группа (галогенбирикма) пасайишдаги активлик асоси аминобирикмадир.

Изланишлар вақтида концентрация, хом ашёни полимерланиш реакцияси давом эттирилганда аминобрикмалар билан эпихлоргидрин олинди.

Эпихлоргидрин бирикма аралашмалари танланганда аралашма таркиби - сув, гомоген аралашма.

Полимерлар юқори даражада полимер синтези тайёр маҳсулот билан тенглашади. Харақатдаги эпихлоргидрин яъни вақт ўтиши билан ҳароратга боғлиқлик ГИПАНни полимер чиқиши ҳароратга боғлиқдир.

Реакция олиб бориш жуда юқри концентрация аралашмалари юқори ҳароратда олиб борилиб юқори тезликда боради ва тўйинган полимер олинади. Тадқиқот орқали полимерланиш жараёни ЭХГ ва ГИПАН кўрсаткичлари, ҳароратни кўтарилишида ва аниқлик даражаси экзотермик реакция кўринишда бўлади.

3.4. ЭХГ ва аммиак, ГИПАН асосида синтез қилинган полимер маҳсулотларини структурасини ўрганиш

Турли хил босқичларда полимерланиш натижасида олинган полимерларни физик-кимёвий таҳлиллари ўтказилди. Таҳлил қилинаётган маҳсулотларнинг таркиби ва тузилишини спектрофотометрда ИҚ-спектр бўйича ўргандик. Состав и структура синтезируемых продуктов изучали по ИК-спектрам в спектрофотметре. ИҚ- спектр орқали намуналарни тадқиқ қилиш натижасида қуйидаги характеристика олинди.

Спектрларда компонентларни аралаштирилгандан кейин CH-CH_2 гуруҳи эпокси цикла ва ЭХГ гуруҳлари билан боғлиқ равишда 2980-3000 cm^{-1} ютилиш чизиқлари соҳасида қуйидаги расм кузатилди. Олигомер реакцияларда яримтайёр маҳсулот спектрларида фақат 1400-1490 и 2700-2800 cm^{-1} соҳасидаги пик шакллариининг ўзгариши кўрсатилган. Бу эса эпихлоргидрин CH гуруҳи ва ГИПАНнинг гуруҳлари тегишли эканлигини кўрсатди. Бу ердан кўринадики, полимерланиш реакцияси натижасида, аввал димер, кейин олигомер ва кейинчалик полимер ҳосил бўлади.

950, 866, 740 cm^{-1} соҳасидаги ютилиш чизиқлари симметрик ва ассиметрик деформацияли ўзгаришга, яъни эпоксицикл гуруҳига тегишли. 2820-2920 cm^{-1} соҳасидаги спектрлар эса NH , NH_2 аминогуруҳ валент ўзгаришига тегишли. Кўрилатган ИҚ-спектрлар турли хил структуралар билан ўрганилган диаминобирикмаларни тузилишини ўзгариши $-\text{C}-\text{N}-$ боғларини ифодалайди ва 1150-1030 cm^{-1} соҳасидаги максимум ютилишини кўрсатади.

ЭХГ билан ГИПАНни ўзаро таъсирида олинган полимер маҳсулотларини таркибини ўрганиш ЯМР-спектр ёрдамида олиб борилди.

Кимёвий фаоллаштириш тезлиги қуйидагича:

$$W_p = K_p[A^*] [\text{ЭХГ}] = -d[n] / dt \quad (6)$$

Димера... олигомер ҳосил бўлиш тезлиги:

$$W_n = K_n \{d[A]/dt\} = K_n [M] \quad (7)$$

бу ерда, $[A]$ ва $[M]$ - актив марказ ва мономер тузларининг мол концентрацияси. Димер, олигомер ва бошқ. бирикиши натижасида занжирнинг ўсиши содир бўлади. Ўсувчи полимер занжирининг тезлиги қуйидагича:

$$W_x = K [A][M]; W_x = - d [M]/dt \quad (8)$$



7-расм. ЭХГ ва Аммиак аралашмаси сувли эритмаси реакция маҳсулотларини ИҚ- спектрлари; 1- полимерланишни бошланғич моменти -2 мин; 2- маҳсулотни полимерланиши - 10 мин. кейин; 3- охирги маҳсулот синтези.

Занжирли ўсиш жараёнини яқунланиши, стехиометрик бажарилиши активланган марказда амалга оширилади.

Тадқиқот натижалари аминобрикмаларни табиатига кўра ва ўзи ҳаракатланганишдаги полимерланиш шуни кўрсатадики, паст тезликдаги полимерланиш биринчи бўлиб аминларга ажралади. Таҳлил натижалари шуни кўрсатадики протон ва атома азота ЭХГ да ҳар хил кўринишда юқори тезликда узатилади комплекс ҳаракатда бўлиб, таркибида актив группалар мавжуд.

ХУЛОСА

Ушбу битирув малакавий ишда ГИПАН асосида сувда бўқувчан ва сувда эрийдиган полимерлар синтез қилинган. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосаларга келинди:

1. Тўқувчи полимерлар структурасини синтез қилиш натижасида асосан полимерланиш усулидан фойдаланилди, чунки у ҳосил бўлувчи гидрогелларнинг тўрлари ўлчамларини аниқлаши, ҳамда полимер хоссасига таъсир қилувчи занжир узунлигини бошқараши тўғрисида маълумотлар олинди.

2. Олинган гидрогелларнинг хоссаларини ўрганиш шуни кўрсатдики, акрил кислотасини кам ювилиш даражасида эркин карбоксил гуруҳларининг миқдори кўп қолаётганлиги кузатилди. Бу эса кейинчалик зич тўрсимон гел ҳосил бўлишига ва ўз навбатида сув ютиш хоссасини камайишига олиб келишини кўрсатди.

3. Турли тузлар эритмаларида сорбциялаш усули билан олинган полимерларни структуралари тадқиқ қилинди. Акрил кислотаси асосида олинган катионитлар айниқса рангли металлларга юқори сорбцион фаоллиги билан ажралиб туриши ўрганилди.

4. Аммиак ва гексамителдиндиамин билан эпихлоргидрин асосида олинган полимер маҳсулотларини структуралари, яъни тикилган полимерларнинг тузилиши ўрганилган.

5. Олинган полимерларни систематик тадқиқ қилиш натижасида кейинчалик мураккаб структурали полимерларни олиш бўйича тадқиқотлар ўтказиш учун янги йўналишлар очиб берилди, ҳамда қишлоқ хўжалиги, металлургия саноати, тиббиёт, косметология ва маиший кимё соҳаларига қўллаш таклиф этилди.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Фармони. Иқтисодиётнинг реал сектори корхоналарини қўллаб-қувватлаш, уларни барқарор ишлашини таъминлаш ва экспорт салоҳиятини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида. 2008 йил 28 ноябр, ПФ-4058-сон.
2. Фаёзова Д.Э., Жалилов А.Т. “Акрил мономерлари асосида гидрогеллар синтез қилиш ва уларнинг таҳлили”. Кимё ва кимё технологияси илм. – тех. Журнал “ТКТИ” – 2005 илмий техникавий анжуманинг танланган мақолалари 119 – 122 бетлар.
3. Matsumoto Akira, Sakamoto Shujichi, Oiwa Masayoshi // Polym. Comm. 1990.- 31, №5. – С. 175 – 177.
4. Kabayasi Takotosi, Kabunsi, High Polym. Jap., - 1987. 36. № 8. – Р. 612 – 615.
5. Kogayuo Tokkyo Koхо. Ser. 3 (3) – 1989. – 125. - С. 215 – 220.
6. Т. Н. Эшбўриев , А.Т. Джалилов , Т.Ж. Қодиров “Тўрланган полимерларнинг сорбцион хоссалари ва морфологик тузилишини тадқиқ қилиш натижалари” – Кимё ва кимё технологияси илм. – тех. журнал 3 – сон 2007 йил. 34 – 36 бетлар.
7. Асқаров М.А., Джалилов А.Т., Агзамов А. , Зайнутдинов С.С. Аниониты на основе продуктов взаимодействия эпихлоргидрина с винилпиридинами // Пластические массы , 1973, №9 . С.10 – 12,
8. Пулатов Х.Г. Турсунов Т., Назирова Р.А., Зокиров Б.Г., Многофункциональные новые сульфотатиониты поликонденсационного типа // Химия и химическая технология, Тошкент, 2005, №1. С. 51 – 53.
9. Эшбуриев Т.Н., Рузиев Р.Р., Кодиров Т.Ж. Таркибида гидроксил ва азот гурухлари тутувчи полимерларни синтези ва уларда стандарт эритмалардан металл ионларини сорбцияланишини урганиш // Кимёвий технология назорат ва бошқарув , Тошкент, 2006, № 4. Б. 16 – 20.
10. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М: Мир , 1970. 354 С.

11. Д.Э. Фаёзова “Полиакрилонитрил асосида гидрогеллар синтез қилиш ва уларни тадқиқ этиш”. – Кимё ва кимё технологияси илм. – тех. журнал 3 – сон 2007 йил. 37 – 40 бетлар.
12. Weiss N., Silberberg A. Influence of polymerisation initiation rate on permeability of aqueous polyamide gels // G. Polymer Phys. ED. 1981. V. 1. N. 10. P. 1505 – 512 .
13. Corhill P., Hamilton C., Binel C. Polymers with pharmacological activity // Macromol. Chem. 1991. V. 192. N. 3. P. 793 – 803.
14. Hoffmann A. S. Conventional and environmentally sensitive hydro gels for medical and industrial uses // Polym. Prepr. Amer. Chem. Soc. 1990. V. 31. N. 1. P. 220 – 221.
15. Corhill P., Hamilton C., Tighe B. Synthetic hydro gels // Biomaterials. 1989. V. 10. N. 1. P. 3 – 10.
16. Matsuda F. // Super absorbent Polymers Science and Technology. ACS Symp. Ser. 573/ Ed. By Buchholz F. L., Peppos N.A. Washington: Am. Chem. Soc. , 1994. P. 112.
17. Shimomura T., Namba T. // Superabsorbent Polymers. Science and Technology. ACS Symp. Ser. 573 / Ed. By Buchholz F. L., Peppos N.A. Washington : Am. Chem. Soc., 1994. P. 88.
18. Филлпова О. Е. высокомолекулярные соединения , Серия С, 2000, том 42, с. 2328 – 2352.
19. Хохлов А. Р., Дормидонтова Е.Е., // Успехи физ. наук. 1997. Т. 167. № 2. С. 113
20. Пиментел Дж., Мак – Клеллан О. Водородная связь . М.: Мир, 1964,
21. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р., Статическая физика макромолекул. М.: Наука, 1989.
22. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Роберте К., Уотсон Дж., Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1986 . Т. 1. С. 64
23. Eisenberg A., Kim J. S. Introduction to ionomers. New York ; Chichester; Weinheim ; Brisbane; Singapore; Toronto: Wiley, 1998

24. Ибрагимов И. Ш., Джалилов А. Т., Синтез исследование на основе поливинилового спирта – Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства. Ташкент – 2006 , Том 2 С. 206 – 211.
25. Хасанов А.С., Калабугин Л.А., Йодо – бромные воды Узбекистана. Ташкент: Фан, 1990.
26. Менгтўраев М.М., Эшонхўжаев С., Мисиров Х.Х., Йоднинг толали сорбентдаги сорбция шароитларини ўрганиш. Ўзб. ким. журн. – 2001. №3 Б. 8 – 10.
27. Эшбўриев Т.Н. , Рўзиев Р.Р., Қодиров Т.Ж. Таркибида гидроксил ва азот гурухлари тутувчи полимерларни синтези ва уларда стандарт эритмалардан метал ионларини сорбцияланишини ўрганиш. Журн. КТНБ. №2. 2006й.
28. Эшбўриев Т.Н., Рўзиев Р.Р., Мисиров Х.Х., Джалилов А.Т. Сувда бўкадиган тўрланган полимерларда стандарт эритмалар асосида йоднинг сорбция шароитларини ўрганиш. Высокие технология и перспективы интеграции образования, науки и производства. Ташкент – 2006, Том 2, С. 289 – 291.
29. Арсланов И. К. Карбамидная композиция с кварцевым наполнителем и добавкой гелеполимера: Автореф. дис... канд. тех. наук. – Ташкент: ТашиИТ. 2005. – 138 С.
30. Самигов Н. А., Арсланов И.К., Джалилов А.Т., Рузиев Р.Р. Структурообразование карбамидной композиция с кварцевым наполнителем и добавкой гелеполимера.// Кимё ва кимё саноати. – Тошкент, 2006. – Б.27 – 37.
31. Самигов Н.А., Арсланов И.К., Джалилов А.Т. Гидрогель в качестве водосвязующей добавки в карбамидной композиции .// Высокие технология и перспективы интеграции образования, науки и производства. Ташкент – 2006, Том 1, С. 228 – 230.
32. Набиев Г.Г., Каприелова Г.В., Джалилов А.Т. Исследование спонтанной полимеризации мономерной четвертичной соли на основе взаимодействия

- N,N – диметиламиноэтилметакрилата с метакрилоилхлоридом// ДАН РУз, 1992 № 4 – 5. с.63
33. Набиев Г.Г., Каприелова Г.В., Джалилов А.Т. Исследование полимеризации мономерной четвертичной соли на основе N,N – диметиламиноэтилметакрилата с метакрилоилхлоридом// Высокомолекул. соед. № 12. с.45.
34. Лат. РУз. № 377, 1993, Способ получения полимерных гидрогелей // Набиев Г.Г., Каприелова Г.В., Эркинов А.С., Джалилов А.Т.//
35. Набиев Г.Г., Каприелова Г.В., Джалилов А.Т. Полимеризации четвертичной соли на основе N,N – диметиламиноэтилметакрилата с метакрилоилхлорида// Тез. докл. Научно- технической конф. По естественным наукам. Нальчик. 1992. с. 18.
36. Набиев Г.Г., Каприелова Г.В. Полимеризации четвертичной соли метакрилоилхлорида// Тез. докл. НТ и техн. конференция преподав., аспирантов и студентов Таш.ХТИ., 1992, С.35.
37. Набиев Г.Г., Каприелова Г.В., Городецкая Л.Э. Некоторые закономерности полимеризации четвертичных солей на основе аминокрилатов // Илмий анжуман юқори молекуляр бирикмалар химияси “Ўзбекистон Макро – 92”. Ташкент. 1992. С. 8.
38. Набиев Г.Г., Каприелова Г.В., Городецкая Л.Э. Исследование особенностей полимеризации некоторых четвертичных производных N,N – диалкиламиноэтилметакрилатов // Тез. док. НТ и техн. конф. преподав., аспирантов и студентов ТашХТИ. 1993, С. 96.
39. Набиев Г.Г., Каприелова Г.В., Городецкая Л.Э. Исследование синтеза и свойств некоторых гидрогелей на основе акриловой и её Na соли // Тез. докл. Конференциимолодых ученых по физика и химии полимеров. Ташкент . 1993. с.11.
40. Набиев Г.Г., Каприелова Г.В. Некоторые особенности полимеризации мономерной четвертичной соли на основе метакрилоилхлорида // ДАН РУз . 1993, №3 С.40

41. Набиев Г.Г., Каприелова Г.В., Городецкая Л.Э. Новые сшивающие агенты для получения гидрогелей // Тез. док. НТ и техн. конф. преподав., аспирантов и студентов ТашХТИ. 1994, С.
42. *Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р.* Физика в мире полимеров. М., 1989.
43. *Хохлов А.Р., Дормидонтова Е.Е.* // Успехи физ. наук. 1997. Т.167. №2. С.113-128.
44. *Хохлов А.Р.* // Соросовский образовательный журнал. 1998. №11. С.138-142.
45. *Филиппова О.Е.* // Высокомолек. соед., серия С. 2000. Т.42. №12. С.2328-2352.
46. *Галаев Ю.В.* // Успехи химии. 1995. Т.64. №5. С.505-524.
47. *Philippova O.E., Andreeva A.S., Khokhlov A.R.* et al. // *Langmuir*. 2003. V.19. №18. P.7240-7248.
48. Hydrogels for medical and related applications, ed. by J. D. Andrade, N. Y., 1976 (Amer. Chem. Soc. Symp. Ser, № 31); Masuda F.
49. "Chem. Econ. Eng. Rev.", 1983, v. 15, № и, p. 19-22;
50. Azzam R. A. I., "Commun. Soil Sd. Plant Anal.", 1983, v. 14, p. 739-60. К. С. Казанский.