

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Қарши муҳандислик - иқтисодиёт институти

Технология факултети

Кимёвий технология кафедраси

“Юқори молекулали бирикмалар кимёвий технологияси” фанидан

РЕФЕРАТ

полиэтилен

ишлаб чиқариш муаммолари ва истиқболлари

Қабул қилди:

Э.Тоғаев

Бажарди:

У.Ботиров

Қарши-2017

ПОЛИЭТИЛЕН

ИШЛАБ ЧИҚАРИШ МУАММОЛАРИ ВА ИСТИҚБОЛЛАРИ

Режа:

1. Этилен асосида синтезлар
2. Полиэтилен турлари
3. Полиэтилен олиш усуллари
4. Полиэтилен олиш технологияси

Фойданилган адабиётлар

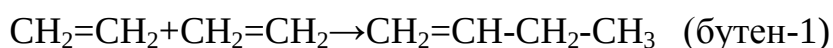
Этилен асосида синтезлар.

Энг аввало этилен асосида бутен-1 ни ишлаб чиқариш жараёнини ўрганамиз, чунки айнан Шуртан ГКМда бутен-1 турли нав ПЭ лар олишда муваффақиятли ишлатлиб келинмоқда.

1. Бутен-1 ишлаб чиқариш.

Бутен-1 қурилмаси. У турли навли ПЭ ларни ишлаб чиқариш жараёнида кенг қулланиладиган бутен-1 ни этиленни димерланиши орқали олишга ихтисослашган.

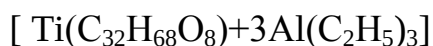
Жараён кимёси. Бутен-1 ни олиш жараёни асосида этиленни катализаторни суюқ муҳитида димерланиш реакцияси ётади. Катализаторнинг белгиси (ТЭА+LC-2253) Реакция ҳарорати $50-55^{\circ}\text{C}$, босим эса 2250- 2350 кПа



Катализатор алкилалюминий билан титан қотишмасидир. Улардан биринчиси- ТЭА (триэтилалюминий- $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$) ва иккинчиси LC-2253(JFP-фирмадаги номи) титан бирикмаси- $\text{Ti}(\text{C}_{32}\text{H}_{68}\text{O}_8)$ титаннинг н-бутил ортотитанат тетраметилен этерати.

Катализатор ТЭА аланга олувчи, сув билан шиддатли реакцияга кириб $\text{Al}(\text{OH})_3$ ва C_2H_6 ҳосил қилувчи модда бўлгани учун у махсус контейнерларда ишлаб чиқувчилардан олиб келинади. Реакцияга уни циклогександаги 5% ли эритмаси ишлатилади.

Ti катализатори ёнгинга ҳафли эмас, лекин кислород таъсирида парчаланиши мумкин бўлгани учун ундан азот атмосферасида фойдаланишади.

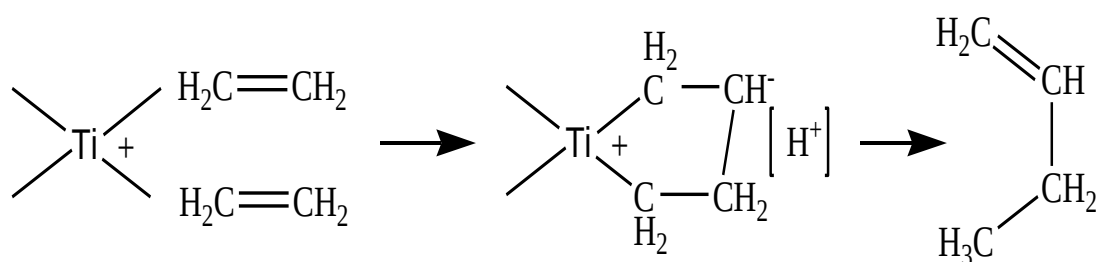


Бутен-1 олиш реакцияси қуйидаги механизм бўйича кетади.

1) Металлоциклик бирикмаларни хосил қилувчи титаннинг 4 валентлик атомида этиленнинг 2 молекуласидан комплекс хосил бўлиши.

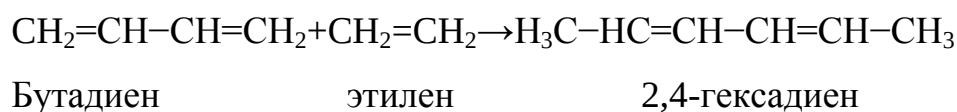
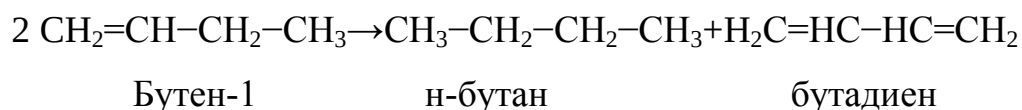
2) β -водороднинг ичкимолекуляр кўчиши натижасида бутен-1 ни хосил бўлиши.

Ушбу изотермик реакция натижасида 18 ккал/моль иссиқлик ажралиб чиқади.

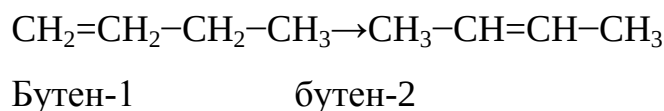


Бутен-1 нинг димерланиши пайтида қўшимча ёнаки махсулотлар пайдо бўладилар;

а) н-бутан ва гексадиенни хосил бўлиши.



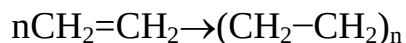
б) Бутен-2 ни хосил бўлиши;



В) Гексен хосил бўлиш реакцияси;



Г) Полиэтиленхосилбўлиши.



Титанасосида катализаторлар этилендан юқоримолекулали полимер хосил қила олиши азалдан маълум эди. Уни олдини олиш учун титан катализатори $\text{C}_{32}\text{H}_6\text{O}_8$ ёрдамида модификация қилинган. Шунинг учун юқоримолекулали ПЭ хосил қила оладиган уч валентли титан комплексига айлана олмайди.

Жараённинг бориши. Иссиқлик алмаштиргичлар орқали ҳарорати ошиб кирган этилен (ДС-3001) жараёнда рецикл (қайтма) бўлиб чиққан этилен билан димерланиш реакторига қиради.

Катализаторлар ТЭА ва LC-2253 ҳам реакторга берилади. Реактордаги ҳарорат $50-55^\circ\text{C}$ бўлиб туриши учун у совитилиб турилади. Реакторнинг қуйи томонидан чиқадиган оқим, хосил бўлиб қолган полимерлардан ажратиб олиниши учун филтрлардан ўтади. Реакторга киришга қадар қайтма этиленга ТЭА катализатори қўшилади. ТЭА LC-2253 катализатор фаоллаштирувчи модда деб ҳисобланади, лекин Al/Ti катализаторларининг нисбати 1/2 дан ошмаслиги керак. ТЭА ни LC-2253 катализаторга нисбатан кўплиги, реакция тезлигини оширади, лекин шу билан бирга хосил бўлатган полимернинг молекуляр массасини ошириб юбориши мумкин.

Реакторда реакция натижасида реагентлар сатҳи кўтарилиб боради ва уни ишлаб бўлган катализатор бўлимига ўтказиш билан бир меъёрга ушлаб турилади. Бутен-1 иссиқлик ва ТЭА таъсирида бутен-2га айланиб қолиш эҳтимоли борлиги учун, уни олдини олиш мақсадида филтрлардан олдин технологик оқимга $\text{C}_8\text{H}_{19}\text{N}$ (моно-2-этилгексиламин) пуркалади. Филтрдан чиққан оқим энди юқори босимли буғ билан иситилиб, ишлаб бўлган катализатор оқимидан бутен-1 чиқариб олинади. Унда бор бўлган этилен ҳам тегишли ускуналарда ажратиб олинади ва рецикл сифатида жараён бошига

жўнатилади. Бутен-1 дистиллятлардан чиққанда уни миқдори 99,84% бўлиши керак, акс ҳолда у яна такрор дистиллатга жўнатилади.

Полиэтилен турлари

Полиэтилен – термопластик, кимёвий мустаҳкам, шаффоф полимер. Полиэтилен олиш учун ҳам ашё сифатида оддий олефин – этилен газидан ишлатилади. Полиэтилен этиленни паст, ўрта ва юқори босимда полимерлаб, 2 дан 5мм ўлчамдаги гранулалар кўринишида олинади.

Полиэтиленнинг тўртта асосий тури мавжуд:

Юқори босимли полиэтилен – ЮБП

Ўрта босимли полиэтилен – ЎБП

Паст босимли полиэтилен – ПБП

Юқори босимли чизиқли полиэтилен – ЮБЧП

Юқорида номлари келтирилган полиэтилен навларидан ташқари, яна полиэтиленнинг махсус турлари мавжуд бўлиб, улар махсус қурилиш материалларини олиш учун ишлатилади, масалан:

Чокланган полиэтилен – РЕХ

Кўпикланган полиэтилен – ПП

Хлорсульфурланган полиэтилен – ХСП

Ўта юқори молекуляр массали полиэтилен – СВМП

Чокланган полиэтилен - РЕХ

Чокланган полиэтилен – молекуляр массаси катта бўлган полиэтилен бўлиб, оддий ПБП чизиқли молекулаларини ионланувчи нурланиш , органосилоксанлар ёки пероксидлар ёрдамида, қўшимач кўндаланг боғларни ҳосил қиладиган юқори босим ёрдамида олинади. Оддий полиэтиленни барча хусусиятларига эга бўлган ҳолда, чокланган полиэтилен мустаҳкамлиги юқори, иссиққа чидамлилиги юқори, қиздирилганда оқмайди. ЧП сув таъминоти системалари, қувурлар, иситиш системаси учун ишлатилади.

Кўпикланган полиэтилен

Кўпикланган полиэтилен – экологик тоза, хавфсиз полиэтилен бўлиб, бутан-пропанли аралашма билан кўпиклантириб олинади. Кўпикланган полиэтилен силлиқ сирт юзасига, майдағовакли структурага, юқори қайишқоқликка, эластикликка, юқори кимёвий, биологик барқарорликка ва узок муддатга чидамлилиikka эга. Кўпикланган полиэтилен ёпиқ ҳаволи ғовакчалардан иборат бўлгани учун, унинг намликни ютиш қобиляти паст, иссиқлик ўтказувчанлиги паст, шунинг учун қурилишда мувффақиятли ишлатилади ва ундан иссиқлик изоляцияси учун материаллар тайёрланади.

Хлорсульфурланган полиэтилен

Хлорсульфурланган полиэтилен – каучуксимон полиэтилен бўлиб, полиэтиленни сульфат ангидриди ва хлор билан таъсирлашиши натижасида олинади. Бундай полиэтилен вулканизация қобилятига эга. Хлорсульфурланган полиэтилен хлорланган углеводородларда ва ароматик эритувчиларда (ксилол, толуол) яхши эрийди, ацетонда ёмон эрийди, алифатик углеводородларда умуман эримайди. ХСП иссиқликка чидамлилиги юқори, температурага чидамлилиги юқори, атмосфера ва кимёвий реагентларнинг таъсирига чидамли; ишқорлар, кислоталар ва кучли оқартирувчиларнинг таъсирига учрамайди, лекин сирка кислотаси, ароматик ва хлорланган углеводородларнинг таъсирида парчаланади. Хлорсульфурланган полиэтилендан поллар учун коррозияга чидамли қопламалар, елимлар, герметиклар олинади. ХСП асосида бетонни, металлларни ҳимоя қилиш учун ишлатиладиган атмосферага ва коррозияга чидамли бўёқлар ва лаклар, кимёвий агрессив ва атмосфера таъсиридан ҳимоя қилувчи материаллар олинади.

Ўта юқоримолекулали полиэтилен –паст босимда олинadиган полиэтилен, мустаҳкамлиги юқори, экстремал шароитларга мўлжалланган, полимерланиш даражаси юқори. Универсал физик-механик хоссаларга эга, турли соҳаларда ишлатишга мўлжалланган конструкцион полимер. ЎЮМП совуққа чидамлилиги юқори, коррозияга чидамли, зарбга чидамли, абразив

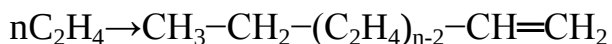
таъсирларга чидамли, ишқаланиш коэффициентлари паст, физиологик инерт. ЎЮМП юқори мустаҳкамликка эга иплар олишда, ўта мустаҳкам толалар олишда, зарбга чидамли, мой ва бензинга барқарор резинотехник композицион материаллар олиш учун, ҳимояловчи полимер қопламалар олиш учун ишлатилади. ЎЮМП тоғ-бойитиш жихозларини ҳимоя қопламаларини тайёрлаш, конструкция деталлари ва элементларини тайёрлаш учун, озиқ-овқат ва кимё саноати учун филтрлар тайёрлашда, бронехимояловчи воситалар учун ўта мустаҳкам матолар ва иплар тайёрлашда, спорт инвентарларини тайёрлаш учун ишлатилади.

Полиэтиленнинг барча турлари – бу турли материаллар бўлиб, бир-бирларидан фарқ қилади, битта мономердан олинади. Ишлаб чиқаришда энг оммавий бўлган полиэтилен бу – ЮБП ва ПБП.

Полиэтилен олиш усуллари.

Адабиётлардан маълумки ПЭ ни олишда қўйидаги синтезларни амалга ошириш мумкин:

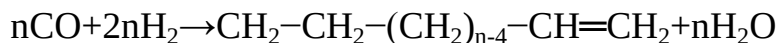
1) Этиленни полимерлаш йўли билан:



2) Диазометандан



3) Водород ва углерод (II) оксидидан



Саноатда ПЭни ишлаб чиқариш фақат биринчи йўл билан амалга оширилади, чунки бунда ҳосил бўлган маҳсулотнинг таннари паст, сифати эса юқори. 2-3 –реакциялар эса лаборатория шароитида юқоримолекуляр парафинларнинг физикавий хоссалари билан уларнинг кимёвий тузилишини боғлиқлигини аниқлаш учун тадқиқот ишлари сифатида ўтказилган.

Этиленни нисбатан паст молекулали полимери рус олими Густавсон томонидан 1884 йилда олинган бўлиб у суюқ ҳолатда эди.

Густавсоннинг тажрибаларидан сўнг яна 50 йил давомида юқори молекулали ПЭ олиш устида ҳаракатлар қилинди. Модда миқдорини ошириш учун реакция шароитларини ўзгартириб, катализаторлар алмаштирилди, лекин 100 атм. босимда ҳам молекуляр массаси 100-500га тенг бўлган суюқ полимерлар чиқар эди. Улар синтетик сурковчи мойлар сифатида ишлатилиши мумкин бўлгани учун саноат миқёсида Германияда иккинчи жаҳон уруш вақтида ишлаб чиқарилган.

1933-1936 йилларда инглиз тадқиқотчилари Фосетт ва Джибсон ва совет олими А.И. Динцесслар бир-биридан беҳабар 1000 атм. босим, 200⁰С ҳароратда ва катализатор сифатида оз миқдорда кислородни қўшиб юқори молекулали қаттиқ полимерни олишга муваффақ бўлдилар. Саноат шароитида ПЭ ни ишлаб чиқариш биринчи мартаба 1937 йилда Англияда амалга оширилди. 1938 йилда ПЭ дан сув остида ишлайдиган кабель ишланди, 1944 йилда Англияда “алкатен” деб номланган ПЭ ишлаб чиқарилди, оз вақтдан сўнг Германияда ҳам шу усулда ПЭ олиш учун найсимон реакторли тажрибавий қурилма ишга тушди.

1943 йилда АҚШда юқори босим (1200 ат) ва 200⁰С да ПЭ олини бошланди. Этиленни аввалига этил спиртини дегидрация реакцияси ёрдамида олишган бўлса, нефтни қайта ишлаш газларига эса кейинроқ ўтилди. 1955 йилни охирига келиб АҚШда юқори босимли ПЭ чиқарадиган заводлар сони кўпайди.

ПЭ ни ўрганган сари уни фойдали томонлари кўплиги кашф этилаверди ва уни ишлаб чиқариш ҳажми кўпая бошлади. ПЭ нафақат кабель саноати, балки коррозияга чидамлилиги учун кимё саноатида, водопровод ва суғориш тизимлари, қурилиш, қишлоқ хўжалиги ва уй хўжалигида қайишқоқ қоплама парда (плёнка)лар сифатида муваффақиятли қўлланила бошланди.

Юқори босим остида ПЭ олиш технологияси ускуналар тузилмаси мураккаблиги (ўта юқори босимни кўтарадиган компрессор, реакторлар учун махсус материалларга муҳтожлик) ва этиленни ПЭ га айланиш даражаси паст бўлгани учун жараён айланма зайилда ташкил

килинишига заруратлиги жараёни янада қийинлаштириб юборди. Шунинг учун тадқиқотчилар ПЭни олиш учун паст босимли шароитни қидира бошлашди.

1955 йилда К. Циглер ва унинг ходимлари катализатор сифатида триэтилалюминий билан ўзгарувчан валентли металл тузи (хусусан- Ti хлориди) аралашмасини қўллаб ПЭ олишди. Бунда босимсиз, $70^{\circ}C$ ҳароратда ароматик ва алифатик углеводородлар мўҳитида жуда юқори молекулали ПЭ олинди. Бу усул саноатда тез ривож топди. Лекин унинг ҳам ўзига яраша камчиликлари бор: катализаторни жараёндан чиқариб олиш учун ундан ювиб тозалаш мумкин эмаслиги, эритувчиларни ёнғинга хавфлилиги ва ҳ. Ундан ташқари олинган ПЭ кристалланиш даражаси юқори ва қаттиқ бўлганлиги учун ундан ҳар турдаги буюмларни ясаб бўлмайди. Масалан юқори босимли ПЭ дан олинадиган қайишқоқ най, шланг ва пардалар паст босимли ПЭдан сифатли чиқмайди.

Циглернинг кашфиётидан биров вақт ўтгач унчалик юқори бўлмаган (35-70 ат.) босимларда углеводород эритувчи муҳитида нисбатан оддий катализаторлар (масалан. алюминий ёки хром оксидлари) иштирокида ПЭ олиш саноат усуллари тўғрисида маълумотлар адабиётда чоп этилди. АҚШда ушбу усул билан чиқариладиган ПЭ “Марлекс” деб номланади.

Техник адабиётларда этиленни полимерлашда яна бошқа усуллар ҳам келтирилган. Улар қуйидагича:

1. 200- 300 атм босимда , $150 -200^{\circ}C$ да бензоил пероксиди иштирокида метанолда полимерланиш жараёни.

2. 100 -300 атм, босимда $100-170^{\circ}C$ да, бензоил пероксиди ёки калий персульфати иштирокида сувли эмулсияда полимерланиш жараёни.

3. Босим 60 атмдан пастроқ, темп ҳарорат -13° дан $+20^{\circ}C$ гача бўлган ораликда оксидланиш –қайтарилиш системалар (водород пероксиди + аскорбин кислотаси + темир(II) хлорид) иштирокида полимерланиш жараёни.

Саноатда қўлланилмаган бўлса ҳам, яна бир усул борки, унда ҳосил бўлган ПЭ тоза, юқори молекулали, занжири тармоқланган юқори сифатга

эга. У Co^{60} нинг γ –нурлари таъсирида, 6^0 дан 220^0C гача ҳароратларда ва 50-атм босимда олинади.

Сўнгги йилларда қайнар қатламда металлоцен номли катализаторларни қўллаб юқори молекулали ПЭ олиш ҳам йўлга қўйилган.

Ўзбекистонда ишлаб чиқариладиган ПЭ нинг олиш технологияси юқорида кайд этилган усулларни ўзида мужассамлаган бўлиб, бир технологик тизимдан фойдаланиб юқори, паст ва чизиқли паст босимли ПЭ ларни олиш имкониятига эга.

Фойданилган адабиётлар

1. Сороген М.Ф, З.А.Кочнова “Химия технология плёнка образующих вышистых”. Москва 1981 г.
2. М.Ф. Сороген “Практикум химия технология плёнка образующих вышистых”. ”. Москва 1971 г.
3. И.Н. Сопрэго “Лакокрасичный материал”. Москва 1967 г.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Қарши муҳандислик - иқтисодиёт институти

Технология факултети

Кимёвий технология кафедраси

Қоплама ҳосил қилувчи полимерлар кимёси фанидан

РЕФЕРАТ

АКРИЛОНИТРИЛ. ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛ.

Қабул қилди:

Э.Тоғаев

Бажарди:

Э.Очилов

Қарши-2017

АКРИЛОНИТРИЛ. ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛ.

Р Е Ж А :

1. Акрилонитрилнинг олиниши ва хоссалари
2. Полакрилонитрил олиниши ва хоссалари
3. Полиакрилонитрил асосида иплар олиш
4. Полиэтилен олиш технологияси

Фойданилган адабиётлар

Акрилонитрил

Акрилонитрил (винил цианид) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$ – акрил кислотаси нитрили. Бодом исли рангсиз суюқлик. Сувда эрийди, қайнаш температураси 77°C . Кучли таъсир этувчи захарли моддалар синфига киради.

Хоссалари

Молекуляр массаси 53,06 г/моль

Қотиш температураси $-83,55^\circ\text{C}$

Алангаланиш температураси 2°C

Ҳаводаги жоиз концентрацияси 0,5 мг/м³

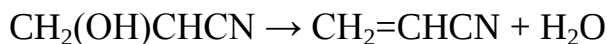
20^oсдаги зичлиги 0,8064 г/см³

Қовушқоқлиги 0.40 мПа*с

Акрилонитрил кўпгина органик эритувчилар билан исталган нисбатда аралашади, қисман сувда эрийди. Сув, бензол, метанол, CCl_4 билан азеотроп аралашмалар ҳосил қилади.

Олиниши

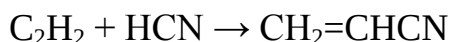
Акрилонитрил биринчи марта 1893 йилда этиленциангидринни фосфор оксиди ёрдамида дегидротация қилиш орқали олинган:



Саноатда биринчи марта этилен оксидини HCN билан таъсир эттириб олинган:



Саноат миқёсида кимёвий таъсирларга чидамли бўлган каучук олинган 1930 йилдан бошлаб ишлатилади. 40-йилларда синтез қилишнинг бошқа усули топилган:



60-йиллардан бошлаб Sohio-жараёни (катализатор – висмут фосфомолибдати) қўлланила бошланди:

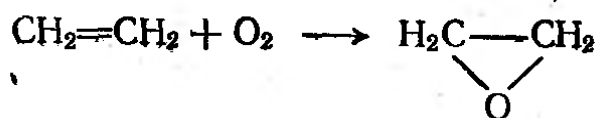


Полиакрилонитрил тола олиш учун асосий хом ашё сифатида акрилонитрил ишлатилади. Акрилонитрилни этилен, ацетилен ва синил кислотасидан,

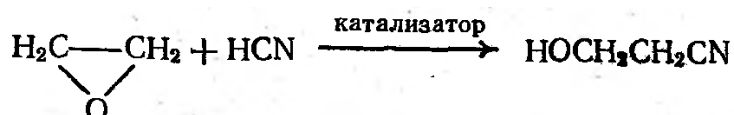
полипропилен ва аммиакдан олишнинг бир нечта саноат усуллари мавжуд.

Этилендан акрилонитрил олиш қуйидаги схема бўйича амалга оширилади:

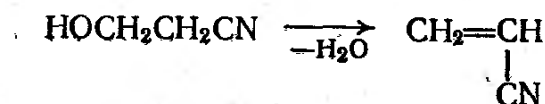
Этилен этиленоксидгача оксидланади:



Этилен синил кислотаси билан сувли мухитда, катализатор иштирокида таъсирлашиши натижасида этиленциангидрин ҳосил бўлади:



Этиленциангидринни дегидратациялаш вақтида акрилонитрил ҳосил бўлади:



Жараён узлуксиз давом этади ва иқтисодий жихатдан самарали ҳисобланади.

Лекин бу усулда олинган акрилонитрилда кўпгина қўшимча маҳсулотлар бўлади, улардан тозалаш қўшимча сарф-харажатлар билан боғлиқ.

Акрилонитрилни пропилен ва аммиакдан олиш усули кенг тарқалган. Бу усул акрилонитрил ишлаб чиқариш усуллари сикиб чиқарган.

Саноатда акрилонитрил икки хил усулда олинади:

- Ацетилен ва синил кислотасидан;
- Пропилен ва аммиакдан.

Ацетиленли усул

Акрилонитрил олишнинг биринчи усули бўлиб, Германияда биринчи жаҳон урушидан сал олдин амалга оширилган. Бу усул ацетилен ва синил кислоталарини суюқ мухитда катализатор иштирокида таъсирлашишига асосланган:

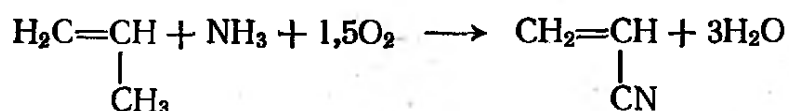


C_2H_2 ва HCN аралашмаси $CuCl$, HCl , KCl , $NaCl$ тутган сувли эритма орқали pH 1-3, $70-90^{\circ}C$ да барботирланади. Лекин бу усулда олинган акрилонитрилда кўпгина қўшимча махсулотлар бўлади, улардан тозалаш қўшимча сарфлар билан боғлиқ. Махсулот ректификация ёрдамида тозаланади, HCN бўйича унуми 80-90%.

Акрилонитрил олишнинг бу усули 60-йилларнинг бошигача қўлланилган.

Пропиленни оксидланишли аммонолизи

Биринчи марта АҚШда 1960 –йилда амалга оширилган усул бўлиб, пропилен билан аммиакни каталитик оксидлашга асосланган. Пропилен арзон махсулот ҳисобланади, у нефтни қайта ишлаш газларидан кўп миқдорда олинади. Реакция қуйидаги схема бўйича боради:



Акрилонитрилни синтези $450-485^{\circ}C$ да, таркибида оралик металлларнинг: молибден, кобальт, никель, вольфрам оксидларини тутган турли катализаторлар иштирокида олиб борилади. Пропиленни оксидланишли аммонолиз реакциясида ишлатиладиган катализаторларга кўплаб патентлар олинган. Барча саноат катализаторларини иккита асосий гуруҳга киритиш мумкин: висмут молибдат асосидаги ва сурьма оксиди асосидаги катализаторлар. Максимал фаолликка $Bi:Mo$ атом нисбати 1 га яқин бўлган катализаторлар эга. Фосфорнинг киритилиши (поликислоталарнинг тузлари кўринишида) узоқ муддат ишлатиладиган висмут-молибденли катализаторларнинг фаоллигини барқарорлашувига олиб келади. Жараён стационар режимда 2-4 секунд, катализаторнинг псевдосиқилган қатламида 10-20 секунд давом этади.

Катализаторнинг стационар қатламида жараён трубасимон реакторда олиб борилади, трубалараро бўшлиқ юқори температурали иссиқлик ташувчи

– нитрит-нитрат аралашма билан тўлдирилган бўлади. Катализаторнинг стационар қатлами жуда мустахкам ва иссиққа чидамли бўлиши керак.

Акрилонитрилни синтез қилиш жараёнида катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Шунинг учун ўта қизиқ кетишни олдини олиш мақсадида реактор трубкасининг диаметри 32 ммдан ошмаслиги лозим; труба симон реактордан фойдаланган вақтда аппарат катта унум билан ишлай олмайди.

Псевдокатламли катализатор ишлатиладиган реакторларда бу камчилик йўқотилади. Синтез вақтида ажралиб чиқадиган иссиқлик реакция зонасида жойлашган илонсимон трубалардаги сув буғи билан олиб чиқиб кетилади. Бу турдаги реакторларнинг асосий камчилиги катализаторнинг емирилиши ва майда заррачаларини газ оқими томонидан олиб чиқиб кетилишидир, бу қимматбаҳо молибденли ва висмутли тузларнинг йўқотилишига ва жараённинг иқтисодий кўрсаткичларини ёмонлашувига олиб келади.

Пропиленни оксидланишли аммонолизи вақтида акрилонитрилни ҳосил бўлиш реакциясидан ташқари қўшимча реакциялар ҳам содир бўлади. Бундай қўшимча маҳсулотларни (акролеин, ацетальдегид, ацетон) ҳосил бўлишини камайтириш учун аммиак мўл миқдорда берилади.

Акрилонитрил ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси қуйидаги босқичлардан иборат:

Акрилонитрил синтези, аммиакни нейтралланиши ва реакция маҳсулотлари аралашмасини ажратиб олиш; синил кислотасини ажратиб олиш ва акрилонитрилни тозалаш; товар акрилонитрилни ажратиб олиш.

Ҳозирги вақтда акрилонитрилнинг дунё миқёсида ишлаб чиқарилаётган ҳажмининг 95% пропиленни оксидланишли аммонолиз реакциясига асосланган.

Акрилонитрил хоссалари

Акрилонитрил рангсиз газ, $78,5^{\circ}\text{C}$ да қайнайди ва $-83,5^{\circ}\text{C}$ да музлайди. Кучсиз ўзига хос хидга эга. Кўпгина органик эритувчилар билан аралашади. Сувда чекли эрийди. акрилонитрил буғлари осонлик билан аланагаланади ва

ҳаво билан қўшилиб портловчи аралашма ҳосил қилади. Акрилонитрил захарли модда, бўғиш хоссасига эга, териға тушганда куйдиради. Акрилонитрил ялиғлантириш хусусиятиға эга, тери орқали осон сўрилади. Захарли таъсири цианидларники каби (организмда цианидлар ҳосил қилиши билан боғлиқ). Ёнганда захарли газлар ҳосил қилади. Акрилонитрил таъсирида инсонда кўз ялиғланиши, терини қизариши ва ачишиши, бош оғриғи, кўнгил айнаши, ҳолсизлик, нафас қисиши, терлаш, юрак уришининг тезлашиши, тана хароратини пасайиши, пульс сусайиши, томир тортишиши, хушини йўқотиш каби ҳолатлар кузатилади. Оғир захарланиш асфиксия ва ўлимға олиб келиши мумкин. Акрилонитрилнинг ҳаводаги жоиз концентрацияси $0,5 \text{ мг/м}^3$.

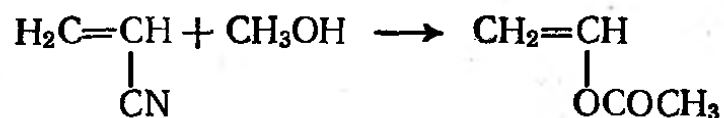
Техник акрилонитрилни одатда аммиак, гидрохинон ёки бошқа моддалар қўшиб стабиллаштирилади. Бу акрилонитрилни ўз-ўзидан полимерланишиға йўл қўймайди.

Қўлланилиши

Саноатда тоза полиакрилонитридан тола олинмайди, унинг эластиклиги жуда паст, ёмон бўялади, ейилишға чидамли эмас. Ундан ташқари, акрилонитрил кўпинча акрилонитрил бутадиен-стиролли каучуклар (АБС-пластик), акрилонитрил стирол (САН-пластик), бутадиен-нитрил каучук, цианэтилцеллюлоза, акриламид, метилакрилат, глутамин кислотаси ва адиподинитрил ишлаб чиқаришда ишлатилади. Акрилонитрил озиқ-овқат махсулотларини олишда қўлланилиши тақиқланган, у дон махсулотлари, мевалар, тамаки етиштиришда, тегирмондаги унга кириб олган кумурсқаларни йўқотиш учун захарли химикат сифатида ишлатилади. Акрилонитрил муҳим мономерлардан бири бўлганлиги сабабли, у катта ҳажмларда ишлаб чиқарилади.

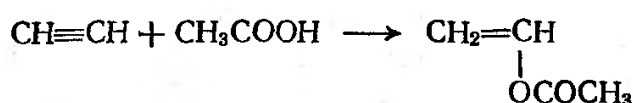
Сополимерлар иккиталик ва учталиқ бўлади. Сомономерларнинг хоссаларини кўпинча тайёр толаларнинг физик ва кимёвий хоссалари белгилаб беради. Сомономерларға метилакрилат, винилацетат, итакон кислотаси, винилпиридин, метиллисульфонат, акрил кислотаси киради.

Метилакрилат энг кўп ишлатиладиган мономерларга киради; саноат масштабида уни акрилонитрил ва метанолдан олиш мумкин:



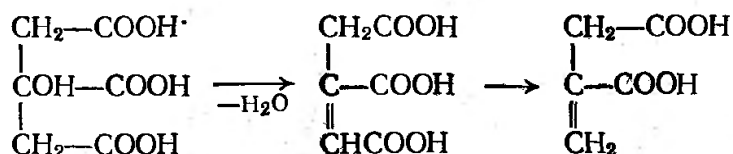
Метилакрилат –рангсиз, шаффоф, ўткир хидли суюқлик. Қайнаш температураси -80.2°C . Осонлик билан полимерланади.

Винилацетат. Саноатда винилацетат ацетиленга сирка кислота таъсир эттириб олинади:



Винилацетат рангсиз, қайнаш температураси 72.3°C бўлган суюқлик.

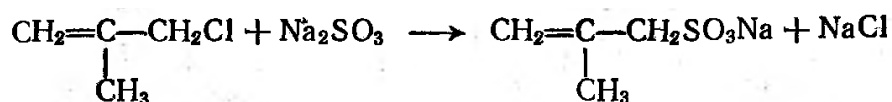
Итакон кислотаси. Бу кислотани одатда лимон кислотани 175°C дан юқори температурада қиздириш билан олинади.



Лимон кислотаси иконит кислотаси итакон кислотаси

Итакон кислотаси – оқ кристалл модда; суюқланиш температураси 163°C .

Металлилсульфонат. Металлилсульфонат турли усулларда олиниши мумкин, масалан, изобутилен ва унинг галоидли ҳосилаларидан:



Ҳосил бўлган металлилсульфонат кристаллари спирт ёрдамида қайта кристаллга туширилади ва шу кўринишда сополимерланиш учун қўлланилади. Металлилсульфонатнинг парчаланиш температураси 260°C .

Эритувчилар

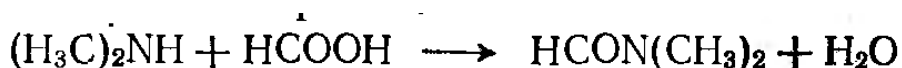
Полиакрилонитрилни ўндан ортиқ эритувчилари мавжуд. Лекин саноат миқёсида полиакрилонитрил толалар ва ипларни эритиш учун фақат еттитаси

ишлатилади: диметилформаид, диметилацетамид, диметилсульфоксид, этиленкарбонат, нитрат кислотанинг сувли эритмалари, натрий роданид ва рух хлоридининг сувли эритмалари.

Полиакрилонитрилли толалар ва ипларни ишлаб чиқариш технологияси ва кўлланиладиган аппаратуралар полиакрилонитрилнинг эритувчисига қараб танланади. Бу эритувчиларнинг учувчанлик қобиляти, полимерни эритиш қобиляти, коррозия фаоллиги билан боғлиқ.

Қуйида баъзи бир эритувчиларни олиш ва уларнинг хоссалари ҳақида маълумот келтирилган.

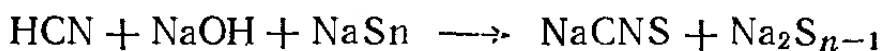
Диметилформаид. Диметилформаидни саноат миқёсида олиш диметиламинни чуқоли кислотаси билан қуйидаги схема бўйича борадиган реакциясига асосланган:



Диметиламин чуқоли кислотаси диметилформаид

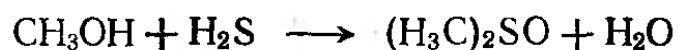
Диметилформаид – рангсиз, кучсиз ҳидли суюқлик. Қўпгина моддалар учун яхши эритувчи ҳисобланади. Исталган нисбатларда сув ва бошқа органик эритувчилар билан аралаша олади. Қайнаш температураси 153°C, суюқланиш температураси 61°C. Диметилформаид захарли модда ҳисобланади. Ҳаводаги жоиз концентрацияси 0,01 мг/л4 сувдаги -10мг/л.

Натрий роданид – 50-52%ли сувли эритмаси ПАН толалар олишда эритувчи сифатида ишлатилади. натрий роданид олишнинг энг кўп тарқалган усули кокс саноати чиқиндиси бўлган синил кислотасидан олишдир. Бунинг учун кокс газлари ишқор ва полисульфидлар тутган абсорбердан ўтказилади:



Ҳосил бўлган натрий роданид бир неча босқичда тозаланади. Натрий роданид эритмасини тозалаш, рангсизлантириш мақсадида фаоллаштирилган кўмрдан ўтказилади, филтрланади ва буғлантирилади. Буғлатилган эритмадан натрий роданид кристаллари центрифуга ёрдамида ажратиб олинади. Тайёр маҳсулот ҳавода суюқланиб кетадиган кристаллар бўлиб, таркибида 68-70% NaCNS бўлади.

Диметилсульфоксид. Эритиш қобилиятига кўра диметилсульфоксид диметилформамиддан кейин туради ва сўнгги вақтларда кўп миқдорда ишлатилмоқда. Диметилсульфоксид олишнинг бир неча хил усули мавжуд: диметилсульфидни оксидлаш, ишқорий лигнинни диметоксиллаш. Лекин полиакрилонитрил иплар ва толалар олиш учун энг мақбули метанол ва водород сульфиддан синтез қилинган диметилсулфоксид ҳисобланади:



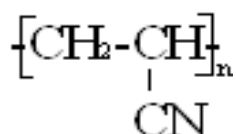
Диметилсульфоксид – рангсиз суюқлик, 18,45оСда қотади, қайнаш температураси 189оС. Диметилсульфоксид гигроскопик ва сув билан аралашади. Нормал шароитларда у 18% сув ютади.

http://sp-department.ru/polymer_wiki/Акрилонитрил/

Полиакрилонитрил

Акрил кислота нитрилининг полимери биринчи марта Моро томонидан 1893 йилда этиленциангидрин ва акрил кислотанинг амидидан олинган. Кейинчалик 1931 йилда карозерс полиакрилонитрилдан латекс олиш усулини ишлаб чиқди. 1940 йилда акрилонитрилни бутадиен билан сополимерлаш усули таклиф қилинди.

Полиакрилонитрил – қийин кристалланидиган чизикли, карбозанжирли оқ рангдаги полимер. Структура формуласи:

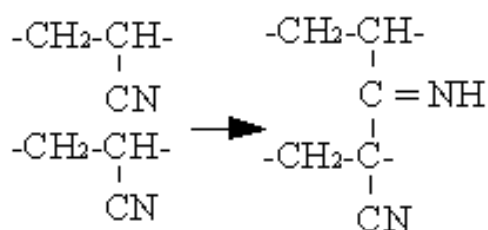


ЯМР-усулида шу нарса аниқландики, полиакрилонитрилнинг микроструктураси акрилонитрилнинг полимерланиш шароитларига боғлиқ бўлади. Радикал инициаторлар иштирокида 40-80°Сда, анион катализаторлар ёки нурланиш таъсирида 78°Сда бир вақтнинг ўзида ҳам синдиотактик, ҳам изотактик структурали полиакрилонитрил ҳосил бўлади.

Акрилонитрилнинг полимерланиш шароитига қараб турли молекуляр массали полимерлар олиниши мумкин (20000 – 350000).

Кимёвий хоссалари

Полиакрилонитрил қиздирилган вақтда ўз рангини ўзгартиради, бу жараён хар доим эрувчанликнинг йўқолиши билан боради. Рангнинг ўзгариши кўшни макромолекулалар ўртасидаги азометинли боғларнинг ҳосил бўлиши билан боғлиқ, бунга азот атомлари билан ҳаракатчан водород атоми ўртасидаги тортишиш кучи сабабдир:

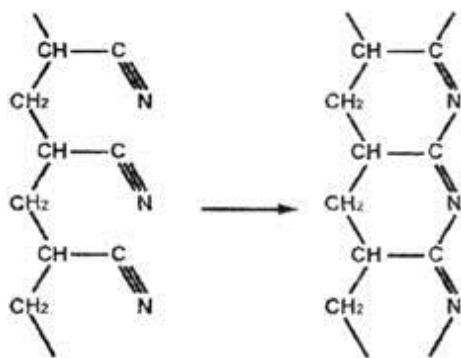


Полиакрилонитрил ва унинг сополимерларини стабилизацияси N-алкилоксиацетамидлар қўшиш билан (N,N- диметил-, N- этил-, N- метил-, N,N – диэтилоксиацетамидлар) амалга оширилиши мумкин. Стабилизация вақтида бу бирикмалардан бири 1-20% миқдорда қўшилади.

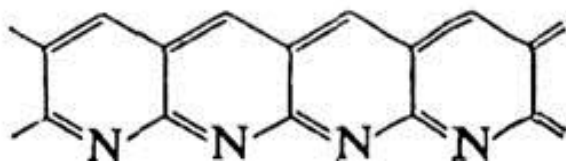
150оСдан юқори температурада термик таъсир полиакрилонитрилнинг макромолекуласининг кимёвий тузилишида қайтмас ўзгаришлар содир бўлади, бу CN- гуруҳнинг ўзаро таъсирлашуви натижасида циклик структураларнинг ҳосил қилиши билан боғлиқ. Полиакрилонитрилнинг бу хоссаси углеродли толаларни олишда ишлатилади.

ПАН толалар асосида углеродли толаларни ишлаб чиқариш икки босқичда амалга оширилади – термостабиллаштириш ва карбонлаштириш. Термостабиллаштириш босқичида ПАН толалар 180-300оСгача кислородли мухитда қиздирилади. Бунда полимернинг структурасида қўшимча ориентация содир бўлади. Бир вақтнинг ўзида занжирлар ўртасида ҳосил бўладиган молекулалараро боғлар, юқори температурада пиролиз бўлиш олдини олади. Стабиллаштириш жараёнининг мураккаб химизми асосан нитрил гуруҳларнинг циклланишини ва занжир молекулаларини кўндаланг боғларини ҳосил бўлишини ўз ичига олади, булар дегидрирланиш ва

оксидланиш реакциялари билан бирга кечади. Бу жараён вақтида чизиксимон полимер нарвонсимон структурани қабул қилади:

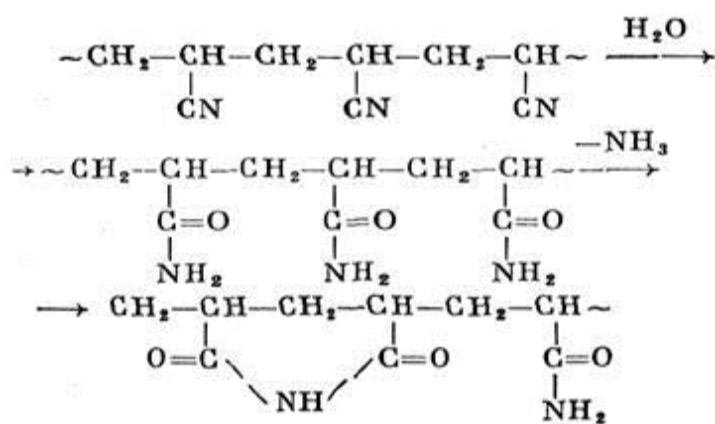


Полиакрилонитрилни сариқ-қизғиш рангга, ундан қора рангга киришини таъминлайдиган туташ хромофор боғларнинг ҳосил бўлишига нуклеофиль реагентлар промотор бўлади; бунда энг самаралиси карбон кислоталар, феноллар, имидлар ва амидлар, алифатик аминлар, спиртлар, альдегидлар ва кетонлар ҳисобланади. Инерт атмосферада бундай ўзгаришлар 220°Сгача секин кечади ва асосий полимер занжирни бузмайди.



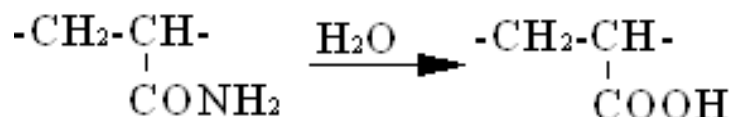
Полиакрилонитрилнинг термик ўзгаришлари маҳсулотлари полиакрилонитрилнинг эритувчиларида эримайди ва юқори термобарқарорликка эга: термик қайта ишланган полиакрилонитридан олинган қора рангдаги тола ёки кукун қизариб кетгунча қизийди, лекин ёнмайди.

Полиакрилонитрил сульфат кислота (75-95%) иштирокида совуқда совунланади; натижада оқ рангли парчасимон маҳсулот ҳосил қилади, унинг таркибида амид ва имид звенолар бўлади:



Бу маҳсулот сувда, кислота ва ишқорларнинг кучсиз эритмаларида эрийди, лекин диметилформамидда эрмайди. Бу маҳсулотнинг 20%ли сувли эритмасидан олинган пленкалар шаффоф ва эластик, лекин қуритилганда мўрт бўлиб қолади; 200°Сда улар қораяди ва 250-260°Сда парчаланadi.

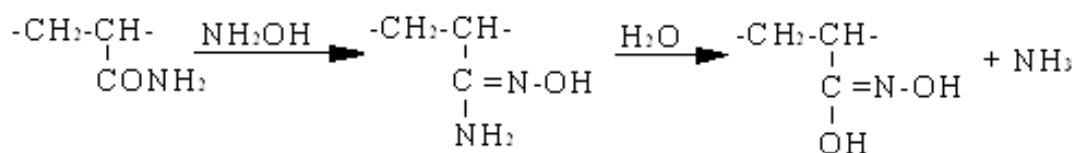
Сульфат кислотада эритилган полиакрилонитрил қиздирилган вақтда амид ва имид гуруҳлар бўлиқ йўқолади ва карбоксил гуруҳлар пайдо бўлади:



Полиакриламидни сода эритмаси билан қайта ишлаш натижасида совунланиш даражаси 30-40%гача етади. Совунланиш агентларини деструктив таъсирига қараб қуйидаги қаторга жойлаштириш мумкин:



Полиакрилонитрилни 50-100°Сда гидроксиламин билан таъсирлашиши натижасида амидоксим гуруҳлар ҳосил бўлади, бунда аммиак ажралиб чиқади ва гидроксам кислота гуруҳлари ҳосил бўлади:



Реакция учун гидроксиламин сульфат эритмаси ва натрий гидроксид эритмаси ишлатилади. Реакциядан кейин полимерда ҳам гидроксам кислота гуруҳлари, ҳам реакцияга киришмаган нитрил гуруҳлар бўлади. Полимер таркибида гидроксам кислота гуруҳларини бўлиши полиакрилонитрил толани яхшироқ бўйлишига ёрдам беради.

Фойданилган адабиётлар

1. Сороген М.Ф, З.А.Кочнова “Химия технология плёнка образующих вышистых”. Москва 1981 г.
2. М.Ф. Сороген “Практикум химия технология плёнка образующих вышистых”. ”. Москва 1971 г.
3. И.Н. Сопрэго “Лакокрасичный материал”. Москва 1967 г.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Қарши муҳандислик - иқтисодиёт институти

Технология факултети

Кимёвий технология кафедраси

“Асосий технологик жараёнлар ва қурилмалар” фанидан

РЕФЕРАТ

Гидромеханик жараёнлар

Қабул қилди:

Э.Тоғаев

Бажарди:

Х.Давлатова

Гидромеханик жараёнлар

Р Е Ж А:

- 1. Турли жинсли системалар классификацияси.**
- 2. Ажратиш усуллари.**
- 3. Ажратиш жараёнининг моддий баланси.**
- 4. Оғирлик кучи таъсирида чўктириш.**

Фойданилган адабиётлар

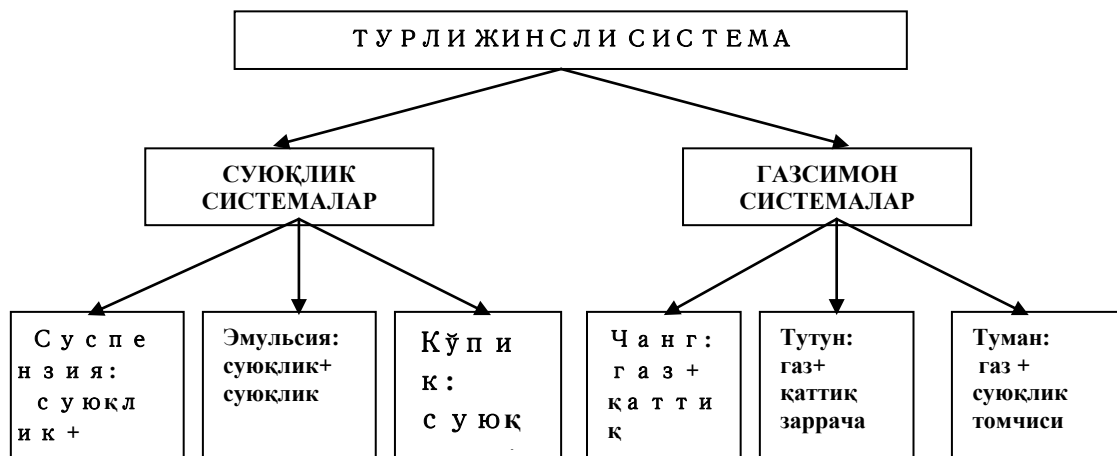
ГИДРОМЕХАНИК ЖАРАЁНЛАР

Гидромеханик жараёнларга куйидагилар киради: суюқ ва газсимон турли жинсли системаларни гравитацион (чўктириш), марказдан қочма (центрифугалаш) ёки электр майдони кучлари таъсирида қаттиқ заррачалардан тозалаш; босимлар фарқи остида суюқлик ва газларни ғовак тўсиқлар орқали ўтказиб филтрлаш; суюқлик муҳитларида аралаштириш; мавҳум қайнаш ва бошқалар.

1.1. Турли жинсли системалар классификацияси

Камида иккита ҳар хил фазалардан (суюқлик - қаттиқ жисм, суюқлик - газ ва ҳ.) таркиб топган аралашмалар **турли жинсли системалар** деб номланади. Заррачалари ўта майин янчилган ҳолатдаги фаза **дисперс** ёки **ички фаза** деб аталади. Дисперс фаза заррачаларини ўраб олган муҳит эса - **дисперсион** ёки **ташқи фаза** деб аталади.

Фазаларнинг физик ҳолатига қараб турли жинсли системалар куйидаги гуруҳларга бўлинади: суспензия, эмульсия, кўпик, чанг, тутун ва туманлар (1.1-расм).



1.1-расм. Турли жинсли системалар классификацияси.

Суюқлик ва қаттиқ заррачалардан ташкил топган турли жинсли система **суспензия** деб аталади. Қаттиқ заррачалар ўлчамига қараб суспензиялар шартли равишда куйидаги турларга бўлинади: дағал (>100 мкм); майин ($0,5...100$ мкм); лойқа ($0,1...0,5$ мкм) суспензиялар ва коллоид эритмалар ($\leq 0,1$ мкм).

Бири иккинчисидан эримайдиган, дисперс ва дисперсион фазалардан ташкил топган аралашма системаси **эмульсия** деб номланади. Дисперс фаза заррачаларининг ўлчами кенг ораликда ўзгариши мумкин. Одатда, эмульсия оғирлик кучи таъсирида қатламларга ажралади. Лекин, дисперс фаза томчилари $0,4...0,5$ мкм дан кичик бўлса ёки стабилизаторлар қўшилган ҳолларда эмульсиялар турғун бўлади ва узок муддат давомида қатламларга ажралмайди. Дисперс фаза концентрацияси ортиши билан дисперс фаза дисперсион фазага ўтиши ва тескариси бўлиши мумкин. Бундай ўзаро алмашиниш ҳодисаси фазалар **инверсияси** дейилади.

Суюқлик ва унда тақсимланган газ пуфакчаларидан ташкил топган системалар **кўпиклар** деб аталади. Кўпиклар ўз хоссалари бўйича эмульсияларга яқин.

Газ ва унда тақсимланган $0,3...5$ мкм ўлчамли қаттиқ заррачалардан ташкил топган системалар **тутунлар** деб номланади. Тутунлар буғ (ёки газ) ларнинг суюқ ёки қаттиқ ҳолатга конденсацияланиш жараёни орқали ўтишда ҳосил бўлади. Ундан ташқари, қаттиқ ёкилгилар ёниши натижасида ҳам пайдо бўлади.

Газ ва унда тақсимланган $3...70$ мкм ўлчамли қаттиқ заррачалардан ташкил топган системалар **чанглар** деб аталади.

Кўпинча чанглар қаттиқ материални майдалаш, аралаштириш ва маълум масофага узатиш пайтида ҳосил бўлади.

Дисперсион газ ва ўлчами $0,3...5$ мкм бўлган дисперс суюқлик фазалардан ташкил топган системаларга **туманлар** дейилади. Туманлар сув буғини совитиш жараёнида, буғнинг

конденсацияланиши натижасида ҳосил бўлади.

Тутун, чанг ва туманлар - **аэрозоллар** деб юритилади.

1.2. Ажратиш усуллари

Кимё ва озиқ-овқат саноатларида турли жинсли системаларни ташкил этувчи фазаларга ажратишга тўғри келади. Масалан, вино ишлаб чиқаришда уни тиндириш, яъни муаллақ ҳолатдаги заррачаларни, суюқ фазадан ажратиш. Ажратиш усуллари танлашда дисперс фаза ўлчамига, фазалар зичликлари фаркига ва дисперсион фаза қовушқоқлигига аҳамият бериш зарур. Турли жинсли системаларни ажратиш учун қуйидаги усуллар қўлланилади: а) чўктириш; б) филтрлаш; в) центрифугалаш; г) суюқлик ёрдамида ажратиш.

Оғирлик кучи, инерция (жумладан, марказдан қочма) ёки электростатик кучлар ёрдамида турли жинсли системалар таркибидаги қаттиқ ёки суюқлик заррачаларини ажратиш жараёни **чўктириш** деб номланади. Агар, жараён фақат оғирлик кучи таъсирида олиб борилса **тиндириш** деб юритилади. Тиндириш одатда турли жинсли системаларни дастлабки ажратиш учун ишлатилади.

Филтрлаш - турли жинсли системаларни ғоваксимон тўсиқ - филтр ёрдамида ажратиш жараёнидир. Бунда, ғоваксимон тўсиқ суюқлик ёки газни ўтказиб юборади, аммо муҳитдаги қаттиқ заррачаларни ушлаб қолади. Суспензия, эмульсия ва чангларни ажратиш учун чўктириш жараёнига қараганда филтрлаш анча самарали.

Центрифугалаш - суспензия ва эмульсияларни марказдан қочма куч таъсирида ажратиш жараёнидир. Бу жараёнда яхлит ёки ғоваксимон тўсиқлар ҳам ишлатилади. Центрифугалаш жараёнида чўкма ва суюқ фаза (фугат) ҳосил бўлади.

Суюқлик ёрдамида ажратиш усули деб - газ таркибидаги қаттиқ заррачаларни бирорта суюқлик иштирокида ушлаб қолиш жараёнига айтилади. Бу жараён оғирлик ёки инерция кучлари таъсирида олиб борилади ва газларни тозалаш учун ишлатилади. Баъзан, бу усулдан суспензияларни ажратишда ҳам фойдаланиш мумкин.

1.3. Ажратиш жараёнининг моддий баланси

Дисперс фаза **a** ва дисперсион фаза **b** лардан ташкил топган турли жинсли система ажратилиши керак. Қуйидаги белгилашларни киритамиз:

G_{ap} , $G_{чук}$, G_{mc} – бошланғич аралашма, чўкма ва тозаланган суюқлик массалари, кг;

x_{ap} , $x_{чук}$, x_{mc} – бошланғич аралашма, чўкма ва тозаланган суюқликлар таркибида **b** модда концентрацияси, %.

Агар ажратиш жараёнида масса йўқотилиши бўлмаса, моддий баланс тенгламасини ушбу кўринишда ёзиш мумкин:
моддаларнинг умумий миқдори бўйича

$$G_{ap} = G_{mc} + G_{чук} \quad (1.1)$$

дисперс фаза (**b** модда) бўйича

$$G_{ap} x_{ap} = G_{mc} x_{mc} + G_{чук} x_{чук} \quad (1.2)$$

(1.1) ва (1.2) тенгламаларни биргаликда ечсак, тозаланган суюқлик миқдорини топамиз:

$$G_{mc} = G_{ap} \frac{x_{чук} - x_{ap}}{x_{чук} - x_{mc}} \quad (1.3)$$

ва чўкма миқдорини:

$$G_{чук} = G_{ap} \frac{x_{ap} - x_{mc}}{x_{чук} - x_{mc}} \quad (1.4)$$

Ажратиш жараёнининг самарадорлиги ажратиш жадаллиги билан характерланади:

$$\mathcal{E}_{ажр} = \frac{G_{ap} \cdot x_{ap} - G_{mc} \cdot x_{mc}}{G_{ap} \cdot x_{ap}} \quad (1.5)$$

(1.3) ва (1.4) тенгламалар ёрдамида аралаштириш жараёнини ҳам ифодаласа бўлади. Ундан ташқари, (1.3) тенгламадан аралашма таркибидаги дисперс фаза концентрациясини ҳам топиш мумкин:

$$x_{ap} = \frac{G_{mc} x_{mc} + G_{чук} \cdot x_{чук}}{G_{ap}} \quad (1.6)$$

1.4. Оғирлик кучи таъсирида чўктириш

Чўкиш жараёнида қаттиқ жисм турли кучлар таъсирида суюқликда ҳаракат қилади. Оғирлик кучи таъсирида унинг суюқликдаги ҳаракатини кўриб чиқамиз. Бунда, қаттиқ заррачага оғирлик кучи G , кўтарувчи (Архимед) куч A ва ишқаланиш кучлари T таъсир этади (1.2-расм).

Ихтиёрий шаклдаги заррачани кўриб чиқамиз. Унинг ҳажми чизиқли ўлчамининг учинчи даражасига тўғри пропорционалдир.

$$V = \varphi_1 l^3 \quad (1.7)$$

бу ерда l - заррача габарит ўлчами, диаметри; φ_1 - шаклга боғлиқ коэффицент.

Агар, заррача зичлиги ρ_3 , суюқликники ρ_c бўлса, унда заррачага оғирлик кучи G ва кўтарувчи куч A лар таъсир этмоқда. Бу иккала куч қарама-қарши йўналган бўлади.

$$G = \varphi_1 l^3 \rho_3 g, \quad A = \varphi_1 l^3 \rho_c g \quad (1.8)$$

Ушбу кучларнинг фарқи таъсири остида заррача суюқликда ҳаракат қилади ва унинг ташқи юза бирлигига ишқаланиш кучи T таъсир этади.

Ишқаланиш кучи T Ньютон-Петров қонунига биноан аниқланади:

$$T = \mu \frac{\partial w}{\partial n}$$

бу ерда μ - динамик қовушоқлик коэффиценти; $\frac{\partial w}{\partial n}$ - тезлик градиенти.

Бутун заррачага таъсир этувчи муҳитнинг қаршилиқ кучи унинг юзасига боғлиқ. Демак, муҳитнинг қаршилиқ кучи куйидагига тенг:

$$R = \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} \quad (1.9)$$

Механиканинг иккинчи қонунига биноан, оғирлик, кўтарувчи ва ишқаланиш кучларининг тенг таъсир этувчиси, заррача массасининг эркин тушиш тезланишига кўпайтмасига тенг. Демак:

$$\varphi_1 l^3 (\rho_3 - \rho_c) g - \varphi_2 l^3 \mu \frac{\partial w}{\partial n} = \varphi_1 l^3 \rho_3 \frac{dw}{d\tau} \quad (1.10)$$

(1.10) тенглик оғирлик кучи таъсирида чўкаётган заррачанинг дифференциал тенгламаси деб номланади.

Ўхшашлик назарияси услубларини қўллаб, (3.10) дан оғирлик кучи таъсирида заррачанинг чўкиш жараёнини ифодаловчи ўхшашлик тенгламаларини олиш мумкин.

Бунинг учун (1.10) тенгламани $\varphi_1 l^3 \rho_c \frac{dw}{d\tau}$ бўлиб:

$$g \frac{d\tau}{dw} \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_3} \cdot \frac{\rho_3}{\rho_{жс}} - \frac{c_2 \mu \partial w d\tau}{c_1 \rho_3 l \partial n dw} \cdot \frac{\rho_3}{\rho_c} - \frac{\rho_3}{\rho_c} = 0 \quad (1.11)$$

Олинган натижани ρ_c/ρ_3 кўпайтириб ва тегишли қисқартиришларни амалга оширсак, куйидаги кўринишга эга бўламиз:

1.2-расм. Оғирлик кучи G таъсирида заррача чўкишининг дифференциал тенгламасини келтириб чиқаришга оид.



$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{\mu \tau}{l \rho} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{\mu}{\rho w l} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot \frac{1}{Re} \quad (1.12)$$

φ_2/φ_1 - нисбат заррача шаклига боғлиқ ва **шакл коэффиценти** деб номланади:

$$f = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \quad (1.13)$$

Ўлчамсиз комплекс эса:

$$\frac{\mu}{\rho w l} = \frac{1}{Re} \quad \text{ёки} \quad Re = \frac{w l \rho}{\mu} = \frac{w l}{\nu}$$

Рейнолдс сони дейилади. Бу сон суюқлик оқимлари ҳаракатининг гидродинамик ўхшашлигини характерлайди, заррачанинг чўкиш жараёнида эса – суюқликнинг заррача атрофидан оқиб ўтиш гидродинамик ўхшашлигини ифодалайди.

Худди шу йўл билан (1.11) нинг биринчи айрилувчисидан қуйидаги кўринишга келамиз:

$$\frac{g \tau}{w} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} = \frac{g l}{w^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} \quad (1.14)$$

(1.14) тенгламани **Re**² га кўпайтирсак, **Архимед** критерийсини оламиз:

$$Ar = \frac{w^2 l^2}{\nu^2} \cdot \frac{g l}{w^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} = \frac{g l^3}{\nu^2} \cdot \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} \quad (1.15)$$

Ушбу критерий оғирлик ва кўтарувчи кучлар фарқининг кўтарувчи кучга нисбатини характерлайди.

Шундай қилиб, ўхшашлик назарияси услубларини қўллаб, (3.10) тенгламадан заррачаларнинг чўкиш жараёнини ифодаловчи ўхшашлик тенгламасини келтириб чиқариш мумкин:

$$Re = a(fAr)^n \quad (1.16)$$

Чўкиш жараёнини тажрибавий ўрганиш натижасида қуйидаги режимлар аниқланган: ламинар (**Re** ≤ 0,2), ўтиш (0,2 < **Re** < 50) ва турбулент (**Re** > 500). Амалий ҳисоблар учун қуйидаги формулалардан фойдаланиш мумкин:

Re < 1,85 ёки **f·Ar** < 33 бўлганда

$$Re = \frac{f \cdot Ar}{18} = 0,056 f \cdot Ar \quad (1.17)$$

1,85 < **Re** < 500 ёки 33 < **f·Ar** < 83·10³ бўлганда

$$Re = 0,152 \cdot (fAr)^{0,725} \quad (1.18)$$

Re > 500 ёки **f·Ar** > 83·10³ бўлганда

$$Re = 1,74 \cdot (fAr)^{0,5} \quad (1.19)$$

(1.17)...(1.19) формулалар ёрдамида аниқланган Рейнолдс сони орқали оғирлик кучи таъсирида суюқликда чўкаётган заррача тезлигини топиш мумкин:

$$w_{\text{чж}} = \frac{Re \mu}{l \rho} \quad (1.20)$$

Ламинар ҳаракат режимида чўкиш тезлигини қуйида келтирилган усулда топилади. **d** диаметрли сферик шаклга эга заррачалар учун **w_{чж}** (1.17) формуладан аниқлаш мумкин:

$$\frac{w_{\text{чж}} d \rho}{\mu} = \frac{1}{18} \frac{g d^3 (\rho_3 - \rho)}{\nu^2 \rho}$$

Агар, $v = \mu/\rho$ эканлигини ҳисобга олсак, чўкиш тезлиги ушбу кўринишда ёзилади:

$$w_{\text{чк}} = \frac{gd^2(\rho_3 - \rho)}{18\mu} \quad (1.21)$$

(1.21) формула Стокс қонунини, яъни шарсимон заррачаларнинг ламинар режимдаги чўкиш тезлиги, улар диаметрининг квадратига, муҳит ва заррача зичликлари фарқига тўғри пропорционал ва муҳит қовушоқлигига тесқари пропорционаллигини ифодалайди.

Нотўғри шаклдаги заррачалар учун чўкиш тезлиги шарсимонникидан кам бўлади. Заррачаларнинг шакл коэффиценти қийматлари махсус адабиётларда келтирилган.

Сууюқликда томчининг чўкиш жараёнида унинг шакли узлуксиз равишда ўзгариб туради. Бундай ҳолларда сууюқлик томчисининг чўкиш тезлиги проф. Смирнов Н.И. формуласи ёрдамида ҳисобланади:

$$w_{\text{чк}} = \frac{gd^{2,5}}{\sigma} \left(\frac{\rho - \rho_T}{\rho_T} \right)^{1,5} \cdot \left(\frac{\mu}{\rho g} \right)^{0,5} \quad (1.22)$$

бу ерда d - томчининг ўртача диаметри; σ - фазалар чегарасидаги сиртий таранглик; ρ_T - томчи ҳосил қилувчи сууюқлик зичлиги; ρ - муҳит зичлиги; μ - муҳит қовушоқлиги.

Стокс қонунига биноан, чўкаётган қаттиқ заррачанинг максимал ўлчами ушбу формуладан топилади:

$$d_{\text{max}} \approx 1,56 \sqrt{\frac{\mu^2}{\rho(\rho_3 - \rho)}} \quad (1.23)$$

Чўкиш жараёнининг кинетик қонуниятларини ўрганиш натижасида қуйидаги умумий қоида келиб чиқади: заррача ўлчами ва фаза зичликларининг фарқи ортиши билан чўкиш тезлиги кўпаяди, лекин муҳитнинг қовушоқлиги кўпайиши билан чўкиш тезлиги камаёди.

Фойданилган адабиётлар

1. Юсуббеков Н. Р. “Кимёвий технология асосий жараёнлар ва қурилмалар”. Тошкент-2003
2. Юсуббеков Н. Р. , Нурмухамедов Х. С. , Истуллаев П.Р. “Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг жараён ва қурилмалари” Т-1999.
3. Салимов З.С. , Тўйчиев И. С. Кимёвий технология асосий жараёнлар ва қурилмалар”. Ўқитувчи-1987